СПОРТИВНОЕ ПЛАВАНИЕ

ПУТЬ К УСПЕХУ

КНИГА **1**

СОВЕТСКИЙ СПОРТ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА
2012

ББК 75.717.5
С73

Перевод с английского (главы 1—8) —
Игорь Андреев

Спортивное плавание: путь к успеху : в 2 кн. / под общ. ред. В. Н. Платонова. — М. : Советский спорт, 2012. — 480 с. : ил.
С73
Кн. 1 / пер. с англ. (гл. 1—8) И. Андреев. — 480 с. : ил., табл. — Библиогр. : с. 468—479.
ISBN 978-5-9718-0561-8

В настоящем издании, состоящем из двух книг, представлена система знаний, относящаяся к технике спортивного плавания и методике подготовки пловцов на всех этапах многолетней спортивной карьеры. Преимущественной особенностью этой работы является объединение богатого исторического наследия с передовыми научными знаниями и обобщением достижений мировой практики последних десятилетий.

Для тренеров и других специалистов в области спортивного плавания, студентов и преподавателей вузов физического воспитания и спорта, спортсменов высокой квалификации, научных работников, спортивных врачей.

ББК 75.717.5

ISBN 978-5-9718-0561-8 (Кн. 1)
ISBN 978-5-9718-0560-1

© Human Kinetics, гл. 1—8, 2003
© Э. У. Маглишо, гл. 1—8, 2012
© В. Н. Платонов, гл. 9—19, 2012
© ОАО «Издательство
“Советский спорт”», 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 9

ИЗ ИСТОРИЧЕСКОГО ОПЫТА ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОСНОВ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ 14

Часть I. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКИ СПОРТИВНОГО ПЛАВАНИЯ 31

Глава 1. Увеличение поступательного движения пловца 33

Объяснение терминов «подъемная сила» и «сопротивление воды» 33
Теории поступательного движения в плавании 35
Третий закон Ньютона 44
Вклад предплечья в создание движущей силы в плавании 57
Поступательное движение вперед в результате движений ногами 59
Основные положения, подтверждающие теорию создания движущей силы в плавании, основанную на третьем законе Ньютона 64

Глава 2. Уменьшение сопротивления 65

Значение снижения силы сопротивления воды 65
Ламинарное и турбулентное движение жидкости 66
Измерение сопротивления воды 68
Каким образом при движении пловца в воде возникает сила сопротивления 70
Снижение сопротивления воды путем контроля скорости плавания 82

Глава 3. Рекомендации для увеличения движущей силы и уменьшения сопротивления воды 84

Движение пловца вперед при помощи ног 100
Движущее действие волны воды 104
Волнообразное движение тела 106
Рекомендации для повышения эффективности продвижения в воде всеми способами спортивного плавания 107

Часть II. ТЕХНИКА СПОРТИВНОГО ПЛАВАНИЯ. ТЕХНИКА СТАРТА, ПОВОРОТА И ФИНИША 109

Глава 4. Кроль на груди 110

Траектория гребка и динамика скорости 110
Гребок рукой 117
Попеременное движение ногами 128
Согласование движений рук и ног 130
Положение тела и дыхание 135
Распространенные ошибки при плавании кролем на груди 140
Упражнения для совершенствования техники плавания кролем на груди 145
Дыхание во время плавания 148

Глава 5. Баттерфляй . . . 151
Траектория движения кисти и динамика скорости . . . 151
Гребок руками . . . 159
Движения ногами при плавании баттерфляем . . . 165
Согласование движений рук и ног . . . 167
Волнообразное движение тела и дыхание . . . 169
Плавание под водой при помощи ног способом баттерфляй . . . 172
Распространенные ошибки при плавании баттерфляем . . . 175
Упражнения для совершенствования техники плавания баттерфляем . . . 180

Глава 6. Кроль на спине . . . 182
Траектория движения кисти и динамика скорости . . . 182
Гребок руками, включающий три толчковые (движущие) фазы . . . 188
Попеременное движение ногами . . . 196
Согласование движений рук и ног . . . 198
Положение тела, повороты туловища и дыхание . . . 198
Плавание под водой при помощи ног способом баттерфляй . . . 200
Распространенные ошибки при плавании кролем на спине . . . 202
Упражнения для совершенствования техники плавания кролем на спине . . . 207

Глава 7. Брасс . . . 213
Ровный и волнообразный стили плавания брассом . . . 213
Траектория гребка и динамика скорости . . . 216
Гребок руками . . . 223
Движение ногами при плавании брассом . . . 229
Согласование движений рук и ног . . . 233
Положение тела и дыхание . . . 235
Гребок руками под водой . . . 238
Распространенные ошибки при плавании брассом . . . 241
Упражнения для совершенствования техники плавания брассом . . . 246

Глава 8. Старт, поворот и финиш . . . 250
Старты . . . 250
Повороты . . . 268
Финиши . . . 288

Часть III. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ . . . 291

Глава 9. Адаптация в спорте . . . 292
Виды адаптации . . . 292
Нагрузки в спорте и адаптация . . . 293
Многоступенчатость и вариативность адаптации в спорте . . . 294
Формирование функциональных систем и реакции адаптации . . . 295
Функциональные резервы и реакции адаптации . . . 297
Формирование срочной адаптации . . . 298
Формирование долговременной адаптации . . . 299
Переадаптация . . . 304
Деадаптация и реадаптация . . . 306

Глава 10. Возрастное развитие человека и формирование адаптационных реакций . . . 310
Возрастные зоны развития человека . . . 310
Сенситивные периоды и адаптация . . . 313
Возраст и возможности анаэробной системы энергообеспечения . . . 314
Возраст и возможности аэробной системы энергообеспечения . . . 315
Восстановительные реакции и переносимость нагрузок . . . 319
Возраст и экономичность работы . . . 320
Силовые возможности в различном возрасте . . . 320

Глава 11. Скелетные мышцы: структура, функции, адаптация . . . 322
Структура скелетной мышцы . . . 322
Механизм мышечного сокращения . . . 326
Структурно-функциональные особенности двигательных единиц мышц . . . 329
Спортивная специализация и структура мышечной ткани . . . 332
Изменения в мышечных волокнах под влиянием нагрузок различной величины и направленности . . . 333
Координация деятельности двигательных единиц — важный механизм адаптации мышц к физическим нагрузкам . . . 335
Адаптация костной и соединительной тканей . . . 339

Глава 12. Системы энергообеспечения мышечной деятельности . . . 341
Общая характеристика . . . 341
Алактатная система энергообеспечения . . . 342
Лактатная система энергообеспечения . . . 344
Аэробная система энергообеспечения . . . 347
Адаптация аэробной системы энергообеспечения . . . 355
Энергообеспечение мышечной деятельности различной интенсивности и продолжительности . . . 362

Глава 13. Нагрузки, утомление, восстановление, суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект . . . 365
Тренировочные и соревновательные нагрузки . . . 365
Утомление и восстановление при напряженной мышечной деятельности . . . 373
Функциональная активность при продолжительной работе, утомление и восстановление при нагрузках различной величины . . . 377
Утомление и восстановление при нагрузках различной направленности . . . 379
Утомление и восстановление в зависимости от квалификации и тренированности спортсменов . . . 385
Суперкомпенсация . . . 387
Отставленный тренировочный эффект . . . 391

Глава 14. Основы управления произвольными движениями . . . 396
Нервная система в регуляции движений . . . 396
Двигательные умения и навыки . . . 400
Основы теории управления движениями . . . 401
Основы технического совершенствования . . . 407

Часть IV. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ . . . 411

Глава 15. Цель, задачи, методы и основные принципы спортивной подготовки . . . 412
Цель и задачи спортивной подготовки . . . 412
Методы спортивной подготовки . . . 413
Специфические принципы спортивной подготовки . . . 415
Дидактические принципы и их использование в системе подготовки спортсменов . . . 421

Глава 16. Средства спортивной тренировки . . . 424
Систематизация средств спортивной тренировки . . . 424
Упражнения для совершенствования техники плавания . . . 426
Систематизация упражнений в воде на основе различий в энергообеспечении работы . . . 433
Упражнения для совершенствования техники старта . . . 435
Упражнения для повышения скорости преодоления подводных участков дистанции . . . 436

Упражнения с задержкой дыхания 438
Упражнения с дыхательной трубкой 438
Упражнения интегрального характера 439
Восстановительные упражнения 439
Упражнения на суше 440
Упражнения с использованием специальных тренажеров 441

Часть V. СОРЕВНОВАНИЯ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЛОВЦОВ 445

Глава 17. Соревнования и участие в них 446

Виды соревнований 446
Участие в соревнованиях 447
Реакция организма пловцов на соревновательные нагрузки 449
Соревнования в системе подготовки пловцов 450

Глава 18. Результат соревновательной деятельности 452

Спортивные результаты в плавании и их динамика 452
Рост мировых рекордов 453
Динамика мировых рекордов в мужском и женском плавании 455
Скорость при проплывании дистанций разной длины 456

Глава 19. Структура соревновательной деятельности пловцов 457

Компоненты соревновательной деятельности 457
Особенности соревновательной деятельности пловцов высокого класса 461

ЛИТЕРАТУРА 468

ПРЕДИСЛОВИЕ

Плавание — один из наиболее массовых и популярных видов спорта с богатейшей историей, стройной системой управления, множеством выдающихся спортсменов и талантливых тренеров, самобытными и высокоэффективными школами различных стран, всесторонне разработанной и хорошо научно обоснованной методикой подготовки атлетов.

Современное плавание отличается исключительно высоким уровнем спортивных достижений и острейшей конкуренцией на международной арене большого количества одаренных пловцов из многих стран мира. И в этих условиях успех сопутствует тем, кто имел возможность использовать в своей подготовке современные организационные формы и материальную базу, передовую методику подготовки, достижения науки и медицины.

Вполне понятно, что с каждым годом эффективность подготовки пловцов все в большей мере будет определяться уровнем знаний тренеров, владением ими тонкостями технического, тактического, функционального и психологического совершенствования спортсменов. Поэтому не удивительно, что в разных странах с высокоразвитым плаванием в последние годы резко возросло внимание к развитию спортивной науки, повышению квалификации тренерского состава, научному и медицинскому сопровождению тренировочного процесса.

Творческая работа большого количества широко образованных и увлеченных своей профессией тренеров, постоянная научная разработка различных составляющих системы подготовки пловцов приводят к интенсивному обновлению знаний и практического опыта в этой области, появлению продуктивных идей и разнообразных новшеств в области техники плавания и методики ее совершенствования, поиска и развития спортивных талантов, построения многолетней подготовки, путей спортивной карьеры, методики развития двигательных качеств. Постоянно расширяются и уточняются знания в области контроля и управления тренировочным процессом, формирования и освоения оптимальных моделей соревновательной деятельности и подготовленности. В поле зрения специалистов находится множество вопросов, относящихся к использованию специального оборудования, тренажеров, диагностических систем, к подготовке в условиях среднегорья и высокогорья, к оптимизации питания, применению фармакологических средств, преодолению негативного влияния нарушения циркадных ритмов при дальних перелетах, профилактике травматизма и др.

Знания, относящиеся к каждой из этих областей, могут существенно повлиять на качество подготовки пловцов, что превратило ее в исключительно сложный процесс, который должен опираться на прочный и постоянно обновляющийся научно-практический фундамент.

В основе предлагаемого издания — синтез передового мирового опыта подготовки и соревновательной деятельности пловцов мирового класса — представителей наиболее ярких и продуктивных школ разных стран мира, с огромным массивом знаний, полученных в результате научных исследований спортивно-педагогического, биологического, психологического, организационно-управленческого характера, а также научного сопровождения подготовки пловцов.

Особое внимание обращено на совершенствование системы знаний в области подготовки пловцов высокого класса, которые постоянно используют опыт многих успешно работающих плавательных центров, воспитавших выдающихся пловцов. В работе тренеров, подготовивших этих спортсменов, содержится поистине уникальная информация. В процессе подготовки современных талантливых пловцов, как правило, сконцентрировано все передовое, что накоплено в различных сферах подготовки — организационно-управленческой, спортивно-педагогической, материально-технической, медицинской и др. Поэтому обобщение

передового мирового опыта способно существенно обогатить систему знаний о подготовке пловцов.

Вполне естественно, что основной массив информации из мирового опыта подготовки пловцов высокого класса, вошедший в данное издание, относится к наиболее успешным плавательным школам, прежде всего американской, представившей плавательному миру трудно обозримый объем интереснейшего материала, множество разнообразных идей и подходов к подготовке выдающихся спортсменов.

Многое взято из своеобразного и интересного опыта австралийских специалистов, которые уже на протяжении многих десятилетий, начиная с 1930-х годов, органически сочетают фундаментальные и прикладные исследования в области спортивного плавания с подготовкой пловцов высшей квалификации. Не меньшее внимание уделено и достижениям специалистов бывшей ГДР, сумевших в течение двух десятилетий (1970—1980-е годы) подготовить выдающихся пловцов, составивших реальную конкуренцию спортсменам великой плавательной державы — Соединенным Штатам Америки. Опыт ГДР особенно интересен органическим единством спортивной практики и ее научного обеспечения, что принесло много нового в методику подготовки пловцов высшего класса. Неоспоримые достижения специалистов ГДР, как и тесно сотрудничавших с ними тренеров и научных работников из СССР и других стран Восточной Европы, существенно расширили объем знаний в области теории и методики подготовки пловцов. Эти знания в последние два десятилетия широко внедрены в практику подготовки пловцов практически всех стран с высокоразвитым плаванием. Однако применение пловцами ГДР анаболических стероидов и многолетняя кампания политического характера, развернутая вокруг этого факта, в значительной мере затмили достижения специалистов этой страны. Свою роль здесь сыграло и то, что все достижения в методике подготовки восточногерманских пловцов предназначались для служебного пользования и в научной печати практически не публиковались. Одна из задач данного издания — восполнить этот пробел, тем более, что, во-первых, многое из творческого наследия специалистов этой страны не утратило актуальности, во-вторых, из чисто исторической справедливости. Дело в том, что многие служебные материалы после объединения Германии и демонтажа системы восточногерманского спорта, что абсолютно очевидно, послужили основой для разработок и публикаций ряда специалистов из других стран, к сожалению, без воздания должного спортивной науке бывшей ГДР.

Принципиальной особенностью этого учебника является и то, что своей общей структурой и содержанием он опирается на достижения отечественной школы теории спорта и спортивной подготовки, признанной еще во времена существования Советского Союза, получившей дальнейшее развитие в России и Украине и оказавшей в последние два десятилетия огромное влияние на состояние спорта в разных странах.

При работе над данным изданием авторы столкнулись с проблемой использования и обобщения накопленного научного знания в процессе написания тех или иных ее разделов. Наличие этой проблемы очень четко сформулировал один известный американский тренер по плаванию: «Несколько десятков лет назад мы тратили много времени, чтобы найти хоть какую-нибудь информацию, относящуюся к методике спортивной подготовки. Сегодня мы столкнулись с не менее сложной проблемой — выбора из огромного, часто необозримого объема информации, во многих случаях противоречивой и малопонятной, той, которая может принести пользу в практической работе».

Для современного спортивного плавания характерно стремление максимально использовать достижения спортивной науки с целью повышения эффективности спортивной подготовки в самых разнообразных ее составляющих, начиная от первичного отбора и начальной подготовки и заканчивая адаптацией спортсменов к обычной жизни после окончания спортивной карьеры. И это вполне естественно, если учесть постоянно возрастающую политическую и социально-экономическую значимость спорта, исключительную популярность спортивного плавания, постоянный рост достижений и конкуренции на международной спортивной арене.

Прошедший в 2011 г. в Шанхае чемпионат мира в 50-метровых бассейнах очередной раз продемонстрировал бурные темпы развития плавания и необходимость постоянного поиска резервов для дальнейшего роста результатов. Запрет Международной федерацией плавания применения специальных костюмов, существенно повышающих плавучесть тела пловца и уменьшающих сопротивление движению, по вполне обоснованному предположению специалистов должен был привести к резкому снижению уровня результатов по сравнению с мировыми рекордами, установленными с использованием таких костюмов. Однако этого не произошло: было установлено два новых мировых рекорда (дистанции 1500 м вольным стилем и 200 м в комплексном плавании), достигнута серия результатов, очень близких к мировым рекордам. Постоянно обостряется и конкуренция в борьбе за право попадания

в финальные заплывы, в борьбе за медали. За чертой финалистов часто стали оказываться наиболее вероятные, казалось бы, претенденты на медали. На финише финальных заплывов часто только электронная аппаратура позволяла определить места участников, которых нередко разделяли 0,01—0,05 с. Никого не удивляют случаи, когда двум спортсменам, показавшим абсолютно одинаковый результат, вручаются медали одного достоинства.

Вполне естественно, что в этих условиях основные резервы роста мастерства пловцов и их конкурентоспособности относят к сфере науки, которая в последние годы развивается исключительно интенсивно: постоянно расширяется сеть научно-исследовательских институтов, центров, лабораторий, в которых трудятся тысячи специалистов. Возможности науки резко возрастают и в связи с бурным прогрессом в деле разработки высокоточной аппаратуры, позволяющей регистрировать множество показателей биохимического, физиологического, морфологического, психологического, биомеханического, спортивно-педагогического характера. Параллельно увеличивается и объем издательской деятельности — выпуск книг, научных журналов, всякого рода сборников трудов, материалов конференций и семинаров, содержащих множество рекомендаций для тренеров и спортсменов.

В результате деятельности всех этих организаций и специалистов информационное поле заполнилось всевозможной информацией, особенно биологического характера, что является следствием множества экспериментов с разнообразной, часто не совсем понятной методологией, множеством целей и задач, сомнительной организацией, самым различным контингентом испытуемых. Подавляющее большинство этих исследований слабо связано с теорией спортивной подготовки и реальной практикой спорта, чем можно объяснить не только их абстрактность, противоречивость и надуманность, но и недопустимые обобщения и практические рекомендации. Наличие такого материала самым отрицательным образом сказывается и на теории спортивной подготовки, так как под любую, часто бесперспективную, а зачастую, и попросту абсурдную идею можно подложить множество псевдонаучных фактов биологического характера, якобы подтверждающих ее жизненность и эффективность.

Постоянное расширение аппаратурного потенциала, находящегося в распоряжении современных лабораторий, возможность в реальном масштабе времени регистрировать и обрабатывать целый ряд показателей сыграли злую шутку с очень многими научными работниками, которые серьезную методологическую подготовку, всесторонний содержательный анализ постановки и проведения экспериментальной работы подменили надеждой на возможности диагностической аппаратуры.

Для того чтобы не быть голословными, приведем несколько примеров. В последние годы проведено много исследований эффективности подготовки спортсменов, часто пловцов, в условиях среднегорья и высокогорья. Результаты их крайне противоречивы — от отсутствия позитивного влияния до неправдоподобной эффективности. Если же проанализировать постановку экспериментов, то нетрудно убедиться в отсутствии внимания как к содержанию процесса подготовки, предшествующей пребыванию в горах, так и к содержанию тренировочного процесса собственно в горах. В лучшем случае этот процесс отдается на откуп тренеру. Не лучшим образом обстоит дело и с учетом специализации спортсменов, анализом их состояния и предрасположенности к работе различной направленности. Определение эффективности тренировки в горах, как правило, завершается в течение недели после возвращения в условия равнины. И это происходит при том, что еще в 1970-х годах было хорошо известно, что результативность подготовки в горах в решающей мере определяется специализацией спортсмена, его адаптационными резервами, содержанием предшествовавшей тренировки, особенностями формирования отставленного тренировочного эффекта после возвращения с гор, который может проявиться лишь через три—четыре недели. Поэтому не приходится удивляться ни противоречивости полученных результатов, ни спорности и необоснованности многих рекомендаций.

Есть еще одна сомнительная деталь при изучении этой проблемы. Массовый характер приобрели исследования, в которых доказывается эффективность одной из моделей подготовки, суть которой сводится к проживанию в условиях горной гипоксии, а тренировке — в условиях равнины. Именно эта модель насаждается как наиболее перспективная. Однако как многочисленные научные исследования, так и мировая практика более чем убедительно доказали, что именно напряженная тренировочная работа в условиях гипоксии является стимулом к адаптации организма спортсменов, а дыхание воздухом с пониженным содержанием кислорода в условиях покоя не может быть стимулом для дальнейшей адаптации хорошо функционально подготовленных спортсменов высшей квалификации. Для спортсменов низкой квалификации, организм которых в определенной степени будет реагировать и на гипоксические нагрузки без тренировки, подготовка в горах вообще противопоказана.

Трудно себе представить, что популярность подобных работ и соответствующих рекомендаций носит случайный характер. Дело, пожалуй, в том, что рынок спортивной индустрии сегодня заполнен предложениями о поставке гипоксических палаток, гипоксических комнат или даже квартир, всякого рода гипоксикаторов для дыхания обедненной кислородом смесью. И, как это часто бывает, наука не остается в стороне от предоставления рекламных услуг.

Сказанное не означает, что мы выступаем категорически против как этого подхода, так и соответствующего его технического обеспечения. Однако очевидно, что он может служить лишь одним из дополнительных средств, способных затормозить процессы деадаптации после возвращения с гор, а не средством, заменяющим тренировку в условиях среднегорья и высокогорья.

Аналогичная ситуация сложилась и с изучением эффективности непродолжительного периода (две—четыре недели), так называемой непосредственной подготовки (периода сужения — по западной терминологии) перед главными соревнованиями макроцикла. Тема очень актуальна, так как связана с поиском путей демонстрации наивысшего результата в основных соревнованиях. Большое количество проведенных в этой области исследований также исключительно противоречивы. В одних из них доказывается прирост спортивного результата по отношению к тому, который был показан до начала периода сужения, на 2—4 или даже 6 %, в других прирост не отмечался вообще. Все эти расхождения опять же являются следствием пренебрежительного отношения к основному моменту — содержанию тренировочного процесса, предшествовавшего периоду непосредственной подготовки, а также его содержанию во время этого периода. Авторы проведенных исследований по непонятной причине считают, что для оценки процесса подготовки на этом этапе достаточно сослаться на самый примитивный и мало информативный показатель — объем работы — 30, 40, 50 или 60 % характерного для периода предшествовавшей подготовки. Но ведь именно содержание работы на этапе непосредственной подготовки в большей мере чем ее объем, который может колебаться в диапазоне 30—60 % от максимальных величин, а также характер предшествовавшей тренировки определяют эффективность этого структурного образования. Другой не менее популярный и, одновременно, не менее ущербный подход к проведению исследований сводится к тому, что весь тренировочный процесс — дело тренера, а обследования — дело научных работников. Отсюда и соответствующие результаты.

До тех пор пока специалисты в области спортивной биологии не поймут, что их роль при проведении подобных исследований вторична, а основой таких экспериментов может быть только строго систематизированный и количественно отраженный тренировочный процесс с учетом индивидуальности конкретных спортсменов и их корректного объединения в группы, до тех пор информационное пространство будет захламляться околонаучной продукцией дезориентирующего характера.

Конечно же это не означает, что авторы пренебрегли результатами научных исследований, опубликованных в работах последних лет. Напротив, мы широко использовали работы многих специалистов, прежде всего тех из них, которые признаны в научном мире, а также тех, содержание работ которых отличается серьезной постановкой экспериментов и качественным анатомическим анализом. Не менее важную роль играла и органическая связь работ с нуждами передовой спортивной практики. Одновременно мы пытались избавить читателей от знакомства с работами сомнительного или откровенно ошибочного содержания.

Предлагаемое издание, которое по своему содержанию является развернутым учебником для тренеров по плаванию и специалистов в области организационно-управленческого и научно-методического обеспечения пловцов высокого класса, состоит из двух книг и 9 частей.

Первые две части посвящены общим основам техники спортивного плавания, анализу техники плавания различными способами, техники старта, поворота, финиша. Автором этих частей является всемирно известный специалист из США, несомненный мировой лидер в этой области знаний Эрнест Маглишо. Следует отметить, что технику плавания уже на протяжении ряда десятилетий глубоко изучают специалисты Соединенных Штатов Америки. Это во многом определяет стабильные успехи пловцов этой страны на международной арене. Особенностью работы американских специалистов является то, что техника плавания изучается не на абстрактных моделях или с участием спортсменов невысокой квалификации, а органически связана с реальной практикой подготовки и соревновательной деятельности выдающихся пловцов. В своей работе Эрнест Маглишо опирается не только на фундаментальные знания в области гидродинамики и богатейший материал, относящийся к технике плавания и методике технического совершенствования пловцов, накопленной в США и других странах мира, но и на богатый личный тренерский опыт и серьезные собственные исследования, результаты

которых позволяют по-новому взглянуть на ряд существенных моментов, относящихся к этой области.

В третьей части учебника изложены общие основы построения подготовки пловцов, являющиеся научным фундаментом для построения многолетней и годовой подготовки, методика развития различных двигательных качеств, обучения и совершенствования спортивной техники. Представлены основные положения теории адаптации применительно к задачам подготовки пловцов, закономерности возрастного развития их организма. Особое внимание уделено структуре, функциям и адаптации скелетных мышц и систем энергообеспечения мышечной деятельности, основам управления произвольными движениями, нагрузкам и реакции на них организма пловцов.

В четвертой части дана общая характеристика современной системы подготовки пловцов, ее задачи, методы, принципы. Особое место отведено систематизации и описанию средств спортивной тренировки, круг которых в последние годы существенно расширился.

В пятой части рассмотрены виды соревнований в спортивном плавании, проведен анализ результатов соревновательной деятельности, даны современные представления о структуре соревновательной деятельности, охарактеризованы ее составляющие и показана их значимость для достижения конечного результата. Проанализирована соревновательная деятельность пловцов высокого класса, специализирующихся в плавании на различных дистанциях.

Шестая часть посвящена общим основам спортивной техники и технической подготовке пловцов, особенностям совершенствования спортивной техники. Охарактеризована тактика спортивного плавания, описаны технико-тактические схемы проплывания дистанций, тактика участия в предварительных, полуфинальных и финальных заплывах. Особое внимание уделено характеристике психологической подготовленности пловцов, методике совершенствования ее составляющих.

В седьмой части всесторонне рассмотрены двигательные качества (силовые, скоростные, выносливость, гибкость, координационные), представлены средства и методика их развития, а также вопросы контроля. Многие положения и подходы к методике развития двигательных качеств представлены по-новому, с учетом последних достижений спортивной науки и мировой практики, богатой интересными решениями. Особенное внимание уделено координационным способностям, во многом обусловливающим эффективность работы над становлением различных сторон спортивного мастерства пловцов.

Восьмая часть посвящена рассмотрению системы построения подготовки пловцов, начиная от процесса многолетнего совершенствования и заканчивая построением программ занятий и их частей. Содержание этой части вмещает большой объем принципиально нового материала, соответствующего достижениям и потребностям современной практики и материалам научных исследований, проведенных в последние годы. Особенно это коснулось периодизации и содержания многолетней и годичной подготовки, построения этапа непосредственной подготовки к главным соревнованиям.

Содержание девятой части базируется на анализе информации, относящейся к так называемым внешним (внетренировочным и внесоревновательным) факторам, играющим исключительно важную роль для обеспечения эффективной подготовки пловцов, рассматриваются вопросы подготовки пловцов в условиях среднегорья и высокогорья, использования средств восстановления и стимуляции работоспособности. Затронута проблема десинхронизации циркадных ритмов после дальних перелетов и временной адаптации после них. В отдельных главах рассмотрены вопросы диетологического и фармакологического обеспечения процесса подготовки, травматизма и заболеваний опорно-двигательного аппарата пловцов.

Авторы надеются, что учебник будет способствовать повышению квалификации тренерского состава, поможет подготовке студентов специальных вузов, готовящихся к тренерской карьере. Содержание книги может оказаться полезным и для специалистов, специализирующихся в родственных видах спорта — беговых видах легкой атлетики, гребле, велосипедном спорте, лыжном и конькобежном спорте и др., а также для спортивных врачей, научных работников и, конечно, спортсменов высшей квалификации.

Авторы выражают благодарность всем тренерам, кропотливый и плодотворный труд которых во многом повлиял на содержание книги. Особая признательность выдающимся тренерам советской школы — Геннадию Турецкому и Борису Зенову за замечания и ценные советы.

Владимир Платонов

ИЗ ИСТОРИЧЕСКОГО ОПЫТА ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОСНОВ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ

История прогресса современного спортивного плавания — это в значительной мере история использования спорта как средства большой политики, консолидации и укрепления здоровья населения, внедрения в систему подготовки спортсменов передового мирового опыта, достижений науки, новаторских решений эффективных менеджеров и творчески мыслящих тренеров.

В истории современного плавания известны несколько случаев стремительного взлета представителей разных стран на мировой плавательной арене. В каждом из них в основе успеха — серьезная мотивация к развитию спортивного плавания, эффективная организация подготовки, большое внимание к технике плавания, принципиальные новшества в методике тренировки.

Япония. На Играх Олимпиады 1924 г. в Париже команда Японии была представлена шестью пловцами. Никто из них не мог составить конкуренцию сильнейшим пловцам мира в борьбе за олимпийские награды. На этом фоне 3 медали (1 золотая) на Играх Олимпиады 1928 г. в Амстердаме были восприняты как случайность. Однако уже на следующих Играх в американском Лос-Анджелесе пловцы Японии с 12 медалями (5 золотых) уверенно заняли первое место, опередив пловцов США (10 медалей) и завоевав медалей больше, чем сумели получить вместе представители еще восьми стран. Японские пловцы не сдали своих позиций и на Играх Олимпиады 1936 г. в Берлине, завоевав 11 олимпийских наград (4 золотые).

Эти успехи японского плавания, сопровождавшиеся серией мировых и олимпийских рекордов были не случайными. Они стали следствием совокупного влияния факторов, относящихся как к спорту в стране, так и к организации и методике подготовки непосредственно в плавании. Во-первых, они явились отражением общей политики японских властей использовать спорт как средство консолидации нации и активизации международного сотрудничества, направленного на преодоление изоляции Японии, вызванной как естественными географическими причинами, так и социально-политическими. Эта политика, которая реализовывалась уже с конца 1920-х годов, достигла кульминации, когда на сессии МОК, проходившей в июне 1933 г. в Вене, член МОК для Японии Дзигоро Кано поставил вопрос о проведении Игр XII Олимпиады 1940 г. в Токио (Nakamura, 1992). Активная деятельность представителей Японии в этом вопросе в конечном счете привела к тому, что столица Японии получила право на проведение этих Игр. Во-вторых, Япония, как и другие союзники гитлеровской Германии, в частности Венгрия и Италия, стремилась использовать арену берлинских Игр 1936 г. в качестве демонстрации возможностей формирующегося военно-политического блока. В-третьих, в 30-х годах XX ст. в Японии существовала централизованная система управления спортом через Бюро физического воспитания Министерства просвещения, что позволяло сформировать четкую систему подготовки спортсменов. Все это, естественно, создавало благоприятную среду для развития в Японии олимпийских видов спорта, в частности плавания. Однако эта среда явилась лишь фоном, на котором была сформирована централизованная эффективная система подготовки пловцов высокого класса, принципиально отличная от существовавших в других странах.

Три основных момента в методике подготовки японских пловцов в 30-е годы XX ст. носили принципиальный характер и оказали решающее влияние на достижения японского плавания. Прежде всего следует отметить, что в японских школах существовало обязательное обучение плаванию, которое являлось одной из основных составляющих системы физического воспитания. Это существенно облегчало поиск одаренных детей для углубленных занятий этим видом спорта (Oppenheim, 1970). Не менее важную роль сыграли глубокое изучение японскими специалистами техники плавания сильнейших спортсменов

США и европейских стран с помощью киносъемки и разработка на этой основе эффективных вариантов техники плавания японских пловцов с учетом особенностей их телосложения.

Ведущие японские пловцы — мужчины, добившиеся успехов на Играх Олимпиад 1932 и 1936 гг., в среднем имели рост 168 см, массу тела 64 кг. Средний рост сильнейших пловцов США был 183 см, а масса тела — 78 кг. Для компенсации этих различий японские специалисты уделили особое внимание технике гребка, развитию силовых качеств. В итоге мощность гребка у японских пловцов оказалась значительно выше, чем у их основных конкурентов. Добились японские пловцы и очень эффективной работы ног за счет повышения подвижности в голеностопных суставах (Cureton, 1974).

Учебные фильмы по рациональной технике плавания легли не только в основу технической подготовки сильнейших пловцов, но и широко использовались в детско-юношеском спорте. И, наконец, японские пловцы резко увеличили объемы тренировочной работы. Тренировочные занятия стали ежедневными, а объем плавания в отдельные дни достигал 5000—8000 м. И это происходило тогда, когда большинство пловцов тренировались 3—4 раза в неделю, проплывая в течение одного тренировочного занятия 1000—1500 м. Естественно, что уровень функциональной подготовленности и выносливости японских пловцов был очень высок. Косвенно об этом свидетельствовали данные частоты сердечных сокращений пловцов в состоянии покоя: у японцев в среднем 56 уд·мин$^{-1}$, американцев — 65 уд·мин$^{-1}$ (Cureton, 1974). Таким образом, эффективная техника и высокий уровень функциональной подготовленности обеспечили преимущество японским пловцам перед американскими, полностью компенсировав их отставание в росте и длине рук.

Австралия. Климатические и географические условия Австралии способствовали популярности плавания и его интенсивному развитию еще в XIX ст. С 1840-х годов в Австралии регулярно стали проводиться соревнования, привлекавшие большое количество зрителей, появились знаменитые пловцы — А. Маклин, Д. Редман, Г. Торнтон. В 1850-х годах в австралийском плавании блистал Чарльз Стидмен, переехавший в Австралию из Англии. Прославился Стидмен не столько своими спортивными достижениями, сколько тем, что был автором первого в мире учебного пособия «Руководство плавания», которое увидело свет в 1867 г. в Мельбурне, а в 1873 г. было переиздано в Англии.

В конце XIX — начале XX ст. в Австралии было уже много квалифицированных пловцов, состязания которых вызывали большой интерес. В 1902 г. Фредди Лейн и Дик Кэввил, которые соперничали между собой, выступили с высокими результатами на дистанциях от 100 до 880 ярдов. В мае того же года Лейну удалось преодолеть минутный рубеж в плавании на 100-ярдовой дистанции, которую он проплыл с результатом 59,6 с.

Вполне естественно, что австралийцы добивались успехов и на Играх Олимпиад тех лет. Например, Фредди Лейн завоевал 2 золотые медали на Играх 1900 г. в Париже. На Играх 1908 г., состоявшихся в Лондоне, в активе австралийцев было 4 медали разного достоинства, а на Играх Стокгольмской Олимпиады — 7, в том числе 2 золотые. Успехи австралийского плавания в 1920-е годы связаны с достижениями Эндрю Чарлтона — соперника величайшего пловца XX в. Джонни Вейсмюллера, а также победителя парижских Игр 1924 г. на дистанции 1500 м, которую он преодолел с мировым рекордом, опередив Арне Борга из Швеции, ставшего вторым, почти на 50 м.

В течение последующих 30 лет достижения австралийских пловцов на олимпийской арене были более скромными, характеризовались эпизодическими успехами. На этом фоне мировой сенсацией оказалось выступление австралийских пловцов на Играх XVI Олимпиады в Мельбурне — 8 золотых медалей из 13 разыгранных. Этот успех объясняется принципиальными новшествами в технике плавания и методике тренировки.

В те годы в Австралии сформировалась эффективная школа подготовки пловцов, опирающаяся на достижения науки и мировой практики. Были резко увеличены тренировочные нагрузки, а в практику вошли такие понятия, как стресс, адаптация, стал широко применяться интервальный метод, показавший свою высокую эффективность при подготовке бегунов на средние дистанции. Ряд новшеств был введен в технику плавания различными способами. Все это привело не только к успехам на Играх Олимпиады 1956 г., но и обеспечило высокий уровень достижений австралийского плавания на достаточно длительный период. На Играх Олимпиад 1956—1972 гг. более 40 пловцов этой страны стали чемпионами и призерами Игр Олимпиад, установили десятки мировых и олимпийских рекордов.

Достижения австралийского плавания 1950—1970-х годов в значительной мере связаны с именем одного из наиболее ярких тренеров современности Форбса Карлайла. В числе его учеников выдающиеся пловцы-олимпийцы — Шейн Гоулд, Карен Морас, Гейл Нейл, Джон Дэвис, Терри Гатеркол, Ян О'Брайен. В период с 1948 по 1980 г. Карлайл неоднократно готовил сборную команду Австралии к Играм Олимпиад и чемпионатам мира. Особенно успешными в его карьере главного тренера были Игры

Олимпиады 1956 г. (8 золотых медалей) и чемпионат мира 1973 г., на котором девять австралийских пловцов были удостоены золотых наград.

Степень магистра физиологии человека Ф. Карлайл получил в Сиднейском университете, где он учился под руководством известного профессора Франка Коттона. Это во многом предопределило тренерскую деятельность Карлайла, которая характеризовалась органической связью науки с практикой. Ф. Карлайл обосновал эффективность интервального метода тренировки, большое внимание уделил проблеме стресса в тренировке, адаптации сердца и тестированию состояния пловца по данным ЧСС. Одним из его достижений явились разработка и внедрение техники двухударного кроля. Практически одновременно с советским профессором Л. П. Матвеевым он инициировал выделение в годовом цикле этапа непосредственной подготовки (сужения) к главным соревнованиям как элемента структуры тренировочного процесса, способствующего достижению наивысшего результата в основных соревнованиях. Свои взгляды Карлайл обобщил в изданной в 1963 г. в Лондоне книге «Форбс Карлайл о плавании».

В основе успеха австралийских пловцов на Играх Олимпиады 1956 г., по мнению Форбса Карлайла, были следующие составляющие:

- систематическая напряженная круглогодичная тренировка, всем своим содержанием ориентированная на успешное выступление на Олимпийских играх;
- первый в истории положительный опыт бритья всего тела мужской частью команды;
- постоянная работа над совершенствованием техники гребка с регулярным контролем с помощью подводной киносъемки;
- использование интервального метода, позаимствованного из опыта тренировки бегунов и адаптированного к условиям плавания;
- высокая квалификация, сплоченность, склонность к новым идеям и их внедрению тренерского состава, ответственного за подготовку к Играм Олимпиады.

Успешными выступлениями Шейн Гоулд (3 золотые медали), Бредфорда Купера, Беверли Уитфилд, Гейл Нейл (по одной золотой медали) на Играх XIX Олимпиады, проведенной в 1972 г. в Мюнхене, а также команды Австралии на первом чемпионате мира, состоявшемся в 1973 г., завершился этот славный период в истории австралийского плавания. Уже в 1976 г. в олимпийском бассейне Монреаля победы отмечали представители США, ГДР, Великобритании, СССР. В активе австралийской команды оказалась лишь одна бронзовая медаль, завоеванная С. Холландом на дистанции 1500 м.

Специалисты Австралии оказались в стороне от перемен в области организации и методики подготовки пловцов, произошедших в мировом плавании в конце 1960-х — первой половине 1970-х годов, когда в некоторых восточноевропейских странах (ГДР, Венгрия, Болгария) и в СССР были сформированы эффективные системы подготовки, вобравшие в себя последние достижения науки и практики, что в течение нескольких лет привело к существенным изменениям в списке стран-лидеров мирового плавания. Конечно, массовость австралийского плавания и богатые традиции приводили к эпизодическим успехам. Однако они ставили Австралию лишь в ряд многих стран с развитым спортивным плаванием.

Восстановление Австралии как одного из лидеров мирового плавания произошло лишь в конце 1990-х годов, что проявилось на Играх Олимпиады 2000 г. в Сиднее и подтвердилось в 2004 г. в Афинах и, соответственно, на чемпионатах мира этого периода. Эти достижения явились следствием общей реорганизации системы австралийского спорта, перевода его на современную организационную и научно-методическую основы, сформированные путем обобщения передового мирового опыта и научного знания, накопленных в мире в течение последней четверти XIX ст.

Германская Демократическая Республика (ГДР). Впервые право выступать самостоятельной командой на Олимпийских играх спортсмены ГДР получили в 1968 г. в Мехико. После этих Игр Социалистическая единая партия Германии (СЕПГ), определяющая внешнюю и внутреннюю политику страны, стала проводить жесткую линию на поступательное развитие олимпийского спорта ГДР как одной из важнейших сфер деятельности страны, направленных на повышение ее международного авторитета и внутреннюю консолидацию общества. В ГДР подвергались острой критике представления о так называемом аполитичном спорте. Достижения спортсменов и массовость спорта в ГДР напрямую связывались с эффективностью социально-политической системы, с внешней и внутренней политикой страны (Хайнце, 1974).

Длительная изоляция ГДР от олимпийского движения, многочисленные недружественные акции против спортсменов, специалистов и журналистов этой страны при их участии в международных соревнованиях, проводившихся в странах Запада, привели к эффекту, обратному тому, на который рассчитывали организаторы таких акций, — обостренному вниманию к спортсменам ГДР и их успехам на международной арене, консолидации населения этой страны и ее руководителей в стремлении использовать достижения на мировой спортивной арене в качестве

мощного средства контрпропаганды, демонстрации достижений ГДР на международной арене (Ульрих, 1980).

В 1970 г. был образован Государственный секретариат по физической культуре и спорту при Совете Министров ГДР, которому были предоставлены все права по развитию физической культуры, спорта высших достижений, спортивной науки и медицины, материально-технической базы, международного сотрудничества и т. д. В тесном сотрудничестве с Немецким спортивно-гимнастическим союзом Госсекретариат стал разрабатывать методологию системной подготовки к Олимпийским играм, которая была оформлена в виде единой научно обоснованной концепции, развивавшейся и обновлявшейся в каждом четырехлетнем олимпийском цикле. Спортивному плаванию в этой концепции было уделено особое внимание как стратегическому виду спорта.

К реализации концепции привлекались крупнейшие научно-производственные мощности разных министерств и ведомств, что в короткие сроки привело к разработке эффективного спортивного инвентаря и специального оборудования, средств стимуляции работоспособности и восстановительных реакций, созданию высокоэффективных организационных схем подготовки спортивного резерва в системе школьного образования, информативных методов выявления спортивных талантов и др.

Система спорта высших достижений, особенно основы спортивной подготовки, ее медико-биологическое и научно-методическое обеспечение, технические и методические новшества (спортивный инвентарь, тренажерное оборудование, высокогорная и среднегорная подготовка и др.), постепенно приобретала закрытый характер. Достижения в этих сферах не публиковались в открытой печати и распространялись исключительно в служебных или секретных документах. Эта политика засекречивания касалась не только стран Запада, но и Советского Союза, который более 20 лет способствовал развитию спорта высших достижений в ГДР.

Реализация разработанной в ГДР концепции развития спорта привела к выдающимся результатам. Спортсмены ГДР сумели опередить сборную команду США в неофициальном командном зачете на Играх Олимпиад 1976 и 1988 гг., что оказалось, пожалуй, крупнейшей сенсацией в течение всей истории общекомандной борьбы на Олимпийских играх. Пловцы ГДР на Играх 1976 г. в Монреале завоевали 19 медалей (24,0 % от общего количества), в числе которых оказалось 11 золотых (42,0 % от общего количества). О том, что этот успех был не случайным, а стал результатом эффективной, опирающейся на достижения науки, системы подготовки пловцов, свидетельствуют итоги Игр Сеульской Олимпиады 1988 г., в которой после бойкотов Игр Олимпиад 1980 и 1984 гг. встретились все сильнейшие пловцы мира. Выступление спортсменов ГДР как в женском, так и мужском плавании оказалось не менее впечатляющим — 27 медалей (29,0 %), 12 золотых (38,0 %). Успехов добивались пловцы ГДР и в чемпионатах мира. Если рассмотреть итоги этих чемпионатов, проведенных в период 1970—1980-х годов, легко убедиться в подавляющем преимуществе пловцов ГДР над спортсменами всех стран, за исключением США. Да и пловцы США испытывали серьезные трудности в соперничестве со спортсменами ГДР. Например, на чемпионате мира 1982 г. пловцы США завоевали 34 медали (13 золотых), а ГДР — 26 (12 золотых). В 1986 г. пловцы ГДР уверенно опередили американских атлетов по количеству золотых медалей (14 и 9 соответственно) и незначительно уступили по общему количеству наград (29 и 32).

При поверхностном и тенденциозном подходе (Colwin, 2002) достижения пловцов ГДР относят преимущественно за счет применения ими фармакологических средств, однако серьезный анализ показал, что применение стимуляторов, в том числе и запрещенных, было лишь одним, притом не основным направлением общей концепции олимпийской подготовки спортсменов ГДР. Это хорошо известно тем специалистам СССР, которые в 70—80-е годы XX ст. имели возможность тесно сотрудничать со специалистами ГДР (в рамках специальной межправительственной программы научно-технического сотрудничества), что позволяло объективно оценить систему подготовки спортсменов ГДР.

Об этом в последние годы говорят и многие специалисты в самой Германии, когда анализируют тяжелые последствия для спорта высших достижений своей страны скоропалительного демонтажа в 1990—1992 гг. системы спорта высших достижений бывшей ГДР. Разрушение этой стройной системы олимпийского спорта, базировавшейся в ГДР на прочной научной основе и действительно массовом детско-юношеском и оздоровительном спорте, имело тяжелые последствия для спорта Германии.

Стремительное и непродуманное разрушение системы спорта высших достижений и олимпийской подготовки ГДР в 1990—1992 гг. в объединенной Германии не только самым отрицательным образом отразилось на достижениях и авторитете страны на международной спортивной арене, но и во многом лишило спортивный и научный мир огромного массива достижений спортивной науки и эффективной практики, значимого не только для Германии, но и для

всего мирового сообщества. На это уже в течение многих лет обращают внимание специалисты разных стран, имеющие достаточный объем информации и способные к ее объективному анализу, а не к деятельности в духе примитивных и односторонних стереотипов, характерных для периода «холодной войны». Для подтверждения этого достаточно мнения одного специалиста — крупного авторитета в сфере олимпийского спорта, профессора Джеффри Миллера, склонного к всестороннему и комплексному анализу различных проблем олимпийского спорта. В книге «Вокруг олимпийских колец» он пишет, что применение допинга в ГДР сделало слепым западный мир, который не захотел увидеть ту систему спортивного воспитания, которая была создана в Восточной Германии. Запад должен многому научиться у восточных немцев и многое взять из той системы, которую они выстроили в своих школах. Для подтверждения этого достаточно привести лишь один факт: любого посетителя восточного Берлина поражает количество людей всех возрастов, бегущих по дорогам и увлеченных идеей массового спорта (Miller, 2004).

Действительно, при подготовке пловцов высокого класса в ГДР использовались фармакологические препараты. Но было бы большим заблуждением думать, что в спорте США или Канады стимулирующие средства использовались в меньшей мере, чем в ГДР. Прямых и косвенных доказательств этого существует множество (Lucas, 1992; Уильямс, 1997; Koller, 2008). Разница лишь в том, что в ГДР применение стимуляторов было частью системы подготовки, подкрепленной серьезными достижениями фармакологической науки и фармацевтической промышленности, а в других странах являлось инициативой врачей, тренеров, спортсменов, коммерческих структур, подкрепленной негласной поддержкой руководителей спортивных организаций.

Порицая применение допинга в ГДР, что, кстати, подрывало авторитет восточногерманского спорта еще в годы его наивысшего расцвета, так как косвенных свидетельств о фармакологической поддержке подготовки спортсменов ГДР было достаточно уже в конце 1970-х годов, недопустимые представляется использование этого факта для дискредитации организационных основ спорта ГДР и достижений ее спортивной науки в различных областях теории и методики спортивной подготовки, а также попытка обесценить творческое наследие специалистов этой страны.

Большой ошибкой современного плавания является стремление многих специалистов, особенно США, Канады, Германии, Австралии, оставить без внимания богатейший опыт ГДР 70—80-х гг. XX ст. в деле подготовки пловцов высокого класса. Достижения пловцов ГДР и их доминирование на мировой и олимпийской аренах в 1980-е годы обусловливались в высшей степени эффективной системой спортивного отбора и многолетней подготовки. Попытки представить достижения пловцов ГДР исключительно результатом применения фармакологических средств представляются явно односторонними и предвзятыми. Для подтверждения этого уместно привести слова С. Колвина — известного канадского специалиста, работавшего не только в Канаде, но и США, Австралии, Южной Африке, изложенные им в книге «Breakthrough swimming» (2002): «Господствующими нациями в плавании XX ст. были США, Австралия, Япония, Венгрия и Голландия. Другими, иногда успешными, странами были Германия (до 1939 г.), Советский Союз, Великобритания... Восточная Германия исключена из этого списка, потому что успехи восточногерманских пловцов женского пола были результатом применения стимуляторов, что обеспечивали чиновники в соответствии с программой, контролируемой государством».

Навязывая такую позицию, Колвин обошел вниманием тот факт, что ни на Играх Олимпиад, ни на чемпионатах мира пловцы ГДР ни разу не были уличены в применении допинга. Ни один из мировых или олимпийских рекордов пловцов этой страны, ни одно из других их достижений (общее количество завоеванных медалей, количество мировых рекордов и др.) не было оспорено ни Международной федерацией плавания, ни Международным олимпийским комитетом.

Эмоции Колвина и некоторых других специалистов стран Запада понятны: им значительно легче объявить недействительными достижения пловцов ГДР, чем признать их лидерство в 1980-х годах на мировой спортивной арене. Делать это легко и абсолютно безопасно, так как защищать интересы давно не существующей страны уже некому.

Абсурдность подобного отношения к богатому научно-практическому наследию восточногерманского плавания вытекает и из другой работы самого С. Колвина. В своей книге «Swimming into the 21th Century» (Colwin, 1992) он всесторонне и объективно характеризует систему подготовки пловцов ГДР и выделяет следующие составляющие ее эффективности:

- спортивные традиции, сложившиеся в течение более 150 лет, жесткое государственное управление, мощная пропагандистская и идеологическая поддержка, во многом родственная той, которая была реализована в гитлеровской Германии в 1933—1936 гг. при подготовке к Берлинским играм;
- заимствование у Советского Союза системы управления спортом высших достижений, систе-

мы подготовки тренеров, вертикали от детских спортивных школ до сборных команд страны;

• эффективную, постоянно действующую поэтапную систему отбора талантливых пловцов и их централизованную подготовку в возрастных группах: 10—14 лет, 15—16 лет, 17—18 лет;

• создание десяти плавательных клубов в разных городах (Потсдам, Хиллен, Магдебург, Дрезден, Эрфурт, Росток, Карл-Маркс-Штадт, Лейпциг, Берлин — два), в которых тренировались наиболее талантливые дети 11—12 лет (по 100 человек в каждом клубе) для напряженной подготовки при полном государственном обеспечении и эффективном сочетании учебного и тренировочного процесса;

• эффективная система научно-методического обеспечения и постоянного научного сопровождения подготовки пловцов тренерами, врачами, физиологами, биомеханиками, биохимиками и другими специалистами.

Кроме того, Ф. Колвин анализировал и влияние применения анаболических стероидов пловцами ГДР, их достижения и не возражал немецкому профессору Герману Булю, который утверждал, что достижения немецких пловцов — результат «превосходной тренерской системы», в которой применение стероидов «не играло ключевой роли».

Нельзя не отметить, что политическая кампания, организованная вокруг восточногерманского спорта, не помешала многим специалистам разных стран использовать достижения спортивной науки бывшей ГДР. Однако сделано это весьма своеобразно. Как известно, в ГДР не публиковались в открытой печати материалы, относящиеся к достижениям науки в области отбора и подготовки спортсменов, ее научно-методического обеспечения. Однако после объединения Германии все соответствующие научные учреждения были закрыты или реорганизованы, а их архивы, отражающие 20-летние достижения в области подготовки спортсменов, как, кстати, и материалы, относящиеся к применению допинга, были изъяты. И уже через год-два со служебными материалами, касающимися, в частности, подготовки пловцов, можно было непосредственно ознакомиться в лабораториях научных учреждений разных стран, серьезно занимающихся обоснованием системы подготовки спортсменов. Информацию о технологиях подготовки спортсменов ГДР вывезли за рубеж и многие ее специалисты, оставшиеся без работы в объединенной Германии. Так случилось, например, с экспортом системы подготовки пловцов в Китай, который в первой половине 1990-х годов абсолютно неожиданно стал лидером в женском мировом плавании. За успехами последовали допинговые скандалы, четко продемонстрировавшие участие специалистов Восточной Германии.

В последующие годы специалистами разных стран было опубликовано довольно большое количество научных статей и издано несколько книг, в том числе относящихся к подготовке пловцов, в которых в качестве принципиально новых были представлены результаты исследований и научные подходы, идентичные тем, которые содержались в научных отчетах и документах планирования, подготовленных специалистами бывшей ГДР. Это коснулось, например, таких тем, как структура соревновательной деятельности в плавании на различных дистанциях и контроль ее эффективности, использование тренировки в среднегорье и высокогорье, искусственной гипоксии, структура годовой подготовки, построение четырехлетних олимпийских циклов, управление адаптационными реакциями по показателям лактата в крови и ряда других. К сожалению, большинство авторов этих работ не затруднили себя даже ссылками на опыт восточногерманского спорта, хотя аналогии, источники базовой информации и научный приоритет очевидны.

Однако вернемся к тем составляющим творческого наследия системы спорта ГДР, которые не утратили своей актуальности и будут использованы в этом издании.

Подготовка спортсменов ГДР отличалась двумя важными особенностями: во-первых, комплексностью и системностью подхода, что предполагало использование и постепенное совершенствование всех составляющих системы подготовки, во-вторых, стремлением к максимальному использованию достижений науки, мирового опыта, новаторских решений.

Во многом благодаря научным разработкам и практической деятельности в период 1970—1980-х годов как в общей теории подготовки спортсменов, так и в теории и методике подготовки пловцов в ГДР был отмечен исключительный прогресс, не сопоставимый по темпам с тем, который был в 1950—1960-е годы.

Перечислим основные направления, научная разработка которых внесла серьезный вклад в теорию и практику подготовки пловцов, продемонстрировала высокую эффективность в выступлениях спортсменов ГДР и не утратила актуальности и сегодня:

• формирование многоступенчатой системы организационного и материально-технического обеспечения подготовки к Олимпийским играм — детско-юношеский спорт — олимпийский резерв — сборные команды;

• создание и реализация многоступенчатой системы спортивного отбора, обеспечивавшей вовлечение в подготовку спортсменов, способных добиться высших достижений на мировом

уровне, отстранение спортсменов, не отвечающих этому требованию;

• совершенствование многоступенчатой системы многолетней подготовки, ориентированной исключительно на достижение наивысших результатов на Олимпийских играх и чемпионатах мира в оптимальной для плавания возрастной зоне;

• построение и реализация системы годичной подготовки, в которой ее тренировочная и соревновательная деятельность, средства восстановления и стимуляции работоспособности и др. подчинены главной задаче — достижению пика готовности во время главных соревнований года — чемпионатов мира или Олимпийских игр;

• планирование предельно допустимых объемов и интенсивности тренировочной и соревновательной деятельности в течение года, непосредственно предшествующего Олимпийским играм;

• разработка структуры заключительного 5—8-недельного этапа непосредственной подготовки к Олимпийским играм, ориентированного на достижение пика готовности к моменту старта в главных соревнованиях (динамика нагрузки, внетренировочные и внесоревновательные факторы, средства восстановления, психологическая настройка и др.);

• органичная взаимосвязь направленности тренировочного процесса, динамики нагрузок со средствами восстановления и специальными диетами;

• оперативный, текущий и этапный контроль эффективности адаптационных реакций на тренировочные и соревновательные нагрузки (биохимические методы в связи с работоспособностью в специальных тестах) в целях коррекции и оптимизации построения различных структурных образований тренировочного процесса — занятий, микроциклов, мезоциклов и др.;

• формирование моделей подготовленности и соревновательной деятельности, ориентированных на достижение запланированного результата, и их использование для индивидуализации процесса подготовки;

• обоснование и широкое использование среднегорной и высокогорной подготовки, а также искусственной гипоксии как эффективных средств стимуляции адаптационных реакций пловцов высшей квалификации;

• обоснование и внедрение разнообразных диагностико-управляющих комплексов и специальных тренажеров в целях оптимизации процесса технико-тактической и функциональной подготовки;

• морально-психологическая и идейно-патриотическая направленность тренировочной и соревновательной деятельности, ориентированная не только на достижение высоких спортивных результатов, но и на решение политических задач, связанных с авторитетом и положением страны на международной арене.

Соединенные Штаты Америки. В основе успехов американского плавания вплоть до середины 1980-х годов были следующие составляющие:

• популярность и массовость вида спорта, в результате чего плаванием занималось около 500 тыс. детей;

• система соревнований возрастных групп, функционировавшая с начала 1950-х годов и ставшая основой популярности плавания в школах, среди детей и их родителей;

• острейшая конкуренция между многочисленными плавательными клубами, вынуждавшая тренеров постоянно находиться в поиске эффективных вариантов техники, более совершенных методов и средств подготовки;

• острейшая конкуренция между пловцами в национальных чемпионатах в борьбе за право оказаться в сборной команде страны.

Важнейшую роль в развитии американского плавания сыграла программа возрастных групп, начатая в 1950-х годах. Эта программа охватила подготовку и соревнования детей, начиная с дошкольного возраста, подростков, юношей и девушек и явилась мощным стимулом для развития массовости этого вида спорта. Разветвленная система массовых соревнований для пловцов разного возраста, во многом обеспеченная поддержкой и энтузиазмом родителей, привела к резкому увеличению массовости плавания: с 1956 по 1964 г. количество детей, вовлеченных в регулярные занятия плаванием возросло в 10 раз (Colwin, 2002). По мнению Питера Деланда, одного из наиболее успешных тренеров США периода 1960—1970-х годов, первые крупные успехи американскому плаванию программа возрастных групп принесла уже на Играх Олимпиады 1960 г. в Риме.

Детское плавание сыграло важную роль в развитии плавания в колледжах и университетах. Множество перспективных и трудолюбивых пловцов, увлеченных спортом, оказались в командах колледжей и университетов, вызвав скачкообразное увеличение количества пловцов, готовящихся к демонстрации своих высших достижений, и интенсивное развитие системы соревнований.

Мощным стимулом для роста массовости женского плавания стало принятие в США в 1972 г. закона об устранении дискриминации женщин в отношении получения образования и допуска их к участию в спортивных программах наряду с мужчинами. Это позволило многим талантливым спортсменкам, вышедшим из системы возрастных групп, поступить в вузы на льготных условиях и активно включиться в подготовку и участие в со-

ревнованиях на уровне университетского спорта. Университеты были вынуждены создать большое количество женских команд по плаванию и предоставить им условия для полноценной подготовки с тем, чтобы обеспечить равное представительство мужчин и женщин в университетском спорте. Постепенно это привело к тому, что количество женщин, занимающихся плаванием в университетах, даже превысило количество мужчин.

Систему подготовки пловцов высшего класса, существовавшую в США в те годы, очень образно охарактеризовал наиболее самобытный и результативный тренер XX ст. Джеймс Каунсилмен на одной из конференций тренеров, проведенных Американской ассоциацией тренеров по плаванию около 30 лет назад. Побудило его к этому посещение Советского Союза и ГДР, во многом вызванное неожиданным прогрессом спортивного плавания в этих странах, особенно в ГДР. Он выступал с лекциями по основам техники плавания и подготовки пловцов, знакомился с опытом работы в СССР и ГДР. Он был искренне удивлен тем, какое большое внимание уделялось тренерами этих стран спортивной науке, закономерностям становления мастерства пловцов, достижениям физиологии и биохимии, спортивному отбору и поиску юных дарований.

Находясь под впечатлением этой поездки, Каунсилмен охарактеризовал принципиальные различия между американской и восточноевропейской системами подготовки пловцов. Он отмечал, что американские тренеры никогда не задают таких вопросов по деталям подготовки, контролю за состоянием пловцов, особенностям отбора, какие задавали ему советские тренеры. Существовавшую в те годы в США систему подготовки Каунсилмен охарактеризовал очень образно: «В нашей стране пятьсот тысяч детей занимаются плаванием в условиях острейшей конкуренции, борясь за победу в многочисленных соревнованиях возрастных групп, за право оказаться в составах команд разного уровня. Отбор самых способных проводится наиболее естественным путем... Я пытался обучить плаванию собак различных пород. Когда я бросал в воду таксу, она впадала в панику, захлебывалась, находясь в вертикальном положении, совершала судорожные движения. Так было и при первой попытке и при двадцатой. Совсем другое поведение было у лабрадора, который, попадая в воду, не впадал в панику, а спокойно и уверенно находил движения, которые позволяли ему держаться на поверхности, а со второй попытки демонстрировал эффективную технику плавания... Особенностью американского плавания является поиск «лабрадоров». Те из них, которые преуспеют, имеют лучшие физические данные и пришли к вершине посредством трудной и беспощадной работы. Мы не нянчимся с нашими пловцами, они не избалованы.

Я ценю знания русских и восточных немцев, одобряю их систему, основанную на научном подходе. Однако они слишком серьезно относятся к воспитанию пловцов и забывают, что в соревнованиях человек человеку — волк. Американцы производят самых агрессивных пловцов в результате системы, которая заставляет их бороться и идти своим путем к вершине. Поэтому наши пловцы являются самыми жестокими на Олимпийских играх и других международных соревнованиях...

На данном этапе развития плавания выдающийся тренер должен быть хорошим организатором и хорошим психологом. Ему достаточно элементарных знаний в области построения тренировки, техники плавания и физиологии. Он не нуждается в глубоких знаниях, чтобы успешно работать сегодня. Однако ничто не остается статичным и в будущем все знания, относящиеся к этим областям, будут становиться все более важными... Я уверен, что мы находимся на рубеже огромного взрыва знаний в области спортивного плавания... Я верю, что в будущем будут созданы электронные устройства, которые могут быть помещены в ухо пловца для определения частоты пульса, концентрации лактата и регистрации других физиологических показателей... Но даже через сто лет поведенческие реакции пловцов будут такими же, как сегодня, как и роль психологии в достижении успеха.»

Конечно, в этом высказывании Каунсилмена была значительная доля преувеличения. Многие американские тренеры, как и пловцы, находясь в атмосфере острой конкуренции, постоянно работали над поиском путей улучшения техники плавания, стартов и поворотов, методики освоения больших объемов работы, построения программ тренировочных занятий, совершенствованием методики мотивации пловцов и др. Об этом убедительно свидетельствует деятельность самого Джеймса Каунсилмена, сочетавшего тренерскую деятельность с научно-исследовательской и привнесшего много нового в технику спортивного плавания, в использование интервального метода, в методику силовой подготовки и методику отбора перспективных пловцов, в построение подготовки и применение предельных нагрузок. В этом легко убедиться, если ознакомиться с содержанием получившей всемирное признание книги Каунсилмена «The Science of Swimming», вышедшей в уже далеком 1968 г. (Counsilman, 1968). Книга была переведена на русский язык («Наука о плавании») и в сокращенной версии увидела свет в 1972 г. в издательстве «Физкультура и спорт». Многие положения, содержащиеся

в этой работе Каунсилмена, не утратили актуальности и сегодня, по прошествии более сорока лет. Свои взгляды Каунсилмен развил в не менее популярной книге «Учебник по соревновательному плаванию», увидевшей свет в 1977 г. (Counsilman, 1977).

Однако в целом Каунсилмен достаточно образно и точно охарактеризовал систему подготовки пловцов США в 1960—1970-е годы.

По такому же пути шли и некоторые другие продуктивно работающие тренеры США. Например, Шерман Чавур, один из наиболее успешных тренеров США 1950—1960-х годов, многое сделал для совершенствования методики тренировки пловцов и распространения передовых взглядов в отношении интервального метода, построения программ занятий и тренировочных циклов. Шерман Чавур — автор популярной книги для тренеров и пловцов «50-метровые джунгли», вышедшей в 1973 г.

Подобной позиции придерживался и другой выдающийся американский тренер Дон Гэмбрил. В числе основных причин, определявших достижения тренеров США в 1960—1980-е годы, он выделил создание в команде психологической атмосферы, отличающейся высоким уровнем мотивации, уверенности в эффективности методики подготовки и возможности достижения выдающихся результатов. Решающую роль здесь играют ориентация тренера на наивысшие достижения и его уверенность и убежденность в правильности плана подготовки, постоянная мотивация спортсменов на активную и тяжелую работу. В своей работе Гэмбрил опирался на лозунг, вывешенный в плавательной школе, выдающегося австралийского тренера Форбса Карлайла: «Мы стремимся создать окружающую среду, в которой воспитываются чемпионы. И важнейшей особенностью этой среды является ежедневная тяжелая работа, так как спортивный результат пропорционален усилиям, которые затрачивает пловец. И без этого важнейшего компонента ни методы тренировки, ни уверенность не приведут к успеху».

Для такого обобщения у Гэмбрила были более чем веские основания. Он был тренером сборной команды США к Играм пяти Олимпиад в качестве помощника таких выдающихся главных тренеров, как Питер Деланд, Джордж Хейнес, Джеймс Каунсилмен и один раз главным тренером олимпийской команды. Руководимые им команды университета Алабамы являлись одними из наиболее успешно выступавших в национальных чемпионатах. В числе учеников Гэмбрила много выдающихся пловцов, в числе которых Марк Спитц, Шарон Стаудер, Гуннар Ларссон, Джон Набер, Мэт Бионди, Мэри Мигер, Джонти Скиннер.

За свою многолетнюю тренерскую карьеру (1957—1992 гг.) Питер Деланд девять раз приводил команды руководимых им клубов к победам в национальных чемпионатах. Дважды с большим успехом готовил и представлял команды США на Играх Олимпиад — в 1964 г. — женскую, в 1972 г. — мужскую. После окончания тренерской карьеры Деланд написал большой труд об истории олимпийского плавания под названием «История олимпийских бассейнов», отдав должное всем выдающимся пловцам современности и ярким событиям, восстановив многие из забытых и полузабытых страниц истории, относящихся к периоду 1896—1936 гг.

В области организации и методики подготовки Деланд был в числе активных поборников становления в плавании США системы возрастных групп, внедрения передовых тренировочных методов — интервальной тренировки, системы двухциклового планирования годичной подготовки, увеличения объемов тренировочной работы, индивидуализации тренировочного процесса.

Верно предвидел Каунсилмен и необходимость модернизации системы подготовки пловцов, перевода ее на научную основу, и широкое использование передового и мирового опыта. И понадобилось совсем немного времени, чтобы американские тренеры и другие специалисты, работающие в спортивном плавании, убедились в его правоте. На чемпионате мира 1986 г. и Играх Олимпиады 1988 г. сборная команда США потерпела тяжелые поражения от пловцов ГДР — небольшой страны с жесткой централизованной моделью управления подготовкой национальной команды и ее резерва. Напомним, что на чемпионате мира 1986 г., состоявшемся в Мадриде, пловцы ГДР завоевали 14 золотых медалей, в то время, как у пловцов США их было только 9. На Играх Сеульской Олимпиады 1988 г. в активе пловцов ГДР оказалось 28 медалей (11 золотых), в то время как у пловцов США их было 18 (8 золотых). Серьезную конкуренцию пловцам США составили также спортсмены Венгрии, СССР и некоторых других стран.

К чести специалистов США следует отметить, что они нашли достаточно быстрый и эффективный путь возвращения лидирующей позиции в мировом плавании, поколебать которую будет очень сложно. Решающую роль здесь сыграла Американская ассоциация тренеров по плаванию (ASCA), которая смогла существенно модернизировать систему подготовки пловцов высокого класса за счет работы в двух направлениях:

- повышение квалификации и профессионального мастерства тренерского состава, унификация подготовки пловцов на основе достижений науки и передового мирового опыта;

• подчинение всей системы подготовки пловцов разных возрастных групп достижению главных целей — успеху на Играх Олимпиад и в чемпионатах мира.

Реализация первого направления потребовала длительной и кропотливой работы по формированию организационных и содержательных основ подготовки и повышения квалификации тренеров. Ассоциация тренеров сумела объединить различные организации плавания (межшкольная ассоциация тренеров, ассоциация тренеров колледжей и др.) вокруг идеи формирования стройной системы подготовки и аттестации тренерского состава, его активизации в отношении повышения уровня знаний и тренерского мастерства. В зависимости от квалификации, мастерства и опыта тренеры по плаванию США входят в одну из пяти категорий. Наименее квалифицированные тренеры, входящие в первую категорию, в основном заняты массовым обучением, тренеры четвертой и пятой категорий работают со спортсменами высокого класса, становятся главными тренерами плавательных клубов университетов и колледжей, привлекаются к руководству сборными командами, проведению семинаров по повышению квалификации тренеров, являются авторами учебников и учебных пособий для тренеров.

В середине 1980-х годов, до введения системы подготовки и аттестации тренеров, около 75 % тренеров США входили в третью, четвертую и пятую категории. Новая система привела к тому, что уже в 1985 г. большинство тренеров (более 80 %) смогли получить лишь первую и вторую категории. Естественно, что это вынудило многих из них серьезно включиться в систему повышения квалификации, особенно если учесть значительную разницу в зарплате тренеров высших и низших категорий. В последующие годы соотношение между тренерами различных категорий стабилизировалось, и в настоящее время 75 % тренеров США имеют первую (30 %) и вторую (45 %) категории, 15 % — третью, 7 % — четвертую, 3 % — пятую.

«Я уверена в том, что сертификация тренеров, осуществляемая Американской ассоциацией тренеров по плаванию, является наиболее важным шагом в признании мастерства и квалификации тренера. Я уверена, что без сертификации тренер не может считаться настоящим профессионалом».

Айра Клайн, тренер пятой категории

В основе системы сертификации три равнозначных составляющих: наличие образования, успешная тренерская деятельность и овладение системой знаний в области спортивной тренировки, спортивной физиологии, спортивной психологии, организации и управления и др. В частности, для того чтобы получить сертификат первой категории необходимо не менее шести месяцев тренерского опыта, прохождения курса «Основы тренерской работы». Тренеры, претендующие на сертификат второй категории, должны иметь не менее года стажа практической работы и пройти соответствующие образовательные курсы — основы тренерской деятельности, техника плавания и методика обучения.

К претендентам на сертификат последующих категорий требования резко возрастают. Они должны иметь специальное образование, большой опыт тренерской работы, спортивные достижения учеников. Для третьей категории — не менее 10 лет стажа тренерской деятельности в разных возрастных группах, успешные выступления учеников в юношеских соревнованиях национального уровня и рекомендацию главного тренера. Для четвертой категории — не менее 15 лет тренерской работы, в том числе 10 лет с постоянным прогрессом учеников и наличием у них достижений в соревнованиях национального масштаба (например, первое место в первенстве Америки среди взрослых или 20 пловцов в списках 16 сильнейших в возрастных группах и др.), а также рекомендацию главного тренера. Для пятой категории — входить в сформированный ASCA список тренеров международного уровня или подготовить большое количество учеников, добившихся успехов в соревнованиях разного уровня, например трех чемпионов страны среди взрослых и не менее 20 победителей чемпионатов, проводимых ассоциацией колледжей. Для получения этой категории можно также иметь не менее 40 учеников в списках 16 сильнейших в разных возрастных группах плюс не менее трех — на первой позиции и др.

Для получения сертификата третьей, четвертой и пятой категорий, кроме достижений в практической деятельности, необходимо также освоить обширные образовательные программы, пройти ряд тренерских практик, каждая из которых оценивается определенным количеством баллов.

«Образовательная деятельность Американской ассоциации тренеров по плаванию является главным источником повышения квалификации тренеров, желающих оставаться на вершине своей профессии».

Марк Шуберт, тренер пятой категории

В целом система сертификации тренеров отличается исключительно высокими требованиями и предъявляет претендентам даже на сертификат третьей категории исключительно высокие требования как к результатам их практической деятельности, так и к уровню теоретико-методической подготовки.

Не менее продуктивным оказался и подход к формированию системы знаний, которыми должны овладеть тренеры, особенно те из них, которые претендуют на получение сертификата третьей, четвертой и пятой категорий. В этом вопросе административный состав Ассоциации, руководимый видным специалистом в области организации и методики подготовки пловцов Джоном Леонардом, нашел правильный подход и кропотливо реализовал его в серии нормативных документов и научно-методических пособий. Его суть — интеграция в единую систему передового как американского, так и мирового опыта подготовки пловцов высокого класса с совокупностью научных знаний, относящихся к теоретико-методическим, медико-биологическим и психологическим основам подготовки спортсменов высшей квалификации. В учебно-методических материалах, рекомендованных в качестве базовых для повышения квалификации, изложен не только обобщенный опыт работы многих ведущих тренеров США, но и добившихся высоких результатов тренеров из других стран, в том числе Австралии, Канады, России, Венгрии, Германии, Великобритании.

Многие разделы, относящиеся к теории и методике спортивной подготовки базируются на достижениях восточноевропейской школы спорта, в частности СССР и ГДР. Например, тренеры США практически отошли от традиционных подходов к терминологии и построению годовой подготовки и перешли на разработанные в Советском Союзе. В частности, всю подготовку специалисты рекомендуют строить на основе теории периодизации с выделением макроциклов, мезоциклов и микроциклов. Таким же образом они подошли и к классификации тренировочных упражнений в воде, разделив их на группы в зависимости от механизмов энергообеспечения, как это делалось в СССР, начиная с 1950-х годов, а в последующие годы вошло во все целевые комплексные программы подготовки советских спортсменов, специализирующихся в плавании и других циклических видах спорта. Из опыта подготовки пловцов ГДР в программы образования тренеров США были внедрены подходы к изучению структуры соревновательной деятельности с разделением ее на самостоятельные компоненты — старт, поворот, финиш, различные отрезки дистанции. Такое же происхождение имеет и получившая повсеместное распространение в США при подготовке пловцов высокого класса методика оценки реакций пловца на нагрузки по показателям концентрации лактата в крови.

Параллельно специалистами ASCA унифицирована и внедрена в практику работы тренеров специальная терминология, которая еще в 1980-х годах отсутствовала в их лексиконе. В повседневной практической деятельности тренеров США стали привычными и понятными такие термины, как адаптация, аэробная и анаэробная мощность и емкость, экономичность, гликолиз, порог анаэробного обмена (ПАНО), устойчивое состояние, лактат, устойчивость к накоплению молочной кислоты в мышцах, утомление, восстановление, суперкомпенсация, отставленный тренировочный эффект и др.

Система сертификации тренерского состава предусматривает усвоение очень широкого комплекса знаний, обеспечивающих как общетеоретическую, так и специальную подготовку. В частности, тренеры должны хорошо освоить фундаментальные основы спортивной физиологии (кардиоваскулярная система, скелетные мышцы, системы энергообеспечения, питание и др.), основы спортивной тренировки (периодизация, соотношение работы и отдыха, построение программ занятий, микроциклов, развитие двигательных качеств и др.), систему построения тренировки пловцов разных возрастных групп. Отдельные разделы программы охватывают знания в области психологии, тренерского мастерства, работы с родителями, изучение мирового опыта и др.

Для освоения необходимой для сертификации системы знаний существует сеть учебных семинаров, участие в каждом из которых дает претенденту определенное количество баллов. При этом учитывается участие только в признанных ASCA семинарах.

> «Образовательные услуги, предоставляемые Американской ассоциацией тренеров по плаванию, являются информативными, профессиональными и очень важными для успеха в тренерской профессии. Знания, которые мы получаем в процессе сертификации, должны быть обязательными для каждого тренера Америки».
>
> Кевин Салисбари, тренер третьей категории

В целом система сертификации тренеров оказала принципиальное влияние на рост профессионального мастерства тренеров, сформировала у многих из них потребность в постоянном повышении квалификации, творческому подходу к своей деятельности. Косвенным подтверждением этого явилось написание в последние годы многими известными тренерами книг по различным составляющим методики подготовки пловцов. И если в течение второй половины XX ст. в США вышло всего несколько книг по методике подготовки пловцов, написанных известными тренерами, то в течение первых десяти лет XXI ст. таких работ оказалось более двух десятков. При этом важно отметить, что содержание большин-

ства из них базируется на интеграции практического опыта и достижениях современной науки. Это принципиально отличает специальную литературу, издаваемую в США, от книг, написанных в последние годы в других странах, авторами которых являются исключительно специалисты, работающие в сфере научного обеспечения подготовки пловцов. Пожалуй, единственным серьезным исключением явилась работа австралийских тренеров Билла Свиттенхама и Джона Аткинсона «Тренировка чемпионов в плавании» (Sweettenham, Atkinson, 2003), изданная американским издательством «Human Kinetics».

Среди книг, написанных тренерами США, прежде всего следует выделить коллективную работу большой группы американских тренеров под общей редакцией Дика Хэннулы и Норта Торнтона «Библия тренера по плаванию» (Hannula, Thornton, 2001), фундаментальный труд Эрнеста Маглишо «Спортивное плавание» (Maglischo, 2003), учебные пособия для тренеров Дейва Сэло и Скотта А. Ривалда «Вся совокупность компонентов подготовки в плавании» (Salo, Riewald, 2008), Эммета Хайнза «Фитнес и плавание» (Hines, 2008), Джима Монтгомери и Мо Чембса «Совершенствуя плавание» (Montgomery, Chambers, 2009), Дика Хэннулы «Успешное обучение плаванию» (Hannula, 2003), Майкла Брукса «Повышение спортивного мастерства пловцов» (Brooks, 2011).

Кроме этого, многие успешно работающие тренеры регулярно публикуют статьи или дают развернутые интервью регулярно издаваемому и предназначенному для тренеров журналу «Swimming technique». Статьи ведущих тренеров США включены и в содержание издаваемых ASCA курсов лекций для тренеров разных уровней.

Все это обеспечило создание в США уникальной в своем роде атмосферы, в которой жесточайшая конкуренция в тренерской среде тесно связана с сотрудничеством, обменом опытом, внедрением достижений науки, ростом профессионального мастерства.

Творческая основа подготовки пловцов высокого класса, характерная для США, создает блестящие перспективы для обмена ценной информацией и опытом в самых различных областях, относящихся к подготовке пловцов, во многом определяет стремление тренеров к самосовершенствованию, использованию передового опыта. Даже самые известные тренеры не стесняются учиться у своих коллег, склонны изменить свои взгляды, оперативно внедрять новаторские решения. Например, один из наиболее продуктивно работающих в последние годы тренеров США, Боб Боумен из Мичиганского университета, среди учеников которого выдающийся пловец современности Майкл Фелпс, так характеризует изменение и расширение своих представлений в области подготовки пловцов, вызванное общением с известными тренерами: «Многие тренеры помогли мне чему-то научиться. Пол Берген, Мюррей Стефанс, конечно же ... Дэвид Марш ... От Пола и Мюррея я узнал, что техника гребка — это наиболее важная вещь. Это не означает, что вы не должны заниматься с вашими пловцами общей подготовкой, однако без хорошей техники такая подготовка бессмысленна. Дэвид научил меня, как организовать группу людей в команду и мотивировать их к достижению цели. Дэвид — специалист в мотивации. Он также хорошо разбирается в технике, а все трое обладают общей чертой, которая заключается в свободе мышления, выраженной интуиции, хотя Дэвиду это присуще, пожалуй, сильнее остальных, тогда как деятельность Пола и Мюррея прекрасно организована, в особенности у Пола. Я склонен к организованности в том, что я делаю, но у Дэвида я научился чувствовать настроение детей и выбирать соответствующий стиль обращения с ними. Я теперь гораздо лучше представляю, что необходимо для достижения успеха и наивысших результатов в спорте, т. е., что здесь важно, а что не очень. Еще лет восемь назад я считал, что при наличии достаточного времени для тренировки в бассейне и правильно подобранных серий упражнений можно добиться успеха. Сегодня я убежден в том, что не менее важны эмоциональные и психологические аспекты, чем собственно тренировочная программа» (Brooks, 2005).

В США созданы условия, в которых пловец имеет возможность для разностороннего совершенствования, использования творческого потенциала высокопрофессиональных тренеров и тренерских школ. Тренеры США сумели создать доброжелательную обстановку, в которой взаимное уважение и уважение к правам спортсменов являются мощным фактором роста мастерства и увеличения продолжительности спортивной карьеры пловцов. Это наглядно можно проиллюстрировать высказыванием известного тренера Пола Бергена, разъясняющего причины успехов своей подопечной, трехкратной олимпийской чемпионки Трейси Коллинз: «Она вначале специализировалась в брассе, несмотря на то, что достаточно хорошо плавала и другими способами. В 1978 г. мы начали уделять больше внимания баттерфляю, что послужило основной причиной ее успеха в обоих видах состязаний в индивидуальном комплексном плавании. Потом Дон Телбот занимался с ней кролем на груди и она поставила рекорд США в плавании на 500 м, который смогла побить только Джанет Эванс. Рон Янг помог ей отточить технику плавания

кролем на спине, благодаря чему она смогла добиться феноменального успеха в индивидуальном комплексном плавании на короткой воде. И наконец, Рэнди Риз немало сделал для ее спортивной подготовки в целом» (Whitten, 2004).

Вполне естественно, что существующая сегодня в США система подготовки пловцов, базирующаяся на популярности и массовости этого вида спорта в школах, колледжах и университетах, на свободной конкуренции многочисленных клубов, тренеров и самобытных тренерских школ, широком использовании достижений спортивной науки и мировой практики, определила безоговорочное лидерство пловцов этой страны на мировой и олимпийской аренах.

Конкурировать с этой системой крайне сложно. Даже современный Китай, создавший мощнейшую систему централизованной подготовки пловцов по образцам, существовавшим в свое время в СССР и ГДР, которая еще в середине 1990-х годов давала ему надежды на мировое лидерство в плавании, сегодня может рассчитывать лишь на эпизодические успехи.

Во многих странах, осознав невозможность создания условий для подготовки пловцов высокого класса, сопоставимых с теми, которые существуют в США, пошли по пути командирования в эту страну своих наиболее перспективных пловцов для учебы и подготовки. Так уже на протяжении ряда последних лет поступают во многих странах Европы, Южной Америки. В итоге большое количество пловцов из разных стран в течение последнего десятилетия стали рекордсменами мира, победителями Игр Олимпиад и чемпионатов мира, пройдя подготовку в известных американских центрах под руководством знаменитых тренеров.

Нельзя не отметить факта, согласно которому современная система американского плавания, объединив и широко распространив знания и опыт, накопленные как в США, так и других странах мира, стала и основным источником получения и распространения различного рода новшеств в области техники спортивного плавания, методики обучения и тренировки пловцов на разных этапах многолетнего совершенствования. Поэтому во всех разделах данного издания, в которых рассматриваются вопросы подготовки пловцов, будут широко использоваться достижения современного американского плавания. При этом важно отметить, что специалистам по плаванию США, прежде всего сертифицированным тренерам, удалось реализовать то, что не свойственно психологии американцев — широко использовать достижения зарубежной науки и практики, органически включить их в собственную систему. Во многом благодаря американцам и, в значительной мере, тесно сотрудничающим с ними австралийцам, сохранены и развиты достижения спортивной науки и практики восточноевропейской школы, которые оказались невостребованными в своих странах после объединения Германии и распада СССР.

Не в меньшей, а в значительно большей мере, чем в США, был востребован опыт подготовки спортсменов высокого класса, в том числе пловцов, и достижения спортивной науки бывших СССР и ГДР, в современном Китае. Именно на нем базируется организационно-управленческая и научно-методическая модель подготовки китайских спортсменов, дополненная в последние годы собственными достижениями в области организации и методики подготовки. Однако в отличие от американского современный китайский спорт, методика подготовки сильнейших спортсменов стали сферой, в которой китайские специалисты постоянно изучают и внедряют все передовое, что появляется в мире, и, одновременно, как это было в свое время в ГДР, стремятся ограничить доступ зарубежных специалистов к собственным достижениям, сделать систему подготовки своих сильнейших спортсменов закрытой.

* * *

История успехов и неудач пловцов разных стран на мировой спортивной арене позволяет с определенной долей условности выделить две организационно-управленческие модели подготовки пловцов. Согласно одной из них, которая была на протяжении многих лет традиционной для американского плавания, система подготовки пловцов высокого класса базируется на свободной конкуренции разных тренерских школ. Эта конкуренция, опирающаяся на популярность и массовость спортивного плавания, множество самостоятельно работающих плавательных клубов создают атмосферу постоянного творческого поиска, итогом которого является интенсивное совершенствование организационных основ работы, техники плавания и методики тренировки. Ошибки и неудачи отдельных тренеров в определенной мере компенсируются успехами и яркими достижениями других.

Другая модель, характерная для бывших СССР, ГДР, современных Китая, Беларуси, отличается централизацией всей системы подготовки, единым подходом к подготовке сильнейших пловцов в рамках национальной сборной команды и ее ближайшего резерва, подчинением всей системы детско-юношеского спорта интересам укрепления сборной команды. Когда эта модель опирается на продуманную стратегию и реализуется авторитетными и грамотными специалистами, она оказывается исключительно

эффективной. Если же совершаются серьезные ошибки, то они сказываются на эффективности всей системы. Например, специалисты, руководившие советским плаванием во второй половине 1960-х — начале 1970-х годов, не увидели серьезных изменений в организации и методике подготовки, произошедших в США, ГДР и ряде других стран. В результате, в течение нескольких лет советские пловцы резко сдали свои позиции на мировой арене, крайне неудачно выступив на Играх Олимпиады 1972 г. и первом чемпионате мира, проведенном в 1973 г.

Возглавивший после этих неудач советское плавание, видный специалист Сергей Вайцеховский, всесторонне знакомый с мировым опытом и возможностями спортивной науки, в течение нескольких лет сформировал жесткую административную систему подготовки пловцов высокого класса, объединяющую спортивные школы разного уровня и ведомственной принадлежности, спортивные центры, базы подготовки, сборные команды разного уровня, научные центры и подчиненную решению главной задачи — успешному выступлению на чемпионатах мира и Играх Олимпиад. В течение нескольких лет было выявлено большое количество перспективных пловцов, осуществлено объединение их в однородные группы под руководством выдвинутых этой же системой инициативных и увлеченных работой тренеров, оснащены спортивные базы и организована подготовка на уровне высших мировых стандартов. Результаты оказались впечатляющими — 14 золотых медалей на Играх Олимпиад 1976 и 1980 гг. и в чемпионатах мира 1978 и 1982 гг., большое количество мировых рекордов, подавляющее преимущество над зарубежными конкурентами в ряде видов соревнований — 200 м брассом среди женщин, 400 и 1500 м вольным стилем среди мужчин. Результаты деятельности этой системы проявились не только в достижениях пловцов, но и во взглядах и мастерстве большого количества тренеров, работающих на всех уровнях советского плавания; в развитии научных исследований, которые были нацелены на разработку наиболее актуальных в практическом отношении тем, оперативное внедрение полученных результатов в практику и постоянное научно-методическое сопровождение тренировочного процесса сильнейших пловцов; в тесном международном сотрудничестве с наиболее авторитетными организациями разных стран — тренировочными центрами, научно-исследовательскими институтами и лабораториями.

Формирование эффективной системы подготовки в СССР пловцов высокого класса стало возможным благодаря тому, что она органически вписывалась в общую концепцию подготовки советских спортсменов к Олимпийским играм, используя возможности централизованного управления спортом. И уже после распада Советского Союза более десятилетия, в условиях тяжелого экономического и социального кризиса, различные звенья этой уже разрушенной системы приносили удивительные результаты в виде мировых и олимпийских рекордов, ярких побед на Играх Олимпиад и в чемпионатах мира, одержанных Александром Поповым, Евгением Садовым, Денисом Панкратовым, Яной Клочковой и другими известными пловцами.

Мировая практика последних двух десятилетий убедительно свидетельствует о том, что подготовка пловцов мирового уровня в той или иной стране в решающей мере определяется отношением государства к развитию спорта высших достижений и наличием четкой программы его развития, опирающейся на передовой мировой опыт, достижения науки и постоянное научно-методическое и медицинское обеспечение. Проиллюстрировать это можно опытом любой страны, достигшей в эти годы высоких результатов на мировой арене — Китая, Франции, Австралии, Японии, Нидерландов, Италии. Другим решением, также эффективным и приводящим к высоким результатам, является направление перспективных пловцов для подготовки в другие страны, прежде всего в США, где имеется все необходимое для подготовки на высшем уровне.

Надеяться на достижение результатов мирового уровня без наличия всей совокупности организационных, кадровых, научно-методических, материально-технических предпосылок, характерных для ряда стран с высокоразвитым плаванием, очень трудно даже особо одаренным пловцам. Об этом убедительно свидетельствуют итоги Игр Олимпиад и чемпионатов мира: участниками финальных заплывов, не говоря уже о призерах, являются представители очень небольшого количества стран, в основном, США, Австралии, Германии, Великобритании, Японии, Италии, Франции, Венгрии, России, Нидерландов. Успешно выступающие представители еще нескольких стран, как правило, являются воспитанниками различных клубов плавания США.

Создание систем подготовки пловцов, существующих в настоящее время в перечисленных странах — процесс исключительно длительный, требующий соответствующих материально-технических и кадровых предпосылок, значительных финансовых затрат.

Например, во Франции, начиная с 1960-х годов XX ст., создавалась система спорта высших достижений с жестким государственным регулированием, что дало основание охарактеризовать ее как «советскую модель» французского спорта

(Bayle, 2008). Вся система подчинена достижению наивысших результатов на Олимпийских играх. Все спортсмены, в том числе и пловцы, разделены на четыре уровня в зависимости от возраста, уровня мастерства и перспектив достижения высоких результатов: спортсмены с полным элитным статусом, взрослые спортсмены высокой квалификации, юниоры, способные добиться результатов мирового уровня, перспективные юные спортсмены. Этот контингент опирается на систему массового детского спорта, функционирующего по месту жительства и в общеобразовательных школах.

Для подготовки четырех вышеуказанных категорий во всех 26 регионах страны создано более 500 государственных центров, позволяющих сочетать спортивную подготовку с образовательными программами разного уровня. Все центры разделены на уровни в соответствии с квалификацией спортсменов и связаны между собой преемственностью подготовки, предполагающей передачу спортсменов по мере увеличения их возраста и роста мастерства в центры более высокого уровня с одновременным сохранением возможности готовиться в тех центрах, в которых спортсмены начинали спортивную карьеру.

По отношению ко всем категориям спортсменов решены вопросы финансирования процесса подготовки, материальной стимуляции труда и поощрений за достижения на мировой арене. Источником финансирования являются бюджетные ассигнования, средства специально созданного Национального центра развития спорта, средства, находящиеся в распоряжении региональных властей. К финансированию подготовки сильнейших спортсменов привлечены спонсоры. Предприятие, оказывающее финансовую помощь спортсмену, получает статус «партнера в подготовке элитного спортсмена». Например, известная Лор Манаду, которая на Играх XXVIII Олимпиады 2004 г. в Афинах завоевала в соревнованиях по плаванию три медали — золотую (400 м вольным стилем), серебряную (800 м вольным стилем) и бронзовую (100 м на спине), в 2007 г. подписала с финансовой группой «Artemis» (входящей в финансовый конгломерат «Pinault») пятилетний контракт, согласно которому олимпийская чемпионка ежегодно получает 1 млн евро без четких встречных гарантий. Кроме того, Лор Манаду имеет еще около десятка контрактов с известными спортивными и гостиничными фирмами, с производителями предметов роскоши (Bayle, 2008).

Научное обеспечение подготовки сильнейших пловцов, повышение квалификации тренерского состава осуществляется силами специалистов Национального института спорта и физического воспитания, расположенного в Париже. На его базе создан крупнейший тренировочный центр, осуществляется научное сопровождение подготовки спортсменов.

В целом система подготовки спортсменов высокого класса во Франции, в числе которых большое количество пловцов разных уровней, очень близка к тем, которые существовали в СССР и ГДР. Поэтому вполне естественным представляется воспитание во Франции таких выдающихся пловцов, как Л. Манаду, А. Бернард, А. Лево, Г. Дубоск.

Аналогичные системы, различающиеся только организационно-правовыми особенностями, функционируют в Австралии, Японии, Великобритании и ряде других стран.

В Австралии подобная программа стала функционировать в начале 1990-х годов, когда возникла идея проведения Игр Олимпиады 2000 г. в Сиднее. Особое место в этой системе было отведено плаванию как виду спорта с развернутой материально-технической базой, богатыми традициями, квалифицированным тренерским составом. В основе программы — детально разработанная стратегия развития спорта высших достижений, включающая максимально возможное использование мирового опыта, местных традиций, интенсивное развитие спортивной науки и системы научно-методического обеспечения подготовки. В 1993 г. для работы в Австралию был приглашен известный российский тренер Геннадий Турецкий со своим учеником — Александром Поповым. Турецкий многое сделал для оперативного внедрения в подготовку австралийских пловцов достижений советской школы спорта и богатого опыта подготовки пловцов в ГДР, с которым он был хорошо знаком. Успешно работал Турецкий и с группой австралийских пловцов, среди которых особо выделялся М. Клим, добившийся выдающихся результатов на мировой арене. Австралийский институт спорта в Канбере, являющийся важнейшим элементом системы подготовки спортсменов, очень многое сделал для внедрения в практику подготовки пловцов достижений мировой науки и эффективных собственных разработок, повышения квалификации тренерского состава.

Вся эта деятельность привела к тому, что уже в середине 1990-х годов в Австралии появилась группа талантливых и перспективных пловцов, полностью раскрывших свои возможности на Играх Олимпиады 2000 г. и последующих годов и чемпионатах мира, начиная с 1999 г. В их числе, прежде всего, следует выделить Кирена Перкинса, Гранта Хаккета, Иена Торпа, Майкла Клима, Сьюзен О'Нилл, Лейзел Джонс, Джуди Хенри, Патрисию Томас.

После длительного периода отсутствия в числе лидеров мирового плавания на Играх Олимпиад 2004 г. в числе победителей, призеров и финалистов абсолютно неожиданно для спортивного мира оказалась группа японских пловцов во главе с обладателем двух золотых медалей на дистанциях 100 и 200 м брассом Косуке Китаджима. Однако это было не случайностью, а первым крупным результатом Комплексного плана развития спорта высших достижений на 2001—2010 гг., принятого в сентябре 2000 г. Министерством образования, науки, спорта и культуры. В результате реализации этого плана была сформирована система подготовки спортсменов высокого класса, близкая к уже существовавшим во Франции и Австралии. Особое место в этой системе заняли Национальное агентство по реализации спортивных и оздоровительных программ, которое, в числе прочих задач, распределяет бюджетные средства для развития элитного спорта и олимпийской подготовки, включая спортивную науку, медицину, подготовку и повышение квалификации кадров, а также Японский институт спортивной науки и тесно сотрудничающий с ним Национальный тренировочный центр. В короткое время эти организации сумели скоординировать деятельность всех спортивных организаций и учебно-тренировочных баз и подчинить их решению задач спорта высших достижений, сформировать программу поиска одаренных детей, организовать повышение квалификации тренерского состава и др.

Результатом этой деятельности явился успех на Играх Олимпиады 2004 г. не только пловцов, но и всей японской команды, которая заняла пятое место в неофициальном командном зачете и завоевала медалей больше, чем на четырех предыдущих Играх Олимпиад вместе взятых.

Очевидные позитивные изменения произошли и в плавании Великобритании, где в последние годы подготовлена группа пловцов мирового уровня — Р. Эдлингтон, Д. Девис, С. Перри, Д. Джексон и др. Эти изменения, как и в случаях с Францией, Австралией, Японией, явились следствием кардинального изменения отношения к спорту высших достижений.

В течение сорокалетнего периода (с 1952 по 1992 гг.) на Играх Олимпиад сборная Великобритании оказывалась в конце первой десятки либо, гораздо чаще, во второй десятке стран в неофициальном командном зачете.

Такие результаты, понятно, не соответствовали ни количеству населения Великобритании, ни экономическому потенциалу, ни богатой традициями спортивной истории этой страны, а являлись отражением отношения к олимпийскому спорту, привлекавшему гораздо меньшее внимание по сравнению с профессиональным спортом, в первую очередь с его основным для Великобритании видом — футболом.

То, что в итоговых протоколах Игр Олимпиад спортсмены Великобритании оказывались ниже таких небольших стран, как Венгрия, Болгария, Куба, не говоря уже о ГДР, конечно же, вызывало раздражение британской прессы и общественности страны, но этого оказывалось недостаточно для изменения политики в сфере олимпийского спорта и олимпийской подготовки. Так, во времена рыночных реформ премьер-министра Великобритании Маргарет Тэтчер многие школы продали свои спортивные сооружения, из-за чего детям негде было играть и тренироваться, а развитие «политкорректности» привело к тому, что в школьных соревнованиях перестали определять победителей и проигравших, чтобы не наносить психологических травм детям, главным считалось участие.

Переломным моментом, заставившим правительство Великобритании и все британское общество пересмотреть отношение к Олимпийским играм, явились итоги Игр XXVI Олимпиады (1996 г.) в Атланте, где сборная Великобритании завоевала лишь 1 золотую медаль, что отбросило эту страну на 36-е место в неофициальном командном зачете. Особенно тяжело это поражение было воспринято британцами в сравнении с результатами выступлений на тех же Играх-1996 традиционного соперника Великобритании — команды Франции, на счету которой в Атланте оказалось 15 золотых медалей (5-е место).

Резонанс этого провального выступления британских спортсменов был столь велик, что привел к полному пересмотру политики страны по отношению к спорту вообще и к олимпийскому спорту в частности.

Всесторонний анализ причин провала сборной Великобритании на Играх XXVI Олимпиады в сопоставлении с опытом успешно выступивших там команд других стран привел британских специалистов к неутешительному выводу: плачевные итоги Игр-1996 в Атланте стали следствием отсутствия четкой системы развития спорта высших достижений и абсолютно хаотичная подготовка к Олимпийским играм, непонимание необходимости развития резервного спорта и значимости достижений на олимпийской арене в обществе, а также отсутствие органа, способного объединить и скоординировать участие в эффективной олимпийской подготовке различных структур, деятельность которых связана со спортом высших достижений.

В основу реорганизации деятельности в сфере спорта высших достижений было положено создание в Великобритании органа, который

оказался бы способен обеспечить формирование методологии и конкретных программ развития спорта высших достижений и подготовки британских спортсменов к Олимпийским играм, а также координацию деятельности по их выполнению всеми многочисленными государственными и негосударственными организациями. Такой орган под названием Спортивный совет был создан в 1996 г. при департаменте культуры, средств массовой информации и спорта. С 1999 г. он стал называться «Спорт Великобритании».

Этот орган, состоящий из высококвалифицированных специалистов — представителей различных организаций, получил широкие права в формировании политики в деле развития спорта, распределения финансовых ресурсов, усиления влияния Великобритании на международной арене, развития спортивных сооружений, планирования международных соревнований внутри страны и др. «Спорт Великобритании» сформировал общую методологию развития спорта высших достижений в стране, вобравшую в себя достижения науки и передовой практики и отразившую национальные особенности и традиции, а также разработал большое количество конкретных программ по всем важнейшим составляющим.

Дополнительным стимулом для повышения качества подготовки спортсменов Великобритании к Играм XXX Олимпиады 2012 г. в Лондоне явилась специальная программа под красноречивым названием «Миссия-2012». Эта программа, в отличие от традиционных подходов, направлена не на увеличение финансирования олимпийской подготовки, которое представляется достаточным, а на резкое повышение качества работы в четырех основных компонентах, определяющих конечный результат: поиск талантливых атлетов, способных к завоеванию медалей, и создание этим спортсменам всех необходимых условий для напряженной подготовки; эффективность системы подготовки, ее научного и медицинского сопровождения; наличие лучших тренировочных центров, отвечающих наивысшим стандартам не только для тренировки, проживания, питания, состояния медицинского и научного обеспечения и т. д., но и расположенных в зонах с благоприятными климатическими условиями и экологической обстановкой; повышение квалификации тренерского состава, приглашение ведущих зарубежных специалистов.

Как и в других подобных случаях, достижения пловцов явились составной частью общего прогресса спорта в Великобритании. Например, на Играх Олимпиады 2008 г. в Пекине сборная команда Великобритании с 19-ю золотыми медалями оказалась на четвертом месте в неофициальном командном зачете, лишь немного уступив команде Российской Федерации.

Не остались в стороне от современных организационно-методических решений и специалисты США, которые в течение последних двух десятилетий постепенно модернизировали организационно-управленческую модель подготовки сильнейших пловцов в плане централизации системы подготовки. При этом используется не административный подход, как это было в ГДР и СССР, а творческий, основанный на объединении тренеров идеей глобального преимущества пловцов США на чемпионатах мира в 50-метровых бассейнах и Играх Олимпиад, а также широком использовании передовых знаний и опыта в области техники спортивного плавания и методики тренировки. Это привело к формированию соответствующей программы отбора и подготовки пловцов, ориентированной на главные соревнования мирового плавания — Игры Олимпиад, а также системы подготовки и повышения квалификации тренеров, опирающейся на передовые научные знания и практический опыт и нацеленную на унификацию подготовки пловцов разных возрастных групп, а также сильнейших взрослых пловцов.

Именно постоянный творческий поиск членов Американской ассоциации тренеров по плаванию позволяет пловцам США уверено удерживать лидирующую позицию в мировом плавании, несмотря на его интенсивное развитие в разных странах мира и воспитание талантливых зарубежных пловцов, проходящих подготовку в американских плавательных клубах и, в дальнейшем, отбирающих у пловцов США медали на Играх Олимпиад и в чемпионатах мира.

Разрушение эффективных систем подготовки пловцов высшей квалификации в той или иной стране в силу политико-экономических причин неизбежно приводит к общему упадку спорта высших достижений и, естественно, сказывается на результатах пловцов. Так произошло со спортом Объединенной Германии, опрометчиво демонтировавшей всю систему спорта бывшей ГДР, включая деятельность в высшей степени эффективных научных учреждений. В течение более 10 лет после распада Советского Союза действовала инерция системы российского спорта. Однако после преодоления экономического и политического кризиса 1990-х годов отсутствие четкой концепции развития олимпийского спорта, соответствующей программы приводит к снижению достижений российских пловцов, несмотря на интенсивное развитие материальной базы, достаточное финансирование, заинтересованное отношение в развитии спорта всех ветвей власти.

Часть I

ОБЩИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКИ СПОРТИВНОГО ПЛАВАНИЯ

Э. Маглишо

Глава 1
Увеличение поступательного движения

Глава 2
Уменьшение сопротивления

Глава 3
Рекомендации для увеличения движущей силы и уменьшения сопротивления воды

Спортивное плавание является уникальным видом спорта. Спортсмены соревнуются, находясь в жидкой среде, и им приходится продвигать свое тело вперед, отталкиваясь от жидкости, а не от твердой поверхности. Такой способ передвижения имеет две основных особенности по сравнению с наземными видами спорта. Первая заключается в том, что из-за меньшей плотности воды развиваемое во время гребка усилие, продвигающее пловца вперед, меньше, чем, например, движущая сила, развиваемая бегунами при отталкивании от земли. Вторая особенность заключается в том, что из-за высокой плотности воды пловцам при движении вперед приходится преодолевать гораздо большее сопротивление по сравнению со спортсменами, двигающимися в воздушной среде. По этой, а также по другим причинам законы движения не всегда могут быть применимы в плавании так, как в наземных видах спорта. Это затрудняет использование законов физики, которые должен применять пловец для более эффективного продвижения своего тела вперед.

В итоге было выдвинуто несколько теорий поступательного движения в плавании. Рассмотрение этих теорий является предметом первой главы. Несмотря на то что наши представления о поступательном движении в плавании еще далеки от совершенства, я уверен, что сведения, представленные в этой главе, помогут нам лучше понять механизмы поступательного продвижения человека в плавании и внесут необходимые поправки в некоторые мои более ранние интерпретации этих механизмов.

Измерить усилие, развиваемое пловцом во время движения в воде, достаточно сложно. Поэтому большинство исследований, посвященных поступательному продвижению человека в воде при плавании, было выполнено с использованием пластиковых моделей кистей и ступней человека в гидродинамическом канале или аэродинамической трубе. Такие модели закрепляли неподвижно и наблюдали за ними в потоке воздуха или жидкости, создаваемом специальными устройствами. Существует несколько причин, обусловливающих валидность этого метода.

Воздух и вода рассматриваются как жидкости. Следовательно, физические законы, применимые к одной среде, применимы и к другой, несмотря на то что вода обладает гораздо большей плотностью по сравнению с воздухом. Кроме того, поскольку различия в скорости движения объекта и воды будут одинаковы в случаях, когда объект движется в воде и когда он неподвижно находится в воде, двигающейся мимо него, то силы, действующие на объект, расположенный неподвижно в двигающейся жидкости, будут равны силам, действующим на объект, который движется в неподвижной жидкости. Таким образом, они взаимосвязаны друг с другом.

Изучение масштабных моделей объектов в аэродинамических трубах и гидродинамических каналах позволило ученым сделать целый ряд открытий. Именно этим методом в свое время воспользовались братья Райт для изучения возможностей различных форм крыла для полета.

Для иллюстрации различных аспектов поступательного движения в плавании я буду использовать большое количество рисунков. Чаще всего в тексте будут встречаться рисунки, показывающие траекторию движения во время гребка и динамику изменения скорости тела.

Траекторию движения рук во время гребка обычно изображают нанесением на плоскость движения средних пальцев при выполнении гребковых движений под водой. Такие траектории можно формировать двумя способами. Первый представляет собой траекторию движения, наблюдаемую с фиксированной точки в плавательном бассейне. Этот способ показывает реальное направление движений рук и относительные расстояния, которые они преодолевают при выполнении гребка.

Второй способ изображения траектории гребка — движение предплечья и кисти по отношению к телу. Иллюстрации этого типа отображают движения рук, как если бы они двигались по отношению к неподвижному телу. В действительности тело, конечно, тоже движется вперед мимо руки, тогда как предплечье и кисть — по диагонали назад вдоль тела. Ценность этого способа изображения траектории гребка заключается в его использовании в качестве обучающего средства. Лучший способ обучения пловцов правильным движениям предплечья и кисти — перемещение их от одного положения к другому по отношению к телу во время различных фаз гребка под водой (т. е. перемещение руки под туловищем, движение руки наружу и вверх к бедру).

Кривые динамики скорости движения вперед показывают изменения скорости поступательного движения центра масс пловца в течение одного полного цикла гребка.

В отличие от графика скорости движения тела, на графике скорости движения кисти, который является трехмерным, показана суммарная скорость движения руки во всех направлениях в определенный момент гребка. Например, значение скорости движения руки в последней фазе гребка является суммой скоростей движения кисти внутрь, вверх и назад.

Глава 1

Увеличение поступательного движения пловца

В момент выхода в свет в начале 1980-х годов первого издания книги «Плавать быстрее» я был уверен в том, что эффект Бернулли, который я объясню позже, создает подъемную силу, ответственную за движение тела пловца вперед. В первом издании я описал механику гребка для четырех спортивных способов плавания, включающую трехмерные гребковые движения, в которых пловцы используют конечности подобно гидрокрылу для увеличения создаваемой подъемной силы.

Когда в начале 1990-х годов было опубликовано второе издание книги «Плавать еще быстрее», я по-прежнему считал, что использование подъемной силы конечностей является важным механизмом поступательного движения пловца. Однако к этому времени я начал сомневаться в том, что эффект Бернулли имеет отношение к созданию этой подъемной силы. Вместо этого я предположил, что основным физическим законом, ответственным за движение пловца вперед, является третий закон Ньютона, утверждающий, что силы действия и противодействия равны. Я пришел к твердому убеждению, что для движения вперед пловец должен отталкивать воду назад. Тем не менее я продолжал считать, что для продвижения тела вперед пловец выполняет гребковые движения конечностями, используя их подобно гидрокрылу. Различие состояло в том, что я считал, что такие гребковые движения перемещают воду назад не применяя эффект Бернулли для создания движущей подъемной силы.

Сегодня я, как никогда ранее, убежден в том, что главным механизмом, обеспечивающим поступательное движение в плавании, является третий закон Ньютона. В то же время я больше не считаю, что пловец благодаря гребковым движениям рук создает подъемную силу, которая является основой поступательного движения. Теперь я уверен, что он использует свои конечности как весла, чтобы отталкивать воду назад на небольшое расстояние. Я по-прежнему считаю, что поступательное движение в плавании осуществляется за счет совместного действия подъемной силы и силы сопротивления воды, однако теперь я полагаю, что пловец создает эти силы, используя руки в качестве весел, а не гидрокрыльев.

Объяснение терминов «подъемная сила» и «сопротивление воды»

Хотя термины *подъемная сила* и *сопротивление воды* часто употребляются в плавании, некоторые читатели могут не понимать их смысла полностью. Поэтому объясним их прежде чем перейти к дальнейшему изложению материала.

Сопротивление воды

При выполнении движений в воде пловец сталкивается с силой сопротивления воды. Вода обладает определенной плотностью, поскольку состоит из множества молекул, взаимодействующих между собой благодаря притягиванию входящих в их состав атомов кислорода и водорода. Поэтому ее, как и воздух, можно назвать полутвердой средой. Вместе с тем вода имеет плотность в 1000 раз больше, чем воздух, вследствие чего двигающийся в воде пловец испытывает значительно большее сопротивление. Причиной возникновения сопротивления является разница в давлении воды перед пловцом и позади него. В такой ситуации на объект действует сила, направленная из области высокого давления в область низкого давления. Следовательно, если давление воды перед пловцом выше, чем давление воды за ним, его движение вперед будет замедляться, если только он не преодолеет это сопротивление гребками с большим усилием. Снижение скорости прямо пропорционально разнице давлений воды впереди и позади тела.

Сила сопротивления воды всегда действует в направлении, противоположном направлению движения. Иными словами, это сила, препятствующая движению объекта. Сопротивление воды обычно рассматривают как отрицательное явление, как силу, препятствующую движению вперед. Несомненно, сопротивление воды может приводить к снижению скорости плавания, когда она препятствует его движению вперед. В то же время сопротивление воды помогает пловцу двигаться. Он может ускорять свое движение вперед, отталкивая воду назад конечностями благодаря тому, что она имеет сопротивление, точно так же, как бегун перемещает свое тело вперед, отталкиваясь от земли. Основное различие, разумеется, состоит в том, что вода отталкивается в сторону, тогда как твердая поверхность — нет. Вследствие этого поступательное движение при отталкивании от воды не столь эффективно, как при отталкивании от суши. Когда пловец отталкивается от воды, его тело не ускоряется так сильно и не продвигается так далеко, как тело бегуна.

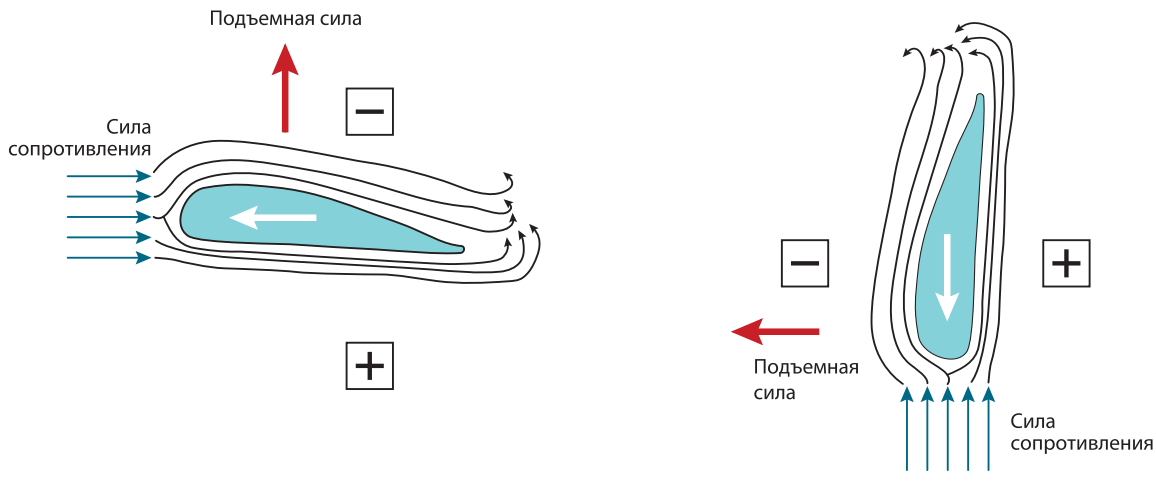
Для облегчения изложения материала я буду разделять силу сопротивления на два типа. Сила сопротивления, замедляющая движение пловца вперед, будет называться *препятствующим сопротивлением*, а сила сопротивления, которая ускоряет движение пловца вперед, — *движущим сопротивлением*.

Подъемная сила

Подъемная сила направлена перпендикулярно силе сопротивления воды. Для возникновения подъемной силы необходимо наличие силы сопротивления. Подъемная сила, подобно силе сопротивления, возникает за счет разницы в давлении на разных сторонах объекта. Однако вместо противодействия движению объекта подъемная сила толкает объекты в направлении своего действия. На рисунке 1.1, *а* показан один из случаев, когда увеличение давления под крылом создает подъемную силу. На этой схеме крыловидный объект движется в воде справа налево в направлении, указанном стрелкой внутри сечения крыла. Разница в давлении на передней части крыла, где оно выше, и позади крыла, где оно ниже, создает силу сопротивления, направленную в сторону, противоположную движению крыла. Направление сопротивления изображено векторами силы сопротивления.

При движении крыло разделяет поток молекул воды. Одни молекулы попадают под крыло, другие — выше крыла. (Потоки молекул воды также располагаются по обеим сторонам крыла, хотя этого и не видно на данной двухмерной схеме.) Поскольку скорость движения жидкости, протекающей под крылом, несколько замедляется, количество ее молекул здесь увеличивается, и давление воды под крылом возрастает. В то же время над крылом скорость потока воды возрастает и количество молекул воды в том же объеме уменьшается. Это приводит к снижению давления над верхней частью крыла. Вследствие этой разницы в давлении крыло выталкивает снизу, где давление больше (+), вверх, где оно ниже (−). Возникающую при этом выталкивающую силу называют *подъемной силой*.

К сожалению, термин *подъемная сила* не совсем точно отражает содержание описанной выталкивающей силы, поскольку она далеко не всегда направлена вверх. *Подъемная сила может действовать в любом направлении, перпендикулярном силе сопротивления.* Схема на рисунке 1.1, *б* показывает, как может возникать подъемная сила, направленная вперед, если то же крыло движется не вперед, а вниз. Об этом подробнее остановимся далее в этой главе.



а *б*

РИСУНОК 1.1 — Подъемная сила, направленная вверх (*а*) и вперед (*б*)

Теории поступательного движения в плавании

До сих пор нет точного объяснения, каким образом пловец перемещает свое тело в воде вперед. Существуют разные теории, которые с течением времени существенно изменялись. Я вкратце рассмотрю различные теории поступательного движения в плавании, которые выдвигались на протяжении лет, предшествовавших появлению теории, выдвинутой мной.

В начале 1900-х годов попытки описать поступательное движение плывущего человека сводились к сравнению движений рук пловца с движением весел или гребного колеса. Предполагалось, что полностью выпрямленные руки в движении описывают полукруг в воде подобно движению весла или лопастей гребного колеса. Траектория такого движения рук изображена на рисунке 1.2. В основу этой теории не было положено каких-либо физических законов или же подводных наблюдений за реальными движениями рук пловцов. Она основывалась на наблюдении за известными в то время формами поступательного движения гребных водных судов. Без всяких серьезных доказательств теория просуществовала несколько десятилетий.

Теории движения за счет сопротивления воды

Некоторые исследователи и тренеры по плаванию в конце 1960-х годов предприняли новую попытку определить законы поступательного движения пловца. Наибольшую известность из них приобрели Дж. Каунсилмен из Университета Индианы и Чарльз Сильвия из Колледжа Спрингфилда. Результаты проведенных под водой наблюдений показали, что пловец не выполняет гребковые движения полностью выпрямленными руками подобно гребному колесу, вместо этого во время подводной части гребка он поочередно сгибает и разгибает руки. Оба тренера независимо друг от друга высказали в научных статьях предположение о том, что пловцы делают гребки, используя в качестве механизма создания движущей силы третий закон Ньютона (Counsilman, 1968, Silvia, 1970).

Третий закон Ньютона гласит, что каждое действие (*сила*) на объект порождает реакцию (*противодействующую силу*), равную по величине и противоположную по направлению. В применении к поступательному движению в воде, этот закон означает, что если пловец использует мышечную силу для отталкивания воды назад, то это действие порождает противодействие равной величины, которое и перемещает его тело вперед. Таким образом, Дж. Каунсилмен и Ч. Сильвия считали, что пловец ускоряет движение вперед за счет отталкивания воды назад. Более того, они были убеждены в том, что результирующее поступательное движение напрямую зависело от количества воды, которое было вытолкнуто назад, и расстояния, на которое ее оттолкнули.

Горизонтальный толчок назад

В результате такого обоснования пловцам рекомендовали использовать кисти и предплечья подобно веслам, чтобы загребать, а затем толкать воду в горизонтальном направлении назад на максимально возможное расстояние. Кроме того, по возможности, удерживать руки непосредственно под средней линией тела. Для этого их обучали сгибать руки в локтях в первой половине подводной части гребка, а затем выпрямлять во второй половине гребка. Пример того,

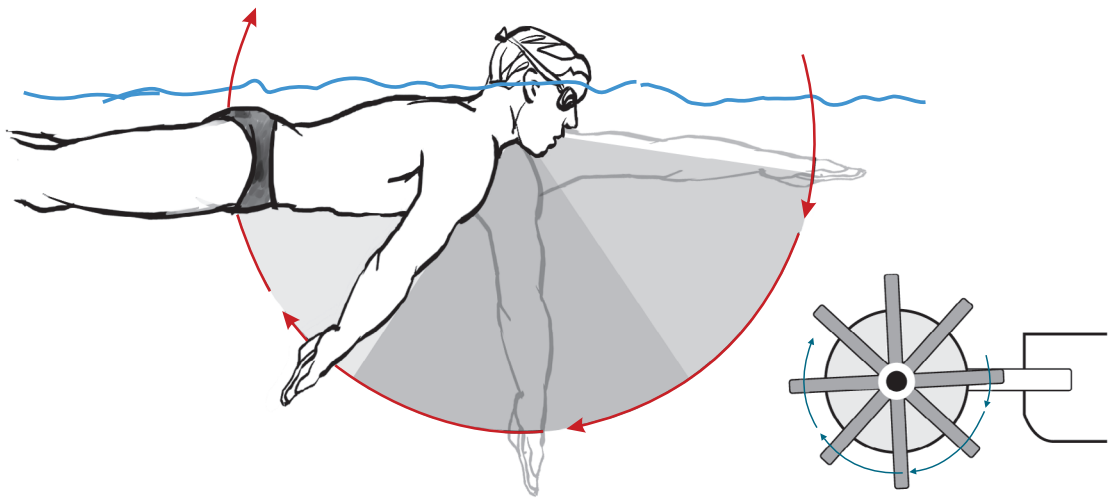


РИСУНОК 1.2 — Теория «гребного колеса», объясняющая поступательное движение плывущего человека

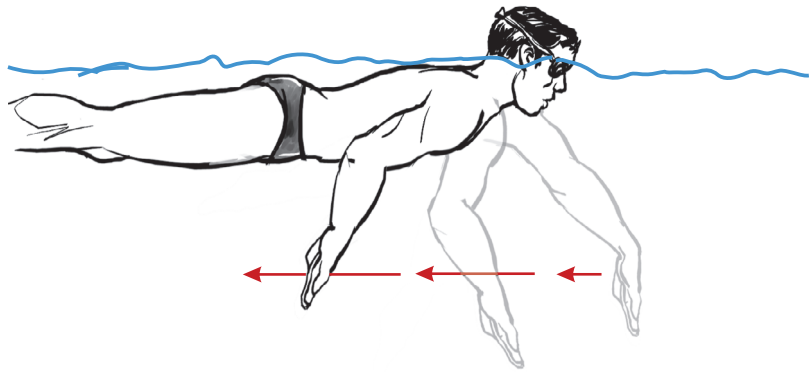


РИСУНОК 1.3 — Пример применения теории движения за счет сопротивления воды: использование горизонтального толчка назад для поступательного движения вперед

как горизонтальный толчок назад использовали для гребка в плавании кролем на груди, показан на рисунке 1.3.

S-образная траектория движения руки при гребке

На ранних этапах существования теории движения по типу весельной лодки эксперты утверждали, что отталкивание воды в любом направлении, но не прямо назад, приведет к отклонению тела от его движения вперед, а это увеличит сопротивление, которое приходится преодолевать пловцу, и снизит его скорость движения. Большинство специалистов, включая Каунсилмена и Сильвия, отказались от этой точки зрения, когда подводные киносъемки пловцов — участников различных международных соревнований — показали, что их руки не движутся прямо назад вдоль средней линии тела в заключительной фазе подводной части гребка. При плавании кролем на груди или баттерфляем руки при выполнении гребка движутся по трехмерной S-образной траектории, направляясь вниз и внутрь под туловище в начальной фазе гребка и затем наружу и вверх по сторонам туловища в заключительной его фазе. На рисунке 1.4 показан вид снизу такой S-образной траектории движения руки при выполнении гребка в кроле на груди. Во время плавания кролем на спине руки пловца также описывают S-образную траекторию, только в этом случае они движутся вниз, вверх и назад к сторонам туловища. При плавании брассом руки пловца описывают первую половину S-образной траектории, однако затем возвращаются назад, чтобы завершить движения по оставшейся части S-образной траектории. При плавании способом баттерфляй руки пловца движутся по двойной S-образной траектории.

S-образное движение рук пловца Дж. Каунсилмен обосновывал тем, что отталкивание нескольких порций воды на небольшое расстояние назад обеспечивает большее поступательное движение вперед, чем отталкивание одной порции на большое расстояние. Это обусловлено тем, что вода после толчка приобретает некоторую скорость. Поэтому единственным способом дальнейшего увеличения скорости воды, отталкиваемой назад, и ускорения движения тела вперед является увеличение скорости движения рук назад настолько, чтобы она превышала скорость движения воды. Пловцу, если он стремится и дальше увеличивать скорость движения тела вперед, необходимо увеличить темп выполнения подводной части гребка. Очевидно, что для этого потребуются значительные усилия, которые могут привести к преждевременному утомлению пловца.

Для ускорения продвижения тела может и не понадобится столь значительное увеличение скорости движения рук, если пловец во время гребка периодически станет изменять направление их движения. Изменение направления движения рук позволяет переместить их из области воды, которая после начала гребка продолжает двигаться назад, в зону, где вода имеет небольшую или нулевую скорость и где ее можно оттолкнуть с меньшими мышечными усилиями. Таким образом, использование S-образной траектории гребка позволяет добиться увеличения поступательного движения вперед с приложением меньших мышечных усилий.

Критики этой теории утверждают, что движения в сторону, вверх и вниз в составе S-образной траектории гребка приведут к увели-

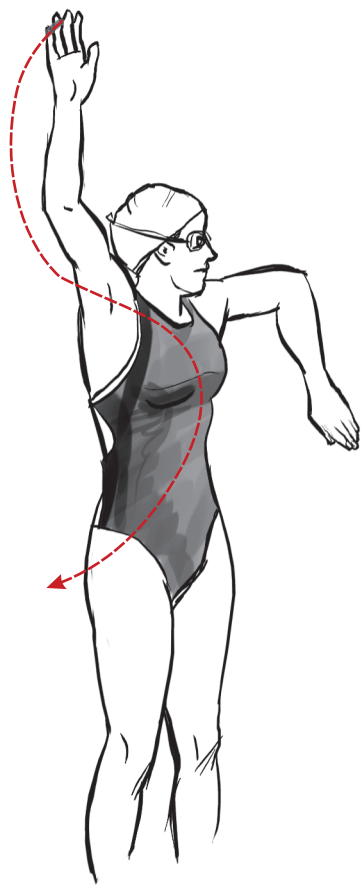


РИСУНОК 1.4 — S-образный характер движения руками во время завершения гребка под водой спортсменки, плывущей способом кроль на груди (вид снизу)

чению лобового сопротивления пловца, а значит, и к снижению движения вперед. Сторонники теории, наоборот, считают, что суммарное увеличение движущей силы при каждом гребке будет больше, несмотря на дополнительные латеральные и вертикальные движения. Наиболее важным является предположение о том, что движения, содержащие латеральные и вертикальные компоненты, позволяют создавать большую движущую силу, чем движения, которые выполняются прямо назад. Далее вы узнаете, что пловец не может и не должен выполнять гребок прямо назад, даже исходя из положения о том, что движение тела вперед происходит в соответствии с третьим законом Ньютона.

Теории, объясняющие поступательное движение в плавании использованием подъемной силы

Траектории гребка на рисунках 1.2—1.4 являются гипотетическими схемами движения рук пловца под водой и как таковые не обладают особой ценностью, поскольку показывают движение рук по отношению к телу. Как было сказано выше, ошибочность изображения траектории гребка таким способом состоит в том, что пловец представляется неподвижным, тогда как его руки движутся назад вдоль туловища. В действительности, тело пловца всегда движется вперед, поэтому руки перемещаются назад намного меньше по сравнению с расстоянием, которое можно себе представить на основании этих рисунков.

Первыми, кто показал подлинные движения рук пловца при выполнении подводной части гребка, были Браун и Каунсилмен (Brown, Counsilman, 1971). В своем фундаментальном исследовании они снимали на фотопленку пловцов в затемненном бассейне с фонариками, прикрепленными к пальцам рук. Заснятые таким образом движения мало чем напоминали все прежние представления. На них были видны пловцы, выполняющие гребковые движения руками по диагонали, при этом руки гораздо больше двигались в вертикальном и латеральном направлениях, нежели назад. Эти результаты были позднее подтверждены различными исследованиями, показавшими, что пловцы используют для перемещения вперед круговые движения руками, в которых доля латеральной и вертикальной составляющих намного превышала собственно движение рук назад (Plagenhoff, 1971; Barthels, Adrian, 1974; Belokovsky, Ivanchenko, 1975; Schleihauf, 1978; Czabanski, Koszyczyc, 1979; Reischle, 1979; Schleihauf et al., 1984; Hinrichs, 1986; Luedtke, 1986; Maglischo et al., 1986). В отличие от траекторий гребка, изображавшихся по отношению к неподвижному телу, траектории, заснятые на пленку Брауном и Каунсилменом, показывали реальные движения рук пловца при выполнении гребка под водой. Типичные траектории гребка для четырех спортивных способов плавания, изображенные относительно фиксированной точки в бассейне, показаны на рисунке 1.5.

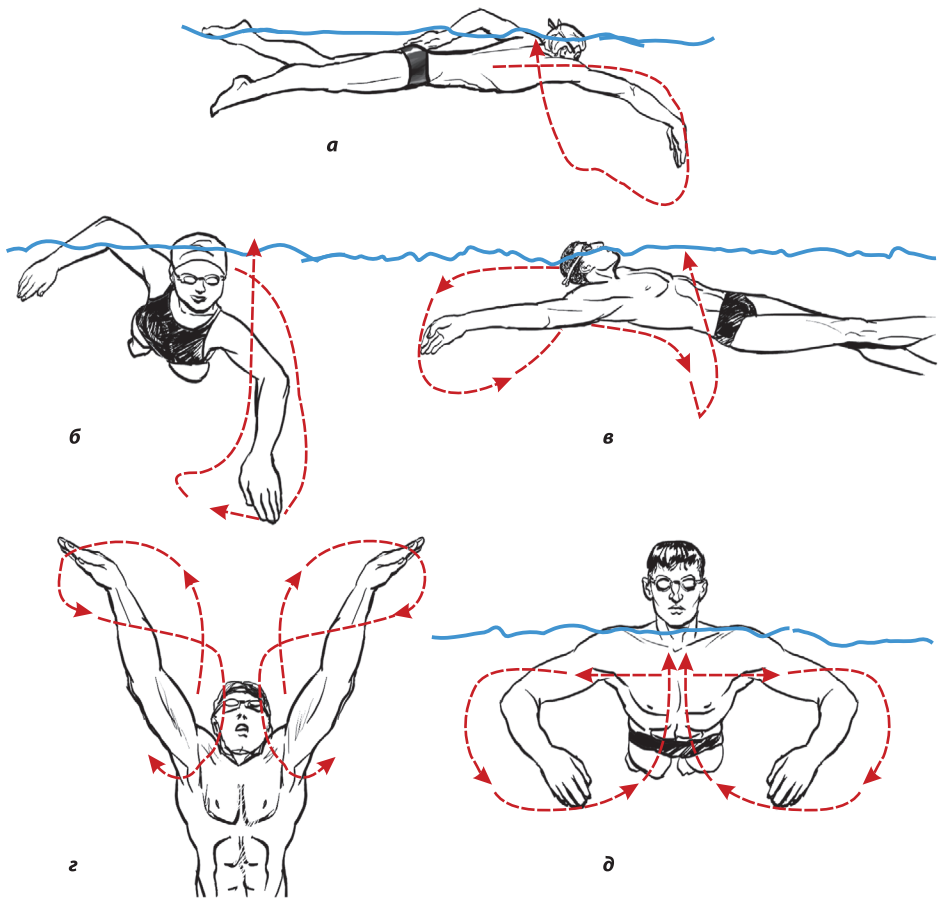


РИСУНОК 1.5 — Траектории гребка для четырех спортивных способов плавания, изображенные относительно фиксированной точки в бассейне: кроль на груди (*а* — вид сбоку, *б* — вид спереди); *в* — кроль на спине (вид сбоку); *г* — баттерфляй (вид снизу); *д* — брасс (вид спереди)

Латеральные и вертикальные компоненты движений рук, учитывая их амплитуду, как предполагали Браун и Каунсилмен, должны способствовать движению тела пловца. Поэтому они высказывали сомнение относительно принципа действия—противодействия закона Ньютона как единственного и основного механизма поступательного движения плывущего человека. В поиске других физических законов, которые могли бы объяснить как вертикальные и латеральные движения рук могут перемещать тело в воде, они остановились на законе Бернулли.

Закон Бернулли

Швейцарский ученый Даниил Бернулли первым обнаружил обратную связь между скоростью потока жидкости и давлением. Он установил, что давление идеальной жидкости было ниже при высокой скорости потока и выше при низкой скорости потока. Закон Бернулли объясняет возникновение подъемной силы при движении крыловидных объектов в жидкости или при движении жидкости мимо таких объектов. Лучше всего рассмотреть его можно, используя законы аэродинамики. Данный пример применим также и к гидродинамике, поскольку воздух и вода рассматриваются как жидкости.

При движении самолета вперед относительное движение потоков воздуха непосредственно перед крылом будет направлено назад, вследствие чего будет возникать сила сопротивления, направленная в сторону, противоположную движению самолета. При движении крылья будут разделять потоки воздуха. Часть из них пройдет над крылом, а часть под ним. На рисунке 1.6 движение потоков воздуха изображено маленькими стрелками, показывающими направление их движения.

Форма крыльев такова, что скорость потока воздуха, проходящего по верхней поверхности крыла, больше скорости потока, проходящего под крылом. Поскольку верхняя поверхность крыла выпуклая, а значит и больше нижней поверхности по длине, поток воздуха, проходящий непосредственно над крылом, должен ускоряться, чтобы попасть к задней кромке крыла одновременно с потоком воздуха, проходящим под крылом. В соответствии с законом Бернулли, такое увеличение скорости потока воздуха приведет к снижению его давления над крылом по сравнению с давлением воздуха под крылом. Вследствие тенденции объектов перемещаться из области высокого давления в область низкого давления при достаточной разнице давления воздуха на нижней и верхней поверхностях крыла, самолет будет подниматься вверх и оставаться в воздухе. Как отмечалось выше, направленную вверх силу, обусловленную разностью давлений, называют *подъемной силой*, и, как показано на рисунке 1.6, она будет направлена перпендикулярно направлению силы сопротивления.

Как предположили Каунсилмен и Браун, кисть человека благодаря своей крыловидной форме может создавать подъемную силу, подобную той, которая возникает при движении крыла самолета в воздухе. С помощью закона Бернулли можно объяснить поступательное движение пловца (рис. 1.7).

На рисунке 1.7 показан вид снизу спортсмена, плывущего способом баттерфляй, который выполняет гребок назад и внутрь под туловищем. В результате такого движения возникает сила сопротивления, обозначенная соответствующим вектором над левой рукой пловца и направленная в сторону, противоположную движению руки. То есть сила сопротивления будет направлена наружу и вперед. Согласно закону Бернулли, поток воды, проходящий вдоль более длинной поверхности кисти пловца (показано на рисунке маленькими стрелками над ле-

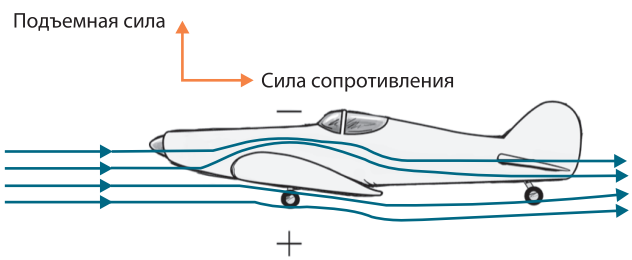


РИСУНОК 1.6 — Демонстрация закона Бернулли на примере полета самолета

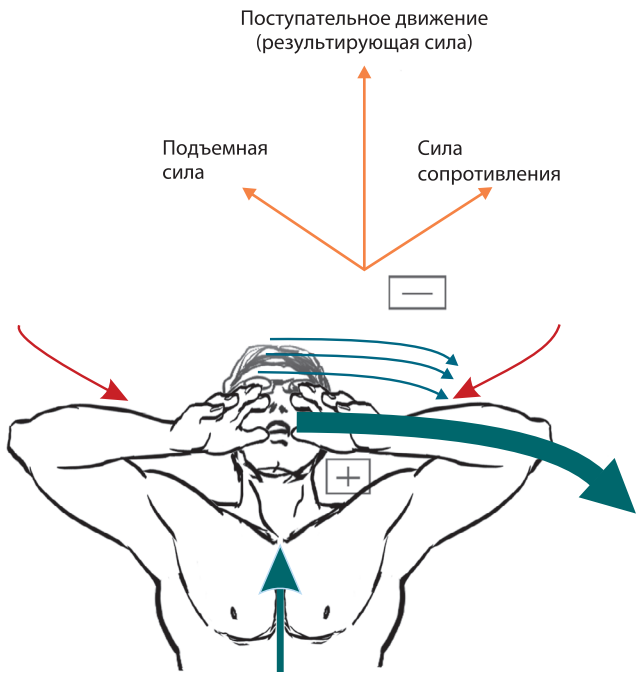


РИСУНОК 1.7 — Объяснение поступательного движения пловца с помощью закона Бернулли

вой рукой пловца), будет ускоряться так, чтобы достичь внешней стороны ладони одновременно с потоком воды, проходящей со стороны ладони (показано крупной стрелкой под левой рукой пловца). В итоге давление воды будет ниже с наружной стороны кисти, где поток движется с большей скоростью, чем со стороны ладони, где он движется медленнее. Возникающая при этом разница в давлении показана знаками «+» и «—» над и под левой кистью пловца. Вследствие разницы давлений возникает подъемная сила, направленная перпендикулярно направлению силы сопротивления. Направление подъемной силы показано соответствующим вектором над левой рукой пловца.

Ситуация с движением тела плывущего человека сложнее, чем было показано в упрощенном примере с самолетом на рисунке 1.6. Движение пловца вперед, обозначенное как *поступательное движение*, или *результирующая сила* (рис. 1.7), в действительности происходит в результате совместного действия подъемной силы и силы сопротивления, создаваемых телом человека. Его руки движутся по диагонали назад, создавая подъемную силу и силу сопротивления, направленные скорее наискосок, а не прямо. В сочетании эти две силы создают результирующую силу, направленную вперед. Это и есть сила, которая ускоряет движение пловца вперед. (Помните, что поскольку на этом рисунке показан вид снизу, вектор, указывающий вверх, в действительности показывает силу, направленную вперед.) Чтобы быть абсолютно точным, движущая сила в действительности приложена к кисти и предплечью пловца. Тем не менее когда пловец противодействует этой силе, продолжая перемещать руки внутрь и назад, движущая сила передается на погруженное в воду тело, которое начинает перемещаться вперед.

Теории, объясняющие поступательное движение в плавании эффектом Бернулли, в последние два десятилетия приобрели широкую поддержку, поскольку они дают научное объяснение косым движениям рук пловцов при гребке. Однако в последнее время ряд специалистов выразили сомнения относительно применимости закона Бернулли к поступательному движению плывущего человека. Некоторые исследования последних лет показали, что закон Бернулли вообще не имеет отношения к движению пловца в воде.

Критика теорий, объясняющих поступательное движение в плавании эффектом Бернулли

Основная критика теорий, объясняющих поступательное движение в плавании эффектом Бернулли, заключается в том, что он, возможно, не применим к поступательному движению в плавании. Закон Бернулли можно применять только в тех случаях, когда поток воды вдоль верхней поверхности крыла не отрывается от нее, т. е. когда поток проходит вдоль крыла без разделения пограничного слоя. Этот слой состоит из молекул воды, которые остаются в контакте с объектом, когда он движется сквозь воду. При отсутствии нарушений пограничного слоя наблюдаются низкая турбулентность и низкое давление на верхней поверхности крыла, что приводит к формированию большей разности в давлении на верхней и нижней поверхностях крыла. При увеличении турбулентности молекулы воды отрываются от верхней поверхности крыла, т. е. происходит отрыв пограничного слоя. Это приводит к увеличению турбулентности и повышению давления над крылом. Происходит снижение разности давления на верхней и нижней поверхностях крыла и уменьшение подъемной силы. *Следовательно, для возникновения подъемной силы за счет эффекта Бернулли очень важно наличие целого, неразрывного пограничного слоя.* При отрыве этого слоя происходит нарушение условий, необходимых для реализации эффекта Бернулли, вызывающего подъемную силу.

В настоящее время уже доказано, что руки человека недостаточно гладкие, а их форма не настолько напоминает крыло, чтобы поток воды не отрывался от верхней поверхности кисти пловца во время ее движения. Поэтому маловероятно, что эффект Бернулли имеет хоть какое-то отношение к созданию движущей силы в плавании. Прежде чем перейти к рассмотрению результатов некоторых исследований, целью которых стала проверка роли эффекта Бернулли в создании движущей силы в плавании, приведем данные о порядке измерения *углов атаки* кисти, поскольку я буду постоянно использовать данную величину в этой и других главах.

Углы атаки. В связи с исследованием роли эффекта Бернулли в плавании большое внимание уделялось величине угла атаки кисти. Это обусловлено тем, что данный параметр играет важную роль в создании разности давлений между верхней и нижней поверхностями кисти, которая и определяет величину подъемной силы. Угол атаки — это угол наклона ладони по отношению к направлению ее движения. Например, если угол атаки равен 90°, ладонь должна быть развернута перпендикулярно направлению движения руки. При угле атаки 0° боковая сторона кисти со стороны мизинца или большого пальца будет направлена в сторону движения кисти.

На рисунке 1.8 показаны примеры измерения угла атаки. Чтобы понять эти схемы, важно представлять себе, как кисть движется в воде. Знание того, какая часть руки находится впереди и проходит через воду первой, а какая последней, определяет направление силы сопротивления и, следовательно, подъемной силы. Как отмечалось ранее, сила сопротивления возникает при движении руки в воде и направлена в сторону, противоположную направлению движения. Для движения кисти внутрь впереди располагается ее край со стороны большого пальца, т. е. большой палец проходит через воду первым, а мизинец — последним. Сила сопротивления направлена вдоль кисти от большого пальца к мизинцу. И наоборот, во время выполнения движения наружу впереди располагается мизинец, и сила сопротивления направлена от мизинца к большому пальцу. Во время движения кисти вниз в начале гребка под водой в кроле и брассе впереди будут расположены кончики пальцев. Иначе говоря, кончики пальцев будут первыми проходить через воду, а основание ладони — последним, так что сила сопротивления воды будет направлена от кончиков пальцев к запястью. Во время движения рук вверх впереди будет находиться основание ладони, а сзади — пальцы, и сила сопротивления будет направлена от запястья к кончикам пальцев.

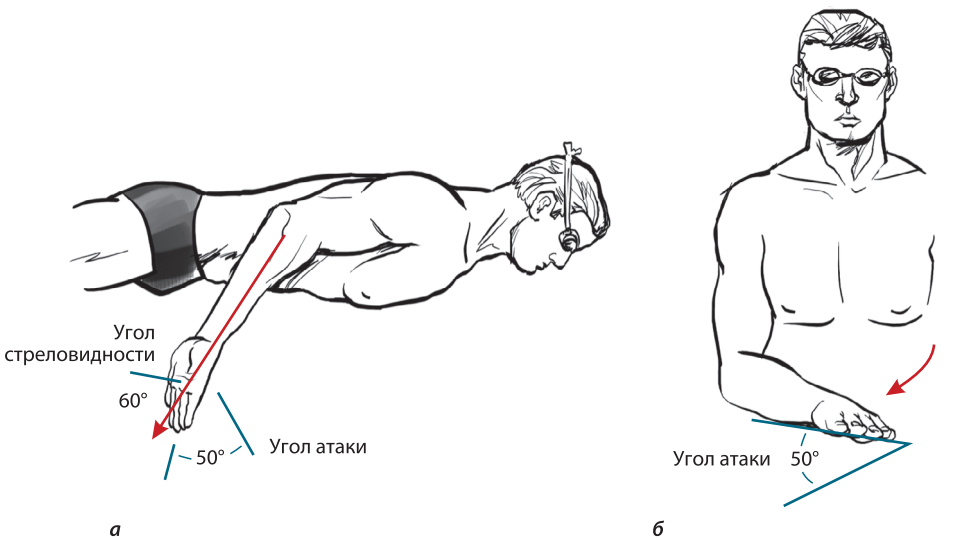
Поток воды не всегда проходит от переднего края кисти к заднему через середину ладони. Обычно он движется под определенным углом, который называется углом *стреловидности*. На рисунке 1.8 его показывает линия, проходящая через предплечье и ладонь пловца. Рука пловца движется наружу, вверх и назад, кисть развернута наружу и вверх. Таким образом, поток воды проходит снизу под ладонью пловца от края запястья со стороны мизинца в направлении кончиков пальцев со стороны большого пальца руки.

Угол атаки кисти показывает ее наклон относительно потока, проходящего мимо ладони пловца. В данном случае пловец использует угол атаки 50° (рис. 1.8, *а*, *б*). Поскольку угол атаки измеряется в трехмерном пространстве, его нельзя точно изобразить на плоскости. Поэтому положение руки пловца показано в двух проекциях — сбоку и снизу.

Рассмотрим результаты четырех исследований, посвященных изучению роли эффекта Бернулли в создании движущей силы в плавании: магистерская работа, выполненная Ферреллом в Государственном университете штата Нью-Йорк в Кортланде; работа, написанная ученым-ракетостроителем Бикслером; исследование Л. Хоулта и Дж. Хоулта, проведенное в Канадском университете Дальхауси; исследование Тусэна и его коллег из Института фундаментальных и клинических исследований движений человека в Амстердаме.

Исследования Феррелла. Для изучения роли эффекта Бернулли в создании подъемной силы в плавании Феррелл использовал три пластиковых модели руки пловца (Ferrell, 1991). Он прикреплял к ним тонкие резиновые ленточки длиной около 2,5 см и перемещал их в воде с различным углом атаки (рис. 1.9). Ленточки прикрепляли к тыльной стороне кисти так, что один их конец был закреплен на модели, а второй свободно двигался в воде. С помощью механизма, приводимого в действие силой тяжести, модель руки перемещали в воде со скоростью 0,3—3 м · с$^{-1}$, изменяя угол атаки в диапазоне от 0 до 40° для двух различных положений руки. Во всех исследованиях выполняли имитацию гребка внутрь так, чтобы на передней стороне кисти располагался большой палец. Всего было проведено 45 различных тестов, каждый из них был записан на пленку для последующего анализа положения закрепленных на руке ленточек во время ее движения.

Идея экспериментов заключалась в использо-



а *б*

РИСУНОК 1.8 — Вид сбоку и снизу спортсмена, плывущего кролем на груди, который завершает толчковую фазу подводной части гребка руками: *а* — угол стреловидности, *б* — угол атаки

вании ленточек в качестве средства визуализации характера движения воды вокруг кисти пловца. Когда пограничный поток не отрывается от поверхности кисти, все ленточки направлены в сторону мизинца, т. е. в сторону, противоположную движению руки. И наоборот, в случае отрыва пограничного слоя воды от внешней поверхности кисти ленточки будут развеваться в различных направлениях.

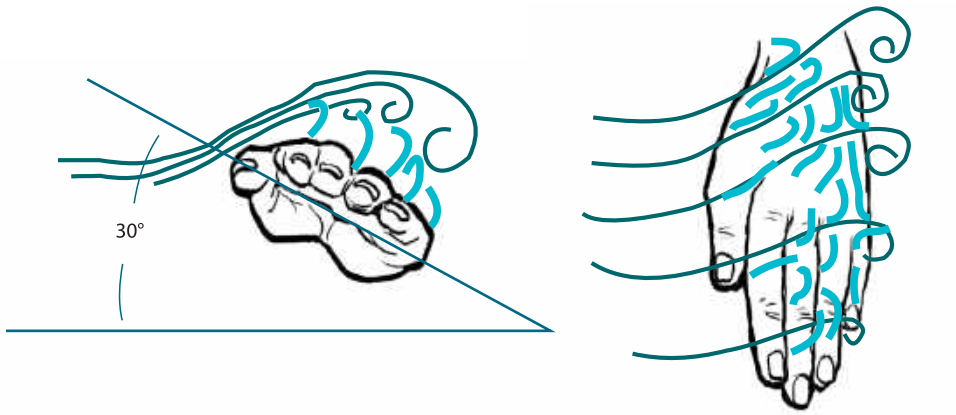


РИСУНОК 1.9 — Схематическое изображение кадров из видеосъемок движения модели руки с закрепленными на ней резиновыми ленточками

Адаптировано из Ferrell, 1991

Исследователю не удалось обнаружить ни одного случая, в котором бы пограничный слой не отрывался от поверхности руки. Неупорядоченные движения ленточек свидетельствовали о сильной турбулентности, нарушавшей пограничный слой, даже когда рука двигалась очень медленно и с острым углом атаки. На рисунке 1.9 показано положение ленточек в случае движения руки в воде во время гребка внутрь с большой скоростью и углом атаки 30°. Видно, что ленточки колышутся произвольно.

Следовательно, выявленная с помощью модели турбулентность свидетельствует об отрыве пограничного слоя на верхней стороне кисти, что, в свою очередь, отрицает возможность возникновения подъемной силы на основании эффекта Бернулли при углах атаки и скоростях кисти, которые используют пловцы высокой квалификации.

Исследования Бикслера. Для изучения потока воды вокруг кисти пловца Бикслер использовал новый подход (Bixler, 1999). Инженер по профессии, он смоделировал поверхность кисти и предплечья на компьютере, а затем воспользовался программой анализа для расчета ряда показателей, в том числе направления и скорости потока жидкости, изменений давления в жидкости, а также результирующего действия подъемной силы и силы сопротивления. Этот метод, известный как *гидродинамика жидкостей*, является общепризнанным в научно-технической среде методом решения сложных задач с потоками с использованием компьютера. По мнению Бикслера, его еще можно рассматривать как компьютерную модель аэродинамической трубы.

Используя компьютер для моделирования потока воды вокруг модели, Бикслер установил, что поток уходит в сторону, не доходя до края модели руки. Он пришел к заключению о том, что отрыв пограничного слоя очень важен, поскольку показывает, что закон Бернулли нельзя использовать для объяснения подъемной силы, которую пловец создает своими руками. Бикслер отметил, что одно из допущений, сделанных Бернулли при получении уравнения, построено на отсутствии внутреннего трения у жидкости и означало, что пограничный слой не отрывается от поверхности.

Хочу уточнить, что данные Феррелла и Бикслера не означают, что пловец не создает при гребке подъемной силы. Они показывают, что ее возникновение нельзя объяснить только эффектом Бернулли.

Было также проведено сравнение способности создавать подъемную силу у модели кисти и модели кисти с предплечьем при различных углах атаки и ориентации по отношению к воде. Сходство модели кисти и предплечья с крылом оказалось еще меньше. Эта компьютерная модель характеризовалась большим лобовым сопротивлением и минимальным коэффициентом подъемной силы при всех углах атаки. После расчета всех коэффициентов для модели кисти с предплечьем оказалось, что коэффициент силы сопротивления модели достоверно превосходит коэффициент подъемной силы при всех углах атаки. Поэтому возможность того, что пловцы создают кистью и предплечьем подъемную силу с использованием эффекта Бернулли, при том, что у руки отсутствуют многие характеристики крыла, кажется весьма сомнительной.

Исследования Л. Хоулта и Дж. Хоулта. Исследования с использованием гидродинамического канала и искусственных моделей конечностей человека, несомненно, внесли свой вклад в наши представления о поступательном движении спортсмена в плавании. Однако если вы придерживаетесь того же мнения, что и я, то захотите ознакомиться с результатами, полученными с участием человека. Следует отметить, что данные двух других исследований также подвергли

сомнению применимость закона Бернулли к поступательному движению пловца. Авторами первого из них являются Л. Хоулт и Дж. Хоулт (L. Holt, G. Holt, 1989).

В исследовании этих авторов группа пловцов преодолевала стандартную дистанцию длиной около 90 м как обычно и с прикрепленными к внешней стороне руки пластинами. Эти пластины нарушали поток воды вдоль внешней стороны руки так, чтобы отрыв пограничного потока не позволял возникать эффекту Бернулли. Время проплывания дистанции с пластинами на руках уменьшилось всего на 2 %. Это привело авторов к выводу о том, что эффект Бернулли, в лучшем случае, играет лишь незначительную роль в создании движущей силы в плавании.

Исследования Тусэна, ван ден Берга и Бика. Для изучения направления потоков воды вокруг рук пловцов в реальных условиях был применен метод контроля с использованием ленточек (Toussaint, van den Berg, Beek, 2000). Ленточки прикрепляли к передней части кисти и предплечья пловца, а затем снимали на видеокамеру, как они ведут себя при малой, средней и большой скорости. Исследователи были удивлены тем, что во время фазы отталкивания часть воды перед кистью и предплечьем пловца уходила вниз. Они допустили, что направление потока воды противоположно направлению движения кисти и предплечья пловца. Такой направленный вниз поток воды, который они назвали *осевой* силой, вызывает турбулентность на внешней стороне кисти и делает невозможным поддержание непрерывного пограничного потока. На основании полученных результатов был сделан вывод о том, что руки пловца не могут подобно подводным крыльям создавать подъемную силу с помощью эффекта Бернулли.

Теория образования вихрей

Теория образования вихрей была предложена, чтобы объяснить, как подъемная сила может играть ведущую роль в поступательном движении пловца даже в случае отрыва пограничного слоя при движении рук в воде. Основным сторонником представлений о формировании вихрей и их роли в движении пловца был Сесил Колвин (Colwin, 1992). Он считал, что формирование вихрей позволяет поддерживать разность давлений на верхней и нижней стороне кисти пловца даже в условиях турбулентного потока жидкости.

Вихрь — это масса вращающейся воды. На рисунке 1.10 показано, как формирование вихря может увеличивать подъемную силу крыла. Процесс начинается с формирования начального вихря. Часть потока молекул воды, проходящих над задней кромкой крыла, и часть потока молекул, проходящих под ней, будут заворачивать вверх в направлении верхней плоскости крыла, поскольку давление над крылом ниже, чем под крылом. Эти потоки молекул воды будут двигаться не только вверх, но и вперед над верхней поверхностью крыла, формируя начальный вихрь. Согласно третьему закону Ньютона, вихрь, движущийся в одном направлении, будет создавать противоположно направленный вихрь равной величины — *присоединенный вихрь*.

Присоединенный вихрь действует подобно слою жидкости, циркулирующему вокруг крыла в направлении, противоположном направлению вращения начального вихря, т. е. он вращается по часовой стрелке в направлении спереди назад над крылом и сзади наперед под крылом. Поэтому сила действия присоединенного вихря над крылом будет направлена туда же, куда и поток воды над крылом — спереди назад. Это приведет к увеличению скорости потока воды над верхней поверхностью крыла, что, в свою очередь, еще больше снизит давление над крылом. В то же время сила действия присоединенного вихря под крылом будет направлена в сторону, противоположную направлению потока воды. Результатом этого будет его замедление и дополнительное увеличение давления под крылом. Итогом всех этих взаимодействий является увеличение разности давлений на нижней (+) и верхней (−) поверхности крыла, необходимой для создания подъемной силы, даже при условии нестабильности потока, в котором находится крыло.

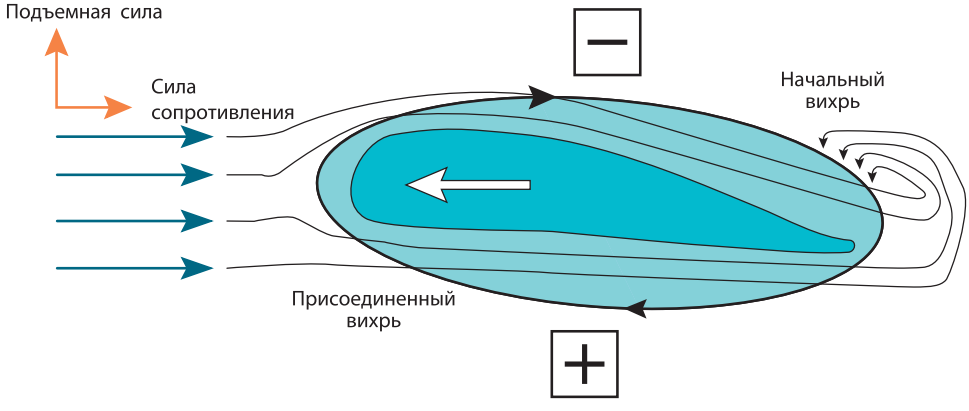


РИСУНОК 1.10 — Образование присоединенного вихря вокруг крыла

Следует отметить, что присоединенный вихрь не является физически реальным явле-

нием, т. е. в действительности вокруг крыла не циркулирует описанный выше слой воды. Тем не менее сила, которая приводит к образованию начального вихря, должна вызывать появление противоположной силы равной величины. Эта противодействующая сила действует подобно присоединенному вихрю и повышает разность давлений на нижней и верхней поверхностях крыла так же, как если бы вихрь, циркулирующий вокруг крыла и направленный противоположно начальному вихрю, существовал в действительности. Противодействующая сила будет увеличивать разность давлений на нижней (+) и верхней (−) поверхностях крыла до тех пор, пока не произойдет отрыва начального вихря. Обычно отрыв вихря происходит в виде бурлящей массы молекул воды при внезапном изменении направления, скорости движения и/или угла атаки крыла.

Как считает Колвин, пловцы перемещаются в воде при помощи круговых движений руками, которые вызывают образование и отрыв вихрей при каждом изменении направления движения, которое они осуществляют во время подводной части гребка. По его мнению, опытные пловцы умело манипулируют формированием и отрывом вихрей, контролируя форму и движения своих конечностей для создания движущей силы с помощью механизма двух типов: *крыло* и *летящее кольцо*. Колвин был уверен в том, что механизм крыла используется для создания движущей силы в первой фазе гребка под водой, тогда как механизм летящего кольца пловец чаще всего использует для движения вперед во второй половине гребка. Колвин также предположил, что механизм летящего кольца используется пловцом для создания движущей силы при изменении направления движения ног в вертикальной плоскости. Рассмотрим предлагаемые механизмы создания движущей силы пловцом более детально.

Поступательное движение вперед с использованием механизма крыла. В этом случае поступательное движение является результатом действия подъемной силы, образующейся при возникновении начального вихря и существующей до момента его отрыва. Чтобы предотвратить преждевременный отрыв вихря, поток жидкости, проходящей мимо кисти, должен быть стационарным. Считается, что опытные пловцы могут формировать такой стационарный поток, внимательно ориентируя кисти в начале подводной части гребка. После формирования такого потока пловец поддерживает его осторожным ускорением движения и изменением положения кистей, чтобы не дать ему оторваться. Однако он может поддерживать стационарный поток вокруг кисти только в течение небольшой части гребка, поскольку его руки постоянно изменяют направление и скорость своего движения, а также угол атаки. Следовательно, при существенных изменениях направления, скорости и угла атаки рук начальный вихрь отрывается, а на его месте образуется новый. Как считает Колвин, квалифицированные пловцы отличаются от менее квалифицированных умением контролировать движения рук так, чтобы в определенной фазе гребка сохранять начальные вихри и затем в нужное время отрывать их.

Механизм летящего кольца. Формирование движущей силы с использованием этого механизма происходит в основных переходных точках подводного гребка, когда происходит отрыв начального вихря. Вода, которая отталкивается конечностями назад после резкого изменения скорости и направления движения или угла атаки, порождает противодействующую силу равной величины, которая придает пловцу ускорение вперед. Пример того, как это явление предположительно может увеличивать движущую силу в плавании, показан для пловца стилем кроль на груди (рис. 1.11).

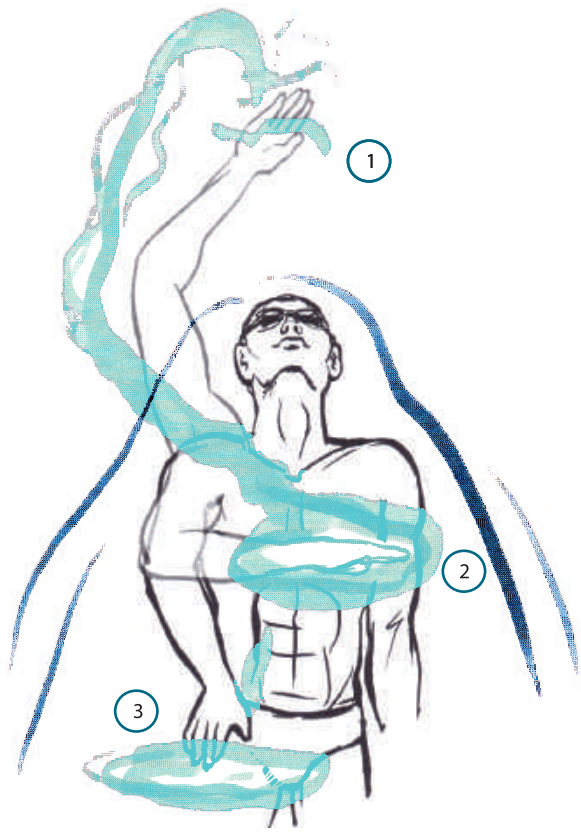


РИСУНОК 1.11 — Пример использования механизма летящего кольца для создания движущего усилия человеком, плывущим способом кроль на груди, в момент завершения фазы отталкивания руками

Адаптировано из Kolwin, 1984

На рисунке пловец выполняет фазу отталкивания подводной части гребка руками. Когда он меняет направление движения кисти в начале этой фазы, то это приводит к образованию начального вихря, который перемещается за его кистью до момента ее замедления перед выходом на поверхность. В этот момент начальный вихрь отрывается назад, в результате чего происходит увеличение скорости поступательного движения пловца.

В основу теории вихрей положены законы аэродинамики. Если данная теория действительно объясняет образование движущей силы в плавании, то это означает, что подъемная сила вносит существенный вклад в поступательное движение пловца даже в случае отрыва пограничного слоя. К сожалению, проверка данной теории сопряжена с рядом трудностей.

Основная проблема, связанная с подтверждением этой теории, состоит в необходимости выяснения вопроса о возможности формирования присоединенного вихря вокруг кистей и стоп пловца при выполнении ими гребка. Если пловец не может поддерживать присоединенный вихрь даже в течение небольшого промежутка времени, увеличение подъемной силы под его влиянием и отрыв вихря не позволят создавать движущую силу с помощью механизмов крыла и летящего кольца.

В воде в процессе движения рук и ног пловца, несомненно, образуются вихри. Тем не менее нет никакой уверенности в том, что эти сопровождающие пловца массы турбулентной воды представляют собой возникающие и отрывающиеся присоединенные вихри. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что присоединенные вихри не возникают вокруг столь малых и слабо обтекаемых объектов, как руки и кисти пловца. Для возникновения присоединенного вихря требуется время и то, что пограничный слой отрывается сразу же после прохождения вдоль кисти пловца, ставит под сомнение образование за это время начального вихря, который затем сформирует присоединенный вихрь.

Характер изменения скорости центра масс пловца также ставит под сомнение эффективность механизмов крыла и летящего кольца в создании движущей силы. Если бы эти механизмы реально действовали, то изменение направления и скорости движения конечностей во время гребка приводило бы к ускорению движения пловца вперед. Однако наблюдение за центром масс показывает, что в эти моменты движение тела пловца в действительности замедляется.

Общим для всех способов плавания является то, что тело ускоряется до максимальной скорости в середине каждой фазы отталкивания гребка руками и замедляется ближе к ее концу. Единственным исключением из этого общего наблюдения является изменение скорости в конце гребка в баттерфляе, кроле на спине и кроле на груди.

Третий закон Ньютона

Доказательства того, что закон Бернулли не имеет никакого отношения к движущей силе в плавании, достаточно красноречивы. Я также уверен, что накопленные к настоящему времени экспериментальные данные не подтверждают мысли о том, что поступательное движение пловца вперед является результатом образования и отрыва вихрей. Вероятно, для объяснения движения пловца вперед наиболее логично применить третий закон Ньютона.

Противодействующая сила возникает, когда пловец отталкивает воду руками наискосок назад и создает движущую силу, перемещающую его тело вперед. Эта противодействующая сила является сочетанием подъемной силы и силы сопротивления, создаваемых руками пловца, однако имеются причины, которые мы обсудим позже, объясняющие, что пловцы не отталкивают воду прямо назад.

Однако я считаю, что отталкивание воды в направлении преимущественно назад создает движущую силу, ускоряющую движение тела пловца вперед. Несмотря на то что я пришел к этой теории поступательного движения в плавании после нескольких лет исследований, я не могу гарантировать, что она позволяет убедительно объяснить все аспекты поступательного движения пловца в воде. Тем не менее в настоящий момент она является наиболее логичным объяснением, построенным на основе накопленных экспериментальных данных.

Вопросы, связанные с теорией поступательного движения в плавании, основанной на третьем законе Ньютона

Есть несколько вопросов, на которые необходимо дать ответ прежде, чем перейти к изложению моей точки зрения о том, что законы движения Ньютона объясняют создание движущей силы в спортивном плавании.

Первый вопрос касается основных причин латеральных и вертикальных движений рук пловца почти во всех способах спортивного плавания.

? ***Почему движения рук пловца при гребке криволинейны, если его цель оттолкнуть воду назад?***

Это вполне логичный вопрос, возможно, наиболее важный, который мне пришлось решить прежде, чем я признал, что поступательное движение в плавании является результатом отталкивания воды руками назад. Прямое движение руками назад, казалось бы, является наиболее эффективным способом создания наибольшего движущего противодействия, тем не менее практически в каждом способе спортивного плавания гребок включает латеральные и вертикальные движения руками, которые по амплитуде равны или даже превышают движения назад. После внимательного изучения данного вопроса я убедился, что могу дать убедительные объяснения такого характера гребковых движений в плавании. Я приведу их в следующих подразделах.

Криволинейная траектория, вероятно, увеличивает длину самого гребка и суммарную движущую силу, создаваемую при выполнении гребка.

Вероятно, наиболее убедительное объяснение криволинейной траектории гребка было представлено Дж. Каунсилменом (Counsilman, 1977), когда он показал, что пловец при гребке перемещает руки по S-образной траектории, чтобы вывести их из слоев воды, движение которых назад уже было ускорено, в те слои, которые движутся с меньшей скоростью и которые можно оттолкнуть назад с меньшими усилиями. Таким образом, отталкивание от нескольких слоев медленно движущейся воды должно позволить пловцу увеличить длину гребка при меньшей частоте гребка и меньших затратах мышечной силы.

Вы можете задать вопрос, не будут ли латеральные и вертикальные компоненты гребкового движения уменьшать величину движущей силы, которую они позволяют создать, по сравнению с простым отталкиванием воды назад. На самом деле, криволинейные гребковые движения позволяют увеличить количество отталкиваемой назад воды и уменьшить величину мышечной работы, выполняемой за полный цикл гребка, и в то же время приводят лишь к незначительному снижению движущей силы в каждой фазе гребка. Это Бикслер показал на компьютерной модели предплечья и кисти (Bixler, 1999). Он рассчитал, что движущая сила, создаваемая пловцом с помощью криволинейного гребка, лишь немного меньше движущей силы, создаваемой при прямом отталкивании воды назад. Рассчитанные Бикслером различия в величине движущей силы для прямого гребка назад и двух криволинейных гребков показаны на рисунке 1.12. Для каждого столбца указаны угол гребка и угол атаки кисти, кроме того, рядом с диаграммой приведена схема, иллюстрирующая эти показатели. На схемах показан вид снизу правой кисти спортсмена, плывущего способом кроль на груди, в средине гребка под туловищем. Поскольку на рисунке кисть изображена в зеркальном отражении, можете воспроизвести гребок своей правой рукой.

По сравнению с прямым гребком назад (гребок под углом 0° с углом атаки кисти 90°) при изменении угла гребка до 30° и угла атаки до 75° движущая сила снижалась всего на 2 ньютона (Н) (65 и 63 Н соответственно). При изменении угла гребка до 45° и угла атаки до 60° движущая сила снижалась всего на 8 Н (65 и 57 Н соответственно).

При выполнении гребкового движения от начала и до конца по прямой значительно сокращается длина гребка. При этом пловцу приходится затрачивать больше усилий для необходимого ускорения движения предплечий и кистей назад, чтобы сохранить опору о воду, которую они привели в движение. Из-за короткой длины гребка и необходимости быстрого ускорения движения рук (т. е. темпа движений) продолжительность гребка также уменьшится. Поэтому пловцы при

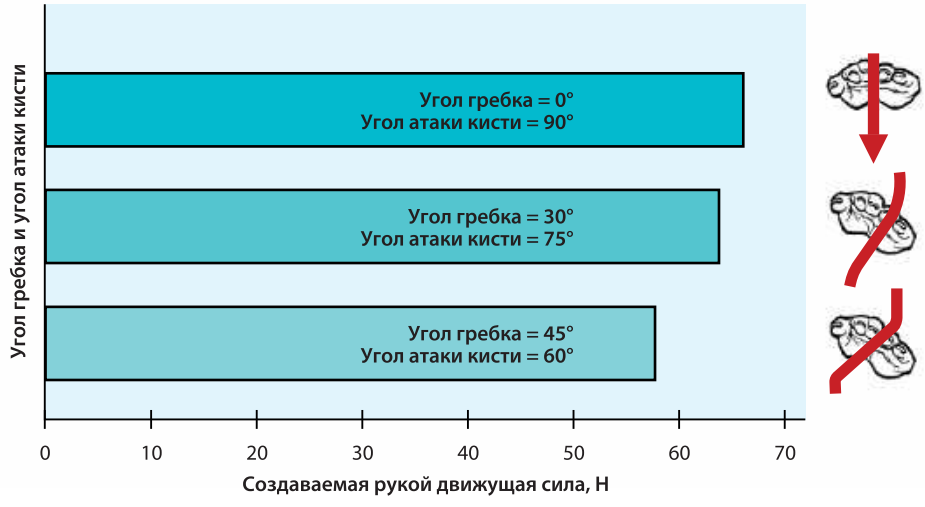


РИСУНОК 1.12 — Различия в величине движущей силы, создаваемой при прямом гребке и двух криволинейных гребках

Адаптировано из Bixler, 1999

каждом гребке будут проплывать только небольшое расстояние и для достижения необходимой соревновательной скорости им придется существенно повысить темп гребков. Следовательно, можно заключить, что по сравнению с прямым гребком назад более длинный криволинейный гребок с меньшими затратами мышечной силы компенсирует те незначительные потери движущей силы, которые могут при этом произойти. Если в соответствии с предположениями Бикслера (Bixler, 1999) уровень движущей силы, создаваемой пловцом при криволинейном гребке, почти не отличается от уровня движущей силы при прямом гребке, то использование первого варианта будет вполне обоснованным. Это позволяет пловцу сохранить значительный уровень энергии при увеличении длины гребка и сокращении темпа движений, даже если это и придется компенсировать небольшим уменьшением движущей силы. Однако, возможно, количество движущей силы, создаваемое за один полный цикл гребка, при движении руки по более длинной криволинейной траектории будет больше силы, создаваемой при коротком прямом гребке назад.

Еще один спорный момент связан с тем, что латеральные и вертикальные гребковые движения могут увеличивать сопротивление из-за потери телом обтекаемой формы. Если это действительно так, то любые латеральные и вертикальные движения тела, которые могут потенциально увеличивать сопротивление, можно уменьшить или устранить благодаря вращению тела вдоль продольной оси в кроле на груди и на спине или волнообразным движениям тела в баттерфляе, а возможно, и в брассе. Определенные балансирующие движения руками и ногами также могут помочь удерживать прямолинейную траекторию движения пловца, поэтому суммарное увеличение поступательного движения при каждом гребке может оказаться больше, чем в случае прямого гребка назад.

Латеральные и вертикальные движения необходимы для более эффективного приложения силы продвижения.

Существуют и другие убедительные причины, которые могут объяснить использование пловцами вертикальных и латеральных движений руками при гребке. Движения руками вверх и вниз можно объяснить следующим образом. После входа руки в воду пловец, плывущий кролем на груди или кролем на спине, должен погрузить ее на достаточную глубину (примерно на 50—70 см), чтобы разместить кисть в положение захвата. После того как рука выполнила гребок, пловец должен поднять ее вверх над водой для выполнения проноса и начала следующего гребка. Поэтому пловцу и приходится выполнять движения руками вниз и вверх в различных фазах подводной части гребка.

Во время движения рук вниз в положение для захвата воды пловец не должен отталкивать воду назад руками. Он в основном отталкивает воду назад перед подниманием рук в конце гребка. Очевидно, пловец предпочитает выполнять гребковое движение назад и вверх, а не прямо назад, чтобы иметь возможность подготовить руки для выхода из воды в момент, когда он уже не сможет создавать движущую силу. В случае отталкивания воды рукой прямо назад из положения захвата в конце фазы отталкивания каждого гребка она будет оставаться на глубине 50—70 см и для ее выноса на поверхность придется затратить значительные усилия для преодоления сопротивления воды. По сравнению с гребком наискосок назад и вверх, поднимание руки прямо вверх, очевидно, будет снижать среднюю скорость, развиваемую во время гребка.

Наиболее вероятными причинами движения руки из стороны в сторону могут быть следующие. Пловцы должны перемещать руки к туловищу и от него для лучшего приложения движущей силы в разных фазах гребка. Например, пловец сможет переместить руки в положение захвата быстрее и с меньшими усилиями на преодоление сопротивления воды, если в первой половине гребка будет отводить их в сторону от туловища, а не выполнять гребок непосредственно под средней линией тела. В тех способах плавания, где это возможно, пловец должен переместить кисти под среднюю линию тела, где использование движущей силы в средине гребка будет более эффективным. И наконец, в баттерфляе и в кроле на груди пловцу необходимо вывести руки из-под туловища на поверхность для более эффективного проноса и подготовки к следующему гребку.

Движения по диагонали необходимы для преодоления инерции.

Причина выполнения пловцами гребковых движений по диагонали заключается в том, что это позволяет преодолеть инерцию движений конечностей благодаря плавному изменению направления их движения. Инерция является отражением первого закона Ньютона — закона инерции, который можно сформулировать следующим образом: часть тела, которая движется в определенном направлении, будет продолжать двигаться в том же направлении, пока

воздействие мышечной силы не заставит ее изменить свое направление движения (Hay, Reid, 1988).

Величину силы, необходимой для изменения направления движения, можно существенно снизить, если увеличить время ее воздействия. Для внезапного изменения направления от пловца требуются дополнительные мышечные усилия, связанные как с торможением движения в прежнем направлении, так и с ускорением движения в новом направлении. Кроме того, внезапные изменения направления движения конечностей приводят к возникновению у погруженного в воду тела вращательного момента, что приводит к нарушению его положения и увеличению сопротивления воды, а значит и замедлению движения пловца вперед. С другой стороны, постепенное изменение направления движения конечности на протяжении более длительного периода времени потребует меньше мышечных усилий. Добиться этого можно изменяя направление движения до его завершения в предыдущем направлении, т. е. *закругляя* движение. При выполнении движения по закругленной траектории отпадает потребность в торможении. Не требуется также резкого и значительного ускорения для увеличения скорости движения в новом направлении. Изменение направления движения можно осуществлять за счет постепенного замедления, но не полной остановки, движения в прежнем направлении и постепенного, но не резкого, ускорения в новом направлении.

? *Каким образом пловцы выполняют гребок руками в воде?*

Когда я понял, почему пловец использует криволинейную траекторию движения руками для выполнения гребка вместо прямого движения назад, возник следующий вопрос: как пловец использует руки, чтобы выполнить гребок? Этот вопрос затрагивает самую суть механизма создания движущей силы в плавании.

Пловцы перемещают воду назад краями кисти, выполняя латеральные и вертикальные движения в воде, подобно лопастям винта моторной лодки, или же отталкивают воду по диагонали назад подобно лопасти весла? Очевидно, перемещение руки наискосок назад во время фазы отталкивания включает оба типа движений. Я считаю, что описание движения руки при выполнении гребка как движение лопасти весла лучше отображает его содержание. Такое мнение объясняется тремя причинами, которые будут рассмотрены в следующих подразделах.

О *Существуют данные, убедительно свидетельствующие о том, что сила сопротивления воды по сравнению с подъемной силой имеет больший вклад в создание движущей силы пловцом.*

Движение пловца происходит в результате совместного действия силы сопротивления и подъемной силы. Вас, возможно, заинтересует, зачем нужно знать, какой вклад имеет каждая сила. От того, какая сила является ведущей в создании движущего усилия, зависят особенности гребкового движения. В случае преобладания вклада подъемной силы пловец должен выполнять широкие латеральные и вертикальные движения руками, как гребным винтом, с минимальным содержанием движений, направленных назад. Иначе говоря, пловец для перемещения в воде должен грести руками, как гребным винтом. И наоборот, в случае преобладания вклада силы сопротивления, в чем я уверен, пловец во время фазы отталкивания при выполнении гребка должен затрачивать свои усилия на перемещение рук назад при отталкивании от воды. Иными словами, он должен использовать руки как весла, чтобы опираться ими о воду, даже если гребковое движение и содержит по необходимости некоторые латеральные и вертикальные компоненты. Принимая во внимание все сказанное выше, я познакомлю вас с результатами исследований, которые послужили основой моей убежденности в том, что пловцы используют руки как весла для отталкивания от воды.

О *Исследования подъемной силы и силы сопротивления с использованием моделей кисти.*

Подъемная сила и сила сопротивления — векторные величины, поскольку они обладают направленностью и величиной. Обе эти величины можно достаточно точно изобразить, чтобы оценить их вклад в создание движущей силы. Оценка направления силы сопротивления и подъемной силы, создаваемых пловцом в различных фазах гребка руками, не представляет особых трудностей. Сила сопротивления действует в направлении, противоположном направлению движения руки, а подъемная сила — перпендикулярно направлению действия силы сопротивления. Сложность заключается в определении величины этих двух сил.

Величину каждой из сил обозначают длиной соответствующих векторов. Если подъемная сила больше силы сопротивления, ее вектор будет нарисован длиннее, пропорционально различию между величинами обеих сил. Если же преобладает сила сопротивления, то вектор

этой силы будет длиннее. На рисунке 1.13 показаны векторные диаграммы (*а*) движущей силы, в которой преобладает вклад подъемной силы, и (*б*) движущей силы с преобладанием силы сопротивления. Наша точка зрения состоит в том, что преобладает вклад силы сопротивления; квалифицированный пловец интуитивно выбирает направление гребкового движения и угол атаки так, чтобы создавать максимально возможное движущее усилие, и при этом использует предплечья и кисти в качестве весел, чтобы отталкиваться от воды.

Существует несколько доказательств, свидетельствующих, что пловец выбирает такие сочетания характера гребка и угла атаки кисти, которые позволяют максимально увеличить вклад силы сопротивления в создаваемую им движущую силу. Одним из способов, позволяющих этого добиться, является использование большого угла атаки кисти во время фазы отталкивания при выполнении гребка руками. При большом угле атаки сила сопротивления превышает подъемную силу. Это было показано в нескольких исследованиях на моделях кисти, размещавшихся в гидродинамическом канале или перемещавшихся в воде с различным углом атаки. Результаты одного из таких исследований представлены в виде графика на рисунке 1.14 (Schleihauf, 1979).

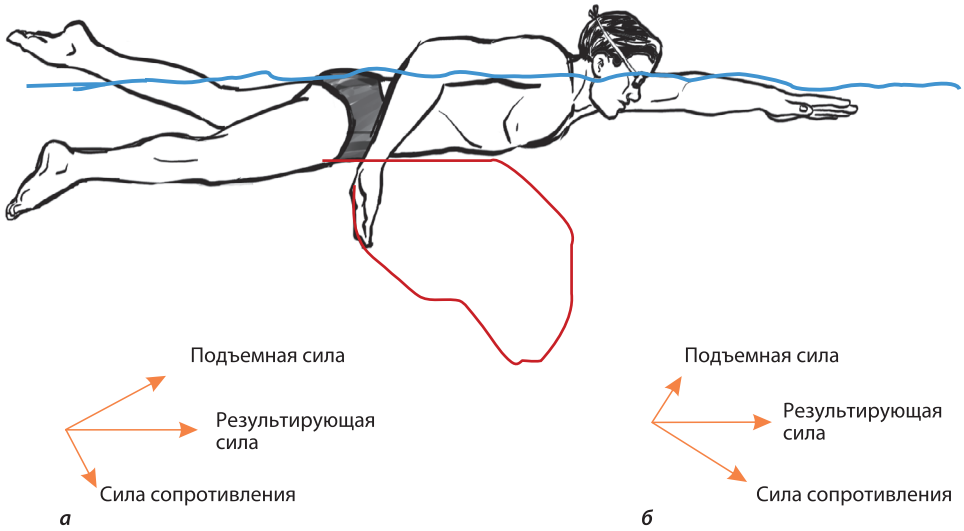


РИСУНОК 1.13 — Примеры создания движущей силы с преобладанием подъемной силы и силы сопротивления при гребке в плавании способом кроль на груди: *а* — векторная диаграмма движущей силы с преобладанием подъемной силы; *б* — векторная диаграмма движущей силы с преобладанием силы сопротивления

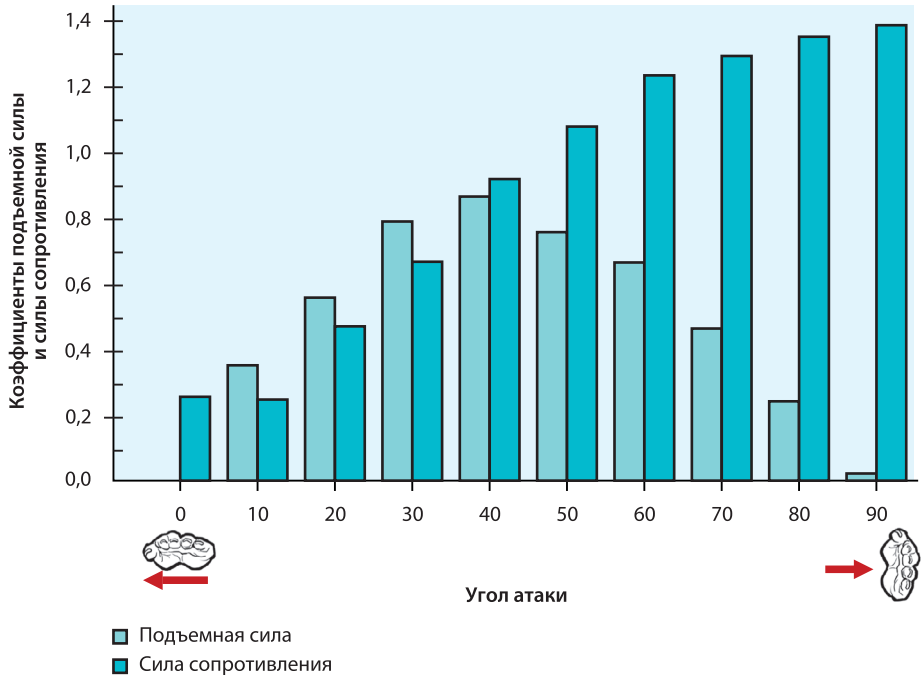


РИСУНОК 1.14 — Коэффициенты подъемной силы и силы сопротивления, измеренные с помощью модели кисти, погруженной в гидродинамический канал. Приведенные коэффициенты представляют собой средние величины, рассчитанные для полного диапазона углов стреловидности при различных углах атаки от 0 до 90°

Адаптировано из Schleihauf, 1979

Исследователь размещал модель кисти в гидродинамическом канале и пропускал в нем воду с постоянной скоростью 2,13 м · с$^{-1}$. Он повторял эксперимент 10 раз, варьируя угол атаки кисти от 0 до 90°. Кроме того, для моделирования различных гребковых движений кисти он располагал ее в нескольких различных положениях: вода проходила через кисть от большого пальца к мизинцу, от мизинца к большому пальцу, от кончиков пальцев к запястью и от запястья к кончикам пальцев. Такая ориентация руки по отношению к направлению потока

воды называется *углом стреловидности*. График на рисунке 1.14 показывает для каждого угла атаки средние коэффициенты подъемной силы и силы сопротивления, которые создаются при всех углах стреловидности.

Обратите внимание, что при изменении угла атаки в диапазоне от 0 до 30° коэффициент выше для подъемной силы. При угле атаки 40° коэффициенты подъемной силы и силы сопротивления почти равны, а при больших углах атаки преобладает коэффициент силы сопротивления. Существуют данные, которые будут приведены ниже, доказывающие, что большинство квалифицированных пловцов, участвующих в исследовании, в фазе отталкивания в трех из четырех спортивных стилей используют угол атаки в диапазоне от 50 до 70°. Кроль на груди — это единственное возможное исключение, хотя я уверен, что дополнительные экспериментальные данные позволят установить, что большинство спортсменов при плавании кролем на груди также используют большие углы атаки кисти. Таким образом, складывается впечатление, что пловцы предпочитают использовать углы атаки, которые позволяют создать максимальную силу сопротивления, но не подъемную силу.

О *Измерение абсолютных значений подъемной силы и силы сопротивления.*

Еще одна причина уверенности в том, что пловцы интуитивно увеличивают до максимума вклад силы сопротивления, связана с тем, что коэффициенты, возможно, являются не лучшим способом для оценки относительного вклада подъемной силы и силы сопротивления в движущую силу. Большой коэффициент не всегда означает воздействие большой силы (Bixler, 1999). В конце концов, коэффициенты — это только показатели, которые показывают обтекаемость конкретного объекта для создания подъемной силы или снижения силы сопротивления. Поэтому изучение реальных значений силы сопротивления и подъемной силы, создаваемых при каждом угле атаки, должно дать более четкое представление о роли каждой из этих сил в поступательном движении в плавании. В трех независимых исследованиях были приведены результаты оценки силы сопротивления и подъемной силы (Cappaert, 1992; Berger et al., 1995; Bixler, 1999), которые являются более чем убедительным доказательством того, что сила сопротивления является основной движущей силой плывущего человека.

С помощью модели кисти, погруженной в поток воды, имеющий скорость от 0,3 до 3 м · с$^{-1}$, Бергер, де Гроот и Холландер показали, что абсолютные значения силы сопротивления, создаваемой моделью, значительно превышают подъемную силу *при всех углах атаки*. Значения силы сопротивления оказались более чем в 2 раза выше значений подъемной силы даже при углах атаки в диапазоне от 20 до 40°, а при больших углах атаки сила сопротивления превышала подъемную силу более чем в 3 раза.

Во втором исследовании Каппаерт погружала модель кисти руки в плавательный канал под различным углом атаки при скорости потока воды 1; 1,5 и 2 м · с$^{-1}$. Автор не сообщает абсолютных значений для силы сопротивления и подъемной силы при каждом угле атаки. Вместо этого она приводит усредненные значения для всех углов атаки. Результаты этого исследования показывают, что сила сопротивления примерно в 6 раз больше подъемной силы при использованных углах атаки (17,5 Н для силы сопротивления по сравнению с 3,2 Н для подъемной силы).

Кроме того, Бикслером были выполнены расчеты значений силы сопротивления и подъемной силы с помощью компьютерной модели кисти при различных углах атаки. Сила сопротивления значительно превышала подъемную силу по величине при всех углах атаки, когда кисть входила в воду большим пальцем вперед. Суммарная сила сопротивления для кисти и руки возрастала примерно от 30 Н до более 60 Н при увеличении угла атаки от 0 до 75°, тогда как подъемная сила в том же диапазоне значений угла атаки изменялась от 20 до 30 Н. В случае, когда кисть была расположена мизинцем навстречу потоку, величины силы сопротивления и подъемной силы были практически такими же, однако подъемная сила в этом случае была несколько больше. Сила сопротивления при углах атаки от 0 до 75° составляла 35—50 Н, а подъемная сила — 25—34 Н.

И наконец, Бикслер произвел расчеты движущей силы, которую может создавать его модель при различных углах атаки. Он подсчитал, что если начало движения кисти при гребке происходит большим пальцем вперед, то вклад силы сопротивления в движущую силу составляет около 70 % при всех углах атаки, чаще всего используемых пловцами. Однако его расчеты также показали, что если движение кисти выполняется мизинцем вперед, то подъемная сила и сила сопротивления имеют почти равный вклад в результирующую движущую силу. Результаты Бикслера показывают также, что наибольшую движущую силу пловец может развивать, используя угол атаки кисти в диапазоне от 60 до 90°, когда руки почти перпендикулярны направлению гребка.

Все три проанализированные работы показывают, что при измерении абсолютных величин силы сопротивления и подъемной силы, первая в несколько раз превышает последнюю. Исследо-

вание Бикслера оказалось единственным, в котором был сделан вывод о том, что подъемная сила может играть преобладающую роль в движении пловца, но только в тех случаях, когда при выполнении гребкового движения кисть ориентирована мизинцем вперед. Однако в спортивном плавании существует один из немногих примеров, когда спортсмен выполняет гребок кистью, ориентированной мизинцем вперед, в частности, почти в самом конце гребка при плавании кролем на спине. При плавании способом кроль на груди или баттерфляй, когда пловец выводит руки из-под туловища почти в самом конце подводной части гребка, он выполняет движение руками таким образом, что кисть ориентирована вперед по ходу ладонью, а не мизинцем. В баттерфляе и кроле на груди, при отведении рук в стороны в первой части гребка, пловцы обычно ориентируют кисть так, чтобы впереди по ходу движения находились кончики пальцев, а не мизинец.

Измерение величины подъемной силы и силы сопротивления в нестационарном потоке.

При рассмотрении результатов описанных выше исследований следует помнить о том, что они выполнялись в условиях стационарного потока воды. В работах Шлейхауфа и Каппаерт модель кисти помещали в неподвижном положении под различными углами атаки в потоке воды, имевшем постоянную скорость движения. В исследовании Берга и его коллег модель руки перемещали в воде с постоянной скоростью, не изменяя угол стреловидности и угол атаки кисти. В работе Бикслера компьютерную модель предплечья и кисти располагали неподвижно с постоянными углами стреловидности и атаки в потоке жидкости, проходящем вдоль нее.

Использование результатов оценки сил, действующих на кисть в условиях стационарного потока воды, для описания сил, возникающих при движении руки, имеет два существенных недостатка. Один из них заключается в том, что в реальных условиях плавания поток воды вокруг предплечья и кисти пловца никогда не бывает стационарным. Рука и вода никогда не перемещаются с постоянной скоростью, а всегда ускоряются или замедляются. Кроме того, различные участки руки движутся в воде с разной скоростью, в зависимости от того, на каком расстоянии они находятся от плечевого сустава, который является центром вращения руки. Все эти отличия также приводят к тому, что вода вокруг руки движется с разной скоростью.

Второй недостаток связан с тем, что реальный гребок имеет сложную трехмерную траекторию. Конечности пловца не перемещаются в воде с постоянной скоростью и постоянным углом атаки. При каждом гребке они несколько раз меняют направление движения и угол атаки. Постоянное изменение направления движения, требующее учета величины движений вниз, вверх, внутрь и наружу, в сочетании с почти бесконечным количеством комбинаций углов гребка, углов атаки кисти и изменениями скорости в течение одного гребка, существенно затрудняет моделирование реального движения руки пловца при гребке в гидродинамическом канале.

Учитывая эти недостатки, Тейер (Thayer, 1990) попыталась воспроизвести реальные движения пловца при гребке с помощью модели руки с механическим приводом, чтобы измерить силу сопротивления и подъемную силу в условиях нестационарного водного потока. Для этого она присоединила к модели руки 127 датчиков давления. Модель перемещали в воде, моделируя изменения угла атаки и угла гребка руки пловца в различных фазах гребка в кроле на груди. При движении в воде модель руки постоянно изменяла свое направление и угол атаки, почти так же, как и настоящая рука во время плавания. Вследствие этого скорость и турбулентность потока воды, окружающей модель, постоянно менялись, благодаря чему были воссозданы условия нестационарного потока.

Помимо сбора данных в экспериментах с движущейся моделью руки Тейер также выполнила с той же моделью измерения подъемной силы и силы сопротивления в стационарном потоке воды, используя методики Шлейхауфа и Каппаерт. После этого она сравнила результаты измерений в условиях стационарного и нестационарного потока воды (рис. 1.15).

При сравнении силы сопротивления и подъемной силы установлено, что сила сопротивления, создаваемая движущейся моделью руки, на 10—20 Н превышает силу сопротивления, создаваемую той же рукой в стационарном потоке воды. И наоборот, подъемная сила, создаваемая движущейся моделью руки в средней части гребка, была ниже по сравнению с подъемной силой, создаваемой этой же моделью при тех же углах атаки и стреловидности в стационарном потоке воды. Лишь в конце гребка подъемная сила, создаваемая движущейся моделью руки, немного превышала подъемную силу модели в стационарном потоке. Обобщая все эти данные, можно сказать, что по сравнению с моделью руки, помещенной в стационарный поток воды, модель, воспроизводящая реальные движения пловца при гребке, создает значительно большую силу сопротивления во всех фазах подводной части гребка и значительно меньшую подъемную силу в средней части гребка. Эти результаты пока-

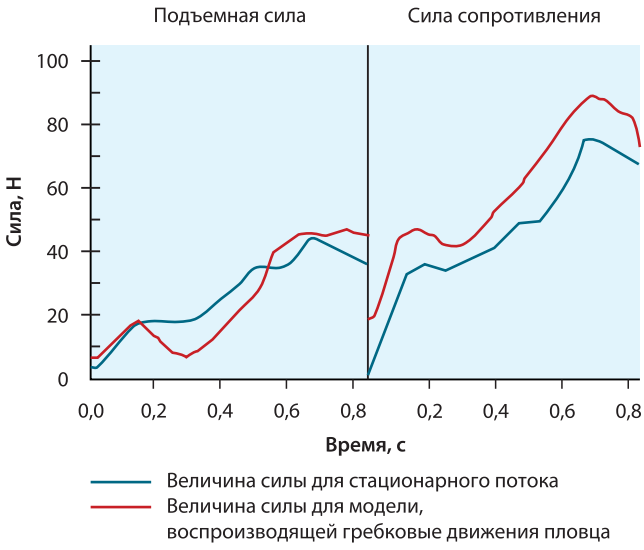


РИСУНОК 1.15 — Сравнение значений силы сопротивления и подъемной силы, создаваемых моделью руки, воспроизводящей гребковые движения пловца, а также руки, помещенной в стационарный поток воды

Адаптировано из Thayer, 1990

зывают, что сила сопротивления, создаваемая пловцом в реальных условиях, превышает силу сопротивления, создаваемую моделью руки, двигающейся в воде с постоянной скоростью и углом атаки или помещенной в стационарный поток воды. Иначе говоря, сила сопротивления, создаваемая пловцом в реальных условиях, может значительно превышать силу сопротивления, полученную в условиях эксперимента с использованием модели руки.

Сила сопротивления, создаваемая моделью руки в исследованиях Тейер, в 2—3 раза превышала подъемную силу во всех фазах смоделированного гребка. Таким образом, в реальных условиях пловец создает рукой силу сопротивления, которая может в 2—3 раза превышать по величине создаваемую им подъемную силу.

Динамика скорости пловца показывает, что движение его тела ускоряется только в момент перемещения рук назад.

Принято считать, что предплечья и кисти пловца при выполнении гребка в воде не перемещаются назад или перемещаются незначительно. В связи с этим логично возникает вопрос: «Как же пловец может отталкивать воду назад, не перемещая при этом назад руки?» Ответ на него состоит в том, что руки пловца все-таки перемещаются назад, по крайней мере, в фазе отталкивания.

Мнение о том, что рука пловца во время гребка не перемещается назад, сформировалось на основании схем траектории гребка, одна из которых показана на рисунке 1.16. Вид сбоку движения кисти во время гребка при плавании кролем на груди изображен относительно фиксированной точки в бассейне. Видно, что выход руки из воды происходит дальше того места, где она вошла в воду. Схемы подобного рода оказали заметное влияние на тех исследователей, кто пришел к точке зрения, в соответствии с которой подъемная сила является основной движущей силой в плавании. Эти схемы были определенным новшеством, и было непонятно, какая часть траектории гребка соответствует фазе отталкивания, а какая — нет. Вследствие этого многие восприняли тот факт, когда рука выходит из воды дальше того места, где она в нее входит, как доказательство того, что пловец не отталкивается руками назад во время гребка.

В действительности рука осуществляет пронос вперед до входа в воду, когда другая рука завершает гребок. Затем она движется вниз и вперед до точки захвата, после которой пловец начинает ускорять свое движение вперед. Оба эти процесса приводят к тому, что кисть выходит из воды несколько дальше точки входа, прежде чем пловец действительно начнет ускорять движение вперед при помощи гребка рукой. При рассмотрении этого момента на траектории гребка видно, что кисть на самом деле движется по диагонали назад какое-то время, прежде чем выйдет из воды.

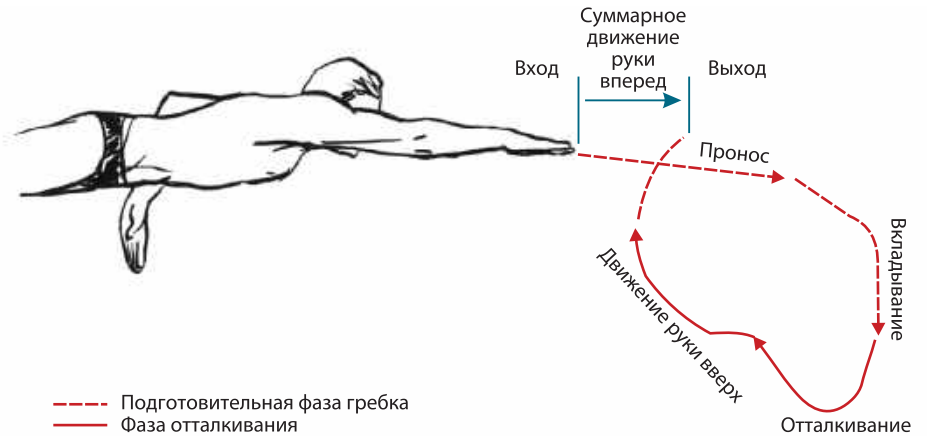


РИСУНОК 1.16 — Вид сбоку траектории гребка с указанием точек входа руки в воду и ее выхода из воды

Адаптировано из Schleihauf, 1997

Если траекторию гребка, представленную на рисунке 1.16, совместить с динамикой скорости центра масс пловца, то станет видно, что ускорение тела во время гребка происходит только тогда, когда рука движется назад. В верхней части рисунка 1.17 показан вид сбоку траектории подводной части гребка левой рукой Кирена Перкинса по отношению к неподвижной точке в бассейне; график в нижней части рисунка показывает скорость движения вперед во время выполнения гребка по результатам записи его рекордного заплыва на 1500 м во время Игр XXV Олимпиады 1992 г.

После завершения фазы отталкивания правой рукой скорость Перкинса снижается. В этот момент его левая рука движется вниз и вперед. Скорость продолжает снижаться до момента, пока рука не начинает двигаться назад почти в самом конце ее опускания вниз — до точки, где он делает захват. После этого скорость его движения начинает возрастать во время средней части гребка — фазы подтягивания и до момента отталкивания, когда рука после достижения поверхности воды снова осуществляет пронос вперед.

График показывает, что ускорение движения пловца происходит не в период от момента вкладывания руки в воду и до ее выхода из воды около бедра (брасс является исключением). Он также показывает то, что я наблюдал для всех спортивных способов плавания, а именно, ускорение движения тела вперед происходит только тогда, когда руки во время гребка двигаются назад.

Графики динамики изменения скорости (рис. 1.18—1.21) иллюстрируют этот вывод и для трех других спортивных способов плавания. Они показывают, что ускорение движения пловца вперед происходит только при движении рук по диагонали назад. И наоборот, скорость движения вперед падает, если руки движутся вперед, как это происходит в начальной фазе гребка, когда предплечье и кисть перемещаются в положение для захвата, и в конце гребка, когда предплечье и кисть заканчивают фазу отталкивания непосредственно перед выходом из воды.

Графики изменения скорости были получены в результате комплексных исследований чемпионов Игр Олимпиады 1992 г. Каппаерт (Cappaert, 1993) в рамках обширного биомеханического исследования выполнения гребковых движений измерила угол атаки кисти и скорость движения пловцов, кроме того, она построила для них траектории гребка. Расчеты выполнялись на основании видеозаписей, сделанных во время выступлений спортсменов на Играх Олимпиады.

Динамика скорости движения Перкинса показана на рисунке 1.17. Графики динамики скорости плавания остальных четырех спортсменов (Александр Попов — кроль на груди, Пабло Моралес — баттерфляй, Мартин Лопес-Зуберо — кроль на спине и Майк Берроумен — брасс) для каждого спортивного способа плавания показывают связь между направлением движения руки при выполнении гребка и скоростью движения вперед.

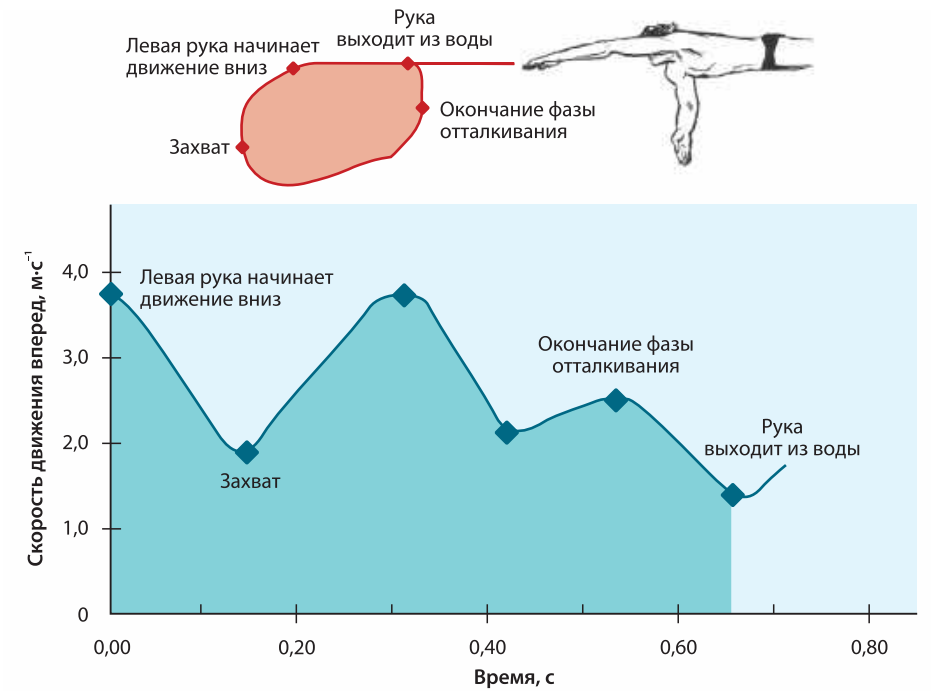


РИСУНОК 1.17 — Вид сбоку траектории гребка и график динамики скорости движения вперед во время выполнения гребка левой рукой Кирена Перкинса

Адаптировано из Cappaert, 1993

Вид сбоку траектории гребка и график динамики скорости движения руки при выполнении гребка правой рукой Александра Попова показаны на рисунке 1.18. Траекторию гребка и динамику скорости центра масс пловца определяли на основании видеоматериалов, отснятых во время соревнований на дистанции 100 м вольным стилем. Точка начала ускорения движения вперед отмечена на траектории гребка буквой А. Окончание фазы отталкивания руками отмечено на траектории

буквой В. Эти же точки отмечены на графике изменения скорости движения пловца, чтобы можно было проследить, как изменяется скорость продвижение пловца в зависимости от направления движения руки.

Как видно, ускорение движения тела вперед начинается, когда правая рука приближается к самой нижней точке траектории и, что более важно, начинает движение назад в точке А. Поступательное движение вперед продолжает ускоряться, хотя и с небольшими периодами замедления, до момента, когда рука достигает поверхности воды и прекращает движение назад в точке В при подготовке к проносу.

Такой же график и траектория движения кисти для пловца способом баттерфляй Пабло Моралеса показаны на рисунке 1.19. Эти данные получены в результате анализа видеоматериалов, отснятых во время проплывания дистанции 100 м баттерфляем на Играх Олимпиады 1992 г. Здесь фаза отталкивания также начинается в точке А и заканчивается в точке В. Руки пловца перемещаются вперед и наружу в течение короткого промежутка времени после входа в воду. Ускорение движения вперед начинается в точке А, когда руки движутся вниз и назад. Заканчивается ускорение, когда руки перестают двигаться назад в точке В и начинают выходить на поверхность.

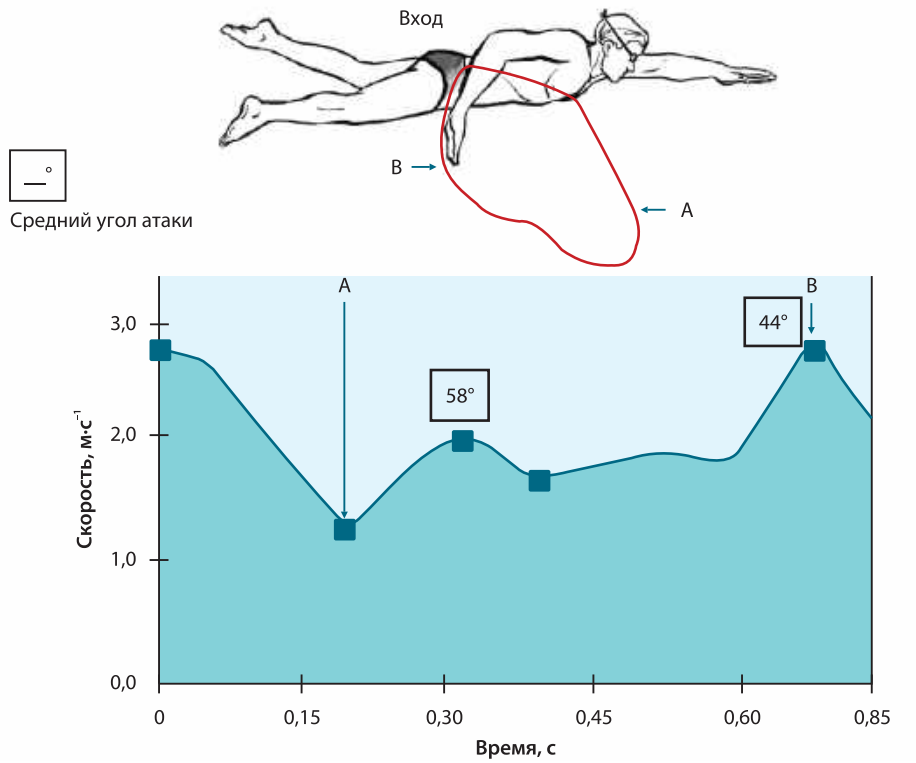


РИСУНОК 1.18 — Вид сбоку траектории гребка и график динамики скорости движения вперед при выполнении гребка правой рукой Александра Попова. Цифры над пиками скорости показывают среднюю величину угла атаки кисти для соответствующих фаз движения кисти внутрь и назад-вверх во время гребка

Адаптировано из Cappaert, 1993

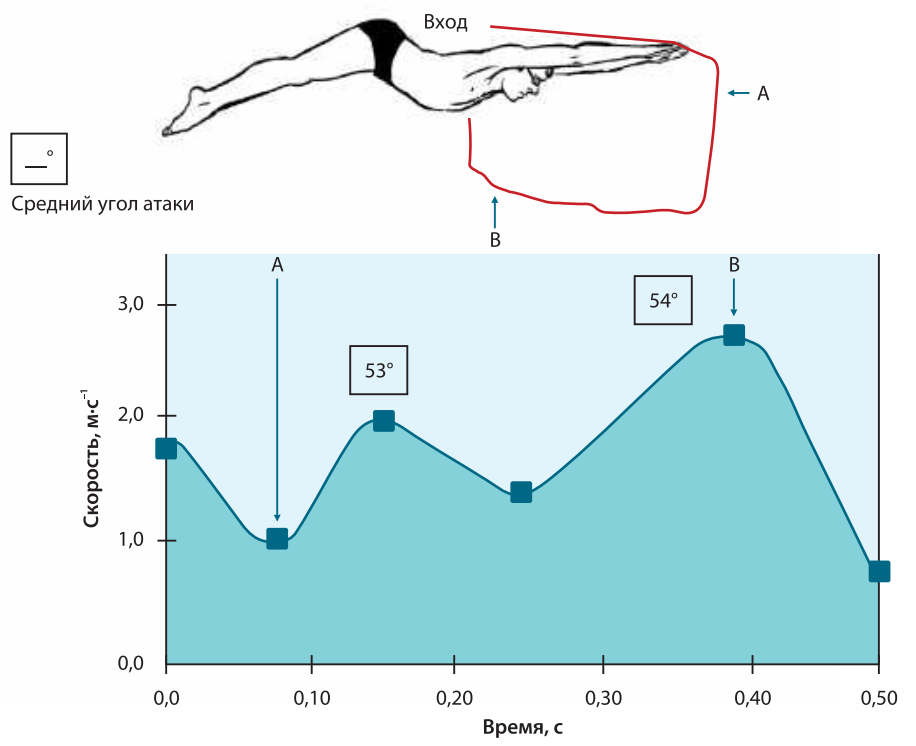


РИСУНОК 1.19 — Вид сбоку траектории гребка и график динамики скорости движения вперед для Пабло Моралеса. Цифры над пиками скорости показывают среднюю величину угла атаки кисти для соответствующих фаз гребка

Адаптировано из Cappaert, 1993

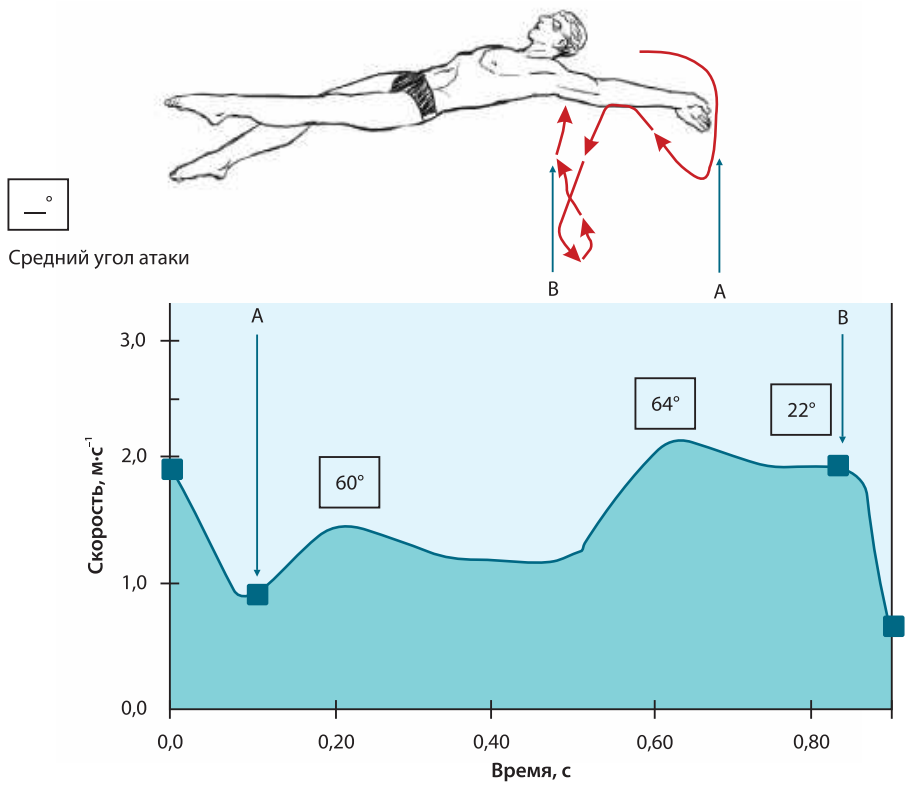


РИСУНОК 1.20 — Вид сбоку траектории гребка и график динамики скорости движения вперед при выполнении гребка левой рукой Мартина Лопеса-Зуберо. Цифры над пиками скорости показывают среднюю величину угла атаки кисти для соответствующих фаз гребка

Адаптировано из Carpaert, 1993

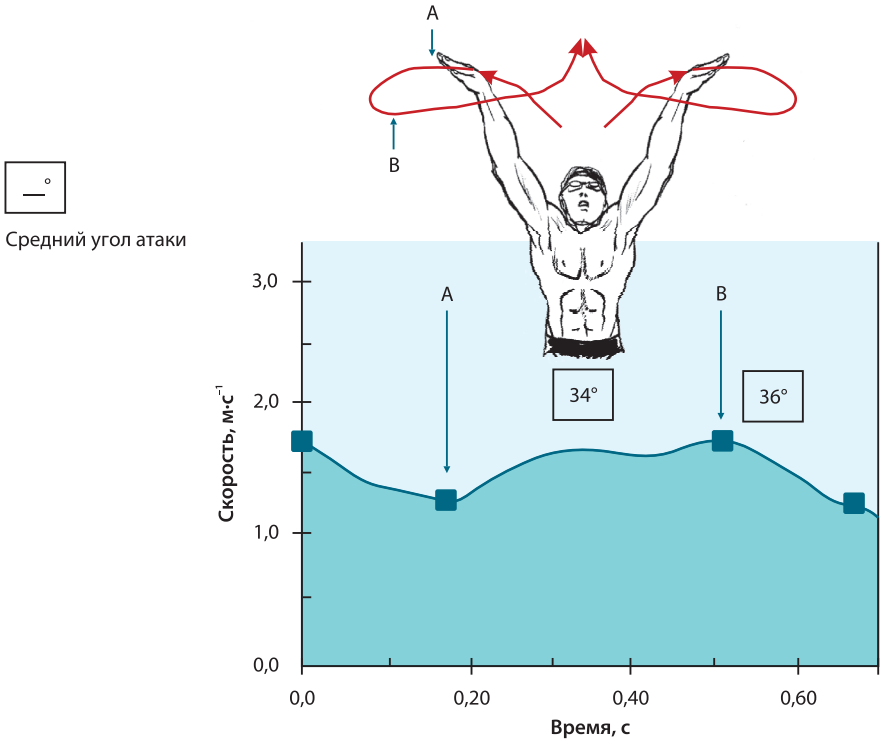


РИСУНОК 1.21 — Вид снизу траектории гребка и график динамики скорости движения вперед при выполнении гребка Майком Берроуменом. Цифры над соответствующими фазами гребка показывают среднюю величину угла атаки кисти

Адаптировано из Carpaert, 1993

Траектория гребка левой рукой и график динамики скорости центра масс для пловца кролем на спине Мартина Лопеса-Зуберо показаны на рисунке 1.20. Данные были получены во время заплыва на дистанцию 200 м кролем на спине во время Игр XXV Олимпиады 1992 г.

Движение пловца вперед начинает ускоряться в точке А, вскоре после входа руки в воду, когда кисть начинает двигаться вниз и назад. Он продолжает двигаться с ускорением, проходя три пика скорости движения, пока его рука движется по диагонали назад. Рабочие фазы подтягивания и отталкивания заканчиваются в точке В, когда рука начинает двигаться вперед и вверх к поверхности воды.

На рисунке 1.21 приведены график динамики скорости центра масс и траектория гребка рукой для пловца брассом Майка Берроумена. На рисунке показан вид снизу траектории гребка, чтобы можно было увидеть движения кисти вперед и назад. Данные были получены в результате анализа видеоматериалов, отснятых во время заплыва брассом на 200 м на Играх Олимпиады 1992 г.

Траектория гребка пловца брассом, в отличие от других способов плавания, почти перпендикулярна направлению движения пловца. Несмотря на это видно, что ускорение движения Берроумена не происходит до точки А, где его руки начинают двигаться

назад и наружу. От точки А его руки движутся наружу и назад, а затем внутрь и назад до точки В, где его движение начинает замедляться. Ускорение движения вперед происходит лишь когда руки пловца движутся назад. Обратите внимание, что во время движения рук вперед, перед началом нового цикла, движение пловца замедляется.

Эти, а также многие другие графики изменения скорости и траектории гребка, которые довелось изучать, неоспоримо свидетельствуют, что для ускорения движения тела вперед руки пловца должны двигаться по диагонали назад. Движение тела вперед замедляется в первой части гребка руками, а также ближе к его окончанию, когда руки начинают перемещение вперед. Ускорение движения происходит только в той части гребка, когда руки движутся назад, при этом не обязательно прямо назад. Различные замедления во время основной части гребка (см. участок между точками А и В на рис. 1.18—1.21) связаны главным образом с существенными изменениями направления движения предплечья и кисти пловца. Несмотря на то что во время этих изменений и сохраняется общее направление движения рук назад, скорость кисти снижается и это приводит к незамедлительному снижению скорости движения тела пловца, которое продолжается до тех пор, пока руки не начнут новое ускорение, но теперь уже в другом направлении.

Некоторые специалисты могут возразить, что пловец использует при гребке руки не как лопасти весла, а как лопасти винта моторной лодки, поскольку выполняет гребок назад по диагонали, и подъемная сила вносит ощутимый вклад в создание движущей силы в момент ускорения его движения вперед. Тем не менее тот факт, что движение пловца ускоряется только тогда, когда конечности движутся назад, означает (по крайней мере для меня), что он пытается максимально использовать силу сопротивления для создания движущей силы. Этого можно добиться за счет использования максимально возможной поверхности для отталкивания от воды. Иными словами, этого легче всего добиться, если использовать руки как весла, даже если и выполнять ими круговые движения в воде.

Еще одним подтверждением использования рук при гребке в качестве весел для создания движущей силы является тот факт, что движения, напоминающие движение гребного винта, т. е. полностью латеральные или вертикальные по своей сути и не содержащие движения назад, не ускоряют движения пловца вперед. Они показывают, что пловец начинает двигаться быстрее только тогда, когда его руки перемещаются назад.

Угол атаки кисти пловца во время гребкового движения по диагонали назад показывает, что он старается удерживать ладони в положении для отталкивания назад.

Еще одним свидетельством того, что квалифицированные пловцы используют предплечье и кисть подобно лопасти весла, а не подводного крыла, является то, что они всегда удерживают кисти и предплечья в положении для отталкивания назад, почти перпендикулярно направлению движения вперед, несмотря на то, что гребковое движение может выполняться и по диагонали (рис. 1.22). Обратите внимание, что на обоих изображениях предплечье и кисть пловца ориентированы почти перпендикулярно назад. Такое положение руки, вероятно, имеет важное значение для создания движущей силы, даже несмотря на то, что его руки движутся по круговой

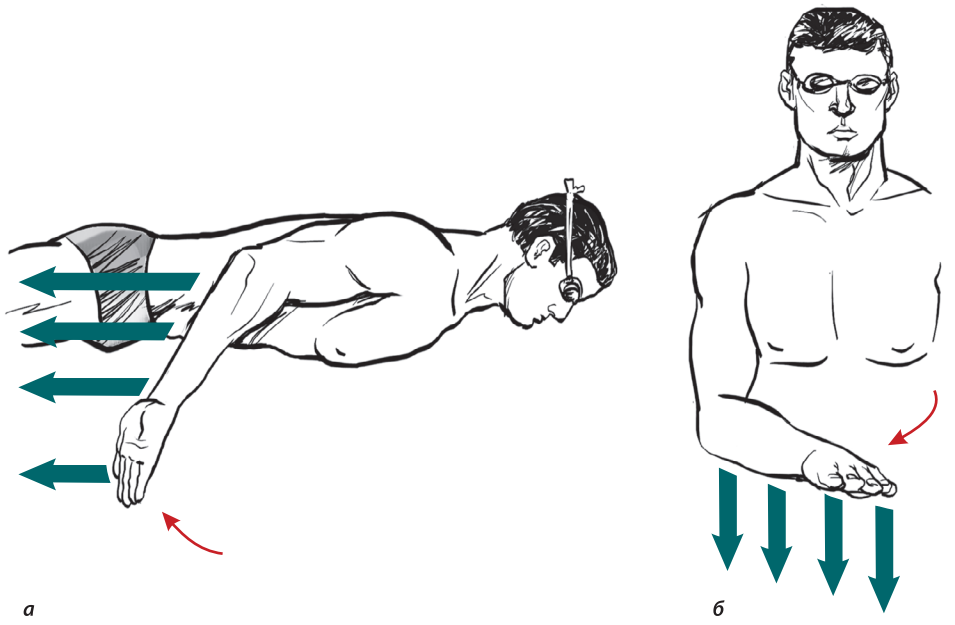


РИСУНОК 1.22 — Вид сбоку (*а*) и снизу (*б*) траектории выполнения гребка в кроле на груди. Схемы показывают, каким образом пловец отталкивает воду назад, в действительности совершая предплечьем и кистью движение вверх и наружу в направлении к поверхности. Обратите внимание, что хотя кисть и предплечье движутся по диагонали вверх (*а*) и наружу (*б*), они обращены назад

траектории. Кажется, что пловец пытается отталкивать воду предплечьем и кистью прямо назад, тогда как рука может двигаться по диагонали вверх, наружу и назад. Когда рука движется в другом направлении, пловец не отталкивает воду назад. Это происходит только тогда, когда он перемещает руку по диагонали назад.

К сожалению, ни один специалист по гидродинамике не пытался объяснить механизмы, которые могут здесь использоваться. Возможно, движения руки пловца по диагонали перемещают назад последовательные потоки неподвижных или двигающихся с небольшой скоростью молекул воды, если только такие движения содержат направленную назад составляющую, а кисть и предплечье обращены плоскостью с наибольшей площадью поверхности назад. На рисунке 1.22 этот способ перемещения воды показан стрелками за предплечьем пловца. Интересно отметить, что Бикслер пришел к аналогичному заключению в результате компьютерного моделирования сопротивления потока воды, когда он сделал вывод о том, что в широком диапазоне углов атаки единственным общим требованием для обеспечения максимальной движущей силы было расположение кисти ладонью назад (Bixler, 1999). Угол атаки кисти, определенный в реальных условиях плавания, не может быть следствием усилий пловца выполнять гребковые движения, направленные на создание максимальной подъемной силы. Вместе с тем эти усилия вполне могут быть следствием попытки сохранить ориентацию ладони и предплечья назад во время движения руки по диагонали с целью обеспечить максимальную силу сопротивления воды. Теперь я уверен, что порядок правильного определения угла атаки с соответствующим углом входа руки, предлагавшийся мной и другими исследователями, излишне усложнял обучение механике гребка. Все, что требуется от пловца на самом деле, — это во время гребка по некоторой диагонали назад удерживать кисть ладонью назад, и это поможет ему естественным образом использовать правильный угол атаки.

Простейшим для пловца способом поиска и поддержания правильного угла атаки в конкретной фазе гребка является выполнение гребка по отношению к телу по обычной S-образной траектории. Кроме того, он должен следить за положением предплечья и кисти, удерживая их почти перпендикулярно направлению движения руки по отношению к телу. Объяснить эти требования помогут схемы на рисунках 1.23 и 1.24.

На рисунке 1.23 показан вид снизу спортсменки, плывущей вольным стилем: на схеме *а* траектория гребка относительно тела спортсменки; на схеме *б* — траектория гребка относительно фик-

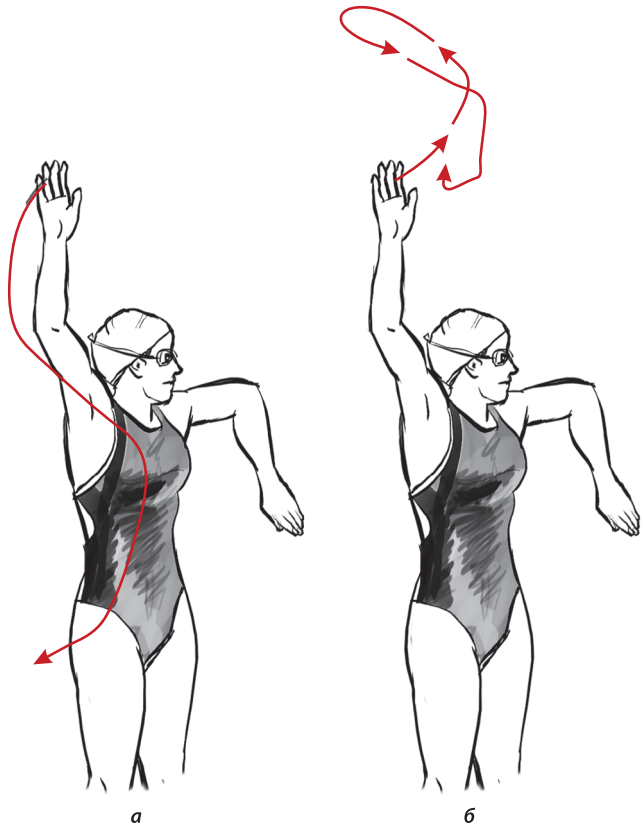


РИСУНОК 1.23 — Траектория гребка в кроле на груди, показанная относительно тела спортсменки (*а*) и относительно фиксированной точки в бассейне (*б*)

сированной точки в бассейне. Траектория на схеме *а* соответствует тому, что в действительности ощущает спортсменка при выполнении гребка. На самом деле, кисти движутся внутрь и наружу под туловищем по траектории, гораздо больше напоминающей показанную на схеме *б*. Руки перемещаются внутрь и наружу в большей степени, чем назад, поскольку тело также движется вперед, в то время как руки перемещаются наискосок назад.

Очевидно, реальная траектория гребка пловца в значительно большей степени диагональная, по сравнению с тем, что он ощущает. Следовательно, если пловец держит ладони перпендикулярно субъективно воспринимаемому направлению движения, угол атаки кисти по отношению к их настоящему направлению движения в действительности будет несколько меньше прямого. Угол атаки по отношению к реальному направлению движения рук пловца будет составлять от 40 до 70°, почти перпендикулярно к направлению их движения вперед. В итоге, они не будут перемещать так много воды вверх или в сторону, как это могло бы показаться, вместо этого они будут перемещать ее преимущественно назад.

Схемы траекторий на рисунке 1.24 помогают разобраться в этом запутанном вопросе. На них показаны те же две траектории движения, что

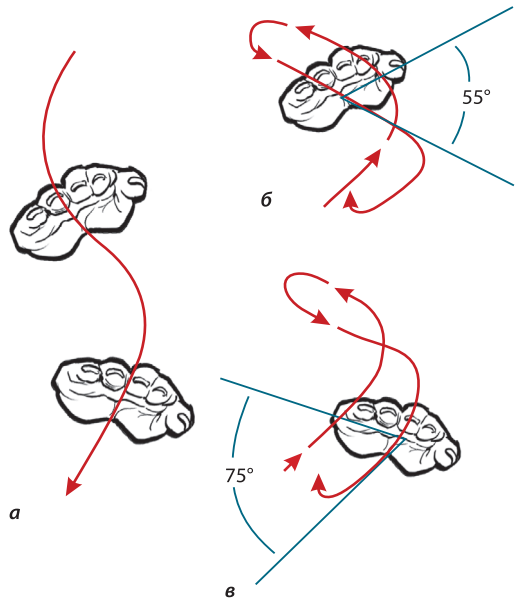


РИСУНОК 1.24 — Траектория гребка правой рукой. Показаны траектория кисти относительно тела пловца (*а*) с обозначением положения кисти в фазе гребка внутрь и наружу. Видно, что рука располагается перпендикулярно направлению своего движения. Траектории гребка на схемах (*б*) и (*в*) изображены относительно неподвижной точки в бассейне. Движение кисти внутрь во время гребка показано на схеме (*б*), а движение наружу — на схеме (*в*). Обратите внимание, что при наложении изображений кисти с траектории (*а*) на траектории (*б*) и (*в*) угол атаки уменьшается, поскольку в действительности траектория движения является более диагональной

и на рисунке 1.23, однако на этом рисунке на траекторию движения наложены изображения положения кисти. Положение кисти на рисунке 1.24, *а* отображает угол атаки кисти, который, как кажется пловцам, они используют, представляя себе траекторию движения рук относительно своего тела. Этот угол всегда прямой по отношению к субъективно воспринимаемому направлению движения кисти. Наклон кисти на позициях *б* и *в* такой же, как и на позиции *а*, однако в этом случае траектория гребка изображена относительно фиксированной точки в бассейне и представляет собой действительную траекторию движения кисти. Часть гребка, соответствующая движению кисти внутрь, показана на позиции *б*, а часть гребка, соответствующая движению вверх, — на позиции *в*. Обратите внимание, что угол атаки кисти становится меньше, если его оценивать по отношению к реальному направлению движения, полученному при изображении траектории гребка относительно фиксированной точки в бассейне.

Суть заключается в том, что, согласно кинестетическим ощущениям пловца, он движется, отталкиваясь предплечьем и кистью от воды как лопастью весла, когда они перемещаются под туловищем внутрь и наружу. Тем не менее кисть пловца никогда не располагается перпендикулярно подлинному направлению ее движения. Поэтому настоящий угол атаки всегда оказывается несколько меньшим. Следовательно, это обусловлено стремлением пловца оттолкнуть воду назад предплечьем и кистью, даже если движения его рук происходят по диагональной траектории. Пловец не может и не должен удерживать руки ладонями прямо назад. Чтобы они эффективно выполняли функцию весла, он должен слегка поворачивать кисть наружу, внутрь, вверх или вниз. Это обусловлено тем, что площадь поверхности ладони и предплечья, которая может быть использована для отталкивания от воды, будет заметно меньше, если рука будет обращена ладонью прямо назад, а не слегка повернута в сторону, куда она движется. В случае расположения кисти ладонью прямо назад, рука будет резать ребром кисти воду в боковом или вертикальном направлении либо, что еще хуже, она может оттолкнуть пальцами большое количество воды в каком-либо другом направлении, но не назад. В любом из этих случаев произойдет заметное снижение скорости движения вперед.

Чтобы быть абсолютно точным, я хочу отметить, что схемы на рисунке 1.24, *а* и *б* являются лишь примером и не представляют собой реальных траекторий гребка и углов атаки, используемых пловцами способом кроль на груди. Реальный гребок имеет трехмерную траекторию и включает вертикальные движения предплечья и кисти, которые невозможно показать, используя вид снизу. Тем не менее эти схемы достаточно точно иллюстрируют связь между углом атаки кисти и различиями между реальной и субъективно воспринимаемой траекторией гребка.

Все ответы на вопросы, касающиеся объяснения создания движущей силы с использованием третьего закона Ньютона, еще больше укрепили мое убеждение в том, что основным законом, ответственным за создание движущей силы в плавании, является закон действия-противодействия Ньютона.

Вклад предплечья в создание движущей силы в плавании

До сих пор я рассматривал движущую силу, создаваемую кистью руки. Я считаю, что предплечье и плечо являются поверхностями, которые способны эффективно создавать движущее усилие и на которые обычно не обращают внимание. Тем не менее ряд исследователей изучили возможность создания движущей силы с помощью предплечья. Одним из них стала Каппаерт

(Cappaert, 1992). Она установила, что среднее движущее усилие, создаваемое совместно предплечьем и кистью, при всех изученных углах атаки примерно на 50 % выше усилия, создаваемого одной только кистью. Хотя подъемная сила была намного меньше силы сопротивления, однако в случае использования совместно предплечья и кисти она была более чем в 2 раза выше подъемной силы, создаваемой одной кистью (рис. 1.25).

На этом рисунке показаны полученные Каппаерт данные измерений силы, создаваемой моделью кисти в потоке воды со скоростью 2 м · с$^{-1}$ и моделью предплечья в потоке воды со скоростью 1,5 м · с$^{-1}$. Такие параметры были выбраны, чтобы максимально приблизить экспериментальную модельную систему к реальным условиям. Как уже отмечалось ранее, при выполнении пловцом гребкового движения эти две части конечности перемещаются с различной скоростью, при этом кисть движется быстрее, чем предплечье. Поскольку и кисть и предплечье вращаются вокруг одного плечевого сустава, линейная скорость кисти будет больше, чем предплечья потому, что кисть расположена дальше от центра вращения.

При сложении силы сопротивления, создаваемой моделью предплечья при скорости водного потока 1,5 м · с$^{-1}$, и силы сопротивления модели кисти в потоке воды со скоростью 2 м · с$^{-1}$, суммарная сила сопротивления увеличивалась почти на 50 %, от 17,5 Н для одной кисти до 26,2 Н для кисти и предплечья. Подъемная сила возрастала более чем на 100 %, от 3,1 Н для кисти до 6,3 Н

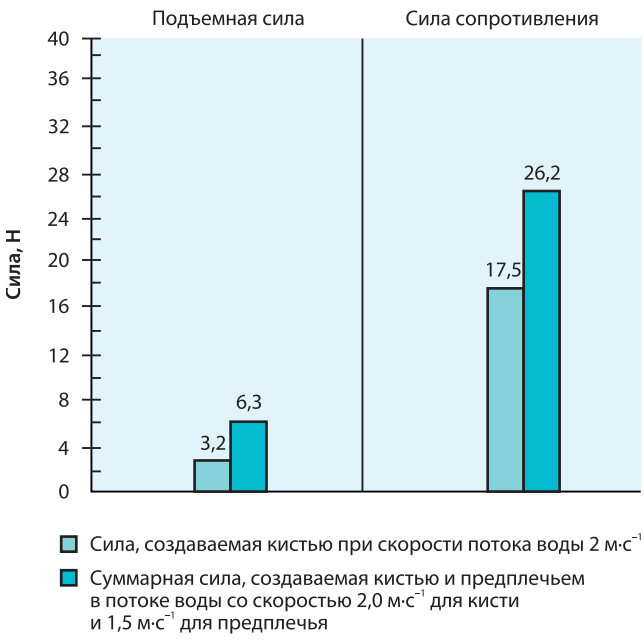


РИСУНОК 1.25 — Сравнение подъемной силы и силы сопротивления, создаваемых моделью кисти и моделью предплечья и кисти пловца

Адаптировано из Cappaert, 1992

для кисти и предплечья. Каппаерт пришла к следующему выводу: кисть и предплечье во время гребка обладают гораздо большим совместным потенциалом создания движущей силы, чем кисть сама по себе (Cappaert, 1992).

Сравнение коэффициентов подъемной силы и силы сопротивления для компьютерных моделей кисти и кисти с предплечьем провел Бикслер (Bixler, 1999). Результаты его исследований также показывают, что предплечье вносит значительный вклад в создание суммарной движущей силы при гребке рукой. При скорости потока воды 2 м · с$^{-1}$ для кисти и 1,5 м · с$^{-1}$ для предплечья суммарная движущая сила, создаваемая моделью, составляла 50—60 Н при углах гребка и углах атаки кисти, чаще всего используемых квалифицированными пловцами. Движущая сила кисти при тех же углах гребка и атаки составляла от 35 до 43 Н. Таким образом, суммарное движущее усилие, создаваемое кистью и предплечьем, было больше на 27 % усилия, создаваемого одной кистью. Все расчеты выполнялись при значениях угла гребка в диапазоне 45—60° и угла атаки кисти в диапазоне 60—75° для гребковых движений внутрь и наружу.

О вкладе предплечья в создание движущей силы в плавании кролем на груди также сообщает Шлейхауф (Schleihauf, 1984). Его работа основана на математических расчетах движущей силы, создаваемой кистью и предплечьем, у действующих пловцов. Данные проведенного Шлейхауфом анализа показывают, что при плавании кролем на груди предплечья создают значительную силу продвижения в средней части гребка, когда пловец перемещает кисти внутрь под туловище, а затем начинает перемещать их наружу и вверх. В течение всей этой части гребка реальная движущая сила, создаваемая предплечьями, составляла около 15 Н. В то же время кисть создает движущую силу величиной около 50 Н, т. е. вклад предплечья в создание суммарной движущей силы составляет около 23 %.

В действительности эти данные имеют чисто теоретическое значение. Это связано с тем, что они не отражают настоящих различий в скорости движения кисти и предплечья в реальном плавании. Когда поток воды проходит мимо неподвижных моделей кисти и предплечья либо моделируется на компьютере, его скорость будет одинаковой возле всех точек модели. То же относится и к ситуации, когда модель кисти или предплечья перемещают в воде с постоянной скоростью. В реальных условиях скорость отдельных участков предплечья и, в меньшей степени, кисти зависит от их удаленности от плечевого сустава. Иными словами, скорость нижней части предплечья будет несколько мень-

ше скорости кисти, но больше центральной и верхней части предплечья. Следовательно, расчеты, основанные на использовании одной общей скорости для всех частей кисти и другой скорости, выбранной произвольно, более медленной, — для всех частей предплечья, заведомо не могут обеспечить достаточной точности. Поэтому нет ничего удивительного в значительном разбросе результатов оценки вклада предплечья в движущую силу, полученных этими тремя исследователями.

Несмотря на все это, результаты рассмотренных исследований показывают, что предплечье может вносить значительный вклад в движущую силу, создаваемую пловцом во время гребка руками. Если предположить, что различия в скорости между наиболее быстро движущейся части кисти (кончики пальцев) и наиболее медленно движущейся частью предплечья (возле локтя) составляют примерно 0,5 м $\cdot$ с$^{-1}$, вклад предплечья в создание движущей силы будет составлять от 27 % (по расчетам Бикслера) до 38 % и более (по расчетам Каппаерт).

К сожалению, рассчитать реальный вклад предплечья в создание движущей силы в плавании невозможно, пока не будут проведены исследования, в которых движущая сила, создаваемая предплечьем и кистью, будет определена в соответствии со сложной зависимостью между их скоростями. Пока же, в отсутствие результатов подобных исследований, рассмотренные данные убедительно свидетельствуют о том, что предплечье во время гребка руками может вносить значительный вклад в создание суммарной движущей силы, хотя точная величина этого вклада все еще остается неизвестной.

Поступательное движение вперед в результате движений ногами

В 1960-х — начале 1970-х годов среди специалистов по плаванию преобладало мнение о том, что в трех из четырех спортивных способов плавания движения ногами не вносят никакого вклада в поступательное движение пловца вперед, поскольку они двигаются вверх и вниз, а не назад. Исключение составлял брасс, поскольку в нем ноги выполняли толчковое движение назад. В конце 1970-х годов это мнение изменилось. Значение движений ногами было пересмотрено, когда в плавании начала распространяться идея поступательного движения за счет использования подъемной силы, и это послужило основанием для мнения о том, что вклад движений ног в поступательное движение пловца может быть больше, чем мы представляли себе это ранее. С тех пор наблюдается повышенный интерес к изучению вклада движений ногами в поступательное движение пловца.

Я убежден, что попеременные удары ногами в кроле на груди и на спине, а также дельфинообразные удары ногами в баттерфляе вносят существенный вклад в скорость плавания. Ниже я проанализирую результаты двух исследований, данные которых подтверждают важную роль движений ногами в качестве источника движущей силы.

Проведено исследование, в котором принимали участие 33 пловца (мужчины и женщины). Они проплывали короткий отрезок дистанции с фиксацией времени кролем на груди с полным циклом движений (гребок руками и работа ногами) и с гребком только руками (Watkins, Gordon, 1983). Во время заплывов при помощи только рук ноги пловцов поддерживали специальные поплавки. Было установлено, что при плавании при помощи только рук пловцы не могут развить скорость более 90 % скорости плавания при полном цикле движений рук и ног. Следовательно, движения ногами позволяют увеличить скорость плавания примерно на 10 %.

Наиболее убедительные данные в изучении движущей силы движений ногами были получены Холландером и его коллегами, которые воспользовались системой измерения активного сопротивления для измерения движущей силы во время плавания с полным циклом движений при помощи рук и ног и плавания только при помощи рук (Hollander et al., 1988). Общая схема системы для измерения активного сопротивления показана на рисунке 1.26.

Система состоит из ряда подводных стоек, на которых закреплены специальные опоры, расположенные равномерно вдоль бассейна под водой таким образом, чтобы пловец мог потянуться вперед, взяться за опору и оттолкнуться от нее рукой, затем повторить те же действия другой рукой со следующей опорой. Расстояние между опорами определяется путем нескольких предварительных заплывов — оно должно быть таким, чтобы пловец во время тестирования, насколько это возможно, не нарушал своего ритма выполнения гребков. Каждая опора прикреплена к механическому преобразователю, который подключен к компьютеру и позволяет измерять усилие, прикладываемое к каждой опоре. В данном случае все прикладываемые усилия способствуют движению. Для других целей, в частности, для стабилизации положения тела, энергия не используется. Таким образом, влияние любого экспериментального воздействия на движущую силу можно прямо оценить по величине усилия, прикладываемого пловцом к опоре.

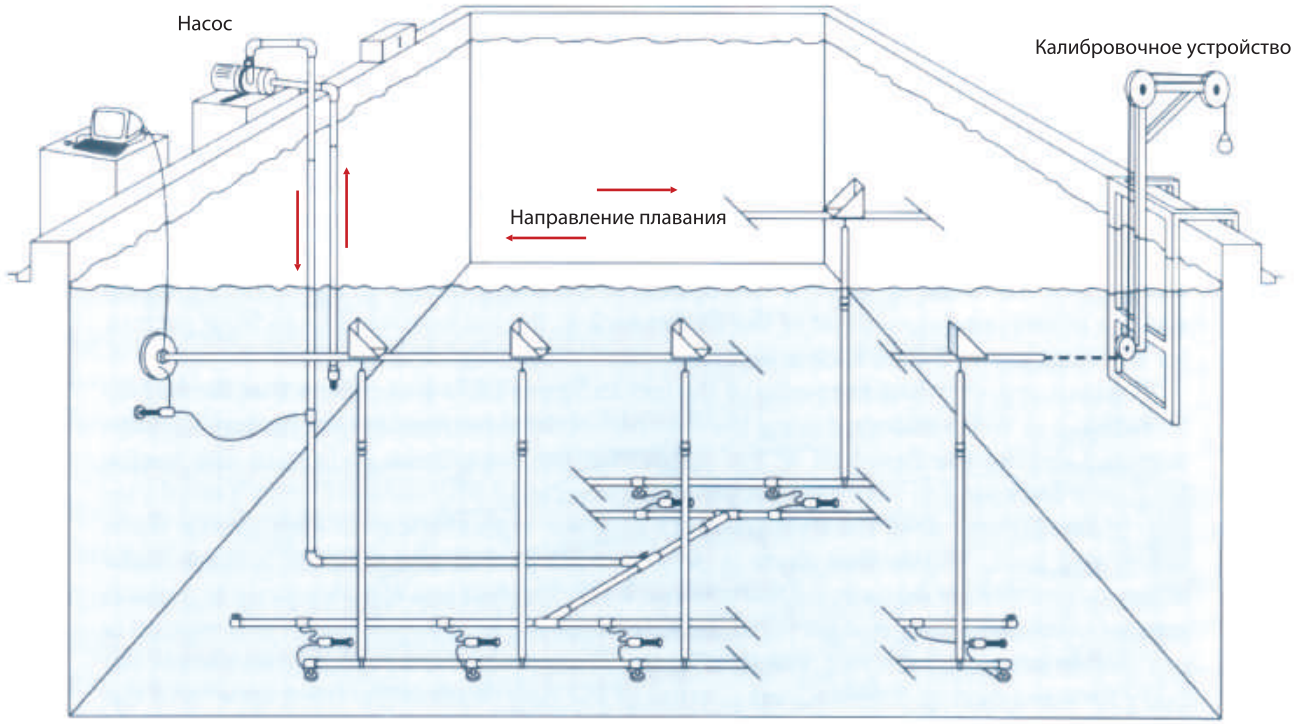


РИСУНОК 1.26 — Схема системы для измерения активного сопротивления

Адаптировано из Toussaint, 1988

Тесты с участием 18 мужчин и женщин из национальной и олимпийской сборной Дании в двух различных условиях провели Холландер и его коллеги:

- при плавании кролем на груди с полным циклом движений (при помощи рук и ног) и максимальной скоростью;
- при плавании кролем на груди с использованием только рук (ноги неподвижно закреплены на плавучей опоре).

Сила тяги, создаваемая пловцом при плавании с полным циклом движений, как правило, была на 12 % выше усилия, создаваемого при плавании при помощи только рук. На основании этого Холландер с коллегами сделали вывод о том, что движения ногами увеличивают движущее усилие в плавании в среднем на 12 %.

Следует отметить интересный факт, обнаруженный этими исследователями. Так, они установили, что некоторые пловцы могут существенно увеличить свою движущую силу за счет использования движений ногами, а у некоторых использование полного цикла движений только уменьшает движущую силу. Это означает, что движения ногами могут увеличивать или уменьшать движущую силу пловца в зависимости от техники их выполнения. Тогда как одна группа пловцов может при помощи движений ногами увеличить свою движущую силу на 27 %, другая группа, используя только руки, способна развивать движущую силу на 6 % больше, чем при использовании полного цикла движений.

Данные о вкладе дельфинообразных движений ногами в создание движущей силы пловца в баттерфляе практически отсутствуют. Тем не менее возможно, они позволяют увеличить движущую силу пловца даже больше, чем простые попеременные движения, используемые в кроле на груди. Попеременные движения ногами при плавании кролем на спине должны вносить в движущую силу, по крайней мере, такой же вклад, как и при плавании кролем на груди.

В настоящий момент большинство специалистов рассматривают движения ногами как важный механизм создания движущей силы, однако принципы, на которых основано его действие, пока не установлены. Считаю, что создание движущей силы при движении ногами можно объяснить с помощью третьего закона Ньютона. Достаточно легко себе представить, как при плавании брассом пловец при движении ногами отталкивает воду назад ступнями. Гораздо труднее понять, как это происходит при попеременном или дельфинообразном движении ногами, поскольку в этом случае ноги перемещаются в вертикальном направлении гораздо больше, чем в продольном.

Анализ траектории движений ногами у пловцов при плавании разными способами показал, что она включает небольшое отталкивающее движение назад в начале движения вниз при попеременном или дельфинообразном движении ног, а также во время движения ногами вверх при

плавании кролем на спине. Вероятно, ускорение движения пловца вперед при попеременном или дельфинообразном движении ногами происходит именно в этом небольшом диапазоне движений, когда нога делает отталкивающее движение назад. На рисунке 1.27 показана траектория дельфинообразного движения ногами вверх и вниз в баттерфляе и попеременного движения ногами в кроле на спине. Траектория попеременного движения ногами в кроле на груди подобна траектории дельфинообразного движения ногами.

Линии, изображающие траекторию движения стопы (рис. 1.27, *а*, и *в*), показывают, что стопа перемещается назад в первой части движения ноги вниз в баттерфляе и в первой части движения ноги вверх в кроле на спине. Векторные диаграммы показывают суммарную движущую силу, которая может возникать в результате сложения подъемной силы и силы сопротивления, которые пловец создает при движении стопы назад и вниз. Обратите внимание на то, что при таком движении ноги отталкивание воды назад происходит в течение очень непродолжительного момента времени и диапазона движения. Амплитуда перемещения стопы вверх и вниз гораздо больше, а при плавании на спине она перемещается еще и в сторону, хотя вид сбоку не показывает этих движений. Таким образом, ускорение движения пловца вперед происходит только в первой части движения ноги вниз в кроле на груди и вверх — в кроле на спине, однако это требует значительных затрат мышечной силы, поскольку лишь небольшая их часть расходуется на создание этого ускорения. Это заключение согласуется с двумя общеизвестными фактами, касающимися движений ногами в плавании.

1. Плавание при помощи ног не позволяет пловцу продвигаться вперед так же быстро, как при помощи гребковых движений рук.

2. Энергетическая стоимость создания движущей силы за счет движений ногами намного выше стоимости создания такого же количества движущей силы, но при помощи гребка руками.

На основании векторных диаграмм для второй половины движения вниз при дельфинообразном движении ногами (рис. 1.27, *б*) и движения вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине (рис. 1.27, *г*) я могу сделать вывод о том, что эти части движения ногами не являются толчковыми (движущими). Это обусловлено тем, что результирующая сила от сложения подъемной силы и силы сопротивления направлена вверх, как показано на векторной диаграмме. Поэтому основной целью второй половины движения ноги вниз в кроле на груди и соответствующей фазы движения ноги вверх в кроле на спине является обеспечение стабильного положения бедер у поверхности воды для поддержания оптимального горизонтального и латерального положения тела. Вместе с тем

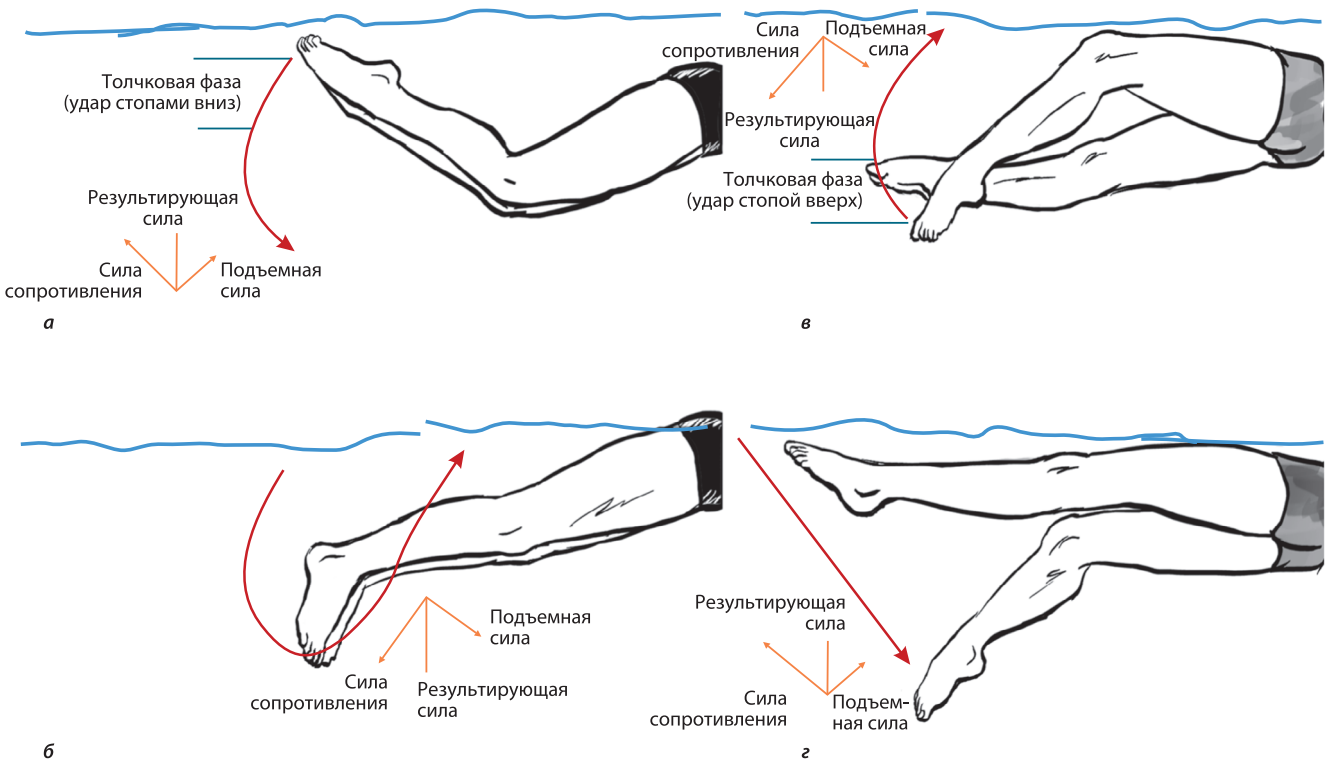


РИСУНОК 1.27 — Траектория движения вниз (*а*) и вверх (*б*) в дельфинообразном движении ногами при плавании способом баттерфляй, и вверх (*в*) и вниз (*г*) при попеременном движении ногами в кроле на спине

я уверен, что при плавании баттерфляем спортсмен создает движущую силу и во второй половине дельфинообразного движения ногами вниз за счет использования механизма, который был назван *обратной волной тела* и будет описан в главе 3.

Вероятно, движение стопы вверх в кроле на груди при попеременном и дельфинообразном движении ногами, а также движение стопы вниз в кроле на спине при попеременном движении ногами необходимы только для поддержания правильного положения тела и не выполняют никакой функции отталкивания. Это предположение основано на том, что стопа не движется прямо назад ни во время ее движения вверх при попеременном и дельфинообразном движении ногами в кроле на груди или баттерфляе, ни во время ее движения вниз, ни во время попеременного движения ногами в кроле на спине. На рисунке 1.27 показана траектория движения ногами, когда стопы пловца движутся вверх и вперед при попеременном и дельфинообразном движении ногами в кроле на груди и вниз и вперед при попеременном движении ногами в кроле на спине. Векторные диаграммы показывают, что во время движения вверх при дельфинообразном и попеременном движении ногами в кроле на груди или баттерфляе результирующая сила от сложения подъемной силы и силы сопротивления направлена вниз. В кроле на спине суммарная сила во время движения стопы вниз при попеременном движении ног будет направлена вверх.

О реальных значениях подъемной силы и силы сопротивления, создаваемых ногами пловца, известно мало, хотя я предполагаю, что сила сопротивления больше. Это видно из векторных диаграмм, которые показывают, что в случае преобладания подъемной силы во время движения стопы вниз при дельфинообразном и попеременном движении ногами в кроле на груди таз опускался бы вниз, а во время движения стопы вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине таз поднимало бы вверх. Векторные диаграммы при преобладании подъемной силы, построенные для движения стопы вниз при дельфинообразном движении ногами и движения стопы вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине, показаны на рис. 1.28, *а* и *б* соответственно.

Как видно на рисунке, если подъемная сила, создаваемая стопой, равна или превышает силу сопротивления, то преобладающая сила (подъемная) во время движения стопы вниз при попеременном движении ногами и кроле на груди и дельфинообразном движении ногами направлена вниз и вперед, и вследствие этого движение таза направлено вниз. Конечно, это прямо противоположно реальному воздействию движения стопы вниз при этих двух движениях ногами. Подобным образом, преобладающая подъемная сила, создаваемая во время движения стопы вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине, будет смещать таз вверх. Эта картина противоречит наблюдаемому в действительности, когда при движении стопы вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине таз смещается вверх. Следовательно, вероятность того, что подъемная сила во время движения ногами в плавании превышает силу сопротивления, крайне мала.

Как предположил Колвин, в основе создания движущей силы при движении ногами может лежать механизм летящего кольца (Colwin, 1992). Возможно, реализация этого механизма в случае движения стопы вниз при дельфинообразном движении ногами происходит следующим образом (рис. 1.29): стопа увлекает за собой расположенный рядом слой воды. Когда она достигает нижнего положения и изменяет направление движения на противоположное, эта область движущейся воды резко отбрасывается назад. Именно это отбрасывание воды назад и формирует движущую силу вперед за счет создания силы

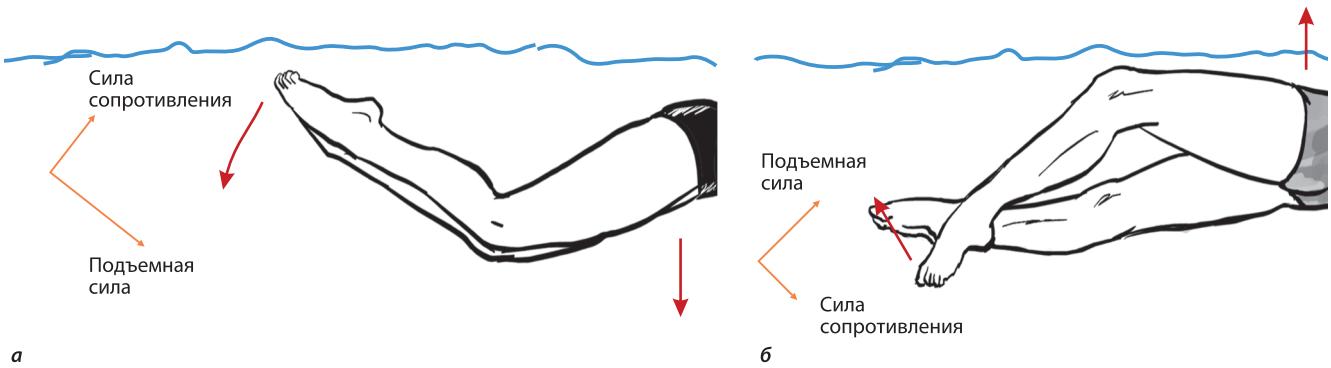


РИСУНОК 1.28 — Направленность действия результирующей силы, возникающей при движении ногами, в гипотетических ситуациях с преобладанием подъемной силы: *а* — векторная диаграмма, показывающая суммарное действие сил, возникающих при ударе стоп вниз в дельфинообразном движении ногами в баттерфляе; *б* — векторная диаграмма для движения стопы вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине

противодействия, отталкивающей тело пловца вперед. Однако я сомневаюсь, что пловец способен создавать движущее усилие с использованием механизма летящего кольца. Как уже отмечалось ранее, реализация этого механизма зависит от способности сохранять присоединенный вихрь при движении стопы вниз.

Хотя это явление и наблюдается при движении крыла в воздухе или в воде, маловероятно, чтобы оно наблюдалось при движении ноги человека в воде вследствие низких гидродинамических характеристик стопы пловца.

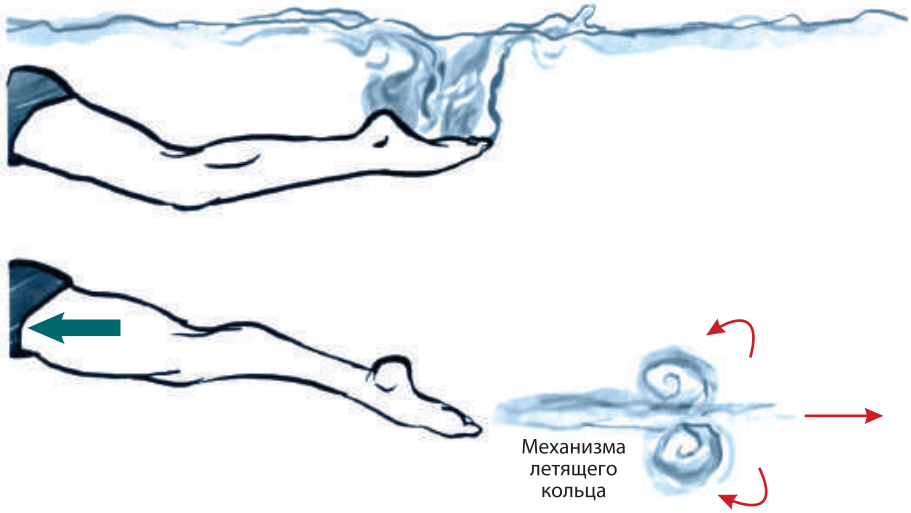


РИСУНОК 1.29 — Пример возможного использования пловцом механизма летящего кольца для создания движущей силы при движении стопы вниз в дельфинообразном или попеременном движении ногами

Стопа человека напоминает крыло еще меньше, чем кисть, которая, как было показано выше, также не обладает характеристиками крыла. Поэтому возможность сохранения непрерывного потока воды вокруг стопы ноги при ее движении кажется крайне сомнительной.

Еще одна причина, которая заставляет меня усомниться в возможности использования механизма летящего кольца для создания движущей силы в плавании, — это несовпадение момента действия движущей силы при движении ног с моментом, когда вода при ударе ногами должна отбрасываться назад. В случае реализации механизма летящего кольца скорость движения пловца вперед должна увеличиваться в момент завершения движения стопы вниз при попеременном и дельфинообразном движении ногами, а также при движении стопы вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине. Однако исследования скорости перемещения центра масс пловцов, которые передвигались на плавательной доске при помощи ног, показали, что наибольшее ускорение движения пловца вперед происходит в первой половине движения стопы вниз в кроле на груди и баттерфляе и в первой половине движения стопы вверх в кроле на спине. Замедление движения пловца отмечается во второй половине движения стопы вниз в кроле на груди и баттерфляе и во второй половине движения стопы вверх в кроле на спине. Кроме того, снижение скорости пловца происходит и при смене направления движения стопы, т. е. в момент, когда вода предположительно должна была бы отбрасываться назад в результате реализации механизма летящего кольца.

Если же движения ногами настолько малоэффективны для создания движущей силы, почему некоторые пловцы способны плавать при помощи ног под водой быстрее, чем на поверхности? Как будет объяснено далее в главе 3, увеличение скорости пловца при использовании дельфинообразного движения в определенной степени обусловлено волнообразными движениями тела. Однако это не может быть причиной того, что некоторые пловцы способны при помощи дельфинообразного движения ногами плавать под водой быстрее, чем по поверхности воды с использованием полного цикла движений гребка при помощи рук и ног. Высокую скорость, развиваемую пловцом под водой с помощью дельфинообразного движения ногами, вероятно, можно объяснить увеличением обтекаемости тела пловца в подводном положении, а также более высоким темпом движений ногами, которые выполняются каждую секунду. По результатам исследований, сопротивление воды при движении пловца на глубине 40 см снижается по сравнению с движением на поверхности на 18 % (Lyttle et al., 1999). Следовательно, пловцу для достижения определенной скорости под водой не требуется прилагать столь же значительных усилий, как при движении на поверхности. Кроме того, под водой пловец при дельфинообразном движении ногами способен увеличить темп до 150 движений в минуту, тогда как при использовании полного цикла движений в плавании на поверхности максимальный темп движения составляет всего около 60 гребковых циклов в минуту.

Такой высокий темп движений ногами, вероятно, позволяет некоторым пловцам (хотя бы на непродолжительное время) достигать под водой скорости, превышающей их скорость плавания на поверхности.

Основные положения, подтверждающие теорию создания движущей силы в плавании, основанную на третьем законе Ньютона

Как отмечалось выше, пока нет четкого объяснения механизмов создания движущей силы в плавании. Все что мы имеем — это теоретические предложения, построенные на определенных физических законах и описывающие их применение. В этой главе я попытался изложить наиболее популярные теории и обсудить их недостатки. Кроме того, я предложил в качестве наиболее вероятного механизма создания движущей силы в плавании использование третьего закона Ньютона. Ниже изложены основные положения, которые подтверждают нашу точку зрения.

• ***Поступательное движение пловца, вероятно, обусловлено отталкиванием воды назад.*** Согласно третьему закону Ньютона, происходит следующее: когда пловец отталкивает воду назад, возникает противодействующая сила, которая ускоряет движение его тела вперед. Тем не менее пловец не отталкивает и не должен отталкивать воду непосредственно назад, поскольку строение и функционирование плечевого сустава, а также требования выполнения эффективного гребка обусловливают более высокую результативность гребка по криволинейной траектории.

• ***Пловец использует кисти в качестве лопастей весла, а не гребного винта.*** Пловец отталкивается руками от воды, а не рассекает ими воду. Пловец отталкивает воду назад руками, стараясь максимально использовать силу сопротивления воды для продвижения вперед, поскольку силу сопротивления можно использовать для создания движущей силы более эффективно, чем подъемную силу. Этот вывод, естественно, напрашивается после анализа углов атаки кисти в основной фазе гребка рукой у квалифицированных пловцов. В большинстве случаев пловец интуитивно выбирает больший угол атаки, который позволяет добиться максимального использования сопротивления воды, а не малые углы, которые бы обеспечили увеличение вклада подъемной силы.

• ***Спортсмены мирового уровня в основной части гребка всегда перемещают руки назад по криволинейной траектории.*** И наоборот, скорость движения пловца вперед замедляется при выполнении им вертикальных и латеральных движений, не содержащих направленного назад компонента. Скорость снижается еще сильнее при движении рук по диагонали вперед.

• ***Квалифицированные пловцы в основной части гребка стараются держать руки почти перпендикулярно направлению движения тела вперед.*** Квалифицированные спортсмены при плавании кролем на груди, кролем на спине и баттерфляем предпочитают в основной части гребка — фазе подтягивания и отталкивания — сохранять углы атаки кисти в диапазоне 50—70°. Вероятно, это обусловлено стремлением максимально увеличить во время гребка площадь поверхности кисти и руки, обращенную назад. Такой диапазон величин угла атаки способствует созданию более высокой силы сопротивления, но не подъемной силы.

Я уверен, что при плавании брассом пловцу также следует удерживать кисти ладонями почти перпендикулярно их направлению движения вперед, несмотря на то что имеющиеся данные показывают, что некоторые из них предпочитают выполнять гребок с меньшими углами атаки.

• ***Пловец не должен полностью контролировать угол атаки кисти в основной фазе гребка руками.*** Ему только необходимо перемещать руки в воде по обычной S-образной траектории относительно тела. Это позволит ему использовать углы атаки кисти, максимально приближенные к идеальным.

• ***Хотя величина подъемной силы мала, необходимо учитывать ее вклад в поступательное движение пловца.*** При выполнении пловцом гребковых движений наряду с силой сопротивления возникает и подъемная сила. Какой бы то ни было вклад подъемной силы в поступательное движение в плавании следует рассматривать как существенный.

• ***Предплечье, а возможно, и плечо, играют важную роль в поступательном движении пловца.*** Результаты исследований Каппаерт, Бикслера и Шлейхауфа показывают, что движение предплечья обеспечивает от 15 до 38 % общей движущей силы, создаваемой пловцом при гребке руками. Поэтому вполне обоснованным является вывод о существенном вкладе предплечья и плеча в создание движущей силы, особенно принимая во внимание дополнительную площадь поверхности предплечья.

• ***Поступательное движение пловца вперед при выполнении движений ногами, по-видимому, осуществляется за счет отталкивания от воды.*** Траектория движения ног пловца показывает, что стопа движется назад в первой части движения вниз при попеременном движении ногами в кроле на груди и дельфинообразном движении, а также в первой части движения вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине. Анализ динамики скорости движения центра масс пловца показал, что его скорость возрастает именно в это время. Кроме того, в основной фазе движения ногами при плавании способом брасс пловцы отталкиваются от воды стопами, что еще раз подтверждает мысль об использовании третьего закона Ньютона в создании движущей силы за счет движения ногами.

Глава 2

Уменьшение сопротивления

Плотность воды в 1000 раз выше, чем воздуха, поэтому движению тела в воде препятствует сила, которая значительно больше силы сопротивления воздуха. Эта сила, как уже отмечалось в предыдущей главе, называется силой сопротивления. Пловец будет двигаться с ускорением до тех пор, пока создаваемая им движущая сила будет больше силы сопротивления, препятствующей его движению. Справедливо и то, что скорость пловца будет снижаться, пока сила сопротивления будет превышать движущую силу. Изменение соотношения движущей силы и силы сопротивления является причиной увеличения или уменьшения скорости поступательного движения пловца в различных фазах гребка.

Сила сопротивления возникает при выполнении пловцом движений, поскольку ему необходимо сдвинуть со своего пути поток молекул воды, чтобы открыть в ней проход для своего тела. Для увеличения средней скорости движения вперед при снижении затрат мышечной силы пловец должен постараться снизить препятствующую его движению силу сопротивления воды. Единственное исключение из этого принципа представляют конечности, и то лишь в том случае, когда пловец выполняет ими гребковые движения. Возвращение рук и ног в исходное положение должно выполняться так, чтобы снизить сопротивление воды.

Сила сопротивления воды, с которой приходится сталкиваться пловцу, прямо пропорциональна уровню турбулентности, возникающей при его движении. К сожалению, из-за того что тело человека не столь обтекаемо, как рыб или морских млекопитающих, ему даже при правильном положении тела приходится преодолевать значительную силу сопротивления. Фактор, который приводит к еще большему увеличению сопротивления воды, — это постоянные колебания тела в воде (Clarys, 1979). Поэтому движение пловца в воде будет сопровождаться возникновением турбулентности. Он не способен избавиться от нее полностью, но может ее снизить с помощью некоторых приемов, описанных в этой и последующих главах, посвященных различным способам спортивного плавания.

Значение снижения силы сопротивления воды

Ранее, при поиске способов увеличения движущей силы пловца приемам, позволяющим снизить силу сопротивления, уделялось мало внимания. Однако в последнее время наблюдается повышение интереса к той роли, которую снижение сопротивления играет в спортивном плавании. Сегодня многие специалисты небезосновательно считают, что снижение силы сопротивления позволяет повысить скорость пловца даже в большей степени, чем навыки, обеспечивающие увеличение движущей силы. Так, в одной из работ с участием спортсменов — участников Игр Олимпиады 1992 г., сообщается следующее:

> ... движущее усилие, создаваемое спортсменами высокой квалификации при помощи движений руками и ногами, не намного больше, чем менее квалифицированными. Скорее, они выигрывают за счет более обтекаемой формы тела, что позволяет снизить силу сопротивления. Это дает им возможность плавать быстрее, прилагая такие же усилия, как и менее квалифицированные спортсмены (Cappaert, Pease, Troup, 1996).

Факторы, которые определяют важность снижения сопротивления для повышения скорости пловца, показаны на рисунке 2.1.

На рисунке 2.1, *а* показана типичная динамика скорости центра масс пловца для одного цикла гребка руками при плавании кролем на груди, на которой выделяется два периода ускорения (гребковое движение внутрь и наружу) и три основных периода снижения скорости (движение руки вниз, переход между движением внутрь и движением наружу и возврат руки в исходное положение). Среднюю скорость для одного гребка руками можно определить на основании

вычисления высоты пиков (ускорений) и минимумов (замедлений) и продолжительности каждой из фаз. На рисунке 2.1, *а* средняя скорость составляет 1,98 м · с$^{-1}$.

На рисунке 2.1, *б* показано, как улучшение обтекаемости может повлиять на среднюю скорость пловца в течение одного гребка. Улучшение обтекаемости уменьшает величину снижения скорости в моменты ее замедления. В данном случае улучшение обтекаемости позволяет повысить среднюю скорость пловца до 2,04 м · с$^{-1}$. Однако на этом рисунке показаны далеко не все улучшения обтекаемости тела пловца. Улучшение обтекаемости тела пловца способствует возрастанию его ускорения во время гребка благодаря снижению сопротивления и увеличению суммарной движущей силы. Реальное увеличение обтекаемости пловца представлено на рис. 2.1, *в*.

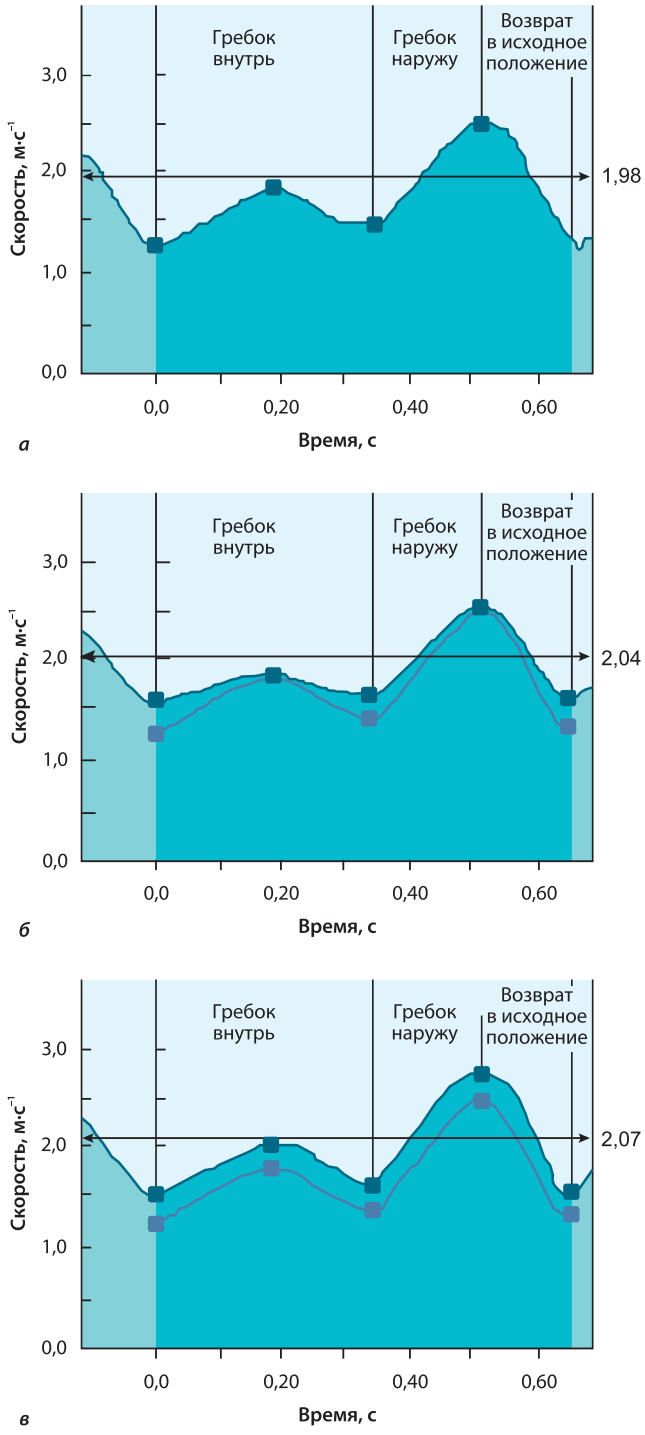


РИСУНОК 2.1 — Влияние снижения сопротивления на скорость пловца

В этом случае продвижение пловца меньше замедляется и больше ускоряется, благодаря чему его средняя скорость за один цикл гребка возрастает до 2,07 м · с$^{-1}$. Чтобы лучше представить важность повышения обтекаемости пловца, можно сказать, что на дистанции 100 м средняя скорость пловца на рисунке 2.1, *а* соответствует результату 50,50 с, а средняя скорость пловца на рисунке 2.1, *в* — 48,31 с. Очевидно, что снижение сопротивления позволяет значительно повысить уровень спортивных результатов пловца.

Понятно, что примеры на рисунке 2.1 являются чисто гипотетическими и не учитывают влияния таких факторов, как латеральное доминирование, утомление, а также составляющие при выполнении старта и поворота. Тем не менее представленные на них данные вполне достоверны. Снижение сопротивления позволяет пловцу увеличить среднюю скорость движения в цикле гребка. Самое главное, что для этого ему не потребуется увеличивать мышечные усилия. Приемы, позволяющие снизить уровень сопротивления тела, будут описаны в этой главе ниже. Сначала мне хотелось бы рассмотреть причины возникновения силы сопротивления.

Ламинарное и турбулентное движение жидкости

Вода состоит из молекул водорода и кислорода. При спокойном и однонаправленном движении в виде потока без турбулентности эти молекулы следуют друг за дружкой подобно листам ламинированной бумаги. Поэтому такой спокойный поток воды еще называют *ламинарным (слоистым)*. Пловец при движении в воде нарушает ламинарное состояние отдельных потоков молекул воды, в результате чего возникает турбулентность. Как отмечалось ранее, для продвижения тела пловца сквозь воду слои молекул воды должны разойтись вверх и вниз, а также в стороны. Когда это происходит, ламинарный поток воды нарушается, и отдельные слои начинают перемешиваться неупорядоченным образом, перемещаясь в различных направлениях. В таком случае говорят, что поток воды становится турбулентным. Таким образом, *турбулентным* потоком воды называет-

ся неупорядоченное случайное движение молекул воды, а *ламинарным* — движение молекул в одном и том же направлении с одинаковой скоростью. Ламинарный поток воды создает минимальную силу сопротивления, турбулентный — увеличивает давление воды и силу сопротивления.

При возникновении турбулентности молекулы воды вторгаются в соседние ламинарные слои, более удаленные от объекта, приводят их в движение и становятся причиной распространения турбулентности. На поверхности турбулентное течение выглядит как бурлящая вода, под водой турбулентное течение заметить практически невозможно. Турбулентность вследствие неупорядоченного движения молекул приводит к повышению давления воды впереди и по бокам пловца и замедляет его движение вперед, если только он не прикладывает дополнительной движущей силы для его преодоления. Некоторые молекулы воды вместо того, чтобы разойтись в стороны, в действительности притягиваются к телу пловца. Эти молекулы перемещаются вместе с пловцом, создавая дополнительное трение, которое также снижает скорость пловца.

Область воды, которая возникает сразу же за телом пловца, будет оставаться турбулентной, и после его продвижения вперед лишь частично заполненной молекулами воды. Давление в этой области будет существенно ниже, чем давление перед пловцом из-за того, что пустоты, образующиеся в воде, не будут заполняться сразу после продвижения тела пловца вперед и течение воды в этой области короткий промежуток времени будет оставаться турбулентным. Эта область низкого давления будет тянуть пловца назад, если только он снова не увеличит в достаточной степени движущую силу. Бурное перемещение молекул воды в областях, которые только что покинул пловец, называются *вихревыми потоками*. Для описания действия области сниженного давления используют термины *кавитация* и *хвостовое засасывание*.

Турбулентные течения, заполняющие пустоты, которые образуются позади пловца, быстро исчезают и снова восстанавливается ламинарное состояние. Время, необходимое для заполнения пустот, зависит от их размера, а также величины создаваемой при их заполнении турбулентности. Если пустоты слишком велики и возникающая турбулентность охватывает большую область, для их заполнения потребуется значительное время, и возникающий при этом эффект хвостового засасывания будет сохраняться дольше. Небольшие пустоты вызывают образование небольшой турбулентности и заполняются быстрее, поэтому возникающий в этом случае эффект хвостового засасывания будет меньше и будет существовать в течение более короткого времени.

Примеры ламинарного (прямые линии) и турбулентного (завитки) течения воды показаны на рисунке 2.2. Как было сказано выше, в потоке воды, который располагается перед пловцом и по бокам от него, возникает турбулентность, и перед ним образуется область повышенного давления. Эта область обозначена знаком «+» перед пловцом. Знак «−» за пловцом обозначает пустоты, еще не успевшие заполниться водой. В этой области (сразу за ногами пловца) показаны вихревые потоки, или турбулентность.

Сочетание повышенного давления перед пловцом, где при движении образуется область бурлящей воды, и пониженного давления позади пловца, в области, еще не заполненной турбулентными течениями, будет создавать разность давления между передней и задней частью тела пловца. В результате пловца будет отталкивать назад область высокого давления перед ним и затягивать назад область низкого давления позади него. Эта разность давлений будет снижать скорость движения пловца вперед, если только он не будет создавать достаточную движущую силу.

Пловцы могут «тянуть» друг друга на тренировках или соревнованиях, следуя друг за другом или рядом с другим пловцом так, чтобы попасть в зону вихревых потоков, где возникает кавитация. Поскольку давление перед вторым пловцом выше, чем давление в зоне за лидирующим пловцом, второго будет затягивать в область низкого давления. Преимущество следования одного пловца за другим состоит в том, что разница в давлении будет выполнять часть работы за пловца, плывущего позади, благодаря чему он сможет поддерживать высокую скорость с более низкими затратами мышечной силы. Согласно данным некоторых наблюдений, следование за лидирующим пловцом позволяет улучшить результат на дистанции 400 м на 9,5 с (Chatard et al., 1998).

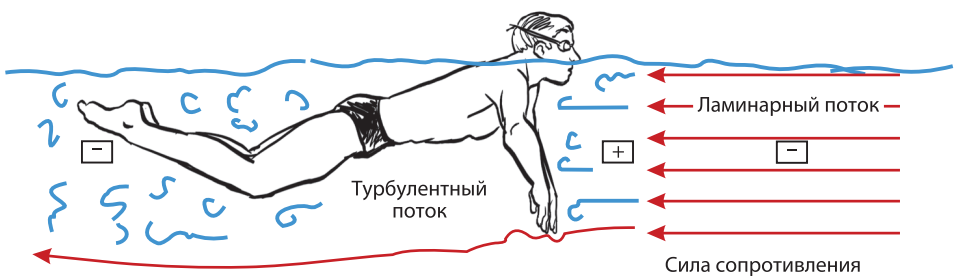


РИСУНОК 2.2 — Турбулентность, вызванная движением пловца в ламинарном потоке

Волновое сопротивление

При движении пловца в воде возникает лобовая волна, которая представляет собой область жидкости с повышенным давлением, оказывающим воздействие на тело пловца. Это явление замедляет продвижение тела пловца. Лобовая волна возрастает с увеличением скорости пловца, она буквально формирует на его пути стену, которую необходимо преодолеть, что, в свою очередь, приводит к значительному увеличению силы сопротивления. Лобовые волны существенно ограничивают скорость движения пловца вперед, поскольку при увеличении скорости в 2 раза лобовое сопротивление увеличивается в 8 раз (Northrip, Logan, McKinney, 1974). Другие виды сопротивления при возрастании скорости вдвое увеличиваются всего в 4 раза.

Величину лобовой волны и волновое сопротивление можно уменьшить, снижая скорость движения, однако этот вариант неприемлем для пловца, особенно на соревнованиях. Поэтому в спортивном плавании идет поиск эффективных способов преодоления лобового сопротивления. Пловец должен избегать любых действий, которые могут привести к излишнему увеличению лобовых волн. Одна из подобных ситуаций наблюдается при *глиссировании*, или движении с чрезмерно высоким положением корпуса пловца в воде. Когда пловец прогибает спину и поднимает голову, чтобы сохранить тело приподнятым над водой, он увеличивает лобовую волну, снижая этим скорость движения вперед. На коротких дистанциях пловцы могут глиссировать естественным образом, поскольку здесь их скорость движения выше, т. е. увеличение давления воды непосредственно перед пловцом и под ним, обусловленное увеличением скорости движения, будет выталкивать тело вверх. Это обычная картина при плавании с большой скоростью, однако пловец не должен стараться усилить данный эффект за счет увеличения прогиба спины и поднимания головы.

Дополнительное увеличение лобовой волны связано также с чрезмерными движениями туловища и головы вверх и вниз. Безусловно, в батерфляе и брассе волнообразные движения тела просто необходимы для обеспечения правильного дыхания и создания эффекта скольжения на волне. Однако чрезмерная амплитуда таких движений не приносит никакой пользы и лишь замедляет скорость движения.

Пловцы кролем на груди и на спине не сталкиваются с проблемой волнообразных движений тела, однако они могут создавать дополнительное увеличение лобовой волны вследствие перемещения головы из стороны в сторону. В кроле на груди пловец должен поворачиваться на бок и для выполнения вдоха не поднимая головы из воды. В кроле на спине для уменьшения величины лобовой волны пловец не должен поднимать голову слишком высоко и перемещать ее из стороны в сторону.

Кроме того, во время соревнований пловцу приходится сталкиваться и с другими источниками волнового сопротивления, неподвластными его контролю. В одних бассейнах может быть больше волн, чем в других, что объясняется неудачной конструкцией сливной канавки или неправильным расположением дорожек. Обычно на соревнованиях в таких «медленных» бассейнах спортивные показатели пловцов снижаются. Тем не менее поскольку наличие волн в равной степени влияет на всех пловцов, результаты соревнований остаются такими же.

Измерение сопротивления воды

Очевидно, что сила сопротивления воды может существенно снижать скорость пловца. Некоторые специалисты утверждают, что величина сопротивления воды зависит от величины и формы тела пловца и, конечно же, от его плавательных умений и способностей (Miyashita, 1997; Ohmichi, Takamoto, Miyashita, 1983; Rouard, Billat, 1990; Sidney et al., 1997). К сожалению, точно определить вклад этих факторов не представляется возможным. Для этого потребовалось бы определить *активное* сопротивление, т. е. силу сопротивления, воздействующую на тело, которое при движении в воде постоянно изменяет свое положение и скорость. В настоящий момент методы измерения силы сопротивления позволяют определить только *пассивное* сопротивление, т. е. силу сопротивления, возникающую при движении в воде объекта, который имеет постоянное положение и скорость. Методы измерения пассивного сопротивления позволяют получить важную информацию, которой можно воспользоваться для определения наиболее выгодного положения тела пловца при движении в воде. Вместе с тем практическая ценность этих методов минимальна, поскольку они никак не позволяют определять силу сопротивления в условиях реального плавания.

В последнее время было предпринято несколько попыток разработки методов определения активного сопротивления, однако ни один из них не был проверен (Hay, 1988; Toussaint et al., 1988; Vaart et al., 1987). Один из методов заключался в использовании пловцом определенного гидродинамического сопротивления с последующим определением изменений скорости и

энерготрат пловца по сравнению с плаванием без дополнительного сопротивления (Kolmogorov, Duplischeva, 1992; Kolmogorov, Rumyantseva, 1998). В этих исследованиях для определения дополнительного уровня силы, необходимого для буксировки конкретного средства сопротивления, пловца принудительно буксировали с постоянной скоростью при неизменяемом положении тела с сопротивлением и без него. Затем пловец проплывал тот же тест без буксировки с тем же средством сопротивления. Поскольку пассивное сопротивление было известно, то можно определить ту разницу, которую необходимо приложить пловцу для плавания с использованием сопротивления. Разность представляет собой уровень проявления силы, необходимый для преодоления сопротивления воды при плавании, который можно рассматривать как активное сопротивление.

Этот метод основан на двух допущениях.

1. Пловец прикладывает одно и то же усилие при плавании с сопротивлением и без него.

2. Средняя скорость одного цикла гребка одинакова при плавании как с сопротивлением, так и без него.

Очевидно, что оба эти допущения могут не соблюдаться, особенно, если от пловца требуется плыть со скоростью, приближенной к максимально возможной. Исследователь должен полагаться на пловца в том, что он во время плавания будет прикладывать одинаковые усилия как при плавании с сопротивлением, так и без него. Этого достаточно сложно добиться даже с очень квалифицированными спортсменами. Согласно данным одного анализа, делается вывод о малой вероятности того, что пловцы будут или смогут прикладывать одинаковые усилия при плавании с максимальной скоростью с дополнительным сопротивлением и без него (Strojnik, Bednarik, Strombelj, 1998).

Еще один источник ошибки — необходимость приведения результатов плавания с дополнительным сопротивлением и без него к одной и той же скорости при помощи модели компьютерного моделирования. Факторы, которые принимает в расчет эта компьютерная модель, — это шаг гребка, максимальная и минимальная скорость в каждом цикле, и длительность цикла. Возможная ошибка при приведении данных для плавания с дополнительным сопротивлением и без него к одной скорости составляет, по оценкам авторов, от 6 до 8 % (Kolmogorov, Duplischeva, 1992). Все это крайне затрудняет получение точных значений активного сопротивления.

Складывается впечатление, что активное сопротивление, действующее на движущееся в воде тело пловца, которое постоянно изменяет свое положение, значительно превышает любые оценки пассивного сопротивления. Однако реальные сравнения полученных значений пассивного и активного сопротивления дают противоречивые результаты. Так, Глазков и Дементьев утверждают, что сила сопротивления движущегося пловца почти в 2 раза превышает его пассивное сопротивление (Glazkov, Dementyev, 1977). Эти исследователи воспользовались биоэнергетическим подходом, в котором активное сопротивление определяли по разнице в энерготратах пловца, плававшего с дополнительным сопротивлением и без него. После этого рассчитанные значения активного сопротивления сравнивали с величиной пассивного сопротивления. В то же время Колмогоров и Дуплищева сообщают, что значения активного сопротивления в действительности оказались меньше пассивного сопротивления в трех из четырех спортивных способов плавания (Kolmogorov, Duplischeva, 1992). Эти авторы использовали гидромеханический подход, в котором значения активного сопротивления рассчитывали математически на основании различий в скорости плавания с дополнительным сопротивлением и без него, а затем сравнивали полученные данные с результатами расчетов пассивного сопротивления с дополнительной нагрузкой и без нее.

Насколько методы, использованные в рассмотренных исследованиях, позволяют измерять активное сопротивление или другие аспекты связи между мышечными усилиями пловца, энерготратами и сопротивлением воды, пока остается неясным. Хотя результаты этих двух исследований оказались противоречивыми, кажется логичным, что в реальных условиях, когда спортсмен постоянно изменяет положение тела и скорость, сила сопротивления должна быть выше, чем когда его буксируют с постоянной скоростью в одном обтекаемом положении. Поэтому активное сопротивление, с которым сталкивается пловец, вероятно, превышает значения пассивного сопротивления. Но насколько выше, пока сказать никто не может. По оценкам Клерис, реальные значения активного сопротивления в зависимости от скорости могут на 85—300 % превышать пассивное сопротивление (Clarys, 1979).

Хотя подтвержденных данных оценки активного сопротивления до сих пор нет, большинство специалистов по плаванию считают, что некоторые пловцы имеют явные преимущества перед остальными, а именно, в своей способности принимать более выгодное с точки зрения гидродинамических характеристик положение тела при плавании всеми четырьмя спортивными

способами, и изменять положение тела в течение каждого гребкового цикла с образованием меньшей турбулентности. Эти положения тела и способы их изменения мы рассмотрим ниже в этой главе, но сначала мне хотелось бы обсудить факторы, определяющие величину силы сопротивления воды.

Каким образом при движении пловца в воде возникает сила сопротивления

К наиболее существенным факторам, определяющим силу сопротивления, возникающую при движении пловца в воде, относятся:

- объем занимаемого в воде пространства;
- положение тела пловца в воде;
- движения конечностей, отталкивающие воду не назад, а вперед;
- трение тела и контактирующих с ним потоков воды.

Сила сопротивления, которая зависит от объема занимаемого в воде пространства и положения тела, называется сопротивлением *формы*. Это сопротивление определяется положением тела пловца при его движении в воде. Сопротивление, возникающее при отталкивании воды конечностями вперед, я буду называть *ударным* сопротивлением, а силу, возникающую вследствие трения, *фрикционным* сопротивлением.

Сопротивление формы

Как отмечалось, сопротивление формы определяется объемом занимаемого в воде пространства и положением тела пловца. Объем занимаемого в воде пространства зависит от размеров тела пловца, а также от его горизонтального и латерального положения. Форма тела человека не приспособлена для движения в воде с наименьшим сопротивлением. Лучше всего для этого подошла бы форма тела рыбы или морских млекопитающих: обтекаемая, без резких выступов, суженная спереди и сзади. Тело человека лишено всех этих качеств. Наши плечи под острым углом выступают за шеей, туловище сужается в области талии и снова расширяется в области таза, а ноги не сужаются, а скорее резко заканчиваются. Кроме того, для плавания нам приходится постоянно перемещать руки вперед против движения воды, чтобы подготовить их к новому гребковому циклу, а ноги и стопы должны постоянно двигаться за пределами очертаний тела, чтобы увеличить движущую силу.

Чем больше площадь тела человека, тем большее по объему пространство он занимает в воде и тем большая сила сопротивления возникает при его движении. Поскольку спортсмены с большими линейными размерами тела обычно характеризуются более высокими показателями мышечной силы, то в большинстве случаев более высокое сопротивление воды компенсируется их способностью развивать большее движущее усилие. Женщины-спортсменки иногда составляют исключение из этого правила. У некоторых женщин в период пубертата увеличение линейных размеров тела происходит непропорционально с увеличением силы, и впоследствии это может помешать им восстановить свои прежние спортивные показатели.

Еще один фактор из числа определяющих объем, занимаемый пловцом в воде, — это горизонтальное и латеральное положение его тела. Наименьший объем в воде пловец занимает, если его тело расположено в горизонтальной плоскости. Кроме того, для уменьшения занимаемого в воде пространства пловец должен стараться удерживать конечности в пределах площади, занимаемой самой широкой частью туловища, обычно это плечи. Иначе говоря, пловец сможет уменьшить занимаемое пространство, если не станет выполнять движения с большой амплитудой ногами в вертикальной плоскости и бедрами — в горизонтальной. Однако при выполнении основных гребковых движений тело пловца может занимать неоптимальное с точки зрения занимаемого пространства положение, в одних способах плавания больше, в других — меньше. Во всех способах плавания для создания движущей силы пловец выполняет толчковые движения ногами и гребки руками в латеральном и горизонтальном направлении. По той же причине при плавании баттерфляем и брассом пловец выполняет волнообразные движения телом. Поэтому пловцу приходится искать компромисс между сохранением обтекаемого положения тела и увеличением эффективности гребковых движений.

Неудивительно, что в процессе поиска путей снижения силы сопротивления вопрос оптимизации пространства, занимаемого пловцом в воде, привлекал наибольшее внимание. Тем не менее еще более существенное влияние на скорость движения пловца оказывает форма тела. Объекты с сужающимися в направлении движения концами создают меньшую силу сопротивления, чем тела с тупоконечной формой. Таким образом, хотя тело человека и не приспособлено к плаванию в воде, пловец должен по мере сил стараться придавать своему телу более обтекаемую форму, за исключением моментов, когда ему требуется выполнять гребковые движения.

Наблюдение за пловцами мирового уровня показывает, что сопротивление воды зависит от

их телосложения. Например, высокие худощавые пловцы с вытянутым туловищем должны иметь преимущество перед низкорослыми спортсменами с сильно развитой мускулатурой. Вместе с тем в проведенных исследованиях связи между телосложением и сопротивлением воды в условиях реального плавания обнаружить не удалось (Clarys, 1979). Вероятно, это обусловлено тем, что даже худощавым пловцам с вытянутым туловищем не удается сохранять настолько обтекаемую форму тела, чтобы полностью избежать возникновения турбулентности. Другая возможная причина состоит в том, что пловцы с менее пропорциональным телосложением способны компенсировать его недостатки, тщательно контролируя положение тела в воде. Далее мы сначала обсудим влияние на скорость плавания пространства, занимаемого пловцом в воде, а затем — влияние формы тела.

Влияние занимаемого пространства на сопротивление формы

Пространство, занимаемое пловцом в воде, характеризуется горизонтальным и латеральным компонентами. Горизонтальный компонент отражает глубину расположения тела, латеральный относится к пространству, занимаемому пловцом в горизонтальной плоскости.

Горизонтальное выравнивание. Один из способов уменьшения сопротивления формы заключается в удержании тела в горизонтальной плоскости, если только отклонение от этого состояния не требуется для создания движущей силы. Схемы на рис. 2.3 показывают правильное и неправильное положение тела пловца при плавании кролем на груди.

На рисунке 2.3, *а* тело пловца расположено правильно, оно находится почти в горизонтальном положении около поверхности, а разница в глубине погружения головы и стоп минимальна. Благодаря этому пловец занимает меньшее пространство, чем изображенный на рис. 2.3, *б*. В положении тела последнего наблюдаются типичные ошибки, связанные с попыткой глиссировать в воде. Он удерживает голову слишком высоко и излишне прогибает спину, из-за чего ему приходится выполнять более интенсивные движения ногами, чтобы удержать голову и верхнюю часть туловища над водой. Вследствие этого его тело имеет выраженный угол наклона вниз-назад и при движении в воде создает гораздо большую турбулентность.

Когда речь идет о движениях ног, пловец должен стараться найти компромисс между уровнем амплитуды движений и интенсивностью, позволяющими развивать достаточное усилие для движения вперед, но при этом следить за тем, чтобы ноги не погружались излишне глубоко, чтобы избежать ненужного увеличения занимаемого пространства. Оптимальная глубина движений ногами будет рассмотрена в главе, посвященной механике движений каждого из спортивных способов плавания.

Правильное и неправильное положение тела для остальных трех способов спортивного плавания показано на рис. 2.4. Пловец кролем на спине (рис. 2.4, *а*) имеет правильное положение тела, которое характеризуется тем, что голова расположена на одной линии с туловищем, а бедра не опущены вниз излишне глубоко. В отличие от этого, у пловца брассом (рис. 2.4, *б*) высоко поднята голова, а бедра чрезмерно опущены вниз, что приводит к существенному увеличению занимаемого им пространства.

Основное правило, которое заключается в том, что тело пловца должно занимать максимально горизонтальное положение близко к поверхности воды, в равной степени применимо к кролю на груди и кролю на спине. Баттерфляй и брасс — исключения из этого правила. Волнообразные движения тела и особенности техники дыхания в этих способах плавания обуслов-

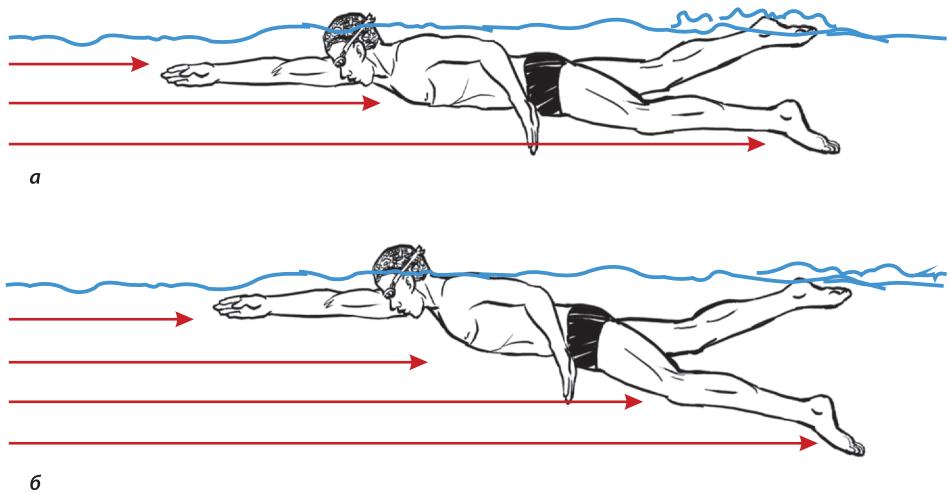


РИСУНОК 2.3 — Влияние пространства, занимаемого пловцом в воде, на сопротивление формы. Пловец на схеме *а* удерживает, насколько это возможно, тело в горизонтальной плоскости, и благодаря этому уменьшает занимаемое пространство. Пловец на схеме *б* пытается глиссировать, выполняя более глубокие движения ногами. Его тело наклонено вниз-назад, и это приводит к увеличению занимаемого пространства

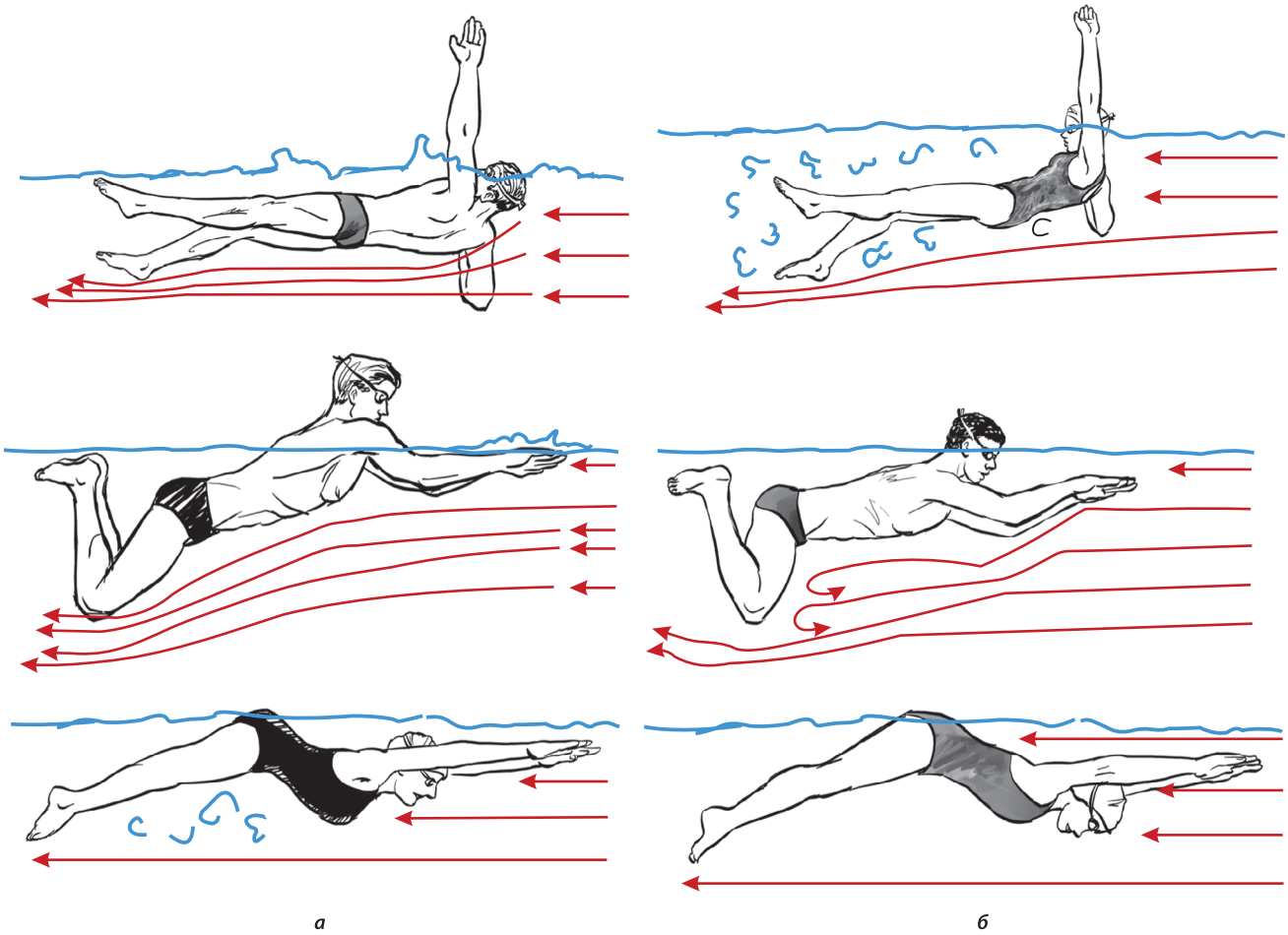


РИСУНОК 2.4 — Правильное (*а*) и неправильное (*б*) положение тела пловца при плавании кролем на спине, брассом и баттерфляем

ливают нарушение горизонтального положения тела пловца в определенные моменты каждого гребкового цикла. Тем не менее такие волнообразные движения необходимы, поскольку создают дополнительную движущую силу. Пловцы в обоих способах плавания должны стремиться к компромиссу между ограничением волнообразных движений и выполнением их с амплитудой, достаточной для создания адекватной движущей силы.

Правильное и неправильное положение тела пловца для плавания баттерфляем и брассом показано на рисунке 2.4, *а*, *б*. Как отмечалось, волнообразные движения являются неотъемлемым элементом создания движущей силы в этих способах плавания. Следовательно, сохранение правильного горизонтального положения тела непосредственно связано с волнообразным движением тела вдоль горизонтальной поверхности под водой. В этих способах плавания при выполнении волнообразных движений пловец не должен погружать части тела слишком глубоко в воду. Неправильное положение тела пловца в воде может быть следствием погружения стоп на слишком большую глубину и/или слишком сильного опускания таза во время выполнения волнообразных движений. Как будет показано далее, в обоих способах плавания поступательное движение пловца происходит под воздействием волны, создаваемой при возврате рук в исходное положение при условии правильного выполнения волнообразного движения тела. При чрезмерной амплитуде волнообразного движения тела этот источник движущей силы перестает функционировать. Более подробно этот механизм поступательного движения будет рассмотрен в главе 3.

Латеральный компонент. Чрезмерные движения в горизонтальной плоскости также повышают сопротивление формы. Выполнение движений конечностями, в частности ногами, за пределами пространства, ограниченного продольной проекцией туловища, сопровождается увеличением объема воды, перемещаемого пловцом, и следовательно, возрастанием сопротивления воды при движении вперед. Неправильное положение тела пловца в горизонтальной плоскости составляет проблему только при плава-

нии кролем на груди и кролем на спине, когда попеременные движения рук и ног могут привести к «виляющему» или «змеиному» движению тела пловца в воде.

На рисунке 2.5 показан вид сверху правильного и неправильного положения тела пловцов кролем на груди. На рисунке 2.5, *а* показано положение тела, обеспечивающее обтекаемую форму, тогда как пловец на рисунке 2.5, *б* чрезмерно «виляет» ногами из стороны в сторону. Такие боковые движения ног сопровождаются увеличением пространства, занимаемого пловцом в воде. Кроме того, они приводят к тому, что пловец отталкивает воду в стороны и вперед. И то и другое существенно увеличивает сопротивление воды при движении.

Дополнительные способы снижения сопротивления формы. Пловец, который поднимает руку слишком высоко над головой при плавании баттерфляем и кролем на груди, легко может нарушить правильное положение тела. Вес рук будет погружать туловище глубже в воду. Пловец кролем на груди должен немного отводить руку в сторону и проносить ее в исходное положение согнутой в локте, чтобы перераспределить часть веса за пределы тела. Пловец способом баттерфляй должен выполнять пронос рук, выполняя движение по сторонам туловища, по той же самой причине. В то же время при плавании кролем на спине пловец должен проносить руки в исходное положение прямо над головой, несмотря на то что это может нарушить горизонтальное положение тела. Альтернативный вариант — пронос рук по сторонам туловища — приведет к еще большему нарушению латерального положения тела.

Попытки увеличить скорость плавания могут привести к использованию пловцом некоторых «неправильных» движений во время выполнения гребка, следствием чего будут колебания тела из стороны в сторону. При плавании кролем на спине и кролем на груди пловец может нарушить латеральное положение тела перемещая руки за среднюю линию тела в момент вхождения в воду. При плавании кролем на груди пловец также может нарушить латеральное положение тела, вынося руки слишком далеко за среднюю линию тела во время подводной фазы гребка руками.

При плавании кролем на груди и кролем на спине пронос руки над водой сбоку может привести к тому, что таз и ноги будут «вилять» из стороны в сторону. Сильное круговое движение руки при выполнении проноса будет тянуть таз наружу в направлении движения руки. Пловцы способом кроль на груди должны выполнять пронос с высоким подниманием локтя, что позволит ограничить до минимума движение руки наружу в этой части гребка. Как отмечалось выше, пловцы способом кроль на спине должны выполнять пронос выпрямленной руки прямо над головой, чтобы ограничить ее движение наружу и по возможности сохранить латеральное положение тела. Пловцы способом баттерфляй могут выполнять пронос рук круговым движением через стороны, не нарушая при этом латерального положения тела. В этом случае потенциальное возмущающее воздействие на латеральное положение тела при выполнении маха рукой через сторону будет компенсироваться одновременным махом наружу другой рукой, поэтому таз не будет выгибаться в сторону, а продолжит движение вперед по прямой линии.

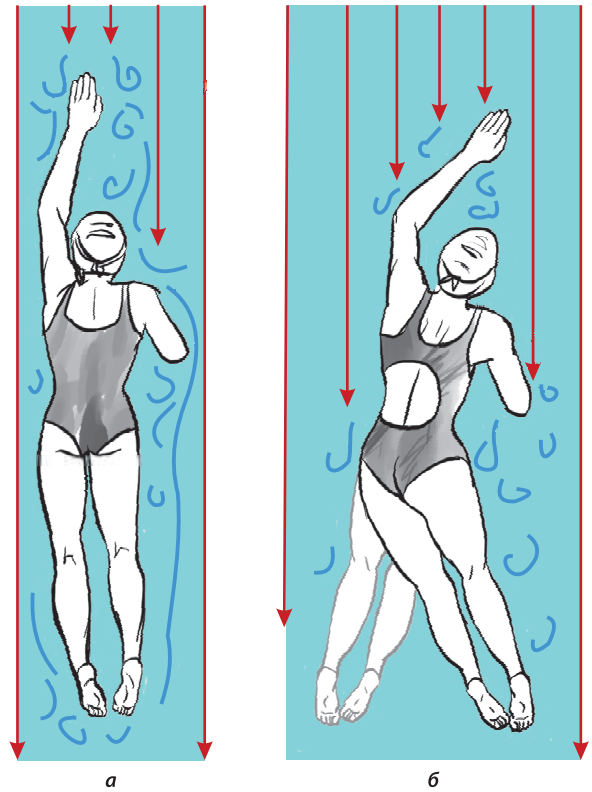


РИСУНОК 2.5 — Влияние чрезмерных движений ногами в стороны на сопротивление при плавании кролем на груди: *а* — правильное положение тела (пловец двигается в небольшом пространстве воды благодаря тому, что поворачивает туловище из стороны в сторону); *б* — неправильное положение тела (пловец выполняет движения ногами из стороны в сторону так, что они выходят за пределы продольной проекции плеч)

При плавании кролем на груди и кролем на спине нарушение латерального положения тела может происходить вследствие чрезмерного движения рук в стороны в первой части гребка под водой. Интенсивное движение одной руки наружу приведет к отталкиванию туловища в противоположную сторону. Как будет показано в главе 3, при плавании этими способами пловец не может избежать движения рук наружу,

в частности, в начале гребка руками под водой. Это необходимо для того, чтобы правильно расположить кисти для наиболее эффективного захвата при выполнении начальной фазы гребка. Тем не менее при плавании обоими способами пловец не должен выносить руки в стороны дальше, чем это необходимо для выполнения эффективного захвата, и никогда не должен делать излишне активных движений руками в стороны при выполнении этой части гребка.

При плавании баттерфляем и брассом пловец для выполнения захвата должен выполнять движение руками, вынося их вперед гораздо дальше, чем в кроле на груди и на спине. В данном случае такие движения рук через стороны не будут нарушать латерального положения тела по той же причине, которая упоминалась ранее в отношении выполнения проноса рук. Одновременное движение рук наружу в разные стороны исключает возможность смещения тела из стороны в сторону. Вместе с тем поскольку резкие движения рук в стороны могут замедлять движение пловца вперед так же, как и в других способах плавания, движения рук наружу до момента захвата следует выполнять плавно.

Форма тела и сопротивление формы

Как уже отмечалось, форма тела пловца в воде существенно влияет на величину возникающей при движении силы сопротивления формы. Наименьшее сопротивление при движении в воде испытывают объекты с ровной поверхностью и удлиненной, суженной по концам формой, а наибольшее — объекты с прямыми углами и неровной поверхностью. Это обусловлено тем, что при движении удлиненного объекта с гладкой поверхностью слои жидкости плавно расходятся перед ним и плавно сходятся позади него. Для уменьшения турбулентности, а значит и сопротивления формы, пловец должен раздвигать слои воды постепенно, а не резко. Плавно должны заполняться и пустоты, возникающие позади движущегося тела.

Заполнение пустот происходит в результате возникновения разности давлений. Слои воды перемещаются из областей с более высоким давлением в области с пониженным давлением, в нашем случае — в область, расположенную позади движущегося пловца. Поэтому вода будет заполнять пространство за пловцом не мгновенно, а постепенно.

Объекты с обтекаемой пулевидной формой, которые имеют небольшую площадь фронтальной поверхности, постепенно расширяющиеся к середине и снова сужающиеся в задней части, создают при движении в воде наименьшее сопротивление. Суженная и обтекаемая передняя часть таких объектов постепенно раздвигает слои воды, уменьшая турбулентность и количество пограничных слоев воды, отталкиваемых в сторону. Благодаря этому не происходит образования области с высоким давлением воды непосредственно перед объектом, и скорость его движения тормозится не так сильно. Суженная и обтекаемая задняя часть объекта позволяет слоям воды начать сходиться сразу же после прохождения его самой широкой части. Поэтому заполнение пространства позади движущегося тела происходит гораздо быстрее. В итоге происходит уменьшение размера области вихревых потоков позади объекта, которая также тормозит его движение в воде. Потоки воды, возникающие при движении объекта эллипсовидной формы, показаны на рисунке 2.6, *а*. Картина потоков, наблюдаемая при движении в воде объекта прямоугольной формы, показана на рисунке 2.6, *б*.

При движении прямоугольного объекта его плоская передняя часть с плоской поверхностью сталкивается одновременно со множеством потоков воды (рис. 2.6, *б*). Это напоминает поток воды, разбивающийся о стену: потоки воды беспорядочно отбрасывает назад, вверх, вниз, в разные стороны, сталкивает их с другими потоками воды в окружающем объект пространстве. Это создает большую турбулентность, заметно увеличивающую давление перед объектом и замедляющую его движение вперед.

Плоская задняя часть объекта (рис. 2.6, *б*) не позволяет возмущенным потокам воды быстро заполнять пространство, которое освобождается за объектом. В результате за объектом

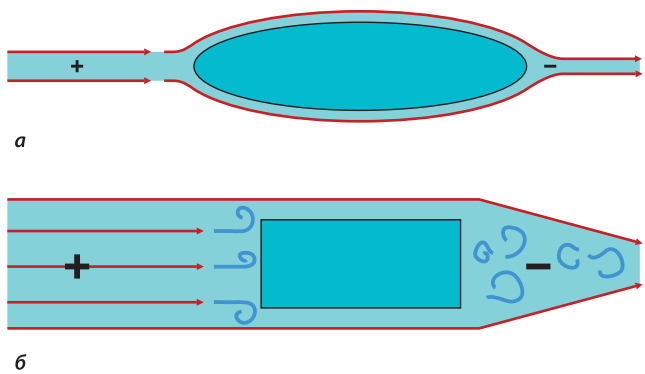


РИСУНОК 2.6 — Влияние формы объекта на сопротивление воды: *а* — цилиндрический объект с суженными концами обладает обтекаемой формой и имеет при движении в воде наименьшее сопротивление; *б* — форма объекта такова, что он будет создавать при движении большое сопротивление, несмотря на то что площадь его поперечного сечения такая же, как и объекта на схеме *а*. Тупые плоские концы прямоугольного объекта увеличивают количество нарушаемых ламинарных потоков перед объектом и увеличивают время восстановления ламинарного потока за объектом

Адаптировано из Prandtl, Tietgens, 1957

возникает большая область низкого давления с вихревыми потоками. Из-за медленного заполнения этой области она будет сохраняться еще достаточно долго после прохождения объекта. Значительное увеличение давления перед объектом в сочетании со столь же значительным снижением давления позади него приведет к формированию разности давлений перед объектом и за ним, которая будет серьезно замедлять его движение вперед.

С развитием человеческой мысли и совершенствованием техники форма корпуса кораблей, машин, самолетов и других объектов, перемещающихся в воздухе и воде, становилась все более суженной спереди и сзади, что позволило добиться существенного снижения сопротивления формы. К сожалению, тело человека не обладает подобной формой. Более того, пловец не может сохранять неподвижное положение тела при движении в воде. Оно постоянно изменяется, принимая различную форму. Чтобы устранить возможные отрицательные последствия, пловец должен стараться в разных фазах гребка придавать телу наиболее обтекаемую форму. Для этого он должен постараться применять два основных правила, которые касаются всех способов спортивного плавания.

1. Пловец должен попытаться продвигать свое тело в пространство, создаваемое руками, когда они входят в воду и рассекают ее перед туловищем. Предполагается, что его размер достаточный для прохождения плеч и туловища. Любые негребковые движения за пределами этого пространства приведут к увеличению сопротивления формы.

2. Пловец при движении в воде должен стараться разместить впереди наиболее узкие и обтекаемые места своего тела. Так, например, кисть и сама рука должны погружаться в воду кончиками пальцев. Единственная ситуация, в которой от него требуется противоположное, — выполнение гребкового движения назад для ускорения движения вперед. При плавании брассом пловец должен следить за положением бедер.

Повороты туловища вокруг продольной оси тела и сопротивление формы

Потребность в создании движущей силы не позволяет пловцу сохранять оптимальное горизонтальное и латеральное положение тела во время плавания. При плавании кролем на груди и кролем на спине пловец для выполнения гребка должен поворачивать тело из стороны в сторону, тогда как при плавании брассом и баттерфляем пловцу для той же цели потребуется волнообразно перемещать свое тело вверх и вниз. Перекатывание из стороны в сторону и волнообразные движения туловищем в некоторой степени увеличивают сопротивление формы, но главное заключается в том, что эти движения необходимы для увеличения движущей силы. Следовательно, для увеличения скорости плавания спортсмен должен найти компромисс между необходимостью сохранять обтекаемое положение тела и потребностью в создании движущей силы. Пловец может оказаться излишне старательным в обоих случаях. Стремление увеличить гребковое усилие может стать причиной чрезмерно энергичных движений туловищем. И наоборот, желание сохранить тело в одном положении, обеспечивающем наименьшее сопротивление, ведет к уменьшению движущей силы пловца.

Некоторые специалисты считают, что вращения туловища вокруг продольной оси на самом деле уменьшают сопротивление воды за счет того, что пловец при плавании способом кроль на груди или кроль на спине может дольше удерживать тело в положении на боку, при котором оно занимает в воде меньшее пространство. Однако, возможно, сопротивление тела в положении на боку никак не меньше, если даже не больше его сопротивления в горизонтальном положении. Тело, расположенное в горизонтальной плоскости, не должно занимать больше места, чем тело, повернутое на бок. Действительно, экспериментальные данные показывают, что пассивное сопротивление больше, когда пловца буксируют в положении на боку, а не лежа на груди или спине (Counsilman, 1955).

На самом деле, тело пловца, повернутое на бок, будет погружено глубже, чем в положении лежа на груди или на спине. Кроме того, повороты туловища с одной стороны на другую, вероятнее всего, будут увеличивать сопротивление по сравнению с удержанием его в горизонтальном положении. Тем не менее при плавании кролем на груди или на спине пловцу необходимо вращать тело вокруг продольной оси, поскольку это способствует увеличению движущей силы, создаваемой при гребке рукой, и облегчает пронос другой руки. Такие действия, вероятно, создают определенные преимущества по сравнению с увеличением силы сопротивления, обусловленным поворотами туловища. Вместе с тем пловцам в этих способах плавания не следует слишком активно вращать тело из стороны в сторону, ошибочно полагая, что так они уменьшат сопротивление воды. Величину поворотов туловища должны регулировать вертикальные движения руками. Такие движения не следует ограничивать с целью уменьшения амплитуды поворотов туловища, но также не следует их делать излишне энергичными только для увеличения поворотов туловища.

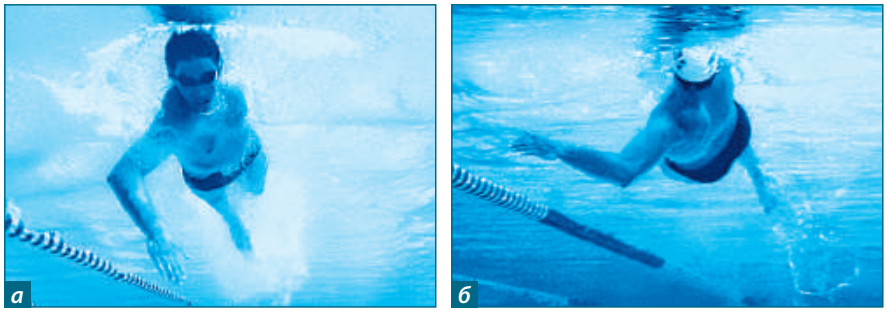


РИСУНОК 2.7 — Пловец в точке максимального поворота туловища в сторону при плавании кролем на груди (*а*) и кролем на спине (*б*)

Влияние поворотов туловища вокруг продольной оси на сохранение латерального положения тела при плавании кролем на груди и кролем на спине имеет важное значение для плавания, поэтому мы рассмотрим его в этом подразделе. Схемы на рисунке 2.3—2.5 очень упрощенно демонстрируют комплексные подходы к уменьшению сопротивления формы. Плавание — это динамический вид деятельности, в котором тело постоянно изменяет свое положение в течение каждого цикла гребка. Пловец должен стремиться к уменьшению сопротивления формы для повышения эффективности создаваемой движущей силы и ослабления возможного отрицательного влияния движений руками на горизонтальное и латеральное положение тела. При плавании кролем на груди и кролем на спине пловцу просто не приходится выбирать между выполнением поворотов туловища вокруг продольной оси и плаванием с удержанием тела в неподвижном горизонтальном положении, даже если последнее и позволяет снизить сопротивление формы. Выбор может быть только между степенью поворота тела и его изгибом в горизонтальной плоскости.

Если спортсмен во время плавания будет стараться сохранять тело в горизонтальном положении без перекатов, то это будет способствовать изгибам из стороны в сторону. Поскольку тело пловца погружено в воду, движения рук вверх и вниз оказывают воздействие на туловище, которое в итоге движется в том же направлении. Если пловец попытается удержать туловище и таз от переката в сторону движения руки, то оно вместе с ногами будет сдвинуто в сторону.

На рисунке 2.7 показаны пловцы в момент максимального поворота при плавании кролем на груди и кролем на спине. Как видно, положение их тела существенно отклоняется от горизонтального. Во время гребка другой рукой оно точно так же повернется в другую сторону.

Повороты тела вокруг продольной оси способствуют увеличению скорости плавания кролем на груди и кролем на спине по нескольким причинам. Так, благодаря таким действиям пловец может расположить руки в более выгодном положении, которое позволяет выполнять гребок по диагонали. Это помогает ему удерживать туловище в стабилизированном положении при постоянном выполнении попеременных движений руками. Кроме того, как отмечалось выше, перекаты туловища сводят к минимуму латеральные движения туловища, таза и ног.

При плавании кролем на груди и кролем на спине пловец должен позволять телу двигаться в соответствии с движениями рук в различных фазах цикла гребка. Поворот тела в стороны должен выполняться непрерывно в течение всего цикла гребка без задержки или напряжения. Тело должно постоянно перекатываться из стороны в сторону. Оно может находиться в горизонтальном положении только в переходный момент поворота с одной стороны на другую. Пловец должен легко и свободно позволять плечам и тазу разворачиваться и опускаться вниз вместе с движением вниз руки, расположенной с той же стороны, и точно так же без задержки перекатываться вверх, когда рука начинает движение вверх. В этих двух способах плавания при выполнении гребка правая и левая рука всегда движутся в противоположных направлениях: одна рука вверх, другая — вниз. Поэтому правая и левая стороны тела также всегда должны двигаться в противофазе.

Причины увеличения скорости пловца, обусловленные выполнением поворотов туловища в стороны

- Расположение рук в более выгодном положении для создания движущей силы
- Создание возможности для выполнения диагонального гребка, придающего телу пловца большую устойчивость
- Уменьшение движений тела в стороны

Плавучесть и сопротивление формы

Существует мнение, что повышенная плавучесть позволяет снизить сопротивление формы. Тогда как центр масс расположен в области таза, центр плавучести располагается в области груди, там, где находятся легкие и основная масса воздуха в организме. В таком случае ноги, если они не обладают высокой плавучестью, будут опускаться вниз. Плавучесть тела пловца можно

определить, предложив ему лечь на поверхность воды с выпрямленными ногами и вытянутыми за головой руками. Если тело пловца обладает хорошей плавучестью, оно останется на поверхности воды в горизонтальном положении. Если же нет, то ноги станут опускаться вниз. Возможна и промежуточная ситуация — ноги утонут не полностью, а до определенного момента между исходным горизонтальным и конечным вертикальным положением, и пловец останется на плаву. Если пловец не обладает плавучестью, его ноги будут опускаться и увлекут за собой под воду туловище.

Влияние плавучести на снижение сопротивления формы ранее считалось само собой разумеющимся. Однако затем в нескольких экспериментальных исследованиях было показано, что повышенная плавучесть снижает силу сопротивления. Два независимых исследования (Pendergast et al., 1977; Watkins, Gordon, 1983) установили, что при плавании без специальной плавательной доски для ног с помощью одних только рук у мужчин ноги обычно тонут быстрее, чем у женщин. Как правило, женщины обладают более высокой плавучестью по сравнению с мужчинами, что может быть одной из причин того, что женщины чаще используют двухударный ритм движений ногами. Вследствие более низкой плавучести большинству мужчин требуется более интенсивный ритм движений ногами — двухударный ритм с перекрестным движением ногами или четырехударный и даже шестиударный ритм для удержания ног около поверхности во время плавания.

Известно, что увеличение содержания жировой ткани в составе тела ведет к повышению плавучести. Тем не менее это не означает, что пловцы с повышенным содержанием жировой ткани обладают какими-либо преимуществами или им следует стремиться к увеличению содержания жировой ткани. Увеличение количества жировой ткани означает увеличение площади поверхности тела, а значит, и сопротивления формы. Следовательно, попытки увеличить плавучесть за счет увеличения жировой прослойки могут привести к увеличению сопротивления формы. Кроме того, поскольку мышцы являются основным источником движущей силы пловца, то он, разумеется, должен заниматься специальной физической подготовкой для увеличения мышечной массы. Это позволит увеличить движущую силу и сведет на нет недостатки, связанные с меньшей плавучестью.

Плавание с большой скоростью способно в определенной степени улучшить плавучесть, однако, очевидно, оно не может полностью восполнить преимущества естественной плавучести. Увеличение скорости плавания способствует увеличению плавучести благодаря направленной вверх силе, создаваемой водой, на которую пловец при движении оказывает давление вниз. Тем не менее пловцу с недостаточной плавучестью может потребоваться более энергичная работа ногами для удержания их на плаву в горизонтальном положении у поверхности воды. Кроме того, необходимость удержания верхней части погруженного в воду туловища в горизонтальном положении, существующая во всех способах спортивного плавания, также требует поддержания ног пловца у поверхности воды.

Ударное сопротивление

Ударное сопротивление — термин, употребляемый для обозначения особого вида волнового сопротивления. Я хочу обратить на него внимание, поскольку оно, возможно, обладает наибольшим тормозящим воздействием среди всех остальных видов сопротивления воды. В этом случае пловец сталкивается с последствиями выполнения третьего закона Ньютона, которые работают против него. Это происходит при отталкивании воды вверх, вниз, назад или в стороны туловищем или конечностями. Возникающая при этом сила противодействия будет отталкивать тело пловца в противоположном направлении, если только ее действие не будет уравновешено другой силой. Одна из наиболее распространенных ситуаций, в которых пловцу приходится сталкиваться с ударным сопротивлением, наблюдается при выполнении энергичных движений руками и ногами вперед. Например, при плавании брассом пловцу для выведения рук вперед в исходное положение приходится преодолевать сопротивление и отталкивать вперед определенное количество воды. Возникающая при этом сила противодействия направлена назад, и для ее компенсации потребуется затрата движущего усилия, создаваемого движением ног. Из-за этого ускорение тела будет несколько меньше того, каким оно могло бы быть. Поэтому очень важно, чтобы пловец при плавании любым способом выполнял движение рук вперед гладко и плавно, не создавая излишнего сопротивления воды.

При плавании кролем на груди и баттерфляем пронос рук над водой также будет замедлять движение пловца вперед за счет возникновения ударного сопротивления. Это явление может еще сильнее замедлять движение, когда при плавании баттерфляем, кролем на груди или на спине пловец с усилием вкладывает кисть в воду и продвигает ее вперед в недостаточно обтекаемой

РИСУНОК 2.8 — Интерференционное сопротивление, возникающее при вкладывании рук у пловца баттерфляем

форме. На рисунке 2.8 показано, как неправильное выполнение проноса и вкладывания рук в воду способно увеличить сопротивление воды. Пловцы при плавании баттерфляем часто делают распространенную ошибку — при вкладывании рук с усилием продавливают их вперед и вниз. *Такое вкладывание рук снижает скорость пловца на 30 % за 1/16 с.* Подобное снижение скорости, помноженное на количество гребков, выполненных на дистанции, приведет к существенному снижению результатов спортсмена.

Замедляющее воздействие ударного сопротивления на скорость движения пловца вперед можно наблюдать при подтягивании ног к туловищу при плавании брассом. Сила противодействия, возникающая во время движения ног вниз и вперед, может полностью остановить поступательное движение пловца в этот момент. Неправильное выполнение движений ногами при плавании кролем на груди, баттерфляем и кролем на спине помимо уменьшения движущей силы способно увеличить силу сопротивления воды. Скорость движения будут замедлять любые педалирующие движения, включающие движение бедер вперед.

Слишком глубокое погружение ног при выполнении гребка в кроле на груди и баттерфляе также может привести к увеличению ударного сопротивления. Если пловец с целью увеличения движущей силы погружает ноги во время гребка слишком глубоко, то он не только увеличивает объем пространства, занимаемого в воде, но также увеличивает объем воды, выталкиваемой ногами вперед. На рисунке 2.9 показано, как происходит замедление движения пловца в случае слишком глубокого погружения ног при ударе стопой вниз. Траектория движения ноги при ударе стопой показывает, что пловец, опускающий ногу слишком глубоко, на самом деле отталкивает воду стопой вперед во время заключительной фазы движения ноги вниз. При этом, естественно, возникает противодействующая сила, которая снижает скорость движения пловца вперед.

Когда пловец, выполняя движение, отталкивает конечностями воду вниз или вверх, противодействующая сила перемещает тело в противоположном направлении и замедляет его движение вперед. Однако, как было сказано в главе 1, вертикальные движения конечностей необходимы для создания движущей силы и непрерывного выполнения гребковых циклов. Такие вертикальные движения не должны быть чрезмерными, и, *за исключением случаев*, когда они совпадают с движением руки назад во время выполнения основной части гребка, не следует прикладывать для их выполнения излишних усилий. Иначе говоря, при плавании кролем на груди и на спине пловец должен перемещать руки вниз до момента начала захвата как можно более гладко и плавно. Кроме того, он должен ориентировать движение кисти пальцами вперед, чтобы придать руке наиболее обтекаемую форму.

При плавании кролем на груди и баттерфляем пловец не должен отталкивать воду в момент выхода рук их воды. Основная фаза гребка руками в этих способах плавания завершается примерно за 10 см до поверхности, когда руки перестают двигаться назад и начинают выполнять пронос вперед. Зачерпывание воды кистью перед ее выходом из воды приведет к ее отбрасыванию вверх и назад. Рассмотрим последствия этой распространенной, но тем не менее ошибочной техники гребка более подробно в следующей главе.

Движения рук и ног в стороны в горизонтальной плоскости также являются одним из элементов всех четырех способов спортивного плавания. Движения ног в стороны, вероятно, необходимы для стабилизации положения туловища при плавании кролем на груди и кролем на спине. Помимо движущей силы, которую они создают, ноги могут уравновешивать вертикальные и горизонтальные движения рук, предотвращая чрезмерные движения вверх, вниз и в стороны туловища и таза пловца.

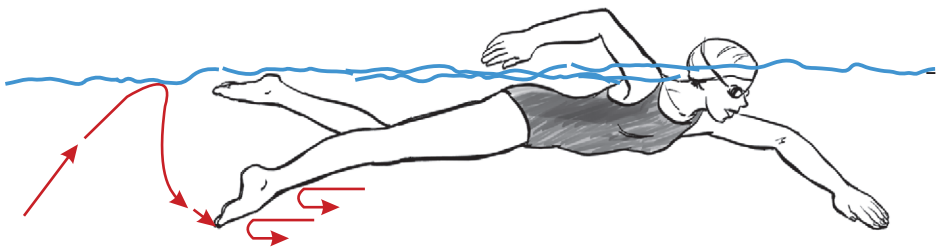


РИСУНОК 2.9 — Увеличение сопротивления воды при слишком глубоком погружении ноги

Движения в сторону в основной фазе гребка руками необходимы. Пловец использует их, чтобы расположить руки в наиболее выгодной позиции для выполнения основной движущей фазы гребка. Тем не менее ему не следует при этом целенаправленно отталкивать воду внутрь или наружу. При плавании кролем движения рук в сторону с большой амплитудой или усилием обычно нарушают латеральное положение тела пловца и увеличивают сопротивление воды.

При плавании кролем на груди и на спине пловец должен контролировать движение рук вниз и вверх в первой трети подводной части гребка руками. Эти фазы гребка являются подготовительными и, если пловец будет прикладывать слишком большое усилие для движения предплечья и кисти наружу, противодействующая сила будет нарушать латеральное положение тела, выталкивая его туловище в противоположном направлении и увеличивая сопротивление воды. Поэтому пловец должен свести к минимуму движения рук в стороны, и до момента начала захвата выполнять их плавно, придавая кисти обтекаемое положение концами пальцев вперед. И лишь после этого он может прикладывать большое усилие для выполнения движения назад.

При плавании брассом и баттерфляем движения рук в сторону с максимальной амплитудой выполняются в первой половине подводной части гребка. Пловец перемещает предплечья и кисти наружу, чтобы расположить их в наиболее выгодном для выполнения захвата положении. Возникающие при этом противодействующие силы уравновешивают друг друга и никак не влияют на латеральное положение тела. При плавании брассом и баттерфляем пловцы во время основной движущей фазы гребка как правило выполняют движения в сторону с незначительной амплитудой, хотя обычно для этого они разводят руки в стороны значительно шире плеч. Вместе с тем такие движения наружу, предшествующие выполнению захвата, следует выполнять плавно, придавая кисти обтекаемую форму. Хотя чрезмерно энергичные движения руками в стороны и не нарушат латерального положения тела, они могут существенно снизить скорость движения пловца вперед. Кроме того, усилия, затрачиваемые на выполнение энергичных движений в стороны, оказываются излишними и приводят к преждевременному утомлению пловца на дистанции.

Еще одним источником ударного сопротивления при плавании кролем может стать «виляние» или волнообразное движение туловища в горизонтальной плоскости. Как отмечалось ранее, такие движения приводят к возрастанию сопротивления формы, поскольку увеличивают объем пространства, занимаемого пловцом в воде. Но, кроме того, они приводят к тому, что пловец отталкивает воду в стороны туловищем и бедрами. Понятно, что «виляние» туловищем заметно снижает скорость пловца.

Интерференционное сопротивление

Движения туловища и конечностей пловца приводят к возмущению воды вокруг него, создавая в ней турбулентные потоки. Такая турбулентность воздействует на другие части тела, расположенные поблизости, и увеличивает действующую на них силу сопротивления. Ниже приведены два примера интерференционного сопротивления:

- влияние движения одной ноги на другую при попеременном движении ног;
- влияние движений руками под водой внутрь и наружу под туловищем на туловище пловца.

О значении интерференционного сопротивления для спортсменов, участвующих в соревнованиях по плаванию, мало что известно. В настоящий момент отсутствуют экспериментальные исследования, посвященные изучению влияния интерференционного сопротивления на скорость плавания. Однако вполне очевидно, что движение одной конечности в воде, возмущенной другой конечностью, должно иметь какие-то последствия. Представляется вполне логичным, что излишние энергичные движения конечностями и другими частями тела должны замедлять движение пловца вследствие возникновения интерференционного сопротивления. Следовательно, энергичное волнообразное движение туловища в горизонтальной плоскости должно препятствовать поступательному движению пловца вперед. Точно так же будут тормозить его движение энергичные гребки, отталкивающие воду в сторону туловища. И наконец, энергичные движения ног с большой амплитудой вверх при попеременном движении ног, а также широкая амплитуда в стороны также будут замедлять движение пловца вперед вследствие возникновения интерференционного сопротивления только потому, что одной ноге придется перемещаться в турбулентных потоках воды, созданных другой ногой, в течение более длительного времени.

Фрикционное сопротивление

При движении пловца вперед трение между водой и кожей приводит к формированию слоя воды, контактирующего непосредственно с кожей. Кожа пловца увлекает за собой этот слой, а он, в свою очередь, за счет трения взаимо-

действует с молекулами воды, расположенными в соседних слоях воды. Такая картина взаимодействия между слоями воды будет наблюдаться до тех пор, пока на некотором расстоянии от тела пловца сила трения между слоями воды окажется недостаточной для дальнейшего распространения движения. Совокупность слоев воды, увлекаемых в движение вместе с телом, называется *пограничным слоем*. Этот слой увеличивает количество работы, которую требуется выполнить пловцу для ускорения движения тела вперед, поскольку помимо тела ему приходится привести в движение и какое-то количество расположенной рядом с ним воды.

Однако спустя небольшой промежуток времени пограничный слой отрывается от тела пловца, поскольку молекулы воды, увлекаемые вперед движением пловца, будут сталкиваться с молекулами, расположенными перед ним. Оторвавшиеся молекулы будут случайным образом вторгаться в соседние потоки воды, создавая расширяющуюся полосу турбулентности. Появление достаточно большой турбулентности свидетельствует об отрыве пограничного слоя. То есть слои воды, увлеченные пловцом за собой, начинают бурлить вокруг него неупорядоченным образом. К сожалению, это превращает тормозящий эффект массы воды, которую пловцу приходится перемещать за собой, в еще более мощный вид сопротивления. Возникающая турбулентность увеличивает давление в области, расположенной непосредственно перед пловцом и по сторонам от него, и возникающая в итоге разность давлений между областями впереди и позади пловца будет тормозить его движение, если только он не приложит достаточное количество усилий для поддержания своей скорости.

На рисунке 2.10 показано, как пограничный слой ведет себя при воздействии силы трения. На позиции *а* показана реальная картина движения жидкости вдоль крыла, погруженного в гидродинамический канал. Обратите внимание на круговую область турбулентности в задней части крыла. Это место отрыва пограничного слоя. На позиции *б* показано движение потоков воды, вызывающее отрыв пограничного слоя. Сначала на поверхности крыла возникает сила трения, под действием которой формируется пограничный слой жидкости, движущийся в противоположном остальной жидкости направлении вместе с крылом. Затем, когда молекулы воды в пограничном слое начинают сталкиваться с другими молекулами, расположенными впереди и сбоку, они создают турбулентность, которая на некотором удалении приводит к полному отрыву пограничного слоя от поверхности крыла.

Некоторые исследователи считают, что фрикционное сопротивление в плавании играет незначительную роль, поскольку из-за плохой обтекаемости человеческого тела волновое сопротивление и сопротивление формы приведут к отрыву пограничного слоя сразу же после начала движения слоев воды вдоль поверхности тела (Clarys, 1979). Однако одно из исследований опровергло эту точку зрения (Hay, Thayer, 1989). В частности, удалось изучить траекторию движения потоков воды вокруг тела пловца с помощью прикрепленных к нему пластиковых ленточек. Когда проводили съемку пловца под водой, колебания ленточек показывали движение воды в пограничном слое. Специалисты пришли к выводу о том, что при движении пловца вперед на некоторых участках поверхности его тела может сохраняться пограничный слой. Пловец с закрепленными на его теле ленточками показан на рисунке 2.11. Он движется с опорой на доску для плавания

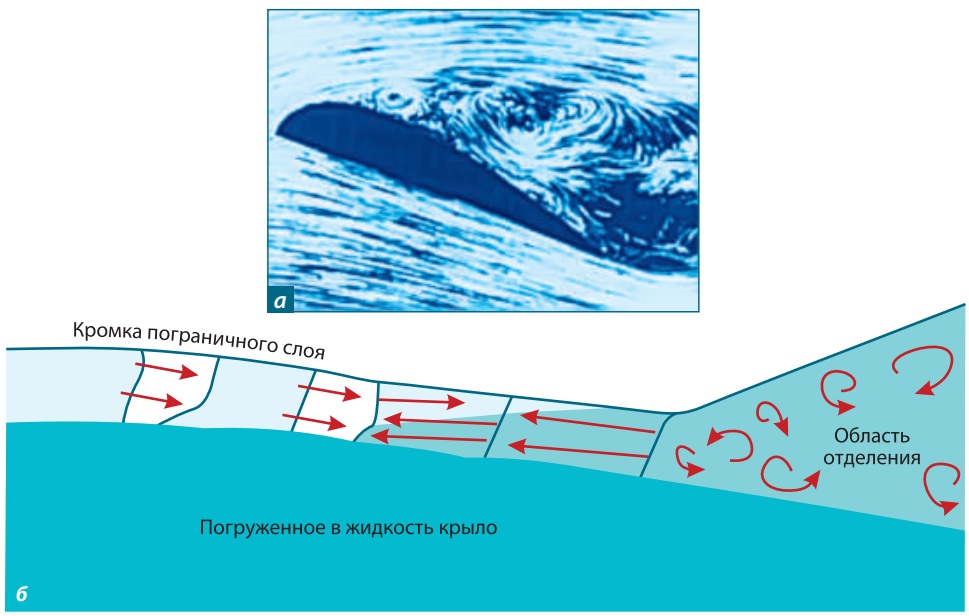


РИСУНОК 2.10 — Разрушение пограничного слоя под действием фрикционного сопротивления: *а* — фотография реального движения потоков вокруг погруженного в жидкость крыла; *б* — схема, иллюстрирующая причины возникновения повышенной турбулентности жидкости

Адаптировано из Prandtl, Tietgens, 1957

с помощью дельфинообразных движений ногами. Видно области, расположенные в передней части туловища, на бедрах и голенях, где ленточки прижаты к этим поверхностям.

Основными факторами, влияющими на величину фрикционного сопротивления, создаваемого движущимся объектом, являются:

- площадь поверхности объекта;
- скорость движения объекта;
- текстура поверхности объекта.

Пловец не может контролировать площадь поверхности своего тела. Скорость движения можно контролировать только в узких пределах за счет поддержания темпа в начале дистанции. Из числа источников фрикционного сопротивления, поддающихся изменению, остается только текстура поверхности.

Очевидно, что гладкие поверхности будут создавать меньшее трение по сравнению с шероховатыми. Гладкая поверхность уменьшает трение между водой и кожей, благодаря чему пловец во время движения увлекает за собой в пограничном слое меньший объем воды. Это, в свою очередь, ведет к снижению турбулентности при отрыве пограничного слоя. Все это позволяет понять, почему пловцы почти всегда улучшают свои показатели, если выступают на соревнованиях в специальных костюмах, которые закрывают большую часть тела, и в шапочках, которые делают их голову более обтекаемой. Кроме того, становится понятным, как пловец может улучшить свое время, если побреется перед выступлением.

В отношении бритья, или *бритья тела*, как называют его многие спортсмены, занимающиеся плаванием, было установлено, что удаление волос с тела позволяет пловцу улучшить свой результат на дистанции 100 м от 0,5 до 2 с. Однако у специалистов нет единого мнения о причинах такого улучшения. Часть из них считают, что оно обусловлено снижением фрикционного сопротивления. Другие убеждены в том, что все дело в психологическом настрое или улучшении чувства воды.

Исследования Шарпа и Костилла (Sharp, Costill, 1989) убедительно доказали уменьшение фрикционного сопротивления после бритья тела. Они провели исследование, в котором группа пловцов должна была преодолеть дистанцию с одинаковой скоростью, приближенной к максимальной, до и после бритья. Скорость плавания задавали с помощью специального устройства. У пловцов с бритым телом после преодоления дистанции был достоверно более низкий уровень лактата в крови, кроме того, у них увеличился шаг гребка. Средний уровень лактата в крови пловцов после преодоления дистанции за то же время и в том же темпе до бритья составил 8,48 мМ, а после бритья — 6,74 мМ. Средняя величина шага гребка увеличилась с 2,07 м до бритья до 2,31 м после бритья. В контрольной группе достоверных отличий по обоим показателям не обнаружено. Между контрольными заплывами до и после бритья был сделан перерыв продолжительностью 9 дней, который гарантировал примерно одинаковое состояние пловцов в обеих тестовых группах.

РИСУНОК 2.11 — Пловец с закрепленными на его теле ленточками

Перепечатка из Hay, Thayer, 1989

Полученные результаты можно объяснить улучшением чувства воды. Поэтому Шарп и Костилл провели еще одно исследование с участием той же группы пловцов, призванное подтвердить, что улучшение времени преодоления дистанции было обусловлено именно снижением фрикционного трения. Экспериментальная и контрольная группа выполняли два контрольных теста: до и после бритья тела. Но теперь пловцы должны были плыть на привязи, при этом сравнивали энерготраты на преодоление дистанции до и после бритья тела. Плавание на привязи использовали, чтобы исключить действие фрикционного сопротивления. Если пловец не перемещается в воде, то он и не затрачивает энергию на перемещение пограничного слоя жидкости. Поэтому наиболее вероятной причиной улучшения показателей спортсмена после бритья тела в этом случае будет улучшение кинестетического восприятия, а отсутствие изменений результатов этих тестов после бритья должно послужить подтверждением того, что причиной обнаруженного ранее улучшения показателей пловцов является снижение фрикционного трения. Энерготраты, связанные с выполнением контрольных тестов, определяли сравнительным путем по потреблению кислорода при различной нагрузке.

Было установлено, что снижения энерготрат при плавании на привязи после бритья не происходит. Очевидно, что бритье не улучшает чувство воды. В противном случае, при плавании на привязи после бритья у пловцов можно было бы

наблюдать улучшение эффективности гребка и снижение энерготрат. На основании полученных данных авторы сделали вывод о том, что наиболее вероятной и логичной причиной снижения уровня лактата в крови и увеличения шага гребка при плавании, наблюдаемых у пловцов после бритья, является уменьшение фрикционного сопротивления.

Помимо бритья тела существуют и другие способы снижения фрикционного сопротивления, которыми могут воспользоваться пловцы. Одним из них является использование плавательных костюмов из ткани, обладающей малым коэффициентом трения. Новые материалы с такими свойствами постоянно создаются и обновляются. По утверждениям производителей, некоторые из таких материалов имеют фрикционное сопротивление меньше, чем у человеческой кожи. Насколько справедливы такие заявления, еще предстоит выяснить, поскольку существующие в настоящее время способы измерения фрикционного сопротивления тканей не обладают валидностью, достаточной для окончательного решения этого вопроса. В нескольких исследованиях было показано снижение пассивного сопротивления тела пловцов при буксировке их в воде одетыми в полные и неполные специальные костюмы для плавания. В качестве контрольной использовали группу пловцов с небритым телом. Насколько нам известно, на данный момент нет опубликованных данных, подтверждающих более низкое пассивное сопротивление туловища у пловцов в костюмах для плавания по сравнению с пловцами с бритым телом.

Независимо от трения, плотно облегающие тело костюмы для плавания способны снизить фрикционное сопротивление за счет изменения формы тела. Плюсом является то, что такие костюмы способны повысить обтекаемость тела благодаря уменьшению выступающих частей тела на бедрах и груди, минусом — то, что при этом происходит увеличение обхватных размеров тела, а значит и сопротивления формы. Возможно, совершенствование методов измерения активного сопротивления позволит наконец установить, что определенные ткани и модели костюмов для плавания позволяют снизить фрикционное сопротивление по сравнению с бритым телом. Пока же пловцам следует основывать свой выбор на ощущениях и результатах. В любом случае, костюм для плавания должен плотно облегать тело пловца, швы должны иметь минимальную толщину. Костюм не должен ограничивать движений пловца.

Еще один способ уменьшения фрикционного сопротивления — использование плавательной шапочки. Как уже говорилось, это позволяет увеличить обтекаемость головы и уменьшить трение ее поверхности о воду. Шапочки для плавания, как и костюмы, должны быть изготовлены без швов из материалов, обладающих минимальным трением, и плотно облегать голову, не образуя складок, которые могут задерживать потоки воды.

В последнее время в плавании начали использовать костюмы и шапочки, изготовленные из ткани с шероховатой поверхностью. Было обнаружено, что отрыв пограничного слоя от однородной шероховатой поверхности происходит позднее, чем от гладкой поверхности, благодаря чему вокруг объекта снижается турбулентность. На шероховатой поверхности образуются пузырьковые вихри, — области, в которых происходит отрыв и повторное присоединение пограничного слоя к поверхности объекта. Образование пузырьковых вихрей замедляет полный отрыв пограничного слоя от поверхности объекта.

Прекрасным примером для демонстрации увеличения времени сохранения пограничного слоя на шероховатой поверхности является мяч для гольфа. Поверхность мяча, покрытая равномерно расположенными ямками, способствует образованию пузырьковых вихрей и, благодаря этому, более позднему отрыву пограничного слоя. Задержка отрыва пограничного слоя уменьшает область вихревых потоков за мячом и сокращает время ее заполнения. Это, в свою очередь, ослабляет влияние кавитации на мяч и увеличивает дальность его полета. Вполне возможно, использование для изготовления плавательного костюма и шапочки материала с шероховатой поверхностью позволит замедлить отрыв пограничного слоя, а следовательно, снизить фрикционное сопротивление. Однако отсутствие адекватных методов оценки подобных эффектов не позволяет сделать определенного вывода.

Снижение сопротивления воды путем контроля скорости плавания

Увеличение скорости приведет к возрастанию сопротивления воды, даже если спортсмен плавает очень хорошо. Когда пловец пытается увеличить скорость движения в воде, происходит значительное повышение сопротивления воды. Например, как было показано ранее, любое небольшое увеличение скорости сопровождается увеличением сопротивления воды в 4 раза. Поэтому для увеличения скорости движения пловцу приходится тратить больше усилий для преодоления сопротивления воды.

Можно предположить, что зависимость уровня сопротивления воды от скорости плавания имеет чисто научное значение, поскольку вряд ли пловец будет на соревнованиях плыть медленнее и сознательно проигрывать, чтобы уменьшить сопротивление воды. Тем не менее существует один из способов практического использования этой информации, который заключается в том, чтобы не начинать соревновательную дистанцию с максимальной скоростью. Спортсмен, который преодолевает первую половину дистанции с чуть меньшей скоростью, потратит меньше сил на преодоление силы сопротивления воды. Следовательно, у него останется больше сил для более быстрого и эффективного финиша при условии, что он не отстанет слишком сильно от своих соперников и они устанут сильнее, чем он, в начале заплыва. Конечно, это предположение является чисто теоретическим. Победа в заплыве, помимо выбора правильной скорости плавания, определяется еще многими другими факторами. Тем не менее при планировании преодоления дистанции обязательно следует принимать во внимание возможность сохранения сил за счет выбора правильной скорости.

Глава 3

Рекомендации для увеличения движущей силы и уменьшения сопротивления воды

Одно из наиболее распространенных заблуждений в среде специалистов по плаванию — мнение о том, что пловец поочередно сгибает и разгибает руки в основной движущей фазе гребка под водой. В действительности, при создании движущей силы пловец практически держит руку согнутой. Это заблуждение и будет первым в списке обсуждаемых вопросов.

Сгибание и разгибание рук

Действительно ли пловец сгибает и разгибает руки во время основной части гребка (фазы подтягивания и отталкивания) руками под водой? В трех из четырех способов спортивного плавания ответ на этот вопрос один — нет. Единственным исключением является кроль на спине, в котором пловец во время гребка руками под водой выполняет разгибание рук. При плавании кролем на груди, баттерфляем и брассом в момент ускорения движения тела пловца сгибание и разгибание рук минимально. Чтобы устранить это ошибочное мнение, необходимо сказать, что во время плавания разгибание рук является элементом движений при выполнении проноса. Это движение выполняется перед гребком или после, но не во время основной части гребка руками.

В четырех способах спортивного плавания уже в первой части гребка, во время выполнения захвата, руки согнуты в локте почти под прямым углом. Заблуждением является мнение о том, что пловец начинает эту фазу с выпрямленными руками и затем постепенно сгибает их в первой половине гребка под водой. Сгибание рук достигает максимального значения, около 90°, когда руки в средней части основной фазы гребка доходят до средней линии тела. В действительности руки согнуты под углом 90° еще до того, как начинается основная фаза гребка. После этого на протяжении заключительной части основной фазы гребка — отталкивания — угол сгибания руки практически не меняется. Иными словами, сгибание рук при выполнении гребка руками под водой происходит главным образом еще до начала основной части гребка, когда пловец перемещает руки в положение захвата. После этого сгибания рук практически не происходит.

На рисунке 3.1 показан угол сгибания руки Франциско Санчеса, пловца кролем на груди мирового класса, в трех различных точках гребка правой рукой: *а* — захват; *б* — средняя часть гребка — подтягивание; *в* — отталкивание (движение руки наружу, назад и вверх, завершающее гребок). График на этом рисунке — скорость центра масс тела пловца во время этого цикла гребка.

Обратите внимание, что правая рука пловца при выполнении захвата уже согнута под углом 90° и остается согнутой примерно так же в средней части гребка, а также в заключительной фазе гребка. Как показано на графике динамики скорости пловца, ускорение движения не происходит, пока рука не займет положение для захвата. Следовательно, сгибание руки происходит до того, как он начнет выполнять основную фазу. После захвата скорость пловца растет в течение движения руки внутрь, несколько снижается в момент изменения направления движения кисти и снова растет при движении руки наружу и вверх. Видно, что рука остается согнутой в локте в течение всей основной фазы гребка. Иначе говоря, пловец сгибает руку до начала создания движущей силы сразу после захвата. Перед началом основной движущей фазы и до момента прекращения отталкивания воды назад, когда рука приближается к поверхности воды, угол сгибания руки изменяется очень незначительно.

При плавании баттерфляем и брассом, а также в первой половине гребка при плавании кролем на спине пловец использует похожую траекторию движения руки. Чтобы расположить кисть и предплечье ладонью и внутренней поверхностью назад для выполнения основной движущей фазы гребка, пловец сгибает руки в момент погружения в воду и отведения их в стороны для

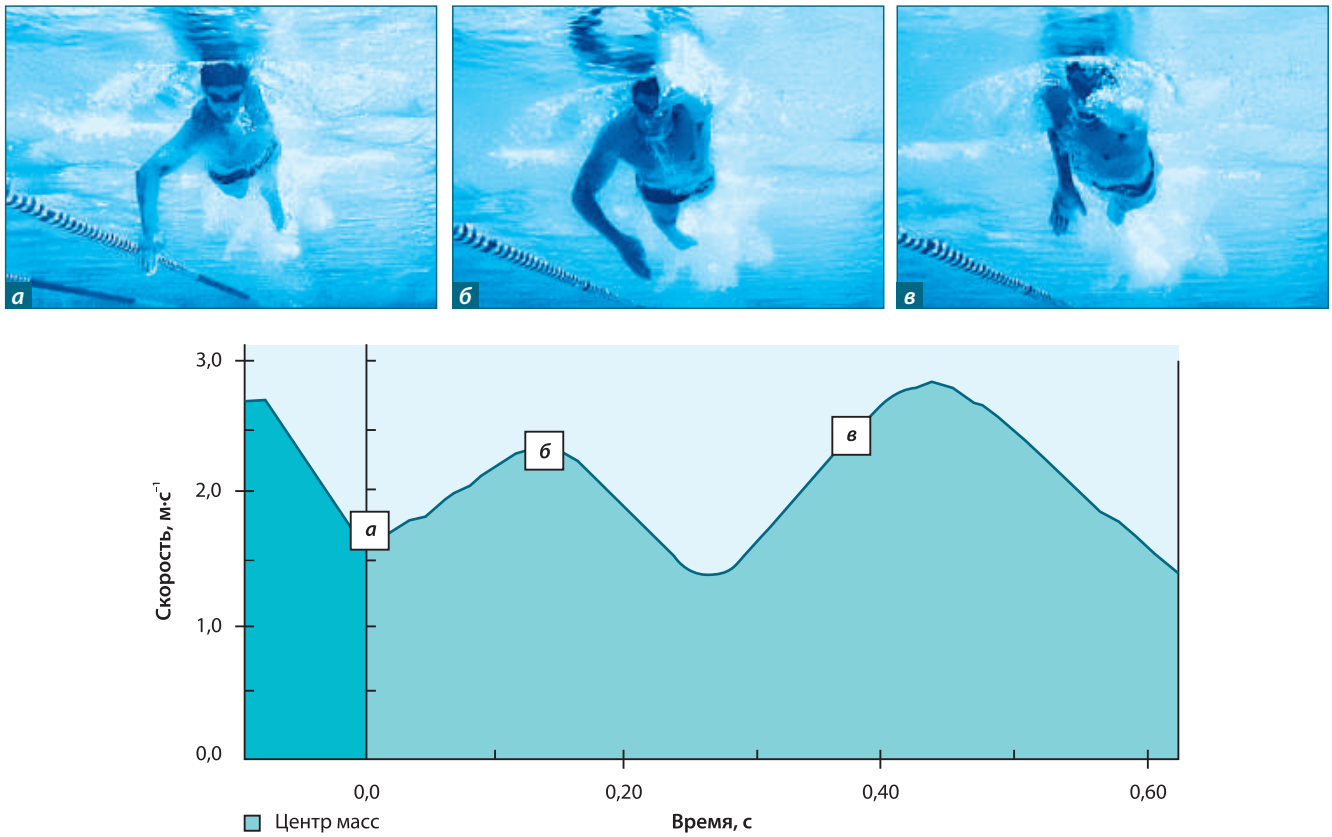


РИСУНОК 3.1 — Пловец кролем на груди в положении захвата (*а*), в конце движения руки внутрь (подтягивание) основной фазы гребка (*б*) и в средине основной фазы гребка при выполнении движения руки наружу (отталкивание) (*в*). На графике показана скорость движения пловца вперед при выполнении подводной части гребка правой рукой. Точки *а*—*в* на графике динамики скорости соответствуют моментам гребка, изображенным на фотографиях

приведения в положение для выполнения захвата. Начиная с этого момента и до момента готовности к выполнению проноса руки в исходное положение для выполнения следующего гребка, пловец отталкивает воду назад, практически не меняя угла сгибания руки в локте. Причины такой траектории движения руки мы обсудим в этой главе далее.

Другим распространенным заблуждением в спортивном плавании является точка зрения, согласно которой спортсмен при плавании кролем на груди и баттерфляем завершает фазу отталкивания движением рук назад до полного их разгибания около поверхности воды. Пловцы мирового класса не выполняют гребок таким образом, и его не следует так выполнять. Как уже отмечалось, Франциско Санчес показан в момент завершения фазы отталкивания при выполнении гребка руками, при этом его рука остается согнутой в локте под углом около 90° (рис. 3.1, *в*). Это движение руки действительно направлено назад и вверх, т. е. он отталкивает воду назад ладонью и внутренней частью предплечья. Основной и принципиальной причиной выполнения гребка согнутой в локте рукой является возможность использовать для создания движущей силы поверхность ладони и предплечья. Разгибание рук во время выполнения основной толчковой фазы на самом деле может привести к снижению продуктивности гребка, поскольку в этом случае предплечья пловца большую часть основной толчковой фазы будут отталкивать воду не назад, а вверх.

На рисунке 3.2 схематически показано, что происходит, если пловец выпрямляет руки при выполнении их движения к поверхности. Хотя

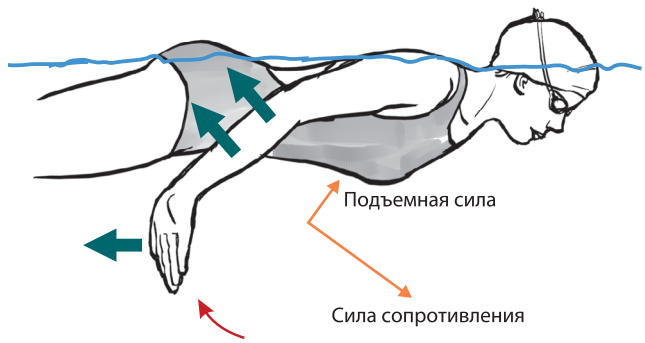


РИСУНОК 3.2 — Эффективность отталкивания при разгибании руки во время ее движения вверх. Обратите внимание на направление отталкивания воды внутренней поверхностью предплечья. Это движение создает значительную силу сопротивления воды, направленную вниз, которая замедляет движение спортсменки вперед

спортсменка и может удерживать ладони повернутыми назад, однако при разгибании рук она на протяжении всего движения отталкивает воду вверх всей внутренней поверхностью предплечья. Это создает значительную силу сопротивления воды, которая толкает ее тело вниз и соответственно замедляет ее продвижение вперед.

Для создания максимальной движущей силы пловец во время движения рук к поверхности воды должен удерживать их обращенными внутренней поверхностью предплечья назад. Вопреки распространенному мнению, это не уменьшает шага гребка или величины создаваемой движущей силы. На самом деле шаг гребка будет больше, поскольку пловец может оттолкнуть назад предплечьем и ладонью большее количество воды, чем в случае использования только ладони. Кроме того, пловец сможет избежать смещения тела вниз и замедления своего движения в результате отталкивании воды предплечьями вверх. Что касается величины движущей силы, то, по упомянутым выше причинам, при выполнении гребка согнутой рукой она будет больше, поскольку для отталкивания воды будут использованы предплечье и ладонь. Повышения темпа гребка не произойдет, поскольку шаг гребка не уменьшится, хотя сам гребок, из-за того что пловец не выпрямляет руку, может показаться короче. Время, необходимое пловцу для перемещения руки к поверхности воды в согнутом состоянии или в сочетании с разгибанием, будет одинаковым.

Графики скорости движения пловца вперед, один из которых приведен на рисунке 3.1, в сочетании с видеозаписями, показывающими положение руки в различных фазах гребка, наглядно демонстрируют, что пловец сгибает руки до выполнения основной фазы гребка. Кроме того, видно, что пловец сохраняет руку в согнутом положении до завершения фазы отталкивания.

Четыре основных движения руками

Анализ фото- и видеоматериалов за несколько десятилетий убедили меня в том, что реально существует всего четыре базовых основных движения, которые пловец выполняет руками. В зависимости от правил плавания тем или иным способом они могут казаться различными, поскольку руки двигаются в разные стороны, но механизм создания движущей силы с помощью этих движений остается неизменным.

Четыре основных движения руками, используемые пловцом для создания движущей силы, — это *движение наружу, движение вниз, движение внутрь* и *движение вверх*.

Четыре основных движения руками, используемые в спортивном плавании

- Движение наружу: начальное движение в баттерфляе и брассе
- Движение вниз: начальное движение в кроле на груди и кроле на спине
- Движение внутрь: второе движение во всех способах спортивного плавания
- Движение вверх: завершающее движение в кроле на груди и баттерфляе

Движение наружу

Движение наружу — это начальное движение фазы захвата в брассе и баттерфляе (рис. 3.3). После вкладывания рук в воду в баттерфляе и после вывода рук в положение для выполнения гребка в брассе пловец начинает движение рук в стороны, пока расстояние между кистями не окажется больше ширины плеч и не начнется выполнение захвата. По мере движения рук наружу он постепенно сгибает их в локтях, чтобы расположить ладонями и внутренней стороной предплечья назад и как можно быстрее подготовиться к отталкиванию воды назад. Руки должны скользить наружу плавно и медленно почти до полной остановки в момент выполнения захвата. В момент захвата руки должны быть согнуты в локтях почти под прямым углом, ладони и внутренняя поверхность предплечья — обращены назад в готовности к созданию движущей силы.

Движение рук наружу является подготовительным. Динамика скорости движения вперед показывает, что при движении рук в положение для захвата скорость пловца несколько снижается. Хотя замедление движения во время вывода рук наружу и неизбежно, его можно уменьшить, направляя кисти кончиками пальцев вперед. Пловец не должен отталкивать воду в стороны

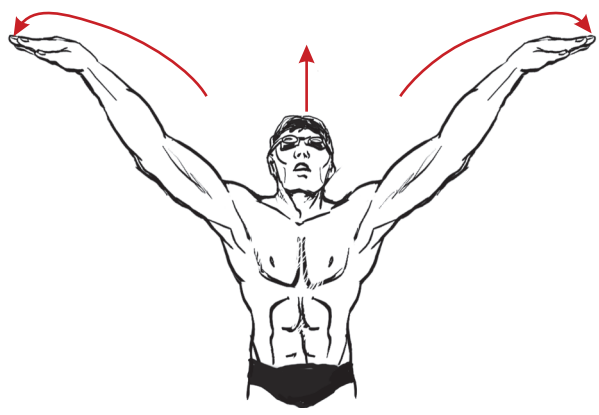


РИСУНОК 3.3 — Движение рук наружу (вид снизу)

ладонями или внутренней стороной предплечья. Он также не должен перемещать воду вниз плечами. Эти действия лишь увеличивают сопротивление воды, которое еще больше замедлит его движение вперед. Поэтому движение рук наружу должно выполняться плавно и легко до достижения положения захвата.

Вас может заинтересовать, почему при плавании баттерфляем и брассом пловец для подготовки к захвату перемещает руки наружу, а не вниз. Вероятно, это связано с тем, что движение рук в стороны тормозит движение не столь резко, как движение рук вниз. При движении рук вниз на тело действует сила, направленная вверх и тормозящая движение вперед. При движении руки наружу на тело действует сила, направленная внутрь, однако при одновременном движении наружу обеих рук результирующая сила будет равна нулю. При плавании кролем на груди или на спине пловец может при подготовке к захвату выполнять движение руки вниз, не опасаясь замедления движения тела, поскольку он поворачивается из стороны в сторону. При плавании баттерфляем и брассом тело пловца во время выполнения захвата должно оставаться в горизонтальном положении, поэтому он с большей вероятностью будет выполнять движение наружу.

Движение вниз

Движение рук вниз применяется в кроле на груди и кроле на спине для перемещения их в положение для захвата. В этом отношении оно выполняет ту же функцию, что и движение рук наружу. На рисунке 3.4 показана схема выполнения движения рук вниз при плавании кролем на груди (*а*) и кролем на спине (*б*). Движение вниз, как и движение наружу, не является толчковым, а больше подготовительным. Скорость пловца во время движения рук вниз замедляется, но это замедление следует свести к минимуму, правильно располагая руки во время гребка.

Движение вниз начинается рукой, вытянутой вперед над водой. Рука плавно движется вниз, вперед и наружу, пока ладонь, внутренняя сторона предплечья и плеча не окажутся повернутыми назад. В этот момент происходит захват и начинается создание движущей силы. В момент захвата движение руки вниз почти полностью прекращается, чтобы сразу же начать ускорение в начале основной фазы гребка.

Для уменьшения встречного сопротивления потока воды во время движения руки вниз пальцы должны быть направлены вперед—вниз по ходу движения руки. По мере движения вниз рука должна постепенно сгибаться в локте, чтобы уменьшить радиус вращения руки и скорее расположить руку ладонью и внутренней поверхностью предплечья назад. При выполнении движения вниз плечо должно оставаться почти параллельным поверхности. Оно будет немного смещаться вниз в зависимости от того, насколько пловец тянется за рукой, опускающейся вниз. Тем не менее не следует специально опускать плечо вниз, поскольку это приведет к возникновению противодействующей силы, выталкивающей тело пловца вверх и снижающей скорость его движения. Кроме того, при движении руки вниз в оптимальное положение для выполнения захвата пловец не должен отталкивать воду ладонями и предплечьями. При этом также возникает значительное сопротивление воды, направленное вверх, которое будет выталкивать тело вверх и еще больше замедлять его движение. Движение руки вниз завершается, когда рука согнута почти под прямым углом в локте, а ладонь, внутренняя часть предплечья и плеча развернуты прямо назад для выполнения основной фазы гребка.

При плавании кролем на груди пловец должен перемещать предплечье и кисть главным образом вниз, а движение наружу выполнять в минимальном объеме, необходимом лишь для опережающего расположения плеча плоскостью назад. При плавании кролем на спине пловец должен смещать руки наружу немного больше, поскольку это позволит ему раньше начать выполнение необходимого захвата. Глубина погружения руки при движении вниз в значительной мере зависит от степени поворота туловища в сторону, который необходим для правильного проноса другой руки. Захват на небольшой глубине ограничивает поворот туловища, из-за чего при плавании кролем на груди пловцу приходится делать слишком широкий дугообразный пронос руки через сторону. При плавании кролем

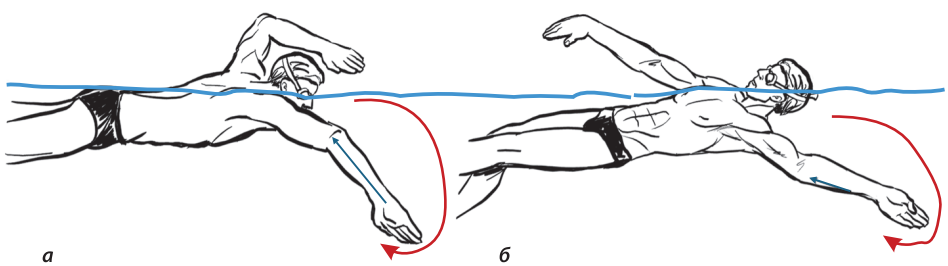


РИСУНОК 3.4 —Пловец при плавании кролем на груди в момент захвата после выполнения рукой движения вниз (*а*); пловец при плавании кролем на спине в той же фазе гребка (*б*)

на спине недостаточная глубина выполнения захвата ограничивает крен туловища в сторону и приводит к увеличению подводной части выполнения гребка другой рукой.

Может возникнуть вопрос, почему при плавании кролем на груди и на спине пловец во время движения рук вниз отводит их наружу, вместо того, чтобы двигать прямо вниз в положение захвата. Небольшое отведение рук наружу среди прочего дает пловцу следующие три преимущества:

- возможность быстрее выполнить захват;
- возможность уменьшить до минимума замедление движения, обусловленное движением плеча вниз;
- возможность использовать в основной фазе гребка внутреннюю поверхность предплечья.

Что касается первых двух преимуществ, удержание плеча в положении, почти параллельном поверхности воды, и сгибание руки в локте во время движения руки вниз, позволяет пловцу быстрее развернуть руки ладонями и внутренней поверхностью предплечья назад (рис. 3.5). Спортсменка, плывущая кролем на груди, показана на рис. 3.5, *а* в положении захвата. Она выполняет захват, перемещая руку наружу и вниз, и одновременно сгибает ее в локте. Отведение руки наружу в сторону во время ее движения вниз позволяет ей удерживать плечо почти параллельно поверхности воды и избегать дополнительного сопротивления воды, двигая вниз плечом. В то же время спортсменка на рисунке 3.5, *б*, опускает плечо прямо вниз, чтобы выполнить захват ближе к средней линии тела.

Спортсменка на рисунке 3.5, *а* может выполнить захват раньше, чем спортсменка на рисунке 3.5, *б*, при этом она практически не отталкивает плечом воду вниз. Как показывает сравнение вертикальных стрелок на схемах, где приведен вид сбоку, движение спортсменки вперед (рис. 3.5, *а*) должно замедляться меньше, кроме того, она сможет начать основную движущую фазу гребка быстрее. Спортсменка на рисунке 3.5, *б* при движении плеча вниз, каким бы плавным оно ни было, создает некоторое дополнительное сопротивление воды и это замедляет ее движение.

Последнее преимущество связано с положением плеча в основной фазе гребка. Когда при плавании кролем на груди и кролем на спине пловец слегка отводит руки наружу, не слишком энергично опуская их вниз, как это показано на рисунке 3.5, *а*, он может развернуть внутреннюю поверхность плеча назад параллельно поверхности воды. При таком расположении внутренняя поверхность плеча может быть использована в основной движущей фазе гребка вместе с ладонью и предплечьем для отталкивания воды назад. Увеличение площади «толкающей» поверхности должно увеличить создаваемую во время движения внутрь движущую силу. И наоборот, если пловец погружает локоть глубоко в воду (рис. 3.5, *б*), он не сможет использовать внутреннюю поверхность плеча для отталкивания воды. Кроме того, в завершающей фазе подводной части гребка ему придется перемещать руку вверх на большее расстояние, чтобы приблизить ее к поверхности воды.

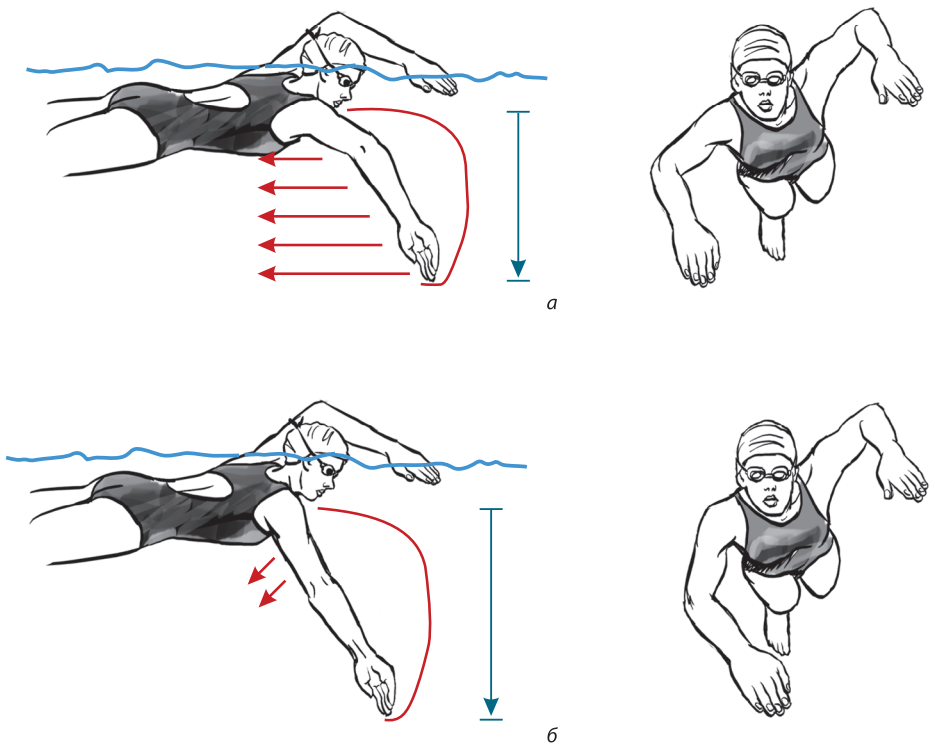


РИСУНОК 3.5 — Последствия опускания плеча при движении руки вниз: *а* — вид спереди и сбоку спортсменки, выполняющей захват при движении руки вниз и наружу; *б* — выполнение захвата при движении руки вниз без отведения ее в сторону. Как показывают вертикальные стрелки на схемах, где приведен вид сбоку, спортсменка (*а*) может выполнить захват быстрее

Движение внутрь

Движение руки внутрь — первая часть основной фазы гребка во всех способах спортивного плавания. Она следует за движением руки вниз в кроле на груди и за движением наружу в

баттерфляе и брассе. В кроле на спине также есть соответствующее движение рук. Однако там оно называется *движением вверх*, поскольку пловец находится в положении лежа на спине, и рука в большей степени движется вверх, а не внутрь. Тем не менее хотя основное направление движения руки при плавании кролем на спине во многом отличается, движущая сила, создаваемая движением руки вверх при плавании кролем на спине, идентична движущей силе, создаваемой движением руки внутрь при плавании другими способами.

Движение руки внутрь ранее было представлено неверно. Я описывал его как движение, в котором основной акцент делается на использование руки как гребного винта, а не как лопасти весла для отталкивания воды назад. На самом деле, пловец использует внутреннюю поверхность плеча и предплечья, а также ладонь как большое весло для отталкивания воды назад. Боковое смещение рук при движении внутрь обусловлено направлением движения для перехода от фазы захвата к следующей фазе гребка, создавая при этом движущую силу.

Первым, кто правильно описал движение руки внутрь, был Чарльз Сильвия из колледжа Спрингфилда (Silvia, 1970). Он определил это движение как *приведение плеча*, поскольку движение руки начиналось из положения над головой, потом рука двигалась наружу и назад вдоль плечевого сустава, и наконец внутрь, описывая большой полукруг. Он считал, что это движение создает существенную движущую силу, поскольку пловец при его выполнении может достаточно долго сохранять ладонь и предплечье в положении, почти перпендикулярном поверхности воды. Однако я, как и многие другие специалисты, не разделял точку зрения Сильвии, поскольку в то время была популярной теория, объясняющая создание движущей силы за счет подъемной силы. Это было крайне недальновидно и субъективно, поскольку выводы Сильвии, касающиеся механики гребка, оказались весьма обоснованными и перспективными. На рисунке 3.6 показан вид снизу пловца при плавании кролем на груди в момент выполнения движения руки внутрь.

Движение руки внутрь начинается из положения захвата после движения вниз или наружу, в зависимости от способа плавания. Кисть вместе со всей рукой выполняет гребок по большому полукругу в горизонтальной плоскости через сторону, назад и затем внутрь до момента, когда кисть окажется под грудной клеткой. После этого движение внутрь прекращается и начинается переход к другой фазе гребка.

Начиная с момента захвата и до перемещения кисти под туловище движение кисти должно выполняться с ускорением, после чего оно замедляется для изменения направления движения в следующей фазе гребка. На протяжении движения внутрь плечо должно двигаться почти параллельно поверхности воды, а ладонь и предплечье — располагаться перпендикулярно поверхности. В некоторых случаях пловец может немного сгибать руку в локте, чтобы несколько изменить путь движения руки и кисти и повысить эффективность отталкивания воды назад. В начале движения внутрь рука должна быть согнута в локте под углом около 90°, поэтому дополнительное сгибание должно быть минимальным. Пловец не должен начинать движение внутрь выпрямленной рукой и затем сгибать ее во время перемещения под туловище. При таком выполнении движения внутрь величина создаваемой движущей силы существенно снижается.

Что касается поступательного движения пловца вперед, то первые две трети движения внутрь являются наиболее результативной частью гребка. После этого траектория движения несколько меняется и замедляется. Тем не менее приведение руки продолжается до момента, пока кисть не окажется под грудной клеткой. Это положение является наиболее оптимальным для выполнения следующей части основного движения — движения вверх. Это позволяет пловцу отталкивать воду назад под туловищем и развивать максимальную движущую силу. Кроме того, движение рук внутрь под туловище, вероятно, помогает пловцу подготовиться к следующей части основной движущей фазы гребка путем перемещения руки из области воды, направленной предшествующим движением с ускорением назад, в зону, где движение воды еще не затронуто движением рук.

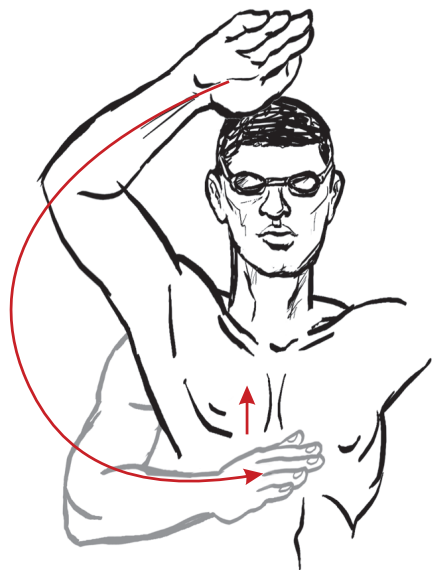


РИСУНОК 3.6 — Движение руки внутрь при плавании кролем на груди

В определенный период я предполагал, что пловец во время движения руки внутрь использует ладонь в качестве гребного винта, поскольку ее наклон в это время меняется с внешнего на внутренний. Я думал, что это говорит о выполнении вращения ладони и предплечья в этой фазе. Теперь я уверен, что во время движения внутрь ладонь и предплечье не вращаются в локтевом суставе, а остаются неподвижными. В действительности пловец, используя внутреннюю поверхность плеча, предплечья и ладони, формирует большую, похожую по форме на бумеранг гребную лопасть. После этого он отталкивает этой лопастью воду назад, пока его плечо не окажется возле грудной клетки. Во время этого движения угол наклона кисти и предплечья меняется естественным образом (сначала наружу, а затем внутрь) не вследствие какого-то осознанного усилия, а просто потому, что рука перемещается назад по дугообразной траектории — сначала назад и наружу, потом внутрь (см. рис. 3.6).

Иначе говоря, ладонь и внутренняя поверхность предплечья повернуты в сторону движения. Вращение происходит в плечевом, а не в локтевом суставе. Пловец должен просто зафиксировать относительное положение кисти, предплечья и плеча, как если бы они составляли единое целое. Поворот руки осуществляется за счет силы мышц спины и плечевого пояса. Как будет показано ниже, благодаря этому движение внутрь является наиболее мощной частью гребка.

До настоящего момента я упомянул только один фактор, который делает приведение плеча идеальным гребковым движением. Такое движение позволяет пловцу максимально эффективно воспользоваться силой сопротивления воды, что, в свою очередь, увеличивает создаваемую им движущую силу. Еще один фактор, который оказывает еще большее влияние на создание движущей силы во время движения руки внутрь, — это возможность использовать крупные мышцы и создавать большее усилие, выполняя приведение руки назад в плечевом суставе. При выполнении приведения руки назад в качестве лопасти весла работу выполняют крупные мышцы плечевого пояса и туловища — дельтовидная, большая грудная и широчайшая мышца спины. В то же время пловец не сможет развить такого же мышечного усилия при выполнении гребкового движения внутрь, в котором он будет использовать руку подобно гребному винту. В выполнении такого движения будут принимать участие большая грудная мышца и передняя дельтовидная мышца, однако в этом случае пловец затратит больше усилий на вращение руки внутрь и меньше — на отталкивание воды назад, поскольку он будет преимущественно вращать руку внутрь, а не толкать ею воду назад. В то же время задняя дельтовидная мышца и широчайшая мышца, которые охватывают большую поверхность верхней части спины, при отсутствии движения назад практически не будут использованы. Нетрудно понять, что ограничение роли этих двух крупных мышц существенно снизит движущую силу, создаваемую пловцом при движении руки внутрь.

Еще одним недостатком использования руки в качестве гребного винта, по сравнению с приведением плеча, является то, что в этом случае для выполнения работы по вращению кисти и предплечья используются мелкие мышечные группы предплечья и плеча, которые обычно устают гораздо быстрее крупных мышечных групп. Поэтому пловцы, использующие гребок по типу гребного винта, устанут быстрее, чем те, кто использует руку в качестве лопасти весла. Конечно, во время движения внутрь рука также будет несколько вращаться, т. е. поворачиваться внутрь, даже при использовании ее в качестве весла. Однако здесь вращение всей руки в плечевом суставе будут осуществлять крупные мышцы плеча и спины, а не мелкие мышцы предплечья и плеча.

Движение вверх

При плавании кролем на груди и баттерфляем движение рук вверх происходит за движением внутрь. В кроле на спине существует два соответствующих движения. Однако одно из них нельзя назвать движением вверх, поскольку при плавании этим способом пловец находится в положении лежа на спине, и руки его в этой фазе гребка двигаются скорее вниз, а не вверх. Тем не менее используемый при этом способ создания движущей силы подобен тому, который используется при движении руки вверх, описанному в этом разделе. На рисунке 3.7 показаны вид сбоку (*а*) и снизу (*б*) пловца, выполняющего движение вверх. Движение вверх при плавании баттерфляем очень похоже, за исключением того, что выполняется одновременно обеими руками.

Заключительное движение внутрь служит переходом к последующему выполнению движения вверх. Переход происходит, когда плечо приближается к грудной клетке, а кисти проходят под средней линией тела. В этот момент пловец должен изменить направление движения кисти и предплечья с движения вверх и внутрь на движение вверх и наружу. Это сопровождается быстрым поворотом кисти ладонью наружу и последующим ее движением наружу, вверх и назад к поверхности воды. Пловец продолжает отталкивать воду назад ладонью и внутренней частью предплечья, пока его кисть не окажется сбоку от тела на уровне бедра. В этот момент движение вверх завершается. Пловец перестает отталкивать воду,

сужает ладонь, чтобы плавно и быстро вывести ее из воды для последующего проноса. Скорость предплечья и кисти на протяжении движения вверх должна заметно возрастать. В этой фазе гребка рука обычно достигает максимальной скорости, часто превышающей 6 м · с$^{-1}$.

Во время движения вверх рука должна оставаться согнутой в локте, чтобы пловец мог отталкивать воду ладонью и внутренней поверхностью предплечья. Для сохранения правильного положения ладони и предплечья по мере движения руки наружу и вверх возникает необходимость некоторого ее выпрямления. Однако такое выпрямление не должно быть чрезмерным, а угол сгибания руки в локте в конце движения вверх должен по-прежнему составлять около 90°.

РИСУНОК 3.7 — Движение вверх при плавании кролем на груди

При плавании кролем на груди пловец после завершения движения вверх прекращает отталкивать воду и выводит руку из воды. При этом рука должна оставаться согнутой в локте. Для облегчения проноса руки пловец старается выпрямить ее и потом вверх через сторону осуществляет пронос. При плавании баттерфляем руки выпрямляются в первой части проноса. Выпрямление рук не является завершающей частью движения вверх.

Представленное здесь описание движения рук вверх во многом совпадает с приведенными нами ранее. В то же время тогда я делал акцент на использовании руки в качестве подводного крыла, а не лопасти весла. Это в определенной мере может иметь несоответствие. Когда речь идет о создании движущей силы, наиболее важным аспектом движения вверх является отталкивание воды назад предплечьями и ладонями, хотя они перемещаются наружу и вверх. В этой фазе гребка пловец должен постараться удерживать руки повернутыми назад ладонями и внутренней стороной предплечья. Для этого потребуется сохранять руки в согнутом положении.

Роль ускорения кисти и предплечья в создании движущей силы

Исследования Каунсилмена и Василака показали, что ускорение кисти и предплечья является важным аспектом механики гребка (Counsilman, Wasilak, 1982). Эти специалисты изучали взаимосвязь между скоростью движения руки и скоростью плавания и установили, что ускорение кисти у лучших пловцов происходит от начала до конца подводной части гребка. Дальнейшие исследования Шлейхауфа показали, что это представление в принципе верно, но слишком упрощено (Schleihauf, 1986). Ускорение руки пловца от старта до финиша происходит неравномерно. Скорость движения руки нарастает периодически, уменьшаясь и возрастая при каждом изменении направления движения. Наименьшая скорость движения руки отмечена в начальной части гребка рукой для всех способов плавания, а наибольшая обычно наблюдается в завершающей фазе отталкивания — основной части гребка (Counsilman, Wasilak, 1982).

Типичная динамика скорости кисти на дистанции 50 м кролем на груди рекордсмена мира Томаса Джеггера показана на рисунке 3.8: на верхнем графике — изменение скорости движения кисти в течение одного цикла гребка, на нижнем — соответствующая динамика скорости центра масс тела пловца. Изображения в средней части графика схематически показывают фазу гребка в соответствующей временной точке графика. Скорость движения тела Джеггера вперед и скорость движения его кисти показаны на вертикальной оси. Время, необходимое для выполнения каждой фазы гребка, показано на горизонтальной оси. Следует обратить внимание, что скорость кисти, приведенная на рисунке, трехмерная. Для ее расчета объединяли различные компоненты движения руки (назад, в сторону, вверх и вниз). В качестве контрольной точки для определения скорости использовали средний палец руки Джеггера в заплыве на 100 м кролем на груди. График начинается с момента движения вниз левой руки.

Динамка изменений скорости левой руки выглядит следующим образом. После входа в воду перед выполнением захвата движение левой

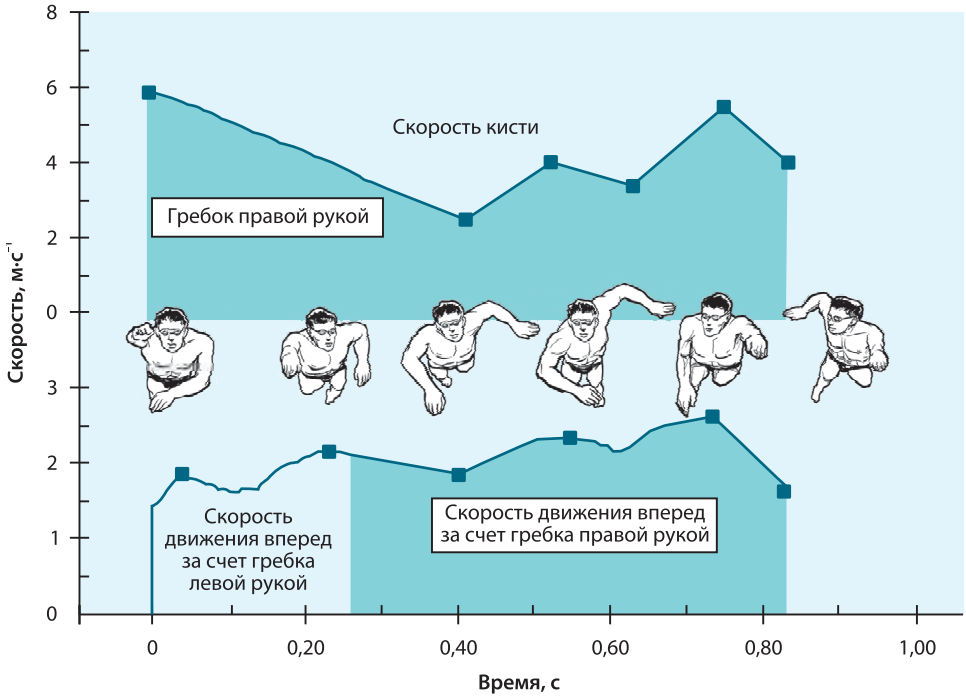


РИСУНОК 3.8 — Типичная динамика скорости кисти Томаса Джеггера при плавании кролем на груди

кисти замедляется. Во время движения внутрь, когда рука проходит под туловищем, скорость руки увеличивается, хотя и не до максимума. Затем следует небольшое замедление во время перехода от движения внутрь к движению вверх, после чего скорость левой кисти во время движения наружу и вверх к поверхности возрастает до максимума. Ближе к поверхности, когда пловец перестает отталкивать воду назад и начинает готовиться к проносу, скорость кисти снова снижается.

Подобная динамика скорости движения наблюдается и для гребка правой рукой. Обратите внимание, что периоды ускорения и замедления движения кисти на протяжении цикла гребка достаточно хорошо соответствуют моментам увеличения и уменьшения скорости движения пловца вперед.

Динамика движения кисти является типичной для гребка в остальных трех способах спортивного плавания (рис. 3.8). Во всех случаях движение кисти пловца периодически замедляется и ускоряется каждый раз, когда рука изменяет направление движения, и эти изменения в скорости в целом совпадают с соответствующими изменениями скорости движения вперед центра масс тела пловца. Максимальная скорость движения кисти достигает 4,5—6 м · с$^{-1}$ (Counsilman, Wasilak, 1982).

Очевидно, что пловец увеличивает скорость движения кисти до максимума только в заключительной части гребка под водой. Например, Джеггер во время движения внутрь под туловище ускоряет кисть только до 3 м · с$^{-1}$, а затем во время движения вверх — до 6 м · с$^{-1}$. Это означает, что он интуитивно предпочитает использовать в средней части гребка некоторую оптимальную, а не максимальную скорость движения кисти. Вероятно, такой способ гребка позволяет пловцу сохранить энергию. Кроме того, вполне вероятно, что он просто не может в течение всей дистанции перемещать руку во время гребка с максимальной скоростью.

Как и следовало ожидать, максимальная скорость кисти у пловца наблюдается на коротких дистанциях. Кроме того, женщины обычно не могут развивать такую же скорость движения кисти, как мужчины (Maglischo et al., 1986).

Значение захвата для скоростного плавания

Захват — это момент, когда пловец во время выполнения подводной части гребка начинает ускорять движение тела вперед с помощью рук. График скорости движения показывает, что во всех способах спортивного плавания опытные пловцы не начинают ускорять свое движение вперед, пока не пройдут примерно одной трети цикла гребка. Перед выполнением захвата руки перемещаются наружу или вниз примерно на 40—50 см. Это необходимо для того, чтобы повернуть руку внутренней поверхностью предплечья и ладонью назад до начала выполнения основной фазы движения. На рисунке 3.9 показано начало движения вперед с ускорением при плавании кролем на груди. На графике представлены данные исследования Кирена Перкинса, рекордсмена мира и золотого медалиста Игр XXV и XXVI Олимпиад 1992 и 1996 гг. на дистанции 1500 м вольным стилем. Данные были получены во время финального заплыва на дистанцию 1500 м на Играх XXV Олимпиады 1992 г., когда был установлен рекорд мира 14:43.48. Момент захвата отмечен на графике динамики скорости и на схеме, изображающей траекторию гребка левой рукой (верхняя часть рисунка).

График начинается с траектории движения левой руки вниз. В этот момент пловец завершил фазу отталкивания правой рукой, и ско-

рость движения вперед снижается. Обратите внимание, что она продолжает снижаться еще около 0,20 с после начала движения вниз. В это время его рука погружается примерно на 50 см таким образом, чтобы предплечье и ладонь были повернуты назад. После этого пловец отталкивает воду рукой назад, и движение вперед начинает ускоряться.

В других трех способах спортивного плавания пловец также выполняет захват подобным образом. Он не начинает отталкиваться от воды, пока кисть не пройдет примерно одной трети цикла гребка под водой. Фотографии с изображением момента захвата для каждого способа спортивного плавания можно найти в следующих главах. Положение руки в момент захвата тренеры часто называют положением для захвата с *поднятым локтем*.

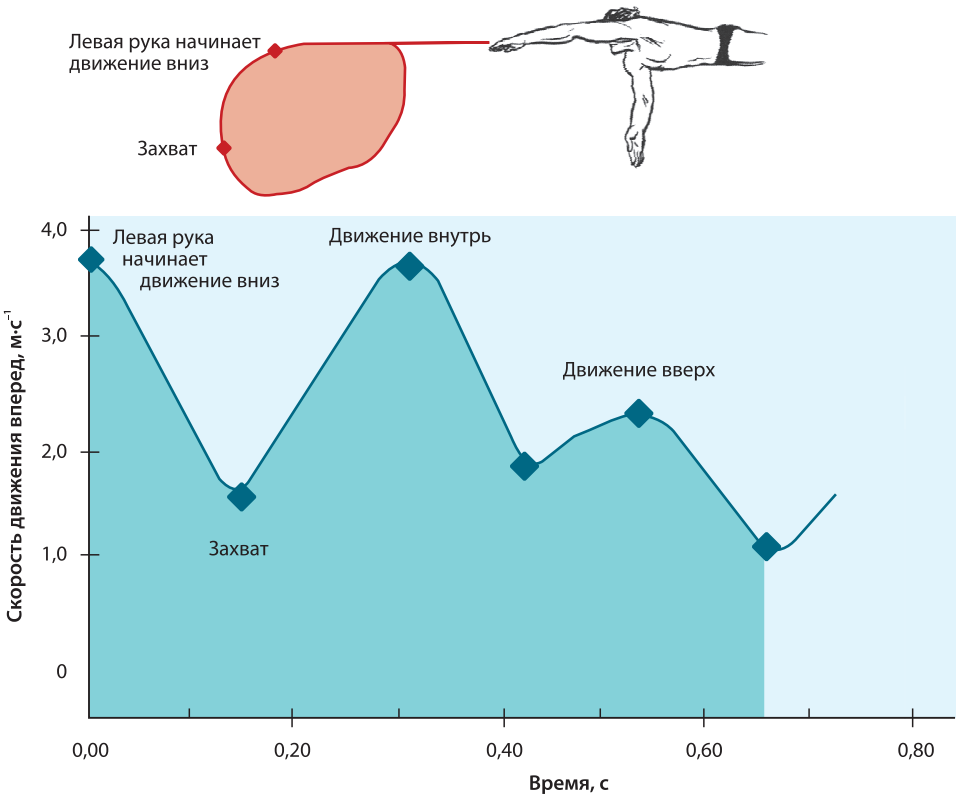


РИСУНОК 3.9 — Динамика скорости движения вперед Кирена Перкинса. График показывает скорость движения вперед центра масс тела пловца во время одного цикла гребка левой рукой

Первым, кто обратил внимание на важность положения локтя при выполнении захвата, был Джеймс Каунсилмен. Он сделал это в своей книге «Наука о плавании» (*The Science of Swimming*, 1968). Пловец не должен пытаться выполнить гребковое движение, пока его рука не окажется в положении с поднятым локтем, поскольку, как отмечалось ранее, он не сможет отталкивать воду прямо назад, пока его предплечья и ладони не повернутся назад.

При плавании кролем на груди пловец должен переместить руки вниз и вперед для перехода в положение захвата. Кроме того, по мере движения вниз он должен сгибать руку в локте, пока локоть не окажется впереди кисти. И только после этого он должен начинать отталкивание воды назад. При плавании кролем на спине пловец должен отвести руку вниз, наружу и вперед, и удерживая сгибать ее в локте, пока локоть не выдвинется вперед. После этого он должен выполнить захват так, чтобы ладонь и внутренняя сторона предплечья были повернуты назад. При плавании баттерфляем и брассом пловец перед выполнением захвата должен развести руки в стороны, одновременно сгибая их в локтях так, чтобы локти оказались выше кистей, а ладони и внутренняя поверхность предплечий повернулись назад.

Во время заплыва для большинства пловцов естественно желание начать гребковое движение сразу же после вкладывания руки в кроле на груди, баттерфляе и кроле на спине, и после выпрямления рук вперед в брассе. Тем не менее не следует этого делать, поскольку в этот момент руки будут отталкивать воду вниз или наружу, но не назад. Неудивительно поэтому, что наиболее распространенной ошибкой в плавании является выполнение гребка до того, как рука займет положение с поднятым локтем. Это неправильное положение для захвата называется *опущенным локтем*. На рисунке 3.10, где изображен пловец

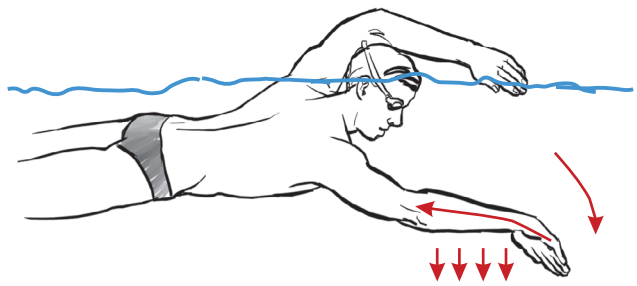


РИСУНОК 3.10 — Положение руки с опущенным локтем при плавании кролем на груди

кролем на груди с опущенным локтем, видно, почему эта ошибка является серьезным нарушением техники гребка.

Как отмечалось выше, при плавании кролем на груди, чтобы развернуть руку внутренней стороной предплечья и ладонью назад, ее необходимо погрузить в воду примерно на 40—50 см во время движения вниз. Если пловец попытается выполнить гребковое движение сразу же после вкладывания кисти или после начала движения руки вниз, то это приведет к тому, что он будет отталкивать воду вниз. При этом тело будет выталкивать вверх, что приведет к более быстрому замедлению и торможению тела по сравнению с движением рук вниз без отталкивания воды.

Причиной выполнения гребкового движения с опущенным локтем является стремление начать отталкивание воды до того, как рука будет повернута ладонью назад. Это приводит к тому, что пловец отталкивает воду вниз, наружу или внутрь, создавая противодействующую силу, которая нарушает горизонтальное и латеральное положение тела и замедляет движение вперед гораздо сильнее по сравнению с правильным выполнением движения руки наружу и вниз при выполнении гребка. При плавании баттерфляем и брассом высокое положение локтя обычно достигается за счет движения кисти наружу, а не вниз, поскольку пловец в этих способах плавания выполняет гребок одновременно обеими руками и не может поворачивать тело в сторону. В данном случае причиной опущенного локтя является слишком короткое движение наружу, за которым следует отталкивание воды вниз и внутрь. При выполнении захвата в кроле на спине пловец должен отвести кисть в сторону больше, чем в кроле на груди, но меньше, чем в баттерфляе и брассе. Поскольку руки, находящиеся за головой, ограничивают разгибание плеча, пловцу кролем на груди легче расположить руки ладонью назад путем разведения их в стороны почти настолько же, как он опускает их в глубину.

Из приведенного выше анализа и обсуждения видно, что основным наиболее сложным является тот момент, когда пловец может опустить локоть. Это время движения руки вниз в кроле на груди и на спине, а также движение наружу в баттерфляе и брассе. Для исправления этой ошибки следует научить пловца дожидаться, пока кисть не окажется опущенной достаточно глубоко или не будет отведена достаточно далеко в сторону, чтобы развернуться ладонью назад. *Наиболее способные пловцы благодаря обучению или интуиции научились дожидаться начала гребкового движения внутрь, пока их рука не повернется ладонью назад.* Менее способные пловцы пытаются прикладывать усилие, когда ладонь и предплечье повернуты наружу или вниз.

Пловец, выполняющий гребковое движение с опущенным локтем, часто обманывает себя мыслью о том, что отталкивает воду назад, поскольку способен развернуть ладонь в запястье назад сразу же после того, как начнет движение руки вниз или наружу. Он забывает о том, что его руки и кисти при движении вниз или наружу не перемещаются назад. Из-за этого даже при повернутых назад ладонях он отталкивает воду поверхностью предплечья или плеча вниз или наружу, а не назад. Выполнения гребкового движения с опущенным локтем можно избежать, если пловец при каждом гребке будет стараться удерживать момент, пока его рука не развернется ладонью и внутренней поверхностью предплечья назад.

Многие тренеры уверены в том, что пловец выполняет гребок с опущенным локтем из-за недостатка силы для удержания руки в правильном положении во время гребка. Тем не менее я в этом сомневаюсь, поскольку исправить эту ошибку позволяет наличие умения, а не силы. Никакая мышечная сила не поможет пловцу избежать излишнего давления на воду рукой вниз или наружу, если он попытается отталкиваться от воды до того, как рука будет повернута ладонью назад. С другой стороны, если пловец перед началом основной движущей части гребка сумеет почувствовать момент, когда рука окажется развернутой ладонью назад, то ему не потребуется особых усилий для выполнения правильного гребка.

Положение предплечья и кисти при выполнении захвата

Еще одним важным моментом при выполнении захвата является то, что пловец перед началом основной движущей части гребка должен расположить плечо, предплечье и кисть почти перпендикулярно поверхности воды. Он не должен чрезмерно сгибать руку, то есть запястье не должно быть повернуто вверх или внутрь, когда внутренняя сторона руки повернута назад. Запястье не должно быть повернуто вниз или наружу. Оно должно быть развернуто в том же направлении, что и рука. Точно так же, если кисть повернута ладонью назад, то внутренняя сторона поверхности предплечья не должна быть повернута вниз или наружу.

Во всех этих случаях неправильного расположения руки причина одна — опущен локоть, из-за чего пловец при попытке оттолкнуть воду назад будет отталкивать ее в другом направлении из-за неправильного расположения руки. При выполнении захвата предплечье и кисть должны находиться почти перпендикулярно поверхности воды.

Воздушные пузырьки вокруг кисти и руки

Многие тренеры отмечают, что у спортсменов мирового класса при выполнении гребка вокруг рук образуется меньше воздушных пузырьков, чем у менее опытных спортсменов. Это связано с тем, что воздушные пузырьки указывают на образование турбулентности и соответствующую потерю движущей силы.

Воздушные пузырьки в большинстве случаев указывают на неправильное выполнение захвата. Пловец захватывает воздух кистью и предплечьем при входе руки в воду. Если он начинает ускорять движение руки вниз сразу же после ее входа в воду, поток воды за рукой будет увлекать этот воздух за собой в виде широких вращающихся струй воздушных пузырьков, отображающих картину турбулентных течений, созданных при выполнении гребка. При плавании кролем на груди, баттерфляем и кролем на спине кисть после входа в воду движется вниз, вперед, внутрь и несколько наружу. Пловец, выполняющий гребок с опущенным локтем, ускоряет движение руки в этих направлениях сразу же после ее входа в воду. Такие действия выталкивают воздух из-под руки и кисти и формируют отчетливую картину турбулентности в виде воздушных пузырьков.

У опытных пловцов в первой части гребка количество пузырьков вокруг кисти и руки намного меньше, поскольку они не пытаются прикладывать усилие непосредственно во время движения вниз или наружу. Перед началом основной фазы гребка они дожидаются, пока рука не перейдет в положение для захвата. В начале каждого гребка они плавно перемещают руки под водой на небольшое расстояние вперед, а затем замедляют их движение перед началом захвата. Движение рук вперед позволяет отбросить пузырьки воздуха назад, поэтому, когда они начинают движение рук вниз или наружу, вокруг них почти не остается пузырьков. Прекращение быстрого движения вниз и скольжение рук вперед под водой приводит к смыванию воздуха с рук и кистей. Поэтому когда рука переходит в положение для захвата и начинает с усилием отталкивать воду назад, за ней не остается следа из пузырьков воды.

Воздушные пузырьки сами по себе не препятствуют движению пловца вперед. Тем не менее они указывают на выполнение пловцом неправильных гребковых движений, которые снижают его скорость плавания. Присутствие пузырьков воздуха при плавании различными способами означает, что пловец во время движения руки вниз или наружу пытается применить силы слишком рано. Пловец, движение рук которого сопровождается потоком пузырьков воздуха, выполняет захват из положения руки с опущенным локтем. Он пытается начать основную фазу гребка до того, как рука повернется ладонью назад.

Как уже отмечалось, при плавании баттерфляем, кролем на спине или кролем на груди в начальной части гребка между входом руки в воду и выполнением захвата даже у опытных пловцов наблюдается небольшое количество пузырьков, окружающих кисть и руку. Это нормальное явление, которое не является свидетельством неправильного выполнение движений при гребке. Если же наблюдается чрезмерная турбулентность, то это может указывать на выполнение захвата с опущенным локтем. Для исправления этой ошибки пловец должен после входа руки в воду замедлить ее движение и выполнить плавное скольжение кисти вперед. После этого, прежде чем начинать основную движущую часть гребка, пловец должен перевести руку в положение для захвата с высоким локтем.

На рисунке 3.11 показано правильное и неправильное выполнение гребка при плавании баттерфляем. Пловец на рисунке 3.11, *а* выполняет гребок правильно. Он после входа рук в воду продвигает их вперед, освобождая от захваченного воздуха. Поэтому его руки почти свободны от окружающих воздушных пузырьков. Пловец на рисунке 3.11, *б* начал движение рук вниз и наружу с ускорением сразу же после их входа в воду. В результате захваченный воздух вырывается из-под его рук и формирует обширные турбулентные потоки воздушных пузырьков.

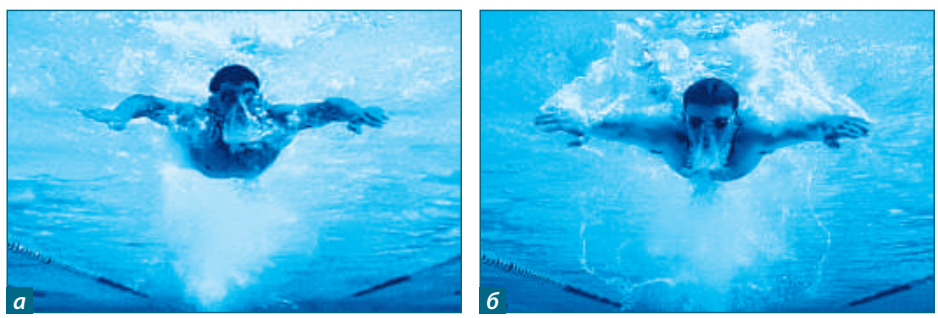


РИСУНОК 3.11 — Изображение потоков воздушных пузырьков, окружающих руки спортсмена, плывущего баттерфляем. У пловца на фото *а* руки после входа в воду окружены небольшим количеством пузырьков, тогда как пловец на фото *б* захватывает большое количество пузырьков, создавая значительную турбулентность

Создает ли вращение тела дополнительную движущую силу?

В последние десять лет широко распространилось мнение, согласно которому вращение таза из стороны в сторону является основным катализатором в создании движущей силы при плавании кролем на груди и кролем на спине (Prichard, 1993). Для подтверждения этой точки зрения приводили ряд аналогий из других видов спорта. Сторонники этой теории указывали на то, что спортсмены-легкоатлеты начинают некоторые движения руки с поворота таза в сторону движения, создавая суммарную силу, которая начинает формироваться с ног, и затем увеличивается за счет движения таза. Такая сила завершается резким движением рук, высвобождающих значительное усилие. Таким образом выполняются удары битой или ракеткой, а также бросок мяча, метание молота или диска.

Специалисты обосновывают создание дополнительной силы в плавании как результат передачи момента вращения бедер на плечи и руки для усиления силы гребка. Иначе говоря, сторонники этой теории считают, что создание движущей силы при плавании кролем на груди и кролем на спине начинается с поворота таза, за которым следуют руки. Это позволяет добиваться увеличения скорости и мощности подобно тому, как это происходит при суммировании силы в наземных видах спорта.

Однако эта точка зрения является ошибочной интерпретацией концепции суммирования силы, которая не учитывает особенностей связи между движением рук и таза в плавании, отличающих этот вид спорта от остальных. Во-первых, аналогии, подтверждающие роль вращения таза в создании движущей силы, взяты из наземных видов спорта, когда ноги имеют опору о землю и бедра могут поворачиваться вокруг этой опоры, не смещая все тело в сторону.

Пловцы же находятся в воде и не имеют никакой точки опоры, которая позволяла бы им увеличивать создаваемое усилие. Конечно, при плавании кролем пловцы могут поворачивать бедра из стороны в сторону. Тем не менее мы не считаем, что они делают это для создания движущей силы. Скорее они делают это для снижения сопротивления воды. Как отмечалось в предыдущей главе, при движении рук вверх и вниз возникает усилие, передающееся на туловище и ноги, следствием которого является их движение в том же направлении, что и руки. Если пловец позволяет туловищу поворачиваться синхронно с движениями рук, то это способствует сохранению латерального положения тела. Если же он препятствует поворотам туловища в направлении движения рук, то возникающие при гребке руками силы будут заставлять тело «вилять» из стороны в сторону.

Кроме того, существуют принципиальные отличия в суммировании силы во время занятий на суше и плаванием. В наземных видах спорта руки движутся в том же направлении, что и туловище, собирая силу от этого движения. Однако в плавании туловище и рука движутся навстречу друг другу во время движения руки внутрь в кроле на груди и движения вверх в кроле на спине.

При плавании кролем на спине во время заключительной фазы отталкивания туловище поворачивается в противоположную сторону от выполняющей гребок руки. Очевидно, что в этом случае одно бедро просто выталкивается вверх гребковой рукой, тогда как другое погружает в воду рука, выполняющая пронос. Во время таких движений не может происходить никакого суммирования силы, связанного с поворотами туловища. Лишь при плавании кролем на груди в заключительной фазе отталкивания руки и бедра движутся в одном направлении, однако к этому времени величина и скорость поворота значительно ослабевают.

Чтобы окончательно убедиться в том, что при плавании кролем на груди или на спине поворот туловища сопровождает движения рук, а не наоборот, достаточно посмотреть на движения пловца под водой, заснятые на видео. Движения рук вниз и вверх всегда предшествуют любым изменениям в повороте бедер. Или, как гласит старая поговорка, нельзя ставить телегу перед лошадью. В спортивном плавании таз — это телега, а руки — это лошадь.

Поскольку данная концепция возникла совсем недавно, количество исследований вклада вращения таза в создание движущей силы очень ограничено. Тем не менее имеющиеся данные не подтверждают точку зрения, согласно которой поворот бедер увеличивает движущую силу.

В одном из таких исследований для стимуляции плавания кролем на груди экспериментаторы создали модель туловища и руки (Payton, Hay, Mullineaux, 1997). Авторы пришли к выводу о том, что поворот тела может увеличивать скорость движения руки внутрь и наружу, но не скорость движения назад. Это означает, что поворот тела может увеличить подъемную силу, создаваемую во время плавания, но никак не влияет на создаваемую силу сопротивления. Считаю, что если основной движущей силой является сила сопротивления, то увеличение величины или скорости поворота практически не влияет на движущую силу.

Захват с поднятым локтем и предотвращение хронических болей в плечевом суставе

Выполнение движения руки вниз и наружу в четырех способах спортивного плавания, несомненно, является необходимой основой, поскольку позволяет пловцу своевременно начать ускорение движения. Кроме того, следует отметить, что преждевременная попытка выполнения гребка и соответственно отталкивания воды назад во время движения руки вниз и наружу является одной из наиболее частых причин тендинита плечевого сустава у пловцов. Это заболевание настолько распространено среди пловцов, что его часто называют еще *плечом пловца*. Минимальными последствиями тендинита плечевого сустава является снижение спортивных результатов. В худшем случае пловцу приходится прекратить свою спортивную карьеру. Многие пловцы могут предотвратить развитие тендинита или значительно ослабить его, если не будут поднимать локоть во время основной движущей части гребка. Для начала отталкивания воды назад им следует дождаться, пока локоть окажется выше кисти.

Наиболее частая причина хронических болей в плечевом суставе — трение между проксимальной частью плечевой кости и тканями, окружающими плечевой сустав: сухожилием надостной мышцы, сухожилием двуглавой мышцы плеча и клювовидно-акромиальной связкой (Kennedy, 1978). Расположение этих структур показано на рисунке 3.12.

Медиальное вращение, или вращение внутрь, — движение плечевого сустава, которое с наибольшей вероятностью является источником трения между головкой плеча и окружающими ее различными связками и сухожилиями, а именно такое действие пловец выполняет, когда пытается поднять локоть выше кисти. Наряду с несомненной важностью выполнения захвата с поднятым локтем, также важно знать, что существуют правильный и неправильный способы выполнения этого движения, когда речь идет о профилактике тендинита.

Наиболее сильное трение в плечевом суставе возникает, когда пловец пытается выдвинуть локоть вперед над кистью одновременно с отталкиванием воды назад. Головку плечевой кости при этом выдавливает вперед и она оказывается в непосредственной близости от связочного аппарата плечевого сустава, где вероятность ее контакта с сухожилиями и связками наибольшая при вращении вперед и вниз. С другой стороны, трение будет менее интенсивным, если пловец сначала поднимет плечо выше кисти и затем начнет гребковое движение рукой. В этом случае при выполнении захвата головку плечевой кости не будет выдавливать вперед так сильно.

Вы можете проверить это на себе. Поднимите согнутую в локте руку перед собой на уровень плеча. Затем попытайтесь перевести руку в положение захвата с поднятым локтем, как при плавании кролем на груди, выдвигая плечо вперед, а локоть вверх, одновременно с гребковым движением кисти вниз и назад. Вы почувствуете скручивающее уплотнение и дополнительную нагрузку в плечевом суставе, когда головка плеча будет двигаться вперед и поворачиваться вниз через различные связки плеча. Теперь из того же положения перемещайте плечо вперед, а локоть вверх одновременно с движением рук вниз, *но не отталкивайте воду руками назад*. Ощущение скручивающего уплотнения и нагрузки будет значительно меньше.

Аналогичный эксперимент с движениями, имитирующими движение руки наружу при плавании баттерфляем и брассом, даст тот же результат. В этом случае неправильным является отталкивание воды рукой назад и наружу одновременно с попыткой переместить руку в положение для захвата с поднятым локтем. Правильная техника гребка здесь заключается в продвижении кисти наружу и вниз, но не назад, до того момента, когда локоть окажется над ней. Многим пловцам, страдавшим тяжелым тендинитом, удалось ослабить боли или полностью от них избавиться после того, как они научились правильно выполнять захват.

РИСУНОК 3.12 — Костные структуры и связочный аппарат плечевого сустава

Во втором исследовании, посвященном изучению поворота таза и скорости кисти, с участием спортсменов, занимающихся спортивным плаванием, были получены противоположные результаты (Payton, Bartlett, Baltzopoulos, 1998). Установлено, что крен тела в сторону в действительности уменьшает скорость кисти во время ее движения внутрь. Полученные данные не подтверждают точки зрения, согласно которой пловец может увеличить скорость кисти и развиваемую движущую силу с помощью поворота тела во время движения руки внутрь.

Для изучения этого вопроса Каппаерт использовала более практичный подход. Она сравнивала скорость поворота таза и движущую силу, создаваемую при выполнении гребка у группы пловцов (Cappaert, 1997). Ей не удалось обнаружить достоверной взаимосвязи между величиной движущей силы в кроле на груди и различными аспектами поворота таза. Движущая сила, создаваемая пловцами, которые при выполнении гребка раньше начинали поворот таза или достигали максимальной скорости поворота таза, не отличалась по величине от силы, создаваемой другими пловцами. В исследовании принимали участие 11 членов национальной сборной команды США по плаванию. В другой части этого исследования Каппаерт использовала тренировочную программу для пловцов, где основным условием было опережающее вращение таза или вращение таза с большей скоростью, чтобы определить, насколько это позволяет увеличить создаваемую ими движущую силу. Пловцы, прошедшие такую специальную подготовку, не увеличили движущей силы, создаваемой при выполнении гребка руками.

Единственное исследование, подтверждающее возможный вклад поворота таза в создание движущей силы, было проведено Причардом (Prichard, 1993). Он сообщил, что пловцы добились возрастания движущей силы после выполнения специальных упражнений, направленных на увеличение степени и улучшение согласования поворота бедер с другими движениями. Однако к этим результатам следует относиться осторожно. Графики показывают, что пловцы создают большую движущую силу, однако скорость плавания при этом остается прежней. Вместе с тем известно, что в случае увеличения движущей силы должно происходить улучшение времени преодоления дистанции.

Согласно еще одной теории, рассматривающей значение вращательного движения таза в плавании, для создания движущей силы пловец фиксирует руки в положении захвата в качестве якоря и поворачивает вокруг них тело. Однако доводы в пользу этой точки зрения также несостоятельны. Невозможно за счет поворота таза увеличить скорость или силу руки, остающейся в неподвижном состоянии. Кроме того, траектории гребка, пример одной из которых показан на рисунке 3.10, доказывают, что пловец не использует руки в воде в качестве якоря. Эти траектории отображают движение среднего пальца руки по отношению к фиксированной точке в бассейне и наглядно показывают, что рука в течение каждого цикла гребка проходит под водой значительное расстояние.

Заключение, которое я хочу сделать, имеет чисто теоретическое значение. Я считаю, что пловец создает движущую силу при помощи рук, а туловище поворачивается как для повышения эффективности выполнения гребка руками, так и для сохранения правильного латерального положения. Иначе говоря, руки являются причиной усилия, создаваемого пловцом при гребке, а поворот туловища — следствием, но никак не наоборот.

Несмотря на все сказанное выше, крены тела из стороны в сторону имеют важное значение для скоростного плавания кролем на груди и кролем на спине, однако совсем не по причинам, которые обычно упоминаются. Поворот тела не увеличивает движущей силы, по крайней мере, непосредственно. Однако движение пловца вперед будет не столь результативным, если поворот таза выполняется в недостаточной степени и не согласован с движениями рук, поскольку, как уже отмечалось выше, это нарушит латеральное положение тела пловца и помешает ему правильно выполнять движения рук во время гребка под водой и проноса.

В заключение я хочу отметить, что мои критические замечания в отношении роли вращения туловища мотивированы желанием быть точным при рассмотрении механизмов плавания человека. Я никогда не утверждал, что поворот туловища не имеет значения для правильной техники плавания, а просто хотел уточнить, в чем заключается это значение. Как было показано, вращения, или крены туловища, — это важный элемент правильной техники плавания кролем на груди и кролем на спине, и пловец должен научиться правильно его выполнять. Большинство спортсменов выполняют крены либо недостаточные по величине, либо поворот туловища в каждую сторону имеет разную величину. Следовательно, когда речь идет об исправлении ошибок в выполнении вращения туловища, в этом нет ничего плохого. Упражнения, направленные на обучение технике вращения туловища, помогают пловцу повысить результативность гребка и снизить сопротивление воды. Это позволяет ему передвигаться в воде быстрее.

РИСУНОК 3.13 — Упражнение «увеличенный гребок, используемый при плавании брассом». Пловец показан в конце выведения рук вперед в исходное положение для гребка (*а*), в положении захвата (*б*) и после завершения движения внутрь (*в*)

Упражнения для обучения гребку руками

Как вам стало понятно, я уже не рекомендую использовать упражнения, направленные на использование рук в качестве гребного винта, для обучения гребку руками в четырех способах спортивного плавания. В этом подразделе приведем два упражнения, которые помогут пловцу научиться использовать для создания движущей силы гребок руками как веслом. Хотя эти упражнения и включают некоторые элементы упражнений для тренировки движений руками как гребным винтом, которые я рекомендовал ранее, в целом описываемые здесь гребковые движения совершенно иные.

Предлагаемые ниже упражнения следует выполнять с использованием плавательных средств для поддержания ног на поверхности воды. Обучение пловца созданию движущей силы с помощью рук происходит эффективнее, если он не использует для этой цели ноги.

УВЕЛИЧЕННЫЙ ГРЕБОК, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПРИ ПЛАВАНИИ БРАССОМ

Цель этого упражнения — тренировка выполнения движения внутрь, используемого при плавании брассом, кролем на груди и баттерфляем. На рисунке 3.13 показана механика выполнения движений. Исходное положение — лежа лицом вниз в воде, руки вытянуты вперед за головой (рис. 3.13, *а*), пловец медленно и плавно перемещает руки в положение для захвата (рис. 3.13, *б*). Обратите внимание на то, что руки пловца согнуты в локтях, а плечи, предплечья и кисть при выполнении захвата повернуты назад. В положении для захвата пловец должен замедлить движения и убедиться, что руки находятся в правильном положении.

Затем он должен быстро и с усилием отвести руки наружу, назад и внутрь до момента, когда плечо не приблизится к грудной клетке, а кисть не окажется под туловищем (рис. 3.13, *в*). После завершения основной фазы гребка пловец должен мягко и плавно вывести руки вперед в исходное положение и повторить движение. Дыхание пловца должно быть таким же, как и при плавании брассом, либо периодическим, если пловец хочет видеть движение рук под водой во время части гребков.

УПРАЖНЕНИЕ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ДВИЖЕНИЙ РУКАМИ ВВЕРХ

Как видно из названия этого упражнения, его используют для обучения пловца движениям руками вверх при плавании кролем на груди и баттерфляем. На рисунке 3.14 пловец показан в начале и в конце движения руками, используемого в этом упражнении.

Лежа в воде лицом вниз, пловец начинает выполнение упражнения из положения после движения внутрь: руки согнуты под углом около 90°, локти отведены назад к груди, кисти вместе под туловищем (рис. 3.14, *а*). Из этого положения пловец отталкивает воду назад ладонями и предплечьями обеих рук одновременно, пере-

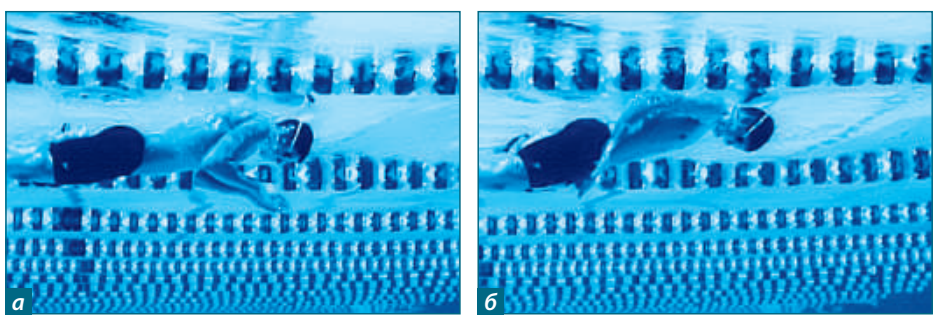


РИСУНОК 3.14 — Упражнение для тренировки движений руками вверх: *а* — исходное положение, из которого пловец начинает отталкивание воды назад ладонями и предплечьями, перемещая их наружу и вверх к поверхности; *б* — заключительное положение

мещая их наружу и вверх к поверхности воды. При этом движение руки выполняется только в локтевом суставе и заканчивается, когда уже невозможно сохранять ориентированное назад положение ладони. Это происходит, когда руки достигают передней части бедер (рис. 3.14, *б*). В этот момент пловец должен прекратить отталкивание воды, развернуть ладони к бедрам и плавно выдвинуть руки в исходное положение большими пальцами вперед. Дыхание пловца может быть таким же, как при плавании баттерфляем в полной координации движений.

Движение пловца вперед при помощи ног

Начиная с 1960-х и до 1980-х годов специалисты считали, что движение ногами существенно не увеличивает движущую силу в трех из четырех способов спортивного плавания. Считалось (за исключением брасса), что основной функцией движений ногами является поддержание горизонтального и латерального положения тела. Сегодня, возможно, общепринятым мнением является то, что наряду с важной ролью в поддержании положения тела пловца, движения ногами позволяют заметно увеличить движущую силу во всех способах спортивного плавания. Тем не менее движение вперед при помощи ног требует намного больших усилий по сравнению с гребком руками. По этой причине при плавании кролем на груди пловцы в первой части дистанции предпочитают сохранять энергию, ограничивая усилия, затрачиваемые на движения ногами. На дистанции 200 м кролем на груди, кролем на спине и баттерфляем пловцы также несколько ограничивают движения ногами по некоторым причинам. Как и в случае с гребком руками, существует четыре основных вида движений ногами, которые используются в спортивном плавании.

Четыре основных вида движений ногами

Движения ногами, используемые пловцами в попеременных ударах ногами при плавании кролем на груди и кролем на спине, а также в дельфинообразных ударах при плавании баттерфляем имеют много общего в механизме создания движущего усилия. В каждом из этих трех способов плавания спортсмены используют два основных движения ногами — *движение вверх* и *движение вниз (удар)*. *Движение вниз (удар)* является основной рабочей фазой при попеременных и дельфинообразных движениях ногами в кроле на груди и баттерфляе, *движение вверх* — основной рабочей фазой при попеременных движениях ногами в кроле на спине. При плавании брассом пловец выполняет движения ногами наружу и внутрь. В следующих подразделах мы опишем каждое из этих движений подробнее.

Четыре основных движения ногами, используемые в спортивном плавании

- **Движение вниз (удар):** основная фаза при попеременных и дельфинообразных движениях ногами в кроле на груди и баттерфляе
- **Движение вверх:** фаза возврата ноги в исходное положение при попеременных и дельфинообразных движениях ногами в кроле на груди и баттерфляе
- **Движение наружу*:** начальное движение ногами при плавании брассом
- **Движение внутрь:** дугообразные движения ногами при плавании брассом

*Движение наружу — движение стопами в стороны и назад, т. е. отталкивание.

Движение вниз (удар)

На рисунке 3.15 показан удар вниз при дельфинообразном движении ногами, который ускоряет движение пловца вперед. Маленькая черная стрелка, указывающая направление движения, показывает, что в первой части движения вниз стопы перемещаются вниз и немного назад. В первой части удара вниз ноги сгибаются, а во второй разгибаются. Удар вниз завершается с полностью выпрямленными ногами, стопы располагаются чуть ниже туловища. Такой механизм создания движущей силы должен быть в равной степени эффективным и в случае удара вниз при попеременном движении ногами в кроле на груди.

Большие стрелки позади пловца показывают, каким образом он отталкивает воду назад стопами и голенью во время движения ног вниз и назад в первой части удара. При разгибании ног

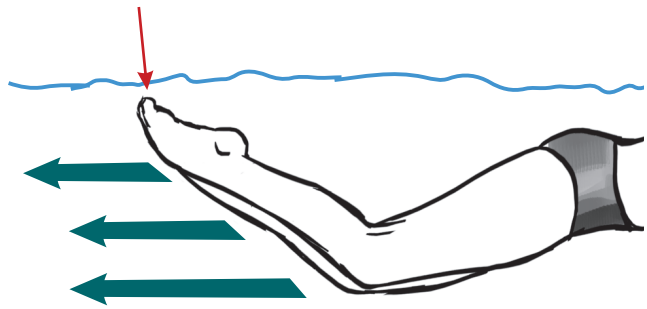


РИСУНОК 3.15 — Движение пловца вперед при дельфинообразном движении ногами

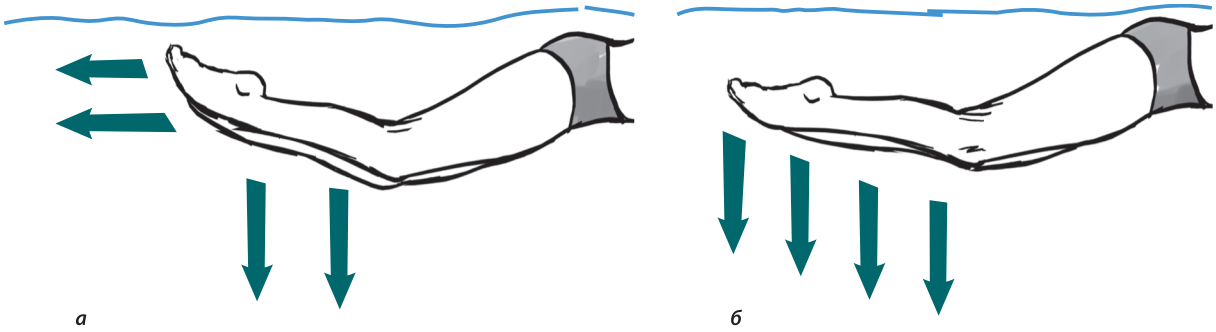


РИСУНОК 3.16 — Значение разгибания ноги в голеностопном суставе для создания движущей силы при помощи ударов стопами

в коленях голень перестает отталкивать воду назад, и во второй части удара вниз вода отталкивается преимущественно вниз. При плавании кролем на груди такое отталкивание воды вниз, вероятно, не создает движущей силы, его основным назначением, по-видимому, является удержание бедер около поверхности воды.

Для более эффективного толчка вперед стопа в первой части удара вниз должна быть согнута под определенным углом. На рисунке 3.16, *а* показано, почему способность разгибать ногу в голеностопном суставе (тянуть пальцы ног) в широком диапазоне является необходимым качеством при плавании с использованием попеременных или дельфинообразных движений ногами. Благодаря диапазону разгибания ноги в голеностопном суставе выше среднего уровня, пловец, как показано на рисунке, может сохранять стопу повернутой верхней стороной назад в течение большей части диапазона полного удара стопой. Поэтому он может создавать движущее усилие в течение большей части диапазона удара вниз.

И наоборот, у пловца на рисунке 3.16, *б* диапазон разгибания ноги в голеностопном суставе значительно меньше. Поэтому его стопа недостаточно повернута верхней стороной назад почти в самом начале удара вниз. Поскольку стопа повернута верхней стороной в основном вниз, движения ног не увеличивают движущую силу. Тем не менее они позволяют ему поддерживать бедра на поверхности воды.

Движение вверх

В случае попеременного или дельфинообразного движения ногами при плавании кролем на груди движение вверх не создает движущей силы. На рисунке 3.17, на котором изображен пловец в момент завершения движения вверх при дельфинообразном движении ногами, показано, почему так происходит.

Траектории движения ног, построенные на основе анализа материалов видеосъемки спортсменов мирового класса во время заплывов на соревнованиях, показывают, что во время движения вверх стопа движется вверх и вперед при плавании баттерфляем и вверх, вперед и в сторону при плавании кролем на груди. Движение ног в этих направлениях в действительности должно уменьшать движущую силу, а не увеличивать ее, поскольку возникающая при этом противодействующая сила будет направлена вниз, назад и в сторону. Векторная диаграмма на рисунке 3.17 показывает, что перемещение ног вверх и вперед при дельфинообразном движении будет создавать значительную по величине силу сопротивления воды, направленную вниз и назад. Подъемная сила, которая могла бы возникать при таком движении ногами, будет направлена вниз и вперед, а результирующая сила от сложения силы сопротивления и подъемной силы в любом сочетании будет такой, которая приведет только к смещению тела вниз.

Вопреки распространенному мнению, основным предназначением движения вверх в кроле на груди и баттерфляе является подготовка ног для создания движущей силы во время следующего удара вниз. Поэтому движение вверх следует выполнять плавно, стараясь максимально снизить возникающее при этом сопротивление воды. Чтобы уменьшить мышечные усилия, необходимые для движения вверх, следует исполь-

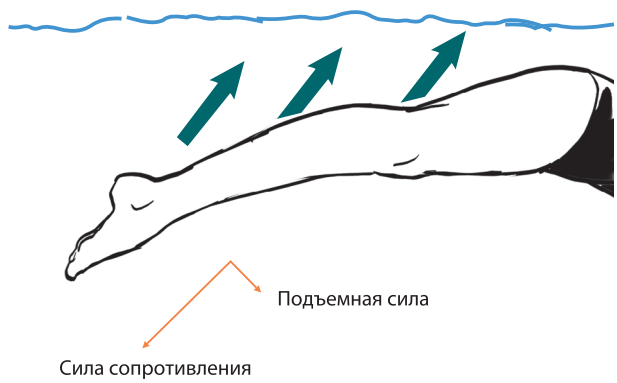


РИСУНОК 3.17 — Движение вверх при дельфинообразном движении ногами

зовать для его выполнения силу, возникающую при разгибании ног во время предшествующего удара вниз. Это движение должно выполняться при помощи разгибания ног в тазобедренных суставах с усилием, достаточным только для обеспечения движения вверх. Стопы ног не напряжены, нога в голеностопном суставе находится в естественном среднем положении, обеспечивая малый угол атаки при движении вверх и вперед.

Сопротивление воды, направленное вниз, будет во время движения вверх препятствовать сгибанию ног. Пловец не должен пытаться преодолеть сопротивление воды, сгибая ноги во время их движения вверх. Сгибание ног в коленях во время движения вверх лишь увеличивает движение ног вперед, и возникающая при этом противодействующая сила, направленная назад, будет еще сильнее тормозить поступательное движение пловца.

Хотя движение вверх и не создает движущей силы, оно выполняет три важные функции.

1. При плавании кролем на груди — стабилизирует положение туловища, препятствуя нарушению горизонтального и латерального положения тела за счет компенсации сил, возникающих при движении рук.

2. При плавании кролем на груди и баттерфляем — улучшает обтекаемость тела благодаря перемещению ног вверх на одну линию с туловищем во время движущей фазы цикла гребка.

3. При плавании обоими способами — помогает подготовить ноги для последующего выполнения удара вниз.

Часто пловца обучают выполнять движение вверх неправильно. В частности, его учат поднимать ноги к поверхности, а это существенно замедляет движение пловца вперед. Движение вверх должно быть очень коротким. Пловец должен просто переместить ноги из нижней точки предыдущего удара вниз на одну линию с туловищем. После этого сгибанием ног в тазобедренном суставе и движением бедер вниз начинается следующий удар вниз. После начала выполнения удара вниз направленное вверх сопротивление воды будет выталкивать расслабленную голень вверх, из-за чего складывается впечатление, что предшествующее движение вверх еще продолжается. Однако это не так. Сгибание ноги в колене и соответствующее движение голени вперед представляют собой пассивное движение, обусловленное увеличением давления воды под ногой после начала удара вниз. Поэтому несмотря на то что сгибание ноги в колене будет сопровождаться подниманием стопы вверх к поверхности воды или выше, последняя часть этого движения вверх в действительности является частью следующего за ним удара вниз.

Наиболее распространенной ошибкой в плавании является сгибание ног в коленях при выполнении движения вверх. Ошибки при выполнении удара вниз встречаются очень редко. Когда пловец прикладывает усилия для сгибания ног в коленях во время движения вверх, это приводит к увеличению давления воды на заднюю поверхность голени. Вследствие этого бедра пловца опустятся вниз и затормозят его движение вперед.

Попеременные движения ногами при плавании кролем на спине. Поскольку при плавании этим способом пловец лежит на спине, движение вверх является движущей фазой, а удар вниз — подготовительной, не создающей движущей силы. Удар вниз необходимо выполнять прямыми ногами, позволяя давлению воды под ногой, возникающему при движении ноги вниз, сохранять ее в выпрямленном состоянии. Движение вверх должно начинаться, когда нога опустится несколько ниже линии туловища. В этот момент пловец должен начать движение ноги вверх, немного согнув ее в тазобедренном суставе. Возникающее в результате такого движения давление воды, направленное вниз, согнет ногу в колене и подготовит ее для завершающего разгибания. Со стороны может показаться, что пловец продолжает удар ногой вниз, поскольку она сгибается в колене, однако на самом деле это движение является началом движения вверх. На рисунке 3.18 показано, как во время движения вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине создается движущая сила.

После начала выполнения движения вверх пловец разгибает ногу в колене и перемещает голень со стопой вверх с большой скоростью и силой. Разгибание ноги начинается из положения, когда нога согнута в колене и разогнута в голеностопном суставе, а стопа согнута в направлении подошвы и повернута внутрь, и заканчивается с выпрямленной в колене ногой почти у поверхности воды. В первой части движения вверх голень

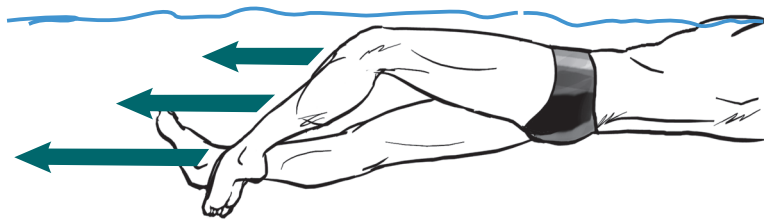


РИСУНОК 3.18 — Ускорение движения пловца вперед в результате движения ногой вверх при попеременном движении ногами в кроле на спине

и лодыжка повернуты своей поверхностью назад и перемещаются немного назад, благодаря чему пловец в этой фазе удара ногами создает движущую силу. Таким образом, первая часть движения ноги, очевидно, является движущей фазой. В заключительной части движения вверх пловец не создает движущей силы. Нога и стопа отталкивают воду вверх и в сторону. Следовательно, эта часть движения вверх, по-видимому, обеспечивает сохранение латерального положения тела за счет стабилизации туловища. Как и в случае попеременного и дельфинообразного движения ногами при плавании кролем на груди, способность сильно разгибать ногу в голеностопном суставе увеличивает расстояние, на протяжении которого пловец отталкивает воду назад во время удара вверх.

Удар вниз при плавании кролем на спине не создает движущей силы, поскольку в этой фазе нога движется вниз и вперед. Удар вниз следует выполнять плавно с минимальным усилием, позволяя давлению воды под ногой удерживать ее в выпрямленном состоянии до начала следующего движения вверх. Удар вниз должен заканчиваться сразу же после того, как голень и стопа опустятся ниже линии туловища.

Движение наружу

При плавании брассом создание движущей силы происходит за счет отталкивания воды назад внутренней частью стопы и подошвами при выпрямлении ног. При этом стопы не отталкивают воду прямо назад. Скорее, они движутся по круговой траектории. На рисунке 3.19 показана траектория движения ногами при плавании брассом.

После подтягивания ног вперед стопы сначала разворачиваются наружу — это *движение наружу*, которое не создает движущей силы. Его предназначение — подготовка для отталкивания воды. Способность человека «уплощать» стопу ограничена. Поэтому пловцу приходится выдвигать стопы за пределы очертаний бедер, чтобы развернуть их внутренней стороной и подошвой назад перед началом отталкивания. Движение наружу начинается после подтягивания ног и заканчивается в положении для отталкивания, а именно, когда стопы развернуты назад и при отталкивании воды начинают создавать движущую силу. Отталкивание продолжается до тех пор, пока внутренняя сторона стопы и подошвы направлена назад. Пловцы, способные хорошо сгибать стопу в дорсальном направлении (уплощать стопу), могут привести ногу в положение для отталкивания раньше. Следовательно, движущая фаза движения ногами, т. е. движение внутрь, будет более продолжительной. И наоборот, пловцам, которые плохо сгибают ногу в дорсальном направлении, для поворота стопы подошвой назад требуется отвести ногу в сторону и назад на большее расстояние, и это укорачивает движущую фазу движения ногами.

Движение внутрь

После подготовки пловец отталкивает воду назад внутренней стороной стоп и подошвами, выполняя трехмерное круговое движение, во время которого стопы движутся наружу, вниз и назад, а ноги выпрямляются в коленях.

Основной вклад в движение пловца вперед, обеспечиваемое движением внутрь при толчке ногами в брассе, по-видимому, обеспечивает сопротивление воды так же, как и в случае фазы отталкивания гребка руками. Поэтому во время кругового движения ногами пловец должен уделять основное внимание отталкиванию воды назад подошвами стоп. Как показывает вид сбоку траектории движения ног пловца, его ступни в начале движения внутрь смещаются вниз (рис. 3.19).

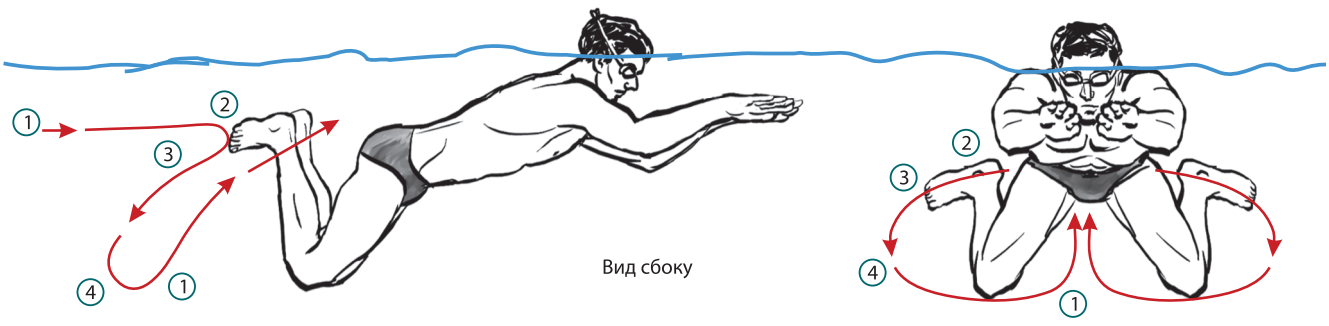


РИСУНОК 3.19 — Вид сбоку и спереди траектории движения ногами при плавании брассом

Это происходит для того, чтобы расположить их на одной линии с туловищем, поскольку так повышается эффективность создания движущей силы.

При рассмотрении траектории движения ногами создается впечатление, что они опускаются вниз сильнее, чем это происходит в действительности во время движения внутрь при плавании брассом (рис. 3.19). Это связано с тем, что траектория движения ногами отображает движения больших пальцев ног. В начале движения внутрь стопы и пальцы ног расположены выше бедер. Однако затем стопы поворачиваются вниз так, что большие пальцы в конце движения внутрь оказываются самой нижней частью тела. Этот поворот стопы создает ложное впечатление, что нога движется вниз больше, чем это происходит в действительности.

Движущее действие волны воды

В настоящее время известно, что при плавании брассом существует третья движущая фаза, которая никак не связана с движениями рук или ног. В действительности она наблюдается, когда руки и ноги перемещаются вперед в исходное положение для гребка. Предполагается, что ускорение движения пловца вперед в этой фазе обеспечивает действие волны воды, окружающей пловца, когда его скорость замедляется при перемещении рук и ног вперед. На рисунке 3.20 показано поступательное движение спортсменки за счет действия волны воды.

Кроме того, похожая движущая фаза, которая, вероятно, тоже обусловлена движущим действием волны воды, наблюдается при плавании баттерфляем во время перемещения рук и ног вперед (Mason, Tong, Richards, 1992). Сначала происходит небольшое замедление движения спортсменки, когда она завершает движение рук вверх и движение ног вниз во время второго удара. В это время действие волны воды ускоряет движение вперед в первой части проноса рук вперед. Я также наблюдал движущее действие волны при проведении анализа динамики скорости центра масс тела спортсменки при плавании баттерфляем. Пример поступательного движения под действием волны воды в баттерфляе показан на рисунке 3.21.

Создается впечатление, что движение пловца в данном случае обусловлено действием волны воды, которая подталкивает его вперед при резком замедлении движения. Обратите внимание, что на обоих графиках ускорению движения вперед предшествует короткий и очень быстрый период замедления после завершения фазы гребка руками. Движение пловца под действием волны, вероятно, происходит следующим образом. Когда пловец движется вперед с ускорением, он увлекает за собой окружающие его слои воды. Затем, при резком снижении скорости, часть этой движущейся за пловцом воды подталкивает его вперед. Благодаря этому и происходит непродолжительное ускорение движения пловца.

Движение пловца под действием волны воды является классическим примером передачи момента. Пловец сначала передает момент движения

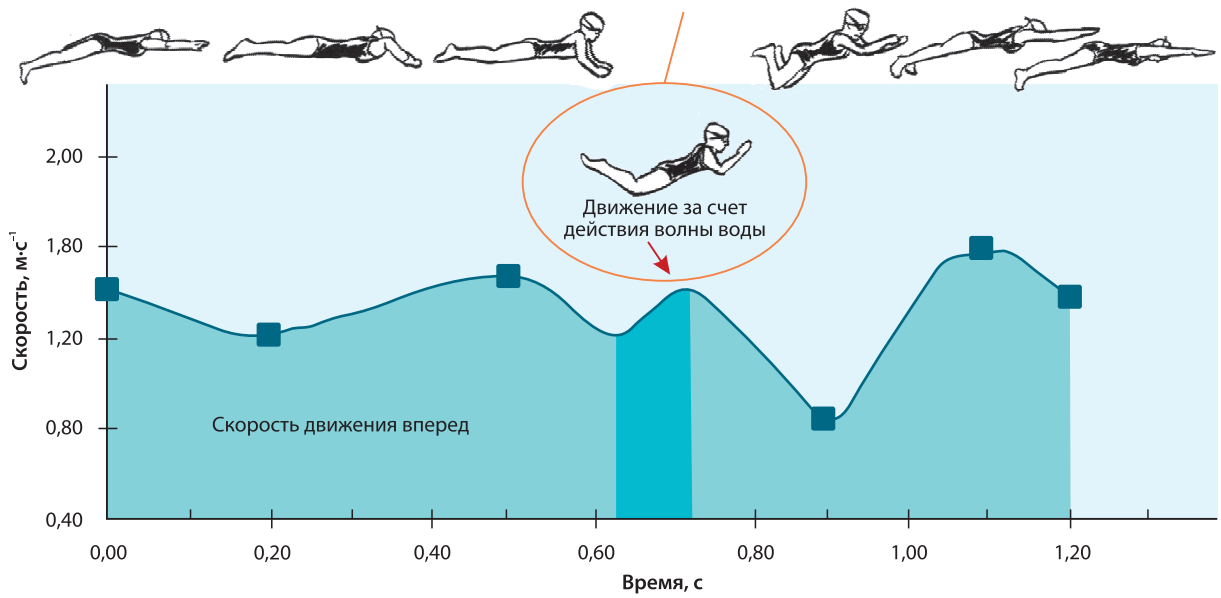


РИСУНОК 3.20 — Динамика скорости центра масс спортсменки в третьей движущей фазе при плавании брассом во время перемещения рук и ног вперед

Адаптировано из Mason, Tong, Richards, 1992

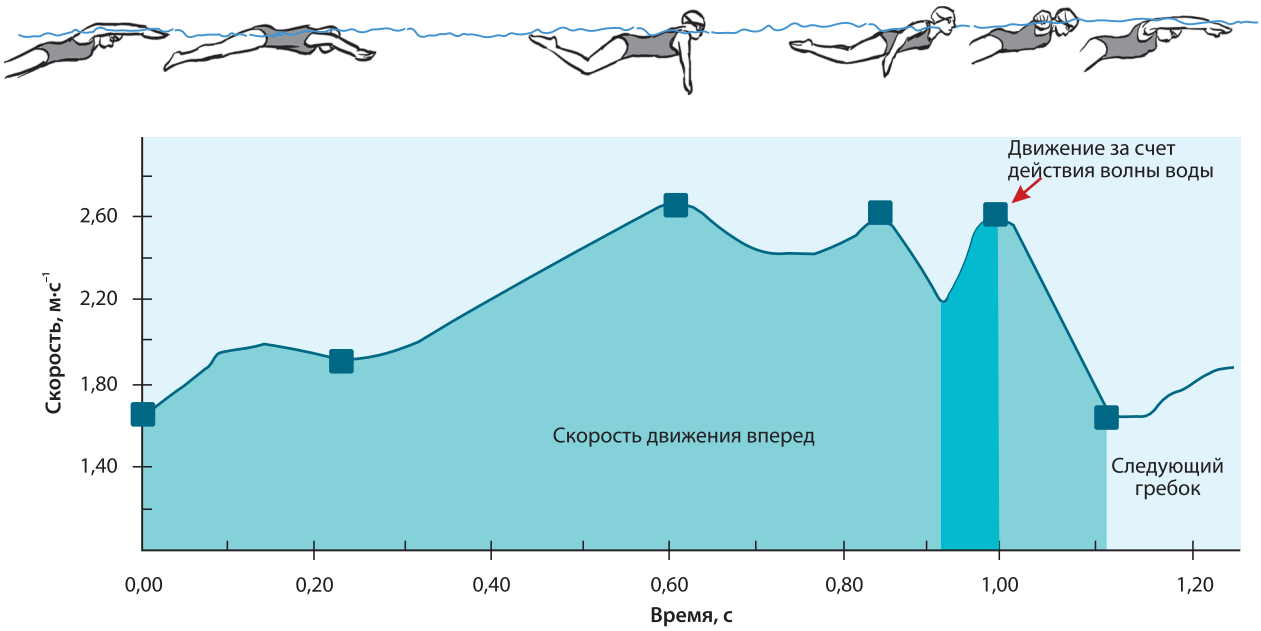


РИСУНОК 3.21 — Динамика скорости спортсменки при плавании баттерфляем, показывающая продвижение под действием волны воды при перемещении рук и ног вперед

окружающей его воде, увлекая ее за собой. Затем, после замедления его движения, часть этого момента передается обратно от движущейся воды пловцу, ускоряя его движение вперед. Пловец должен насколько это возможно использовать данный механизм создания движущей силы, поскольку он, по сути, не требует от него никаких затрат. То есть для ускорения своего движения пловцу не требуется прикладывать мышечных усилий.

Пловец может добиться максимального использования механизма движения под действием волны, придавая телу обтекаемое положение во время его действия. Низкая обтекаемость увеличивает сопротивление формы и интерференционное сопротивление, из-за чего произойдет уменьшение дальности и скорости движения вперед под действием волны. И наоборот, хорошая обтекаемость увеличит дальность и скорость движения под действием волны. На рисунке 3.22 видно, что при плавании брассом в начале перемещения ног вперед пловец приподнимает голень к поверхности воды. Благодаря этому уменьшается сопротивление формы и должно происходить увеличение поступательного движения под действием волны. И наоборот, опускание ног во время их перемещения вперед увеличивает сопротивление воды, которое существенно снижает или сводит к нулю ускорение движения вперед в этой фазе.

При плавании баттерфляем при проносе рук пловец должен поднимать ноги на одну линию с туловищем и удерживать бедра у поверхности воды, в противном случае увеличение сопротивления воды будет уменьшать количество сообщаемого волной воды поступательного движения. Прогиб любой части тела вниз от головы до стоп увеличивает сопротивление формы и уменьшает количество движения в этой фазе.

Чтобы воспользоваться движущей силой волны при плавании баттерфляем, а возможно, также кролем на груди и брассом, пловец должен в определенный момент после завершения гребка руками прекратить отталкивание воды назад. Если руки продолжают движение к поверхности воды, когда ладони перестали быть повернутыми

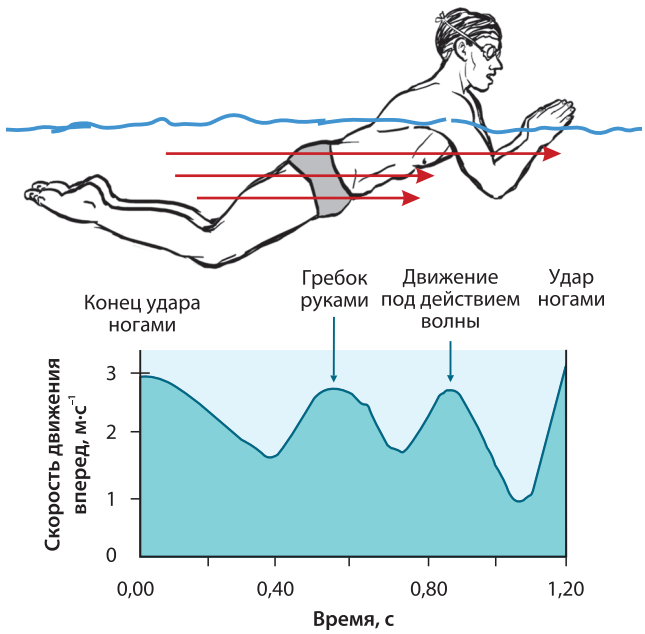


РИСУНОК 3.22 — Пример использования движущего действия волны воды при плавании брассом

назад, скорость движения пловца во время гребка снизится и это замедлит увлекаемую за ним волну воды, прежде чем начнется выполнение проноса рук. Вследствие этого движущее действие волны будет ослаблено сопротивлением, возникающим при отталкивании воды вверх в конце подводной части гребка руками.

Волнообразное движение тела

Ранее я считал, что волнообразное движение тела вносит свой вклад в создание движущей силы. Сегодня я в этом уже не столь уверен. Считаю, что пловец во время волнообразного движения в воде не способен перемещать воду назад с таким усилием, что это будет ускорять его движение вперед. Тем не менее не исключено, что благодаря действию силы тяжести, увлекающей тело вниз и вперед после поднимания бедер, пловец в течение короткого промежутка времени может поддерживать или увеличивать скорость движения вперед. В частности, сообщается, что при плавании брассом использование дельфинообразного движения тела позволяет увеличить создаваемую движущую силу по сравнению с обычным стилем плавания (Van Tilborgh, Willens, Persyn, 1988).

В отношении плавания баттерфляем отмечается, что энергия, накапливаемая при поднимании верхней части туловища, используется пловцом для увеличения движущей силы или уменьшения сопротивления, когда туловище пловца вновь погружается в воду (Sanders, Cappaert, Devlin, 1995). Согласно данным этих исследователей, когда пловец во время гребка руками поднимает голову и плечи над водой, он создает условия, при которых последующее движение верхней части туловища в воду за счет волнообразного движения тела увеличивает движущую силу, создаваемую за счет удара ног вниз при дельфинообразном движении. Эта форма движения вперед была названа авторами *волной тела*. Движущую силу волны тела не следует путать с движущим действием волны воды. Тогда как первая создается при волнообразном движении тела пловца, вторая обусловлена действием волны воды, увлекаемой пловцом за собой во время движения.

Спортсменка на рисунке 3.23 начинает волнообразное движение тела, опуская голову перед тем, как ее руки войдут в воду. Вслед за этим движутся вниз ее плечи, поднимаются бедра и, наконец, во время удара вниз при первом дельфинообразном ударе выпрямляются ноги. Как уже говорилось, последовательная природа этих волнообразных движений позволяет создать волну тела или суммировать силы, которые перемещаются от головы к стопам и увеличивают движущую силу во время удара ногами вниз при первом дельфинообразном ударе.

Волна тела — понятие, которое достаточно сложно представить наглядно, и еще сложнее воспринять. Тем не менее вполне вероятно, что этот механизм действует. Наблюдения за спортсменами, плавающими способом баттерфляй, с определенной вероятностью показывают, что движение вниз рук, головы и плеч предшествует выгибанию бедер вверх, которое также предшествует основному разгибанию ног вниз. Следовательно, при плавании баттерфляем, а возможно и брассом, пловец может использовать последовательное изгибание частей тела для ускорения движения вперед. Однако не следует забывать и о том, что сила тяжести также может играть определенную роль в увеличении поступательного движения пловца. При плавании брассом или баттерфляем после того, как пловец поднимает голову и плечи из воды для вдоха, действие силы тяжести может ускорять его движение при входе в воду. Это, в свою очередь, может вызывать движение таза и бедер вверх и вперед, поддерживая или увеличивая их скорость движения вперед.

Обратная волна тела

Ранее в этой главе я отмечал, что завершающая часть движения вниз при дельфинообразном ударе ног вниз позволяет создавать движущую силу. Я назвал эту силу *обратной волной тела* только потому, что термин *волна тела* уже был использован ранее Сандерсом и его коллегами. Схема механизма создания движущей силы с использованием обратной волны тела показана на рисунке 3.24.

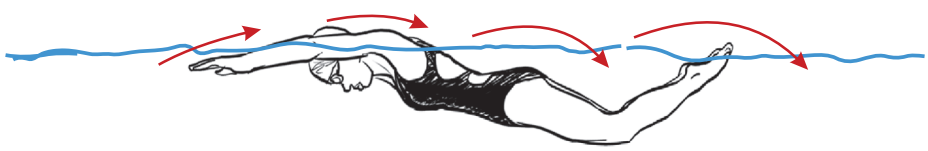


РИСУНОК 3.23 — Волна тела в плавании

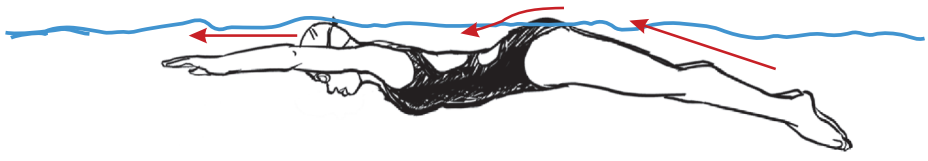


РИСУНОК 3.24 — Обратная волна тела

Когда при плавании баттерфляем пловец выполняет удар ногами вниз, противодействующая сила смещает его таз вверх и вперед. После того как таз проходит наивысшую точку в волнообразном движении и начинает движение вниз, направленная вниз сила начинает вдавливать голову и плечи пловца глубже в воду. Но если пловец в этот момент выпрямит руки вперед и поднимет голову и туловище до горизонтального положения, то эта сила будет толкать тело вперед в направлении движения рук и туловища. Это именно то, что делают в этой фазе гребка опытные пловцы при плавании баттерфляем. Ключевым моментом в согласовании движений во время гребка является начало скольжения рук наружу и немного вверх, а также поднимание головы вверх сразу же после того как бедра пройдут наивысшую точку и начнут опускаться вниз. Пловцы, которые пользуются волнообразным движением при плавании брассом, также выдвигают руки наружу и поднимают голову вверх сразу после прохождения бедрами наивысшей точки и начала их опускания вниз.

Не следует также забывать о возможном действии силы тяжести на поступательное движение пловца. После поднимания головы и плеч для вдоха при плавании баттерфляем и брассом, движение этих частей тела вниз может ускоряться под действием силы тяжести. Это, в свою очередь, может увлекать таз и бедра вверх и вперед, ускоряя их движение.

Рекомендации для повышения эффективности продвижения в воде всеми способами спортивного плавания

Материал, представленный в этой главе, в значительной своей части был теоретическим и в высшей степени техническим. Чтобы им могли воспользоваться пловцы и тренеры, его необходимо обобщить и сформулировать простым языком, используемым в практике спортивного плавания. Ниже предлагается список основных рекомендаций, применение которых поможет снизить сопротивление воды и увеличить движущую силу.

Основные рекомендации для снижения сопротивления воды

• ***Поддерживайте латеральное положение тела при плавании кролем на груди и кролем на спине при помощи поворотов тела вокруг продольной оси одновременно с движениями рук вниз и вверх.*** Все тело от головы до пят должно поворачиваться как единое целое. Никогда не следует пытаться сохранить в горизонтальном положении часть тела, например, таз или ноги, в то время как руки и плечи движутся вверх и вниз.

• ***Для уменьшения «сопротивления формы» удерживайте голову на одной линии с туловищем насколько это возможно.*** Единственным исключением из этого правила является момент, когда голова поднимается из воды для вдоха при плавании баттерфляем и брассом. При повороте головы в сторону для вдоха в кроле на груди она должна оставаться на одной линии с туловищем.

• ***Сохраняйте горизонтальное положение тела за счет продвижения в воде, а не поверх нее.*** Любые попытки поднять голову и плечи над водой будут только увеличивать сопротивление формы и волновое сопротивление. Исключениями являются баттерфляй и брасс, при плавании которыми пловец вынужден поднимать голову и плечи над водой для вдоха. Тем не менее даже при плавании этими способами пловец насколько возможно должен сохранять горизонтальное положение тела во время выполнения основных фаз гребка руками и ударов ногами.

• ***Волнообразное движение тела имеет важное значение для поступательного движения пловца при плавании баттерфляем и в меньшей степени брассом, однако оно не должно быть чрезмерным.*** Пловец должен поднимать голову и плечи из воды настолько, чтобы снизить сопротивление воды во время дыхания и, при плавании баттерфляем, — для проноса рук над водой. Волнообразное движение тела должно выполняться на поверхности или около поверхности воды, чтобы оказаться над поверхностью во время вдоха. Пловец не должен полностью погружать тело под воду только для увеличения амплитуды волнообразного движения. Чрезмерное погружение тела под воду только увеличит сопротивление формы.

• ***Для уменьшения ударного сопротивления все движения рук и ног при входе в воду и возвращении в исходное положение для выполнения основной движущей фазы гребка должны быть плавными.*** По возможности, во время входа в воду удерживайте руки в пределах продольных очертаний туловища и выполняйте скольжение рук в воде вперед, располагая их наиболее обтекаемым образом, а именно пальцами вперед.

• ***Первая часть гребка руками под водой во всех способах плавания, а именно движение рук вниз или наружу, т. е. фазы захвата, не является движущей. Поэтому для снижения до минимума ударного сопротивления движения рук в этой части гребка должны быть плавными и мягкими.*** При плавании любым из четырех способов спортивного плавания руки во время движения вниз или наружу должны быть повернуты

по направлению движения наиболее обтекаемыми частями, а именно пальцами.

• ***Амплитуда движений ногами не должна быть больше, чем это необходимо для создания оптимального количества движущей силы.*** Излишне широкие или глубокие движения ногами приведут к увеличению ударного сопротивления и могут нарушить горизонтальное и латеральное положение тела пловца. Чрезмерное движение ног пловца вверх приведет к погружению тела вниз. Насколько возможно, старайтесь во время выполнения движений ногами удерживать их в пределах продольных очертаний туловища.

• ***При попеременном и дельфинообразном движении не выполняйте удары согнутыми ногами.*** Во время движения вверх при попеременном и дельфинообразном движении (удара вниз при плавании кролем на спине) ноги должны перемещаться вверх только до уровня тела. Остаток движения вверх происходит во время последующего удара вниз (удара вверх при плавании кролем на спине). Из-за сгибания ног в этот момент может показаться, что еще продолжается движение вверх, однако на самом деле бедра уже начинают опускаться вниз. В то же время давление воды под расслабленными ногами будет выталкивать голени вверх, пока ноги не согнутся в коленях. Во время возврата ног в исходное положение при плавании брассом прикладывайте для сгибания ног минимальное мышечное усилие.

Рекомендации для увеличения движущей силы

• ***Перед началом отталкивания воды назад всегда дожидайтесь, пока рука не займет положение с поднятым локтем.*** Неопытные пловцы часто пытаются выполнять движение рук, с усилием преодолевая сопротивление воды, когда их ладони обращены вниз или против движения. Они должны научиться дожидаться, пока руки не повернутся внутренней стороной предплечий и ладонями назад, и только потом отталкивать воду назад с усилием. Перед началом отталкивания воды назад руки и кисти пловца должны пройти примерно одну треть подводной части гребка.

• ***При выполнении захвата руки должны быть согнуты почти под прямым углом. Такое положение рук следует сохранять в течение всей последующей толчковой фазы гребка.*** Иначе говоря, работа по движению пловца вперед выполняется крупными мышцами аддукторами и разгибателями плечевого пояса и туловища, а не небольшими мышечными группами, выполняющими вращение предплечья и кисти. Единственное исключение из этого правила встречается при плавании кролем на спине, когда руки во время основной движущей фазы гребка разгибаются назад и уходят под туловище.

• ***Во время основной движущей фазы гребка при плавании любым способом сохраняйте взаимное расположение предплечья и кисти, как если бы они представляли собой единое целое.*** Склонность к вращению кисти внутрь и наружу перед движением предплечья в том же направлении, а также излишнему сгибанию или разгибанию кисти в запястье во время основной движущей фазы гребка, — вот две наиболее распространенные ошибки пловца. При плавании разными способами кисть во время гребка поворачивается, однако это происходит только потому, что она направлена в ту же сторону, куда и внутренняя поверхность предплечья. Такой поворот не начинается с поворота кисти, за которым следует поворот предплечья. Пловец должен сохранять ладонь в одной плоскости с внутренней поверхностью предплечья и следить за тем, чтобы поворот ладони определялся положением предплечья.

• ***Движение руки во время основной движущей фазы гребка под водой всегда следует выполнять по диагонали.*** Хотя сопротивление воды и является основной движущей силой в плавании, перемещение руки в воде назад по прямой не обеспечивает максимальной длины гребка, а также наибольшей скорости движения вперед. По причинам, описанным в главе 1, для более эффективного продвижения в плавании требуется отклонение от движения руки назад с усилием по прямой.

• ***Скорость движения руки должна периодически изменяться при каждом существенном изменении направления ее движения от момента захвата и до завершения подводной части гребка.*** Скорость движения руки во время гребка под водой периодически изменяется, уменьшаясь при каждом кардинальном изменении направления движения и снова увеличиваясь до следующего момента смены направления. Тем не менее скорость движения руки должна возрастать от момента начала основной движущей фазы гребка до ее завершения. Хотя скорость движения кисти периодически изменяется, она должна достигать максимального значения только в конце основной фазы конкретного типа гребка, т. е. фазы отталкивания.

• ***Пловец должен прекратить отталкивать воду назад после перемещения руки к бедру на пути к поверхности.*** Пловцы часто совершают ошибку, продолжая отталкивать воду руками после того как руки уже достигли поверхности. Поскольку ладонь руки после прохождения мимо бедер перестает быть повернутой назад, любые усилия, связанные с отталкиванием воды назад уже не создают никакой дополнительной движущей силы. Вместо этого тело пловца погружается в воду, а его движение замедляется.

Часть II

ТЕХНИКА СПОРТИВНОГО ПЛАВАНИЯ. ТЕХНИКА СТАРТА, ПОВОРОТА И ФИНИША

Э. Маглишо

Глава 4
Кроль на груди

Глава 5
Баттерфляй

Глава 6
Кроль на спине

Глава 7
Брасс

Глава 8
Старт, поворот и финиш

Глава 4

Кроль на груди

Кроль на груди, или вольный стиль, — самый быстрый способ спортивного плавания. Один цикл гребка включает по одному гребку правой и левой рукой, а также различное количество движений ногами. Для удобства описания мы разделим каждый гребок руками на пять фаз:

1 — вход и скольжение;
2 — движение вниз;
3 — захват;
4 — движение внутрь;
5 — движение вверх и пронос.

Что касается взаимосвязи между гребковыми движениями руками и движениями ногами, то она может быть различной, поскольку пловцы в цикле гребка используют разные ритмы (т. е. количество ударов ногами). Наиболее распространенным является шестиударный ритм — как вариант техники плавания. При таком ритме пловец выполняет в каждом цикле гребка шесть полных ударов ногами. Полный удар ногой включает движение вверх и вниз. В число других распространенных ритмов входят двухударный, двухударный с перекрестным движением ногами, четырехударный и четырехударный с перекрестным движением ногами.

В следующих подразделах будут представлены различные аспекты техники плавания кролем на груди. Я начну описание с обсуждения траектории гребка и динамики скорости центра масс пловца, включая сведения о том, какое значение каждая часть гребка имеет для создания движущей силы. После этого будут показаны движения руками во время гребка, попеременное движение ногами и согласование движений рук и ног, а затем — положение тела и техника дыхания. Следующий подраздел посвящен наиболее распространенным ошибкам при плавании данным стилем, а два заключительных подраздела содержат комплекс упражнений, необходимых для совершенствования техники плавания кролем на груди, и приемы дыхания, используемые на соревнованиях.

Траектория гребка и динамика скорости

Траекторию гребка обычно получают путем наложения движений среднего пальца пловца во время гребкового движения под водой и изображают с двух позиций: относительно фиксированной точки в бассейне и по отношению к телу пловца.

Динамика поступательной скорости пловца показывает изменение скорости центра масс пловца в течение одного гребкового цикла. Динамика скорости кисти, построенная в соответствии со скоростью движения среднего пальца руки во время гребка, показывает различные изменения скорости движения кисти и их взаимосвязь с динамикой скорости пловца. Динамика скорости кисти отображает скорость движения кисти в объемном пространстве и рассчитывается как алгебраическая сумма движений руки во всех направлениях в конкретной фазе гребка. Например, значение скорости руки во время заключительной фазы движения внутрь объединяет скорость кисти внутрь, вверх и назад.

Траектория движения кисти во время гребка

На рисунке 4.1 показаны траектории движения руки спортсмена при плавании кролем на груди. Рассматриваемые траектории изображают движение руки Томаса Джеггера, рекордсмена мира на дистанции 50 м вольным стилем. Они показаны относительно фиксированной точки в бассейне и очень похожи на траектории движения кисти других пловцов кролем на груди мирового класса. При сравнении разных проекций траектории хорошо видно, что пловец использует для создания движущей силы движение руки по диагонали. Пронумерованные точки на траектории гребка показывают места начала и завершения каждой фазы гребка.

Как показано на рисунке 4.1, левая рука Джеггера входит в воду, когда правая рука находится под туловищем в средней части гребка. Пловец выполняет левой рукой скольжение вперед почти под поверхностью воды, придавая ей обтекаемое положение, одновременно с завершением фазы отталкивания правой рукой.

Эта фаза гребка левой рукой называется *вход и скольжение*. В этой фазе движение руки не создает движущей силы, поэтому его следует выполнять, максимально ограничивая ударное сопротивление, чтобы не уменьшить движущую силу, создаваемую правой рукой. Обратите внимание, что рука Джеггера скользит внутрь, к средней линии тела и вперед. Это обеспечивает максимальную обтекаемость руки во время входа и скольжения.

Непосредственно после окончания фазы отталкивания правой рукой Джеггер начинает перемещать левую руку вниз. Данная фаза называется *движение вниз*. В этой фазе движение руки также не создает движущей силы. Ее предназначение — погрузить руку в воду настолько глубоко, чтобы она развернулась внутренней стороной плеча и предплечья, а также ладонью назад для более эффективного выполнения основной движущей части гребка. Точка, в которой это происходит, называется *захват*.

Как можно видеть, рука Джеггера во время движения вниз перемещается вперед и немного наружу. Движение вперед позволяет ему отвести кисть дальше перед началом выполнения основной фазы и тем самым увеличить ее дистанцию.

Небольшое смещение руки наружу помогает пловцу развернуть плечо назад раньше и этим ускорить начало основной движущей фазы гребка.

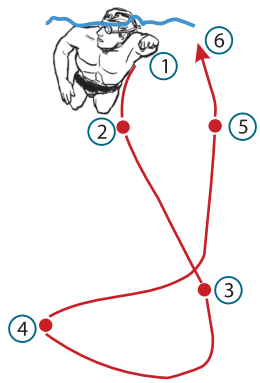
После того как рука занимает положение захвата, Джеггер выполняет сложное круговое движение, в результате которого его рука перемещается назад и под туловище.

Эта фаза называется *движение внутрь* и является началом основной части гребка рукой (фаза подтягивания).

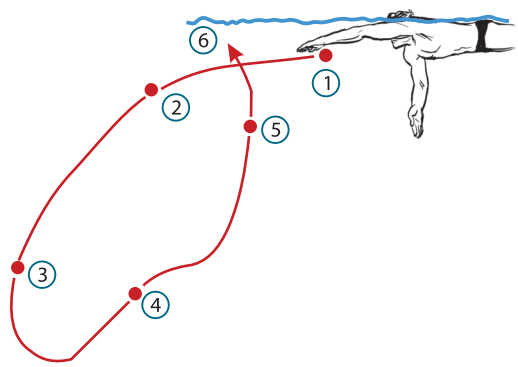
После начала движения внутрь пловец с усилием отталкивает воду назад, смещая руку на небольшое расстояние вниз и наружу перед началом ее движения внутрь и вверх. Такое круговое движение помогает ослабить силу инерции при изменении движения. Кисть и рука продолжают движение назад, внутрь и вверх, пока рука не окажется под грудной клеткой.

В этот момент происходит еще один переход — *закругление*. Рука изменяет направление движения и начинает двигаться наружу, назад и вверх. Я называю эту фазу *движением вверх*. Движение вверх является второй основной частью гребка руками (фаза отталкивания). Она продолжается, пока рука не достигнет передней части бедер, после чего начнет двигаться вверх и вперед.

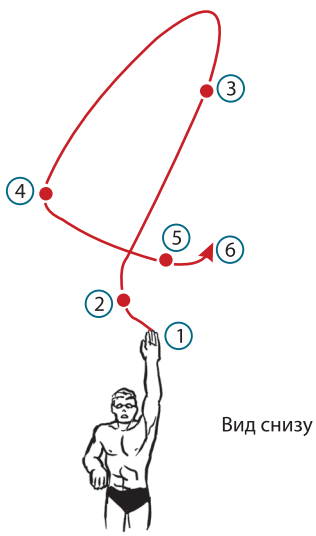
Движение руки вперед не создает движущей силы. Поэтому пловец перестает отталкивать воду и выполняет скольжение руки вверх, а затем ее быстрый пронос над водой в положение входа для следующего гребка.



Вид спереди



Вид сбоку



Вид снизу

1—2 Вход и скольжение
2—3 Движение вниз в положение захвата
3 Захват
3—4 Движение внутрь
4—5 Движение вверх
5—6 Прекращение отталкивания воды и выход руки из воды

РИСУНОК 4.1 — Вид спереди, сбоку и снизу типичной траектории гребка рукой при плавании кролем на груди. Траектория отображает движение кисти Томаса Джеггера, рекордсмена мира на дистанции 50 м вольным стилем

Динамика скорости пловца и кисти

Графики этого рода помогают понять, в какой момент гребка руками пловец создает движущую силу и какой скорости движения можно ожидать в результате прикладываемых им усилий.

Динамика скорости движения вперед

Типичный график скорости движения пловца приведен на рисунке 4.2. На нем показаны данные Франциско Санчеса, в прошлом чемпиона NCAA на дистанции 50 ярдов вольным стилем и трехкратного чемпиона мира на дистанции 50 и 100 м вольным стилем. Его динамика скорости имеет два пика, и, на мой взгляд, это наиболее эффективный из используемых способ плавания.

График начинается с момента, когда пловец делает пронос левой руки и движение вниз правой. Во время движения вниз правой руки его скорость снижается примерно на 1 м · с$^{-1}$. Это замедление неизбежно, поскольку пловец должен правильно расположить руку для захвата, прежде чем сможет начать перемещать свое тело с ускорением вперед. Любые попытки начать создание движущей силы раньше, во время движения вниз, могут еще больше замедлить его движение. Наблюдаемое снижение скорости, примерно на 1 м · с$^{-1}$ за 0,10 с, несколько больше обычного для пловцов мирового класса. Известно, что у квалифицированных пловцов снижение скорости обычно составляет от 0,5 до 0,8 м · с$^{-1}$ (Miyashita, 1997).

Ускорение тела вперед Санчес начинает с момента захвата в гребке правой рукой и продолжает его в течение основной части следующего за ним движения внутрь. Еще одно естественное снижение скорости происходит во время перехода от движения внутрь к движению вверх, когда правая рука начинает двигаться наружу. Как было показано ранее, это замедление также неизбежно, если пловец хочет добиться увеличения скорости во время движения руки вверх (см. график на рис. 4.2). Некоторые пловцы объединяют движение внутрь и движение вверх, выполняя основное гребковое движение по прямой, и тогда на графике наблюдается только один пик скорости. Такую технику движений мы обсудим в одном из следующих разделов.

Санчес прекращает отталкивать воду с усилием правой рукой, когда его тело достигает максимальной скорости в начале движения руки вверх. Левая рука, которая уже вошла к этому моменту в воду, начинает движение вниз. Траектория движения левой руки очень похожа на траекторию движения правой руки, однако есть несколько важных отличий. Первое из них связано с тем, что при движении вниз левой руки происходит более значительное и продолжительное снижение скорости пловца. Второе — с тем, что основная движущая фаза во время движения внутрь и движения вверх несколько короче, а достигаемая пловцом скорость — несколько ниже. Видно, что гребок левой рукой у Санчеса не столь результативный в отношении создания

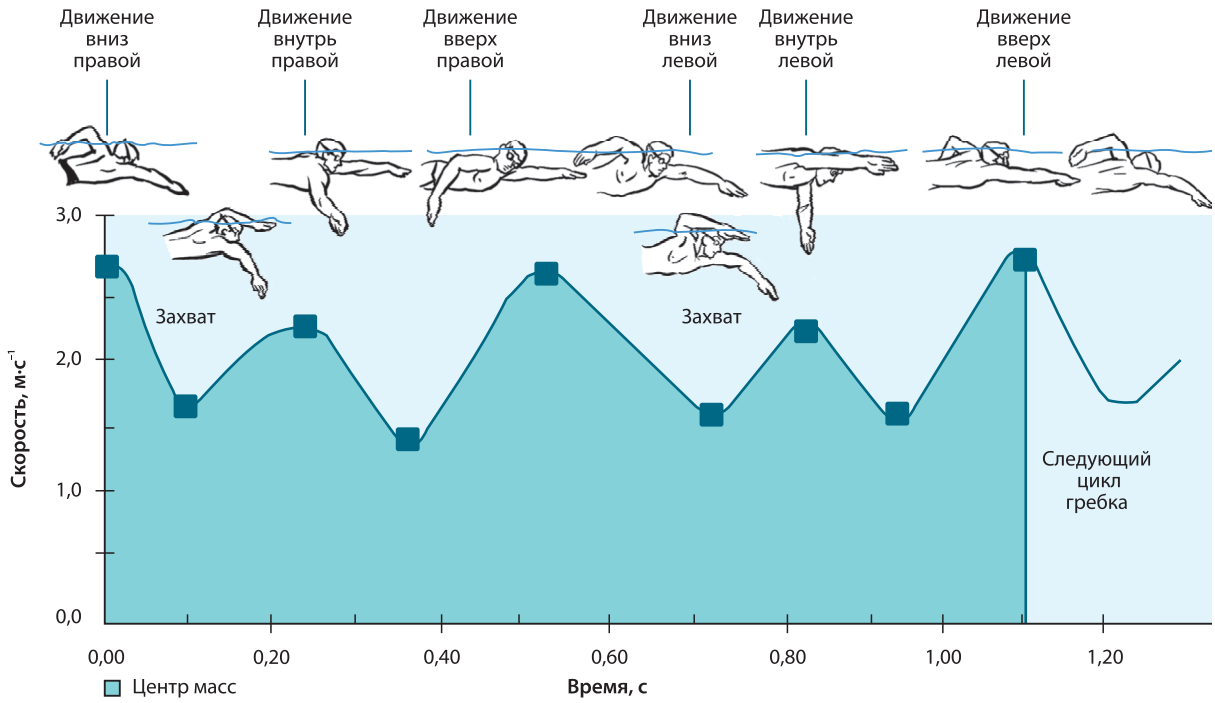


РИСУНОК 4.2 — Динамика скорости движения вперед пловца кролем на груди Франциско Санчеса, чемпиона мира и NCAA на дистанции 50 и 100 м вольным стилем

движущей силы, как правой. Асимметрия такого типа характерна для всех пловцов, которых мне приходилось тестировать. Гребок левой рукой обычно, хотя и не всегда, создает меньшую по величине движущую силу.

Динамика скорости кисти

На рисунке 4.3 показана динамика скорости кисти и центра масс тела Кэрри Стейнсейфер, одной из спортсменок, разделивших первое место на дистанции 100 м вольным стилем на Играх XXIII Олимпиады 1984 г. в Лос-Анджелесе.

Скорость движения кисти этой спортсменки изменяется от 1,8 м · с$^{-1}$ почти до 4 м · с$^{-1}$. Следует отметить, что уменьшение и увеличение скорости кисти происходит периодически, в соответствии с основными четырьмя фазами гребка руками: движением вниз, движением внутрь, движением вверх и проносом. Рука замедляется при каждом существенном изменении направления ее движения, при переходе от одной фазы гребка к другой, а затем возрастает на протяжении начавшейся фазы, пока не начнется переход к следующей фазе. Можно также отметить, что такое увеличение и уменьшение скорости кисти отображает и изменение скорости продвижения пловца вперед.

Представленные графики, помимо упомянутых выше, показывают еще несколько интересных аспектов динамики скорости кисти и тела пловца. Первый из них касается интервала времени между входом руки в воду и началом движения вниз. График на рисунке 4.3 показывает, что продолжительность этого интервала от момента входа в воду и до начала выполнения движения руки вниз у Стейнсейфер составляет 0,20—0,30 с. Это свидетельствует о том, что при плавании кролем на груди спортсмены не начинают перемещение рук в положение для захвата сразу же после их входа в воду. Вместо этого они до завершения фазы отталкивания во время гребка одной рукой интуитивно предпочитают плавно скользить другой рукой вперед, и лишь после этого начинают движение вниз, подготавливаясь к выполнению захвата.

Вторая особенность графика скорости руки на рисунке 4.3, отображающая важный технический аспект, заключается в снижении скорости кисти во время движения вниз при каждом гребке рукой. В этот момент скорость кисти Стейнсейфер снижается почти до скорости движения тела. Это означает, что ее кисть и предплечье при выполнении захвата остаются практически неподвижными. В действительности кисть и предплечье движутся с такой же скоростью, как и тело, а это означает, что их подталкивает вперед движение тела. Я не могу утверждать с полной уверенностью, *но пловец должен выждать момент для выполнения хорошего захвата и лишь потом прикладывать усилие, отталкивая воду назад рукой.*

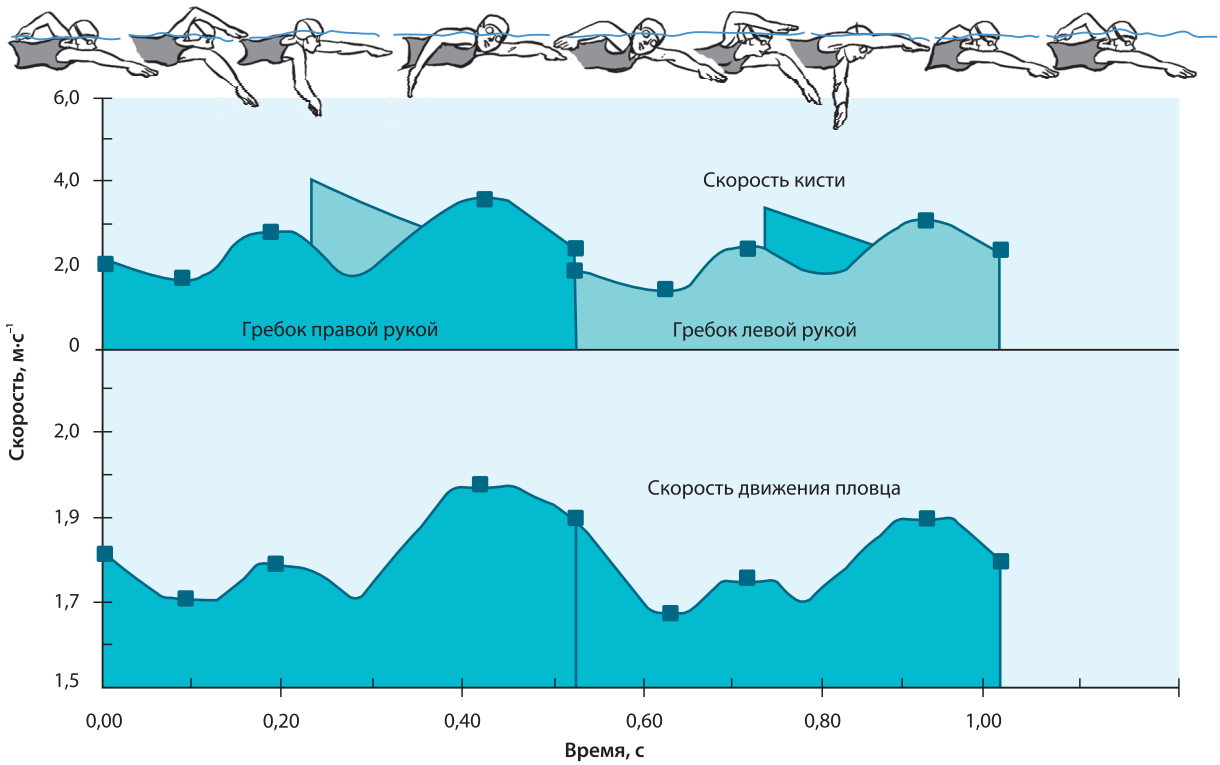


РИСУНОК 4.3 — Пример динамики скорости движения вперед и скорости кисти Кэрри Стейнсейфер — спортсменки, разделившей первое место на дистанции 100 м вольным стилем на Играх XXIII Олимпиады 1984 г.

Еще один важный момент заключается в том, что во время гребка внутрь скорость рук спортсменки возрастает лишь незначительно. Скорость кисти во время движения внутрь достигает примерно 3 м · с$^{-1}$, тогда как во время движения вверх — до 4 м · с$^{-1}$. Одна из возможных причин — спортсменка способна целенаправленно ограничить ускорение кисти, чтобы она достигла максимальной скорости при движении вверх, либо не может ускорить движение кисти, чтобы она достигла при движении внутрь такой же скорости, как при движении вверх. Во время движения внутрь для отталкивания воды используются плечо, предплечье и кисть, в то время как во время движения вверх — только предплечье и кисть. Вполне вероятно, что ограничение максимальной скорости кисти при движении внутрь связано как раз с этим увеличением площади поверхности, отталкивающей воду, за счет плеча.

Динамика скорости кисти Стейнсейфер перед выходом из воды показывает один важный технический момент, который противоречит традиционному обучению. Обратите внимание, что скорость кисти спортсменки снижается как раз после того, как ее тело приобрело максимальную скорость после выполнения движения вверх. Такое замедление скорости кисти происходит, когда она еще находится в воде. Это является убедительным доказательством того, что в это время и до момента, когда ее руки достигнут поверхности, она перестает отталкивать воду. Если бы она продолжала отталкивать воду назад, скорость кисти возрастала бы и далее до ее выхода из воды.

Последний интересный факт, относящийся к технике гребка, обнаруживается при анализе графиков изменения скорости на рисунках 4.2 и 4.3 и заключается в различии движущей силы, создаваемой при гребке разными руками. И Санчес и Стейнсейфер создают бóльшую по величине движущую силу при гребке правой рукой. При выполнении соответствующего движения вниз их левая рука погружается глубже и движется медленнее по сравнению с правой. Пик увеличения скорости при выполнении гребка левой рукой также меньше по величине и короче по продолжительности, чем при гребке правой рукой.

Причина или причины таких различий левой и правой рук в эффективности гребкового движения неизвестны. Наиболее очевидным объяснением могут быть различия в силе правой и левой рук. Однако я сомневаюсь в достоверности такого объяснения. Я проводил измерение силы рук пловцов с помощью различных тестов на суше и в воде, а затем сравнивал полученные данные с графиками скорости движения вперед при плавании. Эти тесты не подтвердили предположение о том, что слабая рука всегда создает меньшее по величине движущее усилие.

Еще одно возможное объяснение связано с дыханием и положением тела во время плавания. Меньшую движущую силу создает рука, расположенная снизу во время вдоха пловца. Возможно, пловцу во время вдоха приходится использовать часть силы, создаваемой «нижней» рукой, для восстановления положения тела. Еще более правдоподобным является объяснение, согласно которому пловец не восстанавливает полностью положение тела после вдоха, и это ведет к частичному уменьшению создаваемой движущей силы. У многих пловцов после вдоха не получается вернуть тело полностью в горизонтальное положение. Из-за этого, чтобы расположить руку снизу под средней линией тела, им приходится перемещать ее поперек туловища. В дополнение к этому им приходится выполнять этой рукой более широкий мах при движении вверх, чтобы обвести ее вокруг таза перед выходом из воды. Оба эти действия могут уменьшать движущую силу при гребке.

Вероятно, неспособность поворачивать тело в равной степени в разные стороны объясняет различия в эффективности основной фазы движения, выполняемого разными руками. Однако это объяснение остается неполным, поскольку различия в эффективности основной фазы движения разных рук пловца установлены также и для баттерфляя и брасса, т. е. в способах плавания, где поворот тела в сторону не выполняется. Это позволило сделать заключение о том, что определенную роль в этом явлении может играть и латеральное доминирование. На самом деле, оно может быть основной причиной асимметрии основной фазы движения при гребке правой и левой рукой. Возможно, у пловца развивается более острое кинестетическое чувство руки, которой они больше пользуются от рождения, так называемой доминирующей руки. В итоге, он выполняет гребок этой рукой более правильно и создает большее движущее усилие. Наблюдение за гребковыми движениями разных пловцов позволило мне установить, что вокруг доминирующей руки во время гребка образуется меньше воздушных пузырьков, кроме того, пловец более точно выполняет этой рукой различные гребковые движения, а следовательно, и основная фаза гребкового движения этой рукой будет более эффективной.

Если главной причиной отличий по величине усилий во время выполнения основной гребковой фазы движения между правой и левой рукой является латеральное доминирование, тогда возникает необходимость использования специальных упражнений, направленных на повышение эффективности гребкового движения

недоминирующей руки, которые могут существенно повысить спортивные результаты пловца. Я могу предложить три упражнения, которые позволят пловцу улучшить механику гребка недоминирующей рукой и сделать ее более выносливой.

1. Плавание с помощью одной (недоминирующей) руки.

2. Плавание с доминирующей рукой, сжатой в кулак, чтобы основная нагрузка приходилась на недоминирующую руку.

3. Обращать внимание на равномерность поворота тела влево и вправо. Величина поворота пловца в сторону, где он не выполняет вдох, должна быть достаточной для выполнения сильного гребкового движения внутрь и вверх рукой, расположенной с этой стороны. Хорошим упражнением для этой цели является плавание с чередованием вдоха при повороте головы в разные стороны. Это упражнение стимулирует равномерный поворот головы в обе стороны, а также может способствовать улучшению использования недоминирующей руки. После увеличения эффективности гребка недоминирующей рукой пловец может вернуться к дыханию в одну сторону.

Динамика скорости с одним и двумя пиками ускорений

Исследования с участием членов олимпийской сборной команды США 1984 г. показали, что пловцов кролем на груди можно разделить на две группы в соответствии с тем, как они создают движущее усилие (Maglischo et al., 1986; Schleihauf et al., 1988). У одних из них в каждом цикле гребка наблюдается два пика ускорения движения вперед, а у других — только один.

Гребок с двумя пиками ускорения движения

Динамика скорости пловца при таком типе гребка показана на рисунках 4.2 и 4.3. На графиках скорости этих пловцов в каждом цикле гребка отчетливо видны два пика скорости движения вперед. Эти пики разделены периодом замедления движения, который соответствует переходу от одной фазы гребка к другой. Пловцы, использующие гребок с двумя пиками ускорения, обычно выполняют гребковое движение внутрь, при котором кисть часто заходит за среднюю линию тела, за счет чего длина такого движения увеличивается. Благодаря этому увеличивается и длина движущей фазы в каждом цикле гребка. К сожалению, ценой за это продление основной фазы движения является переходной период, в течение которого происходит существенное снижение скорости.

Гребок с одним пиком ускорения

Динамика скорости для этого типа гребка показана на рисунке 4.4. На графике виден один большой пик скорости движения вперед, который в каждом гребке совпадает по времени

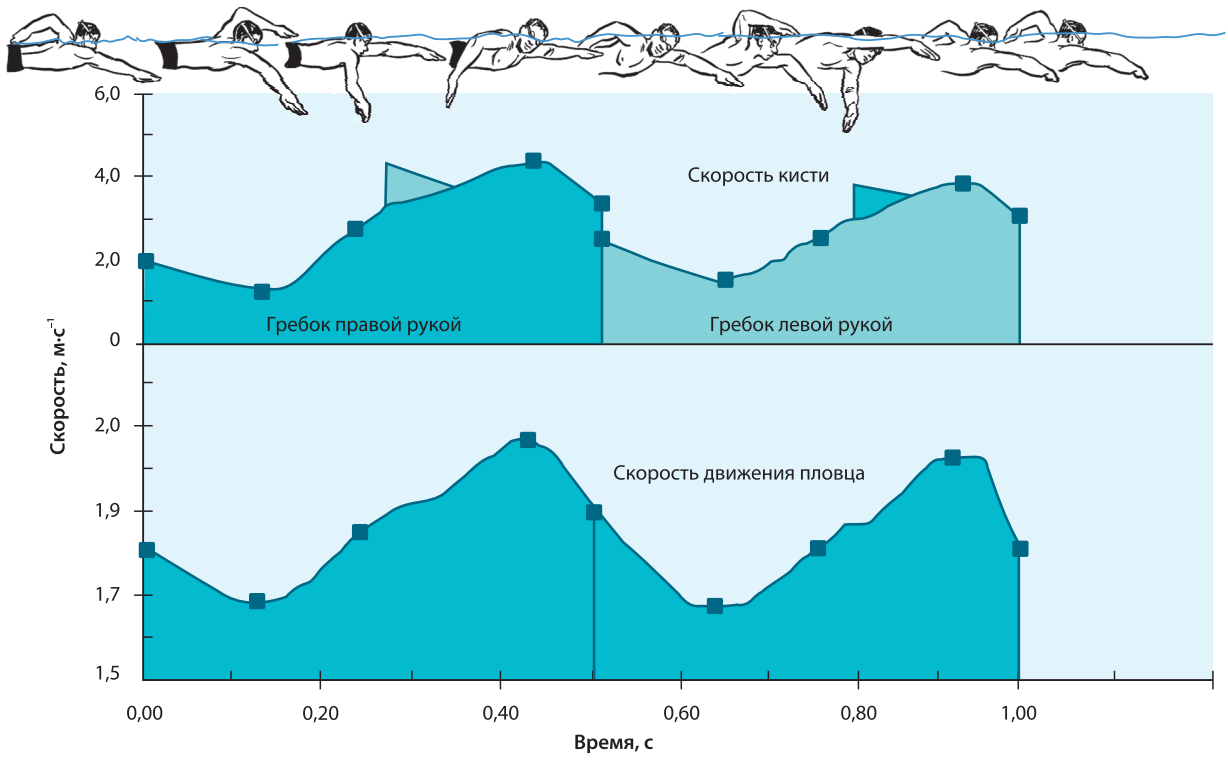


РИСУНОК 4.4 — Тип гребка в кроле на груди с одним пиком ускорения

с объединенным движением внутрь, а затем наружу. В отличие от гребка с двумя пиками ускорения, в этом типе гребка отсутствует период замедления, разделяющий один пик скорости на два.

Траектория движения руки пловцов, использующих гребок с одним пиком ускорения, обычно более прямолинейная. Амплитуда смещения руки внутрь (во время движения внутрь) и наружу (во время движения вверх) у них меньше. Движения внутрь и наружу сливаются в одно непрерывное движение с небольшим изменением направления под туловищем. Преимущество этого типа гребка в том, что пловец ограничивает потери скорости при переходе от движения внутрь к движению вверх, а недостаток — в сокращении длины гребка, а в некоторых случаях и движения вверх. Вследствие этого пловец не может достичь во время этих фаз гребка столь же высокой скорости движения вперед, как в случае гребка с двумя пиками ускорения.

Наблюдая за движениями рук пловца, можно сразу определить, какой тип гребка он использует. Очевидно, что у пловца, который использует гребок с двумя пиками, рука во время движения внутрь заходит под туловище дальше.

Вас может заинтересовать, какой из этих гребков лучше. Однозначного ответа на этот вопрос дать нельзя, поскольку спортсмены мирового уровня используют оба типа гребка. Например, у Меттью Бионди гребок с двумя пиками, а у Роуди Гейнс — с одним пиком. Оба за свою спортивную карьеру побывали мировыми рекордсменами и чемпионами Игр Олимпиад в плавании вольным стилем. Однозначно можно сказать, что наиболее эффективным типом гребка является тот, который позволяет развивать наибольшую скорость. Для одних это может быть гребок с одним пиком ускорения, для других — с двумя.

Несмотря на достоверность, подобные выводы часто оставляют нас в недоумении относительно того, какому же типу гребка следует обучать пловцов. Я считаю, что следует обучать гребку с двумя пиками ускорения, поскольку он с большей вероятностью будет эффективным для основной массы пловцов. Этот тип гребка потенциально обеспечивает более высокую среднюю скорость за время выполнения гребка руками, поскольку позволяет пловцу прикладывать меньшие мышечные усилия в течение большего времени. Выполнение гребка по диагонали должно создать возможность для увеличения шага гребка. Кроме того, при гребке с двумя пиками пловцу для ускорения движения тела не требуется ускорять движение руки столь же сильно, как при гребке с одним пиком. При гребке с одним пиком пловец создает движущее усилие за счет отталкивания одного слоя воды, постоянно увеличивая скорость движения кисти. Такой гребок быстрый и короткий. При гребке с двумя пиками пловец отталкивает назад сначала один слой воды, пока он не начнет двигаться назад, затем перемещает руку и начинает отталкивать следующий слой воды, движущийся с меньшей скоростью. Таким образом, при гребке с двумя пиками пловец может развивать такую же скорость, выполняя более длинное и медленное движение рукой.

Почему некоторые пловцы предпочитают гребок с одним пиком? Очевидный ответ — это как-то связано с особенностями их телосложения. Однако я обычно отклоняю подобные аргументы, поскольку уверен, что принципы эффективного гребка руками универсальны и не зависят от типа телосложения. В действительности, выбор гребка с одним пиком ускорения может определяться некоторыми другими факторами, часть из которых не всегда склоняют к наиболее оптимальному выбору.

Один из таких факторов — ритм движений, т. е. количество ударов ногами. Существующая тенденция связана с тем, что пловцы с минимальным ритмом движений ногами используют гребок с одним пиком, поскольку меньшее количество ударов ногами позволяет ускорить темп гребка. Это особенно характерно для женщин, которые предпочитают гребок с одним пиком и двухударный ритм движений ногами. Пловцы, которые используют четырех- и шестиударный ритм движений ногами, предпочитают гребок с двумя пиками, поскольку он дает больше времени для выполнения ударов ногами.

Еще одна возможная причина — пловцов, использующих гребок с одним пиком, обучали плаванию согласно теории *прямого гребка назад*. Из-за этого у многих талантливых пловцов в раннем возрасте сформировался гребок с одним пиком, от которого они впоследствии не смогли отказаться, не ухудшив плавность движений, а значит и скорость плавания. Третья возможная причина — некоторые пловцы подсознательно ощущают снижение скорости движения вперед при переходе от движения внутрь к движению вверх и стараются устранить такое замедление во время движения внутрь путем выпрямления траектории перемещения руки.

Следует отметить, что мы, вероятно, никогда не узнаем, могут ли пловцы, использующие гребок с одним пиком, увеличить свою скорость, если перейдут на гребок с двумя пиками. Как отмечалось ранее, некоторые пловцы не способны изменить способ гребка, сформиро-

ванный за многие годы соревнований и сотни километров тренировок, не ухудшая плавности движений и не снижая средней скорости движения в течение гребка. Поэтому мой совет — обучать молодых пловцов гребку с двумя пиками, поскольку он обладает рядом преимуществ по сравнению с гребком с одним пиком. Вместе с тем к изменению гребка у квалифицированных пловцов, особенно добившихся высоких спортивных результатов, следует подходить крайне осторожно.

Гребок рукой

Для упрощения изложения материала движение рукой при выполнении гребка разделяют на следующие фазы: вход и скольжение, движение вниз, захват, движение внутрь, движение вверх, выход из воды и пронос (рис. 4.5, 4.6).

Вход и скольжение

Во время входа одной руки в воду другая рука находится в средней части цикла гребка. При входе руку следует вытянуть прямо вперед и придать кисти обтекаемую форму (см. рис. 4.5, *д—з*). Для улучшения обтекаемости во время скольжения тело должно повернуться вниз стороной, на которой расположена рука, входящая в воду. Благодаря этому тело повернется вверх стороной, на которой находится рука, завершающая гребок, и это позволит сократить ее путь во время движения вверх. Все это позволяет повысить эффективность отталкивания воды гребковой рукой во время движения вверх и увеличить создаваемую при этом движущую силу.

Для снижения ударного сопротивления рука при входе в воду должна двигаться плавно и мягко. Вход выполняется перед головой, примерно посредине между макушкой и краем плечевого

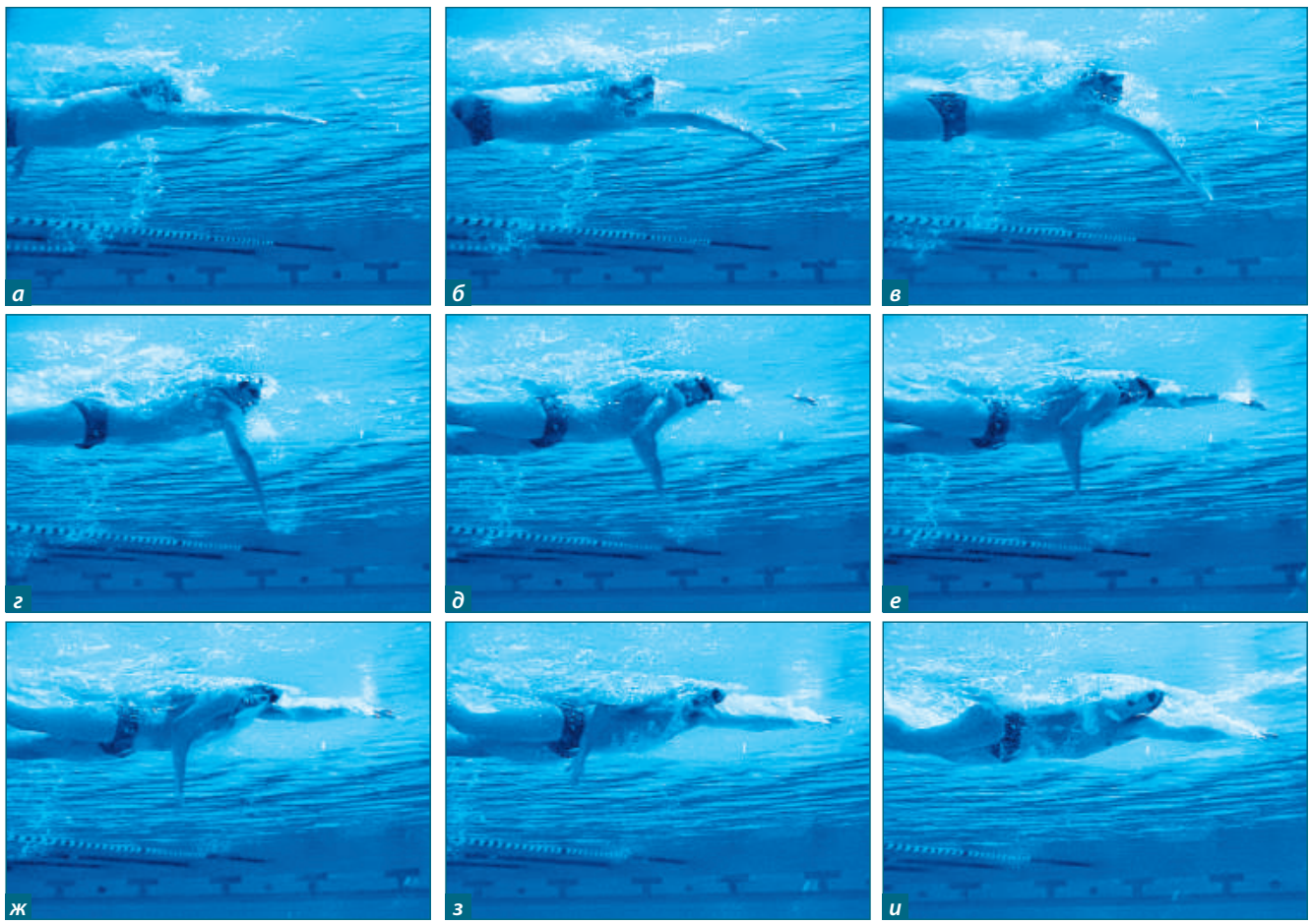


РИСУНОК 4.5 — Последовательность движения рук при плавании кролем на груди Франциско Санчеса — трехкратного чемпиона NCAA на дистанции 50 ярдов вольным стилем и трехкратного чемпиона мира на дистанциях 50 и 100 м вольным стилем (вид сбоку): *а* — конец движения вверх левой руки; начало движения вниз правой руки; *б* — движение вниз правой руки; пронос левой руки; *в* — захват правой руки; продолжение проноса левой руки; *г* — средина движения внутрь правой руки; продолжение проноса левой руки; *д* — завершение движения внутрь правой руки; вход в воду левой руки; *е* — переход от движения внутрь к движению вверх правой руки; скольжение левой руки; *ж* — движение вверх правой руки; продолжение скольжения левой руки; *з* — конец движения вверх правой руки; продолжение скольжения левой руки; *и* — пронос правой руки; начало движения вниз левой руки

РИСУНОК 4.6 — Последовательность движения руки Франциско Санчеса при плавании кролем на груди (вид спереди): движения вниз правой руки; выход из воды и пронос левой руки; *г* — захват правой рукой; пронос левой руки; *д* — ...релевой руки; *ж* — переход от движения внутрь к движению вверх правой руки; продолжение скольжения левой руки; *з* — начало движения вниз левой руки; *й* — выход из воды правой руки; начало движения вниз левой руки; *к* — движение вниз руки; скольжение правой руки; *н* — завершение движения внутрь левой руки; продолжение скольжения правой руки; вверх левой руки; продолжение скольжения правой руки; *р* — конец движения вверх левой руки; начало движения вниз

сустава со стороны руки, выполняющей вход. Руку следует немного согнуть в локте, ладонь слегка повернуть наружу, чтобы она вошла в воду ребром. Первыми в воду входят кончики пальцев, после этого, для уменьшения турбулентности, вслед за кистью должно войти предплечье и вся рука.

После входа рука под поверхностью воды выполняет движение вперед и внутрь по направлению к средней линии тела так, чтобы она не выходила за пределы продольной проекции тела пловца по высоте и по ширине. К моменту завершения скольжения ладонь должна повернуться вниз. Здесь рука напоминает нос корабля, рассекающий потоки воды так, чтобы уменьшить турбулентность при прохождении корпуса.

Продолжительность скольжения зависит от степени наложения движений рук. Если одна рука выполняет вход, когда другая начинает движение внутрь, скольжение будет продолжительным. Если же вход в воду происходит, когда вторая рука уже завершает движение внутрь, то скольжение произойдет быстрее.

Некоторые пловцы во время скольжения поворачивают руку внутрь и вниз. Одни из них поворачивают руку так, что в конце скольжения она повернута ладонью вниз. Другие во время скольжения удерживают ладонь слегка наклоненной наружу. Поворот руки ладонью внутрь и вниз, вероятно, является наилучшим способом в случае достаточно длинного скольжения. Это связано с тем, что скольжение руки внутрь к средней линии одновременно с ее поворотом внутрь способствует облегчению поворота тела и увеличению его обтекаемости. Тем не менее оба рассмотренных способа скольжения дают хороший результат, если тело поворачивается в достаточной степени, а рука во время скольжения не выходит за пределы продольных очертаний тела.

От момента входа и на протяжении скольжения скорость кисти должна снижаться до тех пор, пока в конце гребка другой рукой ее не начнет подталкивать вперед движущееся тело пловца.

***а* — вход правой руки; движение внутрь левой руки; *б* — скольжение правой руки; движение верх левой руки; *в* — начало дина движения внутрь правой руки; вход в воду левой руки; *е* — завершение движения внутрь правой руки; скольжение средина движения вверх правой руки; продолжение скольжения левой руки; *и* — конец движения вверх правой руки; левой руки; пронос правой руки; *л* — захват левой рукой; вход в воду правой руки; *м* — средина движения внутрь левой *о* — переход от движения внутрь к движению вверх левой руки; продолжение скольжения правой руки; *п* — движение правой руки; *с* — выход из воды левой руки; продолжение движения вниз правой руки**

Движение вниз

Основная цель этого движения — переместить руку в положение для захвата. Это движение следует выполнять максимально быстро и плавно, с минимальным усилием, достаточным только для перемещения кисти и руки вниз в положение захвата.

Движение вниз должно начинаться как только другая рука прекратит отталкивание воды. Сначала происходит сгибание запястья, за которым кисть начинает перемещаться вниз (рис. 4.5, *а—б*). После этого рука движется по криволинейной траектории вниз и вперед. Очень важно, чтобы пловец во время движения руки вниз продолжал перемещение кисти и предплечья вперед вместе с телом. Преждевременная попытка отталкивания воды назад приведет к ситуации захвата с низким положением локтя, при которой пловец затрачивает усилия на перемещение воды вниз и еще больше тормозит свое движение вперед.

Во время движения вниз рука должна быть согнута в локте. Сгибание продолжается до момента, когда локоть окажется выше кисти, а кисть, предплечье и плечо повернутся назад в классическое положение для захвата.

Хотя плечо во время движения вниз немного смещается наружу, пловец не должен обращать внимания на это движение. Движение кисти и предплечья наружу обычно происходит при сгибании руки в локте. По моему опыту, пловцы, которые специально обращают внимание на движение руки наружу, часто преднамеренно смещают ее в этом направлении, слишком сильно отталкивая воду в сторону.

Во время движения руки вниз пловец не должен специально отталкивать воду плечом вниз. В идеале плечо должно оставаться параллельным поверхности воды и при сгибании руки в локте двигаться в сторону. Однако большинство пловцов считают необходимым опускать плечо вниз, чтобы уменьшить интенсивность вращения головки плеча в суставе, а значит и ее трение

о связки и сухожилия, уменьшая таким образом вероятность тендинита. Мой совет — опускать плечо ровно настолько, чтобы это было необходимо для уменьшения трения в суставе. Это поможет уменьшить до минимума отталкивание воды вниз и позволит предотвратить боль в плечевом суставе.

Скорость кисти и руки возрастает в начале их движения вниз, однако почти сразу начинает снижаться до минимума, когда рука выходит в положение захвата.

Во время движения руки вниз тело продолжает поворачиваться вниз в сторону руки, выполняющей гребок, и вверх в сторону руки, выполняющей пронос. Другая рука выходит из воды и выполняет половину проноса к моменту завершения движения вниз другой руки.

Захват

Положение захвата при гребке правой рукой показано на рисунках 4.5, *в* (вид спереди) и 4.6, *г* (вид сбоку). Захват левой рукой показан на рисунке 4.6, *к*. При выполнении захвата рука согнута в локте почти под прямым углом. В момент захвата рука расположена на глубине 50—70 см (Schleihauf et al., 1988; Deschodt, Rouard, Monteil, 1996). Предплечье и кисть находятся снаружи плеча, повернуты назад и немного наружу. В момент захвата пловец начинает первую основную часть гребка — движение внутрь (фаза подтягивания), с усилием перемещая руки назад и вниз.

Как уже говорилось, ладонь и внутренняя поверхность предплечья и плеча во время захвата повернуты назад и немного наружу. Однако здесь, как и прежде, такое положение руки является естественным результатом ее сгибания во время движения вниз, и пловец не должен на нем акцентировать внимание.

Существует три различных способа выполнения движения внутрь и захвата, используемых в плавании. Эти способы показаны на рисунках 4.7, *а, б*, а также на рисунке 4.8. Положения захвата, показанные на рисунке 4.7, правильные. Положение захвата на рисунке 4.8 использовать не рекомендуется.

Наиболее распространенный способ захвата показан на рисунке 4.7, *а*. Пловец перемещает руку вниз не очень глубоко. Вместо этого он перемещает руку в сторону и быстро сгибает руку в локте, чтобы ускорить выполнение захвата. После выполнения захвата его плечо смещается наружу, предплечье и кисть располагаются под ним и выдвинуты в сторону. При втором способе захвата (рис. 4.7, *б*) спортсменка делает больший крен туловища в сторону и поэтому погружает руку глубже. Однако она все равно смещает руку в сторону, из-за чего при выполнении захвата локоть у нее расположен ниже, а кисть лишь немного выдвинута из-под плеча.

Поскольку оба способа захвата широко применяются пловцами мирового класса, невозможно рекомендовать какой-либо один из них. Тем не менее можно указать достоинства и недостатки каждого. Одним из существенных преимуществ способа, показанного на рисунке 4.7, *а* является то, что он позволяет выполнить захват раньше. Следовательно, это позволяет сократить период замедления между завершением фазы отталкивания при гребке одной рукой и началом выполнения фазы подтягивания при гребке другой рукой. Второе преимущество заключается в уменьшении ударного сопротивления, поскольку нет необходимости погружать плечо глубоко в воду. Третье преимущество определяется тем, что плечо расположено таким образом, что во время движения руки внутрь может отталкивать воду назад, увеличивая движущую силу.

Основным и серьезным недостатком этого способа является то, что при быстром выполнении захвата с высоким положением локтя головка плечевой кости оказывает значительное давление на сустав. Поэтому пловцы со склонностью к тендиниту в этот момент, вероятнее всего, будут испытывать болезненное трение головки плечевой кости и сухожилий плечевого сустава. Второй потенциальный недостаток — первая часть основной фазы гребка (подтягивание) происходит за пределами продольных очертаний тела.

Достоинством длинного и глубокого движения руки вниз, показанного на рис. 4.7, *б*, является то, что при выполнении захвата из такого положения вероятность тендинита очень низка. Более сильное нагруже-

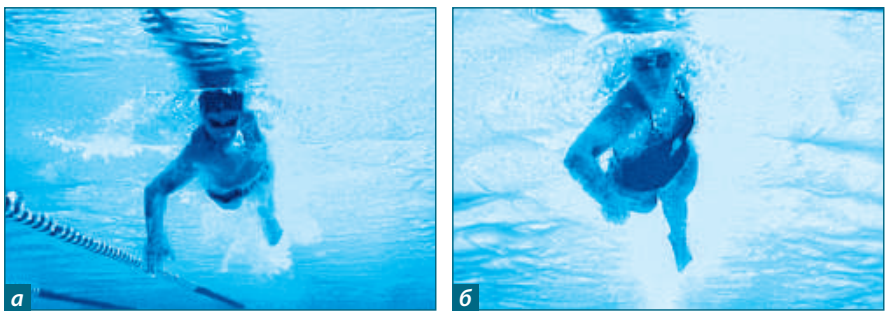


РИСУНОК 4.7 — Два способа выполнения захвата: *а* — положение захвата с поднятым локтем, когда кисть и предплечье вынесены в сторону из-под туловища; *б* — другое часто используемое положение для захвата, при котором рука погружена глубже и выдвинута в сторону меньше, благодаря чему кисть в момент захвата располагается лишь немного в стороне от плеча

ние плеча позволяет пловцу выполнять движение внутрь с высоким положением локтя и при этом не подвергать плечевой сустав чрезмерному давлению головки плечевой кости. Второе преимущество заключается в том, что почти в течение всего движения внутрь рука находится в пределах продольных очертаний туловища, т. е. там, где приложение движущей силы придаст телу пловца наибольшее ускорение.

Недостатки этого способа противоположны достоинствам положения захвата с поднятым локтем. Это более продолжительное движение вниз, в течение которого происходит снижение скорости пловца. В этом случае также возможно увеличение ударного сопротивления, поскольку плечо оказывается глубже погружено в воду. Кроме того, более глубокое погружение плеча при движении руки вниз увеличивает его движение вверх позднее, во время выполнения заключительной части гребка, а это приведет к утрате части движущей силы, создаваемой плечом, поскольку его движение будет сильнее направлено вверх.

Положение для захвата, показанное на рисунке 4.8, отличается от двух предшествующих двумя важными моментами. Обратите внимание на руку пловца, которая глубоко погружена в воду и почти полностью выпрямлена. Хотя такое положение для захвата используют многие пловцы, его нельзя рекомендовать по ряду причин. Прежде всего, чтобы повернуть плечо и предплечье назад, пловцу приходится опускать руку очень глубоко вниз. Возникающая в результате противодействующая сила будет только выталкивать тело пловца вверх и дополнительно замедлять его движение вперед. Поскольку рука погружена очень глубоко, во время ее движения внутрь пловцу придется больше, чем обычно, перемещать ее вверх, а это увеличит ударное сопротивление и снизит движущую силу. И наконец, выполнение захвата рукой, почти выпрямленной в локте, приведет к тому, что во время движения внутрь пловцу придется тратить больше усилий и сильнее ее сгибать, и это не позволит ему достаточно эффективно отталкивать воду назад и еще больше уменьшит создаваемую им движущую силу.

РИСУНОК 4.8 — Неправильная техника выполнения захвата. В момент его выполнения рука пловца погружена слишком глубоко и недостаточно согнута в локте. Это приводит к увеличению сопротивления воды и уменьшению движущей силы, создаваемой во время движения внутрь

Движение внутрь

Вид сбоку движения внутрь гребка правой рукой показан на рисунке 4.5, *г, д*. Вид спереди этого движения для гребка правой рукой показан на рисунке 4.6, *д, е* и для гребка левой рукой — на рисунке 4.6, *м, н*.

Движение руки внутрь начинается с захвата. После того как рука будет повернута внутренней стороной предплечья и ладонью назад в классическое положение для захвата, пловец выполняет круговое движение назад, которое продолжается, пока его кисть не окажется под грудной клеткой. Внутренняя сторона плеча, предплечье и ладонь принимают форму бумеранга. Пловец во время движения внутрь отталкивает воду назад. Для создания максимальной движущей силы пловец должен отталкивать воду назад с помощью крупных мышц спины и плечевого пояса.

Переход от движения вниз к движению внутрь выполняется плавно за счет дальнейшего перемещения кисти вниз и немного наружу, происходящего во время движения руки вниз, одновременно с началом движения назад. После начала движения кисти назад и преодоления силы инерции, направленной вперед, для выполнения движения внутрь ее необходимо переместить назад, вверх и внутрь под грудную клетку. Движение руки внутрь завершается, когда плечо повернуто назад, почти прижато к груди, а кисть находится под грудной клеткой около средней линии тела.

Во время движения внутрь латеральный поворот руки меняется с внешнего на внутренний. Однако если пловец использует кисть в качестве гребного винта, то этого не происходит, так как плечо, направленное назад и в сторону, поворачивается назад и внутрь. Круговое движение руки назад и внутрь должно представлять собой приведение руки, выполняемое в плечевом суставе. В это время пловец не должен поворачивать предплечье и кисть внутрь в локтевом суставе. Они должны оставаться в том же положении, что и в момент захвата. При этом рука не должна поворачиваться в локте или сгибаться внутрь в запястье. Приведение руки в плечевом суставе в определенный момент движения внутрь сопровождается естественным изменением наклона предплечья и кисти изнутри наружу. Движения руки по типу гребного винта приведут к выполнению движения с опущенным локтем и уменьшению движущей силы.

Во время движения руки внутрь пловец не должен сгибать ее в локте. То есть он не должен выполнять захват прямой или почти прямой рукой, постепенно сгибая ее во время движения внутрь, поскольку из-за этого локоть опустится и уменьшится движущая сила.

Как уже отмечалось, во время движения вниз рука должна быть согнута в локте почти под прямым углом. На протяжении движения внутрь она должна оставаться практически в том же положении. В некоторых случаях во второй половине движения внутрь пловец может ее немного согнуть, чтобы придать лучшее положение кисти и предплечью во время последующего движения вверх.

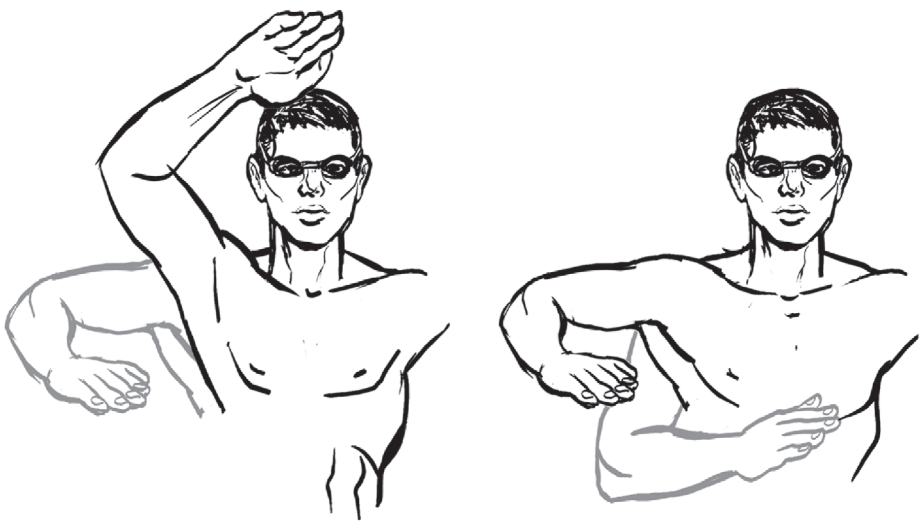
Скорость кисти на протяжении движения внутрь должна постепенно увеличиваться. Обычно она возрастает от 1,5 до 2,5—3,0 м · с$^{-1}$ в конце движения внутрь (Maglischo et al., 1986; Schleihauf et al., 1984).

Первая часть движения руки внутрь, по-видимому, позволяет создавать наибольшее движущее усилие. Во второй его части движущее усилие обычно уменьшается, поскольку часть его расходуется прежде всего на размещение руки под средней линией тела, откуда пловец может более эффективно выполнить движение вверх. Динамика скорости пловца (см. рис. 4.2 и 4.3) показывает увеличение скорости движения вперед в первой части движения внутрь. Затем следует снижение скорости во второй половине движения внутрь, в момент перехода от движения внутрь к движению вверх. На рисунке 4.9 показано, каким образом, с моей точки зрения, во время движения руки внутрь создается движущая сила. Создание движущей силы в первой части движения внутрь показано на рисунке 4.9, *а*, а во второй — на рисунке 4.9, *б*.

Одни пловцы во время гребка перемещают руку внутрь ближе к средней линии тела, тогда как другие — даже за среднюю линию. Еще одна часть пловцов перемещает руку под туловище на незначительное расстояние. Эти три способа выполнения движения внутрь показаны на рисунке 4.10.

Способ выполнения движения внутрь у разных пловцов, вероятнее всего, зависит от начального обучения плаванию, а также от положения руки относительно тела в момент захвата. Некоторые пловцы, вероятно, ощущают снижение скорости движения вперед и для противодействия этому явлению преждевременно начинают движение руки вверх. В результате их гребок напоминает гребок, изображенный на рисунке 4.10, *а*, — рука движется почти по прямой и практически не заходит под туловище. У пловцов, использующих этот способ плавания, динамика скорости обычно имеет один пик ускорения.

Многие добившиеся значительных успехов пловцы, в частности женщины, используют именно этот способ. Тем не менее я бы не рекомендовал его использовать, а отдал бы предпочтение способу, показанному на рисунке 4.10, *б*, по двум причинам. Во-первых, пловцу, использующему этот способ, приходится ускорять один и тот же слой воды на протяжении движения руки внутрь и вверх. Во-вторых, первая часть эффективного движения вверх осуществляется от средней части тела, а не под ней, где приложение усилий должно создать бóльшую движущую силу в заключительной части движения внутрь. Я считаю, что разумнее для пловца продолжать движение руки внутрь до момента, когда она окажется хотя бы под средней линией тела, как показано на рисунке 4.10, *б*. Благодаря этому он сможет с большей вероятностью найти новый участок воды, движущийся с меньшей скоростью, чтобы оттолкнуть его назад во время движения руки внутрь, и большая часть этого отталкивания будет выполняться под туловищем, где оно дает наибольший эффект.



а *б*

РИСУНОК 4.9 — Создание движущей силы при движении руки внутрь: *а* — движущая сила создается в первой части движения внутрь; *б* — предположительный механизм создания движущей силы во второй части этого движения

а *б* *в*

РИСУНОК 4.10 — Три способа выполнения движения внутрь: *а* — короткое движение внутрь; *б* — движение внутрь до средней линии; *в* — длинное движение внутрь

Перекрестный способ выполнения движения внутрь, показанный на рисунке 4.10, *в*, обычно используют пловцы, которых научили выполнять захват под средней линией тела и отталкивать воду назад прямо под туловищем. Перед захватом они обычно слишком сильно опускают руку вниз. Захват при этом выполняется практически выпрямленной рукой, и пловец интуитивно учится сгибать руку для создания движущего усилия при перемещении назад и вверх во время движения внутрь. В результате рука, расположенная в момент захвата почти около средней линии тела, пересекает ее, а иногда уходит дальше к противоположному бедру.

Пловцы, использующие этот способ, обычно теряют часть поступательного движения вследствие плохой техники выполнения движения внутрь. Вместе с тем они восполняют часть утраченного поступательного движения во время движения вверх, которое при этом способе движения внутрь также становится намного длиннее.

Большинство пловцов в той или иной мере используют перекрестный способ при выполнении движения внутрь рукой, расположенной снизу во время вдоха. Это происходит потому, что при вдохе они стремятся повернуться сильнее на бок и рука с противоположной стороны тела во время движения внутрь оказывается глубже и ближе к средней линии тела. Поскольку при выполнении захвата кисть у них расположена на внутренней линии плеча, а тело существенно поворачивается на бок, рука при движении внутрь вполне естественным образом пересекает среднюю линию.

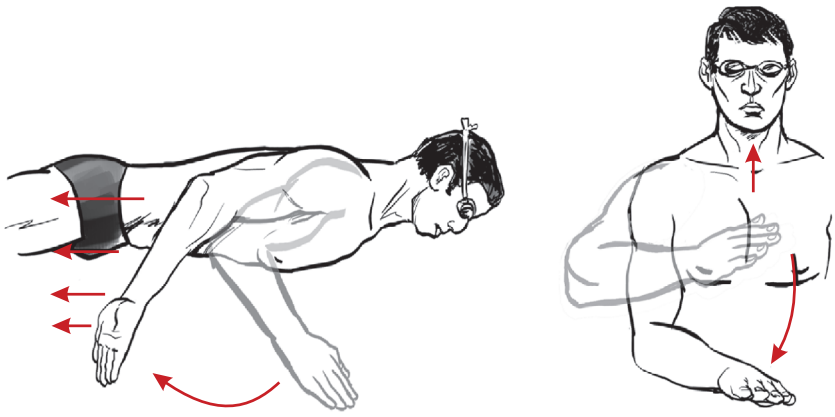
Кроме того, некоторые пловцы используют движение руки внутрь в качестве вспомогательного для возврата тела в исходное положение после вдоха. Поэтому для создания соответствующего усилия они и смещают руку на большее расстояние. Если такие действия улучшают положение тела пловца для выполнения движения руки вверх, то они совершенно необязательно являются плохими. Вместе с тем мы рекомендуем пловцам, которые пользуются перекрестным способом выполнения движения внутрь, проконтролировать сгибание руки во время движения внутрь и отвода назад к грудной клетке, как я описывал выше. Это значительно увеличит движущую силу по сравнению с движениями руки по типу гребного винта, когда рука сгибается во время движения внутрь.

Движение вверх

Вид сбоку перехода от движения внутрь к движению вверх для правой руки показан на рисунке 4.5, *е*. Вид спереди этого перехода показан для гребка правой рукой на рисунке 4.6, *ж* и для гребка левой рукой — на рисунке 4.6, *о*. Вид движения вверх сбоку для гребка правой рукой показан на рисунке 4.5, *ж* и 4.5, *з*.

Движение руки вверх — второе и последнее гребковое движение при плавании кролем на груди. Эта фаза гребка руками создает наибольший отталкивающий эффект. Большинство пловцов достигают максимальной скорости движения вперед практически в конце движения руки вверх.

Движение вверх начинается после завершения предшествующего движения внутрь и представляет собой движение руки назад, наружу и вверх из-под туловища к поверхности воды. Это движение продолжается до момента, когда кисть



а *б*

РИСУНОК 4.11 — Движение руки вверх при плавании кролем на груди: *а* — вид сбоку; *б* — вид снизу

проходит около бедра и начинает перемещение вперед для подготовки к следующей фазе гребка — проносу. На рисунке 4.11 показано, как во время движения руки вверх создается движущая сила.

Переход от движения внутрь к движению вверх начинается, когда рука проходит близко к средней линии тела. В этот момент траектория движения руки закругляется, и ее направление назад, *внутрь* и вверх меняется на назад, *наружу* и вверх. Этот переход начинается с быстрого поворота ладони и предплечья наружу при сохранении общего направления отталкивания воды назад. Во время движения руки вверх пловец использует ладонь и внутреннюю поверхность предплечья в качестве лопасти весла для отталкивания воды назад.

Существует ошибочная точка зрения, которая заключается в том, что рука во время движения вверх быстро выпрямляется. Это представление сложилось в свое время на основании теории движения за счет сопротивления воды, согласно которой рука отталкивает воду назад, а не выполняет гребковое движение, направленное вверх. В действительности в этой фазе гребка рука практически не разгибается в локте, что позволяет пловцу сохранять предплечье повернутым внутренней стороной назад до завершения движения вверх. Во время движения вверх рука может лишь немного разгибаться для сохранения давления на отталкиваемую назад воду, однако она никогда не должна разгибаться настолько, что начнет отталкивать воду вверх, а не назад. Движение пловца с ускорением при выполнении движения вверх заканчивается, когда рука достигает передней поверхности бедра. В этот момент локоть выходит на поверхность воды, и рука начинает движение вперед для проноса. Пловец перестает отталкивать воду назад еще до того, как рука достигнет поверхности. В противном случае ему бы пришлось разгибать руку и при движении руки вверх он отталкивал бы воду в том же направлении внутренней поверхностью предплечья, что привело бы к погружению бедер и существенному снижению скорости.

Пловцы, которые считают, что при этом они отталкивают воду назад, обманывают себя, поскольку за счет излишнего изгиба руки в запястье они могут сохранить необходимую для этого ориентацию кисти до момента ее выхода на поверхность. В то же время сохранить необходимую ориентацию предплечья невозможно, и торможение, возникающее при отталкивании воды вверх предплечьем, сведет на нет движущую силу, создаваемую кистью на пути к поверхности.

Скорость кисти при переходе от движения внутрь к движению наружу должна уменьшаться, а затем быстро нарастать на протяжении оставшейся части гребка. Для большинства пловцов кисть достигает наибольшей скорости в этой фазе гребка, которая составляет от 3 до 6 м · с$^{-1}$, в зависимости от дистанции (Counsilman, Wasilak, 1982; Maglischo et al., 1986; Schleihauf et al., 1998).

Выход из воды и пронос

Вид сбоку выхода руки из воды показан на рисунке 4.5, *и*, вид спереди на рисунке 4.6, *й, с*.

Пронос руки начинается еще до выхода руки из воды. Пловец должен прекратить отталкивание воды назад, когда его рука переместится к бедру и начнет движение вперед. При выходе из воды ладонь должна повернуться внутрь так, чтобы кисть на пути к поверхности разрезала воду своим краем. Такое обтекаемое положение руки позволяет ослабить ударное сопротивление, возникающее при движении кисти вверх и вперед.

Цель проноса — перемещение руки в положение для повторного выполнения гребка. Хотя это и важная функция, данное движение не создает движущей силы, поэтому пловец при выполнении проноса должен стремиться к следующему:

- при выносе руки из воды постараться как можно меньше нарушать латеральное положение тела;

• на короткое время ослабить напряжение мышц руки, плечевого пояса и туловища.

Поэтому пловец во время проноса должен расслабить руку, прикладывая усилия, достаточные только для ее перемещения и опускания в воду перед собой. От пловца не требуется выполнять мах рукой над водой с большим усилием или скоростью, он должен перемещать руку со средней скоростью, с минимальными усилиями и контролировать правильность ее положения. Поэтому при перемещении над поверхностью воды после прекращения отталкивания скорость движения руки несколько снизится. Пловец не должен прикладывать дополнительных усилий для увеличения или уменьшения скорости проноса руки. Он просто должен к моменту движения, созданному во время движения вверх, поднять руку из воды и перенести ее вперед. Пронос руки показан на рисунке 4.12. Фотографии, сделанные над водой, показывают вход и выход руки, а также пронос. Кроме того, на них можно увидеть правильную технику дыхания. Далее будут поочередно описаны все фазы этого движения.

Первым из воды должно выйти плечо, а за ним локоть. Последними из воды выходят предплечье и кисть. При этом они движутся вверх и наружу по круговой траектории, пока не переместятся за голову, где начинается их разгибание вперед для подготовки к входу.

На протяжении первой половины проноса тело пловца должно быть повернуто примерно под углом 45° в сторону проноса, благодаря чему он сможет перемещать руку над водой с поднятым локтем. После выхода руки из воды и до момента ее входа обратно в воду перед плечом локоть должен оставаться наивысшей частью руки. Для этого руку необходимо согнуть в локте так, чтобы предплечье и кисть можно было легко перемещать почти под ним с легким наклоном в сторону.

Такой способ проноса позволит снизить смещение руки наружу и значит ограничит тенденцию к смещению таза и нарушению положения тела. Чрезмерный мах рукой через сторону при проносе будет сопровождаться излишним «вилянием» бедрами.

Чтобы не допустить слишком широкого маха, часть пловцов сгибают руку в локте еще больше. Другие во время проноса сохраняют руку согнутой в локте так же, как она была согнута в момент выхода из воды. Вместе с тем у пловцов этой группы рука согнута в локте уже в момент выхода из воды.

Пловец должен начать подготовку к входу руки в воду, как только она минует во время проноса голову. В этот момент он должен завершить движение внутрь другой рукой и повернуть тело на другой бок. Несмотря на то что пловец перемещает руку вперед, она входит в воду частично согнутой в локте, благодаря чему первой сквозь поверхность воды проходит кисть. Если пловец выпрямит руку во время проноса до того, как она войдет в воду, предплечье и кисть начнут входить в воду одновременно, и это увеличит ударное сопротивление. После входа руки в воду

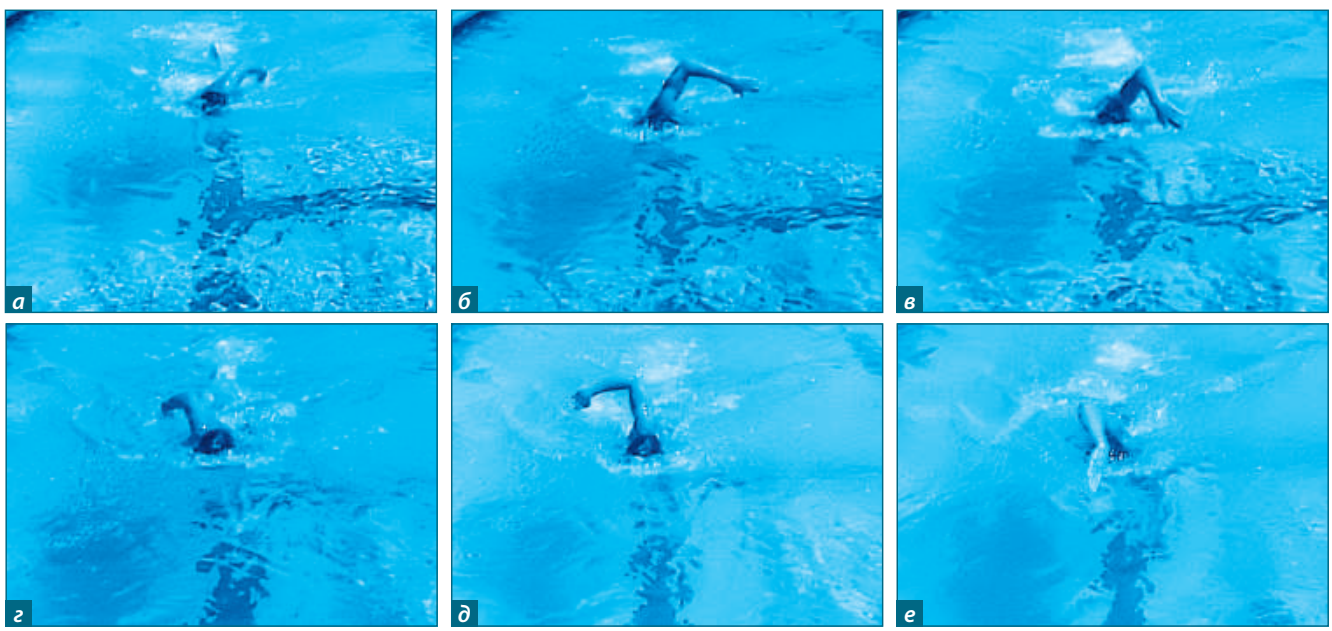


РИСУНОК 4.12 — Надводная фотосъемка Крейга Хатчисона, члена олимпийской сборной команды Канады, показывающая выполнение проноса и технику дыхания: *а* — выход из воды левой руки (обратите внимание, рука согнута в локте); *б* — средина проноса левой руки; *в* — момент, предшествующий входу левой руки в воду; *г* — выход правой руки (обратите внимание, рука согнута в локте); *д* — средина проноса правой руки; *е* — вход правой руки в воду

пловец должен выпрямить руку вперед так, как это было описано в подразделе «Вход и скольжение».

Пронос прямой руки

В начале XXI в. Инге де Брюйн (Нидерланды) и Майкл Клим (Австралия) установили мировые рекорды в плавании вольным стилем на коротких дистанциях используя технику проноса прямой руки, хотя большинство экспертов не рекомендуют применять эту технику по следующим причинам. Во-первых, как я уже объяснял, движение пловца замедляется в завершающей части движения вверх, если он с усилием выпрямляет руку, преодолевая сопротивление воды, в последней части движения вверх. Во-вторых, пловцы, выпрямляющие руку в момент выхода из воды, как правило, не могут повернуть тело на бок полностью и поэтому в первой части проноса вытягивают руку в сторону. В-третьих, пронос руки через сторону нарушает положение таза, смещая его вниз и в сторону.

Учитывая все эти нарушения латерального положения тела, трудно сказать, как отдельным пловцам удается достичь таких больших успехов, применяя технику проноса прямой руки? Возможно, такой пронос лучше подходит под их темп гребка. И Брюйн, и Клим — рекордсмены мира в баттерфляе, где пловцы используют широкий пронос рук через стороны. Они прекрасно умеют уменьшать давление на воду в нужный момент, поэтому их руки при выпрямлении не создают давления на воду. Кроме того, эти пловцы привыкли во время гребка руками выносить их далеко через стороны, чтобы преодолеть инерцию снижения скорости при изменении направления движения руки, в частности назад и вверх во время движения вверх, а также перемещения вверх, наружу и вперед во время проноса. Возможно, этим пловцам просто удобнее перемещать руки вперед через стороны после движения рук вверх и проноса при плавании кролем на груди. Следует также отметить, что пловцы кролем на груди, которые используют пронос прямой руки, обычно перемещают ее несколько выше над водой, чем при плавании баттерфляем. Это происходит за счет крена туловища на бок, благодаря чему они проносят руку над головой несколько выше и с небольшим отклонением в сторону. Поэтому отрицательное влияние на латеральное положение тела может быть ослаблено.

Несмотря на успех этих двух спортсменов, я не рекомендую использовать пронос прямой руки, за исключением ситуаций, в которых пловец просто не может легко и результативно выполнять традиционный пронос руки с поднятым локтем.

Согласование движений рук

Движения обеих рук точно синхронизированы друг с другом, и это очень существенно для скоростного плавания кролем на груди. Важность такой синхронизации определяется тем, что чередующиеся движения рук должны быть синхронизованы с поворотами туловища и наоборот, чтобы облегчить приложение движущей силы и сохранять обтекаемое положение тела в каждом цикле гребка.

В случае, когда речь идет о согласовании движений рук и поворотов тела, вероятно, ни один другой способ спортивного плавания не сделает более очевидным обманчивость старого изречения о том, что «практика позволяет достичь совершенства». Многие пловцы, часть из которых достигли заметных успехов в спорте, не могут правильно совместить повороты тела с движениями руками. Неправильная техника чаще всего связана с запоздалым вдохом, слишком слабым поворотом головы в воду после вдоха либо неспособностью после вдоха в достаточной степени повернуть тело в исходное положение. Эти ошибки в согласовании движений, вероятнее всего, возникают и закрепляются в начале обучения пловца, когда он не может думать ни о чем, кроме очередного вдоха, из-за чего у него формируются некоторые нарушения правильной техники, сохраняющиеся и после того, как он достигнет высокого спортивного уровня.

Наиболее важное событие, координирующее гребковые движения руками и повороты тела, происходит, когда одна рука входит в воду, а другая завершает движение внутрь. При движении одной руки внутрь и вверх, к средней линии тела, и другой руки — вниз и вперед в воду, тело пловца должно повернуться в направлении руки, выполняющей основную часть гребкового движения. Движение тела в сторону гребковой руки в этот момент приводит к тому, что оно поворачивается вслед за руками, благодаря чему сохраняет правильное латеральное положение. Другой положительный момент поворота тела в сторону гребковой руки — это то, что рука во время движения вверх может отталкивать воду прямолинейно назад. При выполнении поворота тела в сторону руки, выполняющей движение вверх, пловцу не приходится излишне смещать ее в сторону во время движения вдоль бедра на пути к поверхности.

Еще одной важной особенностью согласования движений рук является то, что расположенная впереди рука не должна начинать движение вниз, пока другая рука не завершит движение вверх. Это позволяет пловцу сохранить обтекаемое положение руки перед телом, в то время как

другая рука выполняет основное гребковое движение. Благодаря этому рука во время входа в воду и скольжения создает меньшее по величине ударное сопротивление и сопротивление формы, чем в случае, когда пловец опускает руку ниже вертикальной границы тела. Поэтому она будет меньше препятствовать созданию движущего усилия гребковой рукой.

При выполнении заплывов на короткие дистанции многие пловцы нарушают данные мною рекомендации. Они совмещают движение вниз рукой, расположенной впереди, с движением вверх гребковой руки, что позволяет им начать гребковое движение «передней» рукой сразу же после того, как рука, расположенная сзади, перестанет отталкивать воду назад. Этот способ, вероятно, снижает среднюю скорость в течение цикла гребка и шаг гребка, и увеличивает энергетическую стоимость гребка. Тем не менее увеличение темпа гребков позволяет улучшить время прохождения коротких дистанций. Однако вопрос о том, должны ли пловцы-спринтеры изменить согласование движений рук при гребке таким образом, остается спорным. Один из известных пловцов, которые так не поступают, — Александр Попов. Он во время заплыва на короткие дистанции полагается на сильные ударные движения ногами и увеличение обтекаемости тела, а не на увеличение темпа гребков. Тем не менее пловцы со слабым ударом ногами не смогут хорошо выступить на короткой дистанции, используя этот способ гребка. Несмотря на увеличение энергетической стоимости и уменьшение шага гребка, для улучшения своего времени им приходится увеличивать темп гребка за счет небольшого совмещения движения вниз и движения вверх.

Ритм движений руками

Ритм движений руками имеет важное значение для поддержания постоянного темпа гребков при развитии утомления. В таком состоянии пловцу тяжело перенести руку из положения, завершающего гребок, в положение для начала следующего гребка. Вследствие неправильного представления о ритме гребков, многие пловцы считают гребок под водой быстрой и сложной частью гребка, а пронос — медленной и простой. В итоге после выхода руки из воды они слишком часто замедляют ее движение. На самом деле пловец должен пытаться сохранить постоянную скорость движения кисти, начиная с момента захвата, на протяжении подводной части гребка и проноса до входа в воду. Благодаря этому он может более эффективно закончить гребок, поскольку перемещает руку во время выхода и проноса, не уменьшая скорости движения кисти до момента входа в воду и скольжения при подготовке к началу следующего гребка. Во время проноса руки пловец не должен прикладывать такие же усилия, как при гребке под водой, однако скорость движения кисти должна оставаться постоянной.

Обучение гребковым движениям руками

Траектория движения кисти во время гребка при плавании кролем на груди относительно тела показана на рисунке 4.13.

Эта схема является прекрасным иллюстративным пособием для обучения пловцов правильному выполнению различных частей гребка руками. На основании этой схемы можно дать следующие рекомендации для обучения гребку руками при плавании кролем на груди. Кисть и предплечье движутся по S-образной траектории под туловищем. В первой трети гребка (первый изгиб S-образной траектории) кисть перемещается вниз, пока локоть не окажется в поднятом состоянии. В течение следующей трети гребка кисть отталкивает воду назад и внутрь (второй

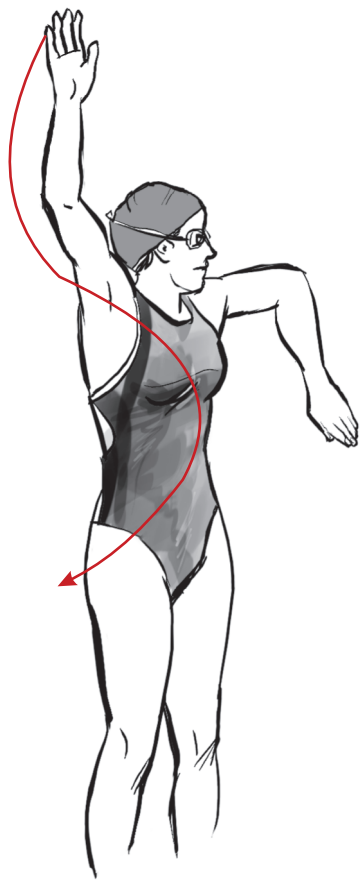


РИСУНОК 4.13 — Траектория гребка рукой относительно тела при плавании кролем на груди

изгиб S-образной траектории), пока не переместится под грудную клетку к средней линии тела. В заключительной части гребка (третий изгиб S-образной траектории) кисть и предплечье двигаются назад, наружу и вверх к поверхности. Рука прекращает отталкивать воду и после прохождения мимо бедра выходит из воды и проносится вперед.

При движении вдоль первого изгиба S-образной траектории рука не создает движущего усилия, поэтому она должна двигаться плавно. Скорость движения руки должна увеличиваться постепенно на протяжении двух следующих частей гребка, достигая максимума при движении вдоль третьего изгиба S-образной траектории. На протяжении последних двух третей гребка пловец должен использовать ладонь и внутренние поверхности предплечья и плеча в качестве лопасти весла для отталкивания воды назад.

Обучение пловцов движению рук по такой S-образной траектории вдоль тела имеет большое значение для формирования правильной техники гребка при плавании кролем на груди.

Попеременное движение ногами

При попеременном движении ногами пловец выполняет поочередные противоположно направленные удары вверх-вниз. Основное направление этих движений — вверх и вниз, однако они содержат также и горизонтальные компоненты. В действительности нога выполняет удар вниз и в сторону, а также вверх и в сторону в направлении поворота тела. Создание движущей силы происходит во время движения ноги вниз (удара), тогда как движение вверх необходимо, чтобы возвратить ногу в исходное положение для последующего удара вниз. Латеральная составляющая движения, вероятно, необходима для придания телу устойчивости и осуществления поворота так, чтобы при повороте оно сохраняло правильное положение в горизонтальной плоскости.

Как показано на рисунке 4.14, во время движения вверх нога перемещается вверх и вперед. Поэтому маловероятно, что пловец создает движущую силу в этой части движения ноги. Вероятнее всего, предназначение этого движения в том, чтобы вернуть ногу в положение для выполнения следующего удара вниз. Во время движения вниз нога благодаря быстрому разгибанию в колене перемещается вниз и немного назад. Следовательно, именно в этой фазе попеременного движения ногами пловец и создает движущую силу.

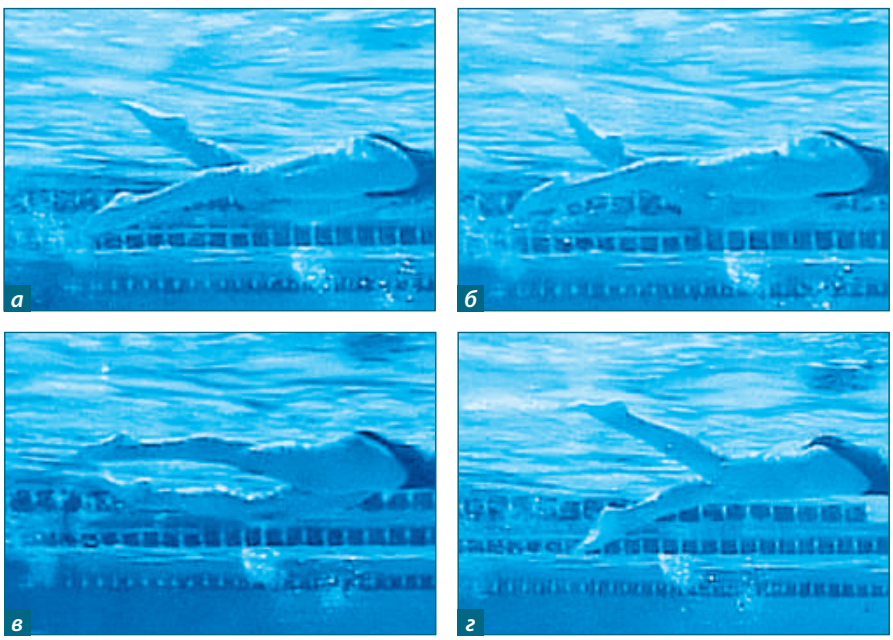


РИСУНОК 4.14 — Серия фотографий, отображающая последовательность попеременного движения ногами при плавании кролем на груди: *а* — начало движения вниз левой ноги; начало движения вверх правой ноги; *б* — начало разгибания левой ноги; продолжение движения вверх правой ноги; *в* — продолжение движения вниз левой ноги; завершение движения вверх правой ноги; *г* — завершение движения вниз левой ноги; начало движения вниз правой ноги

Движение вниз

Движение ноги вниз (удар) — резкое движение стопы, которое начинается со сгибания ноги в тазобедренном суставе с последующим ее выпрямлением в колене. Хотя может показаться, что движение ноги вниз начинается после того, как стопа достигнет наивысшей точки, это не так. В действительности оно начинается, когда нога поднимется выше таза. В этот момент пловец слегка сгибает ногу в колене и начинает ее перемещение вниз за счет сгибания бедра в тазобедренном суставе. На рисунке 4.14, *а* показано это движение для левой ноги. При этом давление воды под ногой поднимает вверх голень, которая находится в расслабленном состоянии, из-за чего и создается впечатление продолжения движения стопы вверх. В действительности же движение ноги вверх уже закончилось и началось движение вниз.

Сгибание ноги в тазобедренном суставе и движение бедра вниз в сочетании с

движением голени вверх позволяют преодолеть остаточную инерцию после движения ноги вверх и изменить направление движения ноги с минимальными усилиями. Как уже отмечалось, при этом под ногой возникает давление воды, которое также разгибает стопу так, что после начала движения вниз ее пальцы направлены вверх (подошвенное сгибание), а стопа повернута внутрь (рис. 4.14, *б*).

Давление воды удерживает голень в согнутом положении до того, как бедро не окажется несколько ниже туловища, а стопа около поверхности воды или несколько выше. В этот момент спортсменка быстро и с усилием разгибает ногу в колене до полного выпрямления так, что стопа оказывается немного ниже туловища (см. рис. 4.14, *в, г*). И в заключение движения вниз спортсменка отталкивает воду вниз подъемом стопы, возвращая ее в естественное, частично согнутое положение, при котором пальцы расположены почти под пяткой. Движение ноги вниз выполняется подобно синусоидальной волне мышечного сокращения. Оно начинается со сгибания ноги в тазобедренном суставе, передается ниже к коленному суставу, где происходит быстрое выпрямление голени, а отсюда еще ниже к стопе, которая в конце движения ног, переходит в согнутое состояние.

Движение вверх

Начало движения вверх совпадает по времени с окончанием предшествующего движения вниз, чтобы ослабить инерцию после движения ноги вниз и изменить его направление на противоположное. Это происходит следующим образом. Когда пловец выпрямляет ногу в колене, опуская стопу вниз, возникает противодействующая сила, которая толкает бедро вверх, инициируя движение вверх. После завершения движения вниз перемещение бедра вверх приводит также к перемещению вверх голени и стопы. Нога перемещается вверх, вперед и в сторону в направлении, противоположном направлению поворота тела (рис. 4.14, *а—г*).

Действие инерции от предшествующего движения вниз должно позволить пловцу использовать минимальные усилия для продолжения движения вверх после его начала. Как указывалось в предыдущем подразделе, движение вверх заканчивается, когда нога оказывается выше туловища. Это происходит, когда нога начинает сгибаться в тазобедренном суставе для следующего движения вниз.

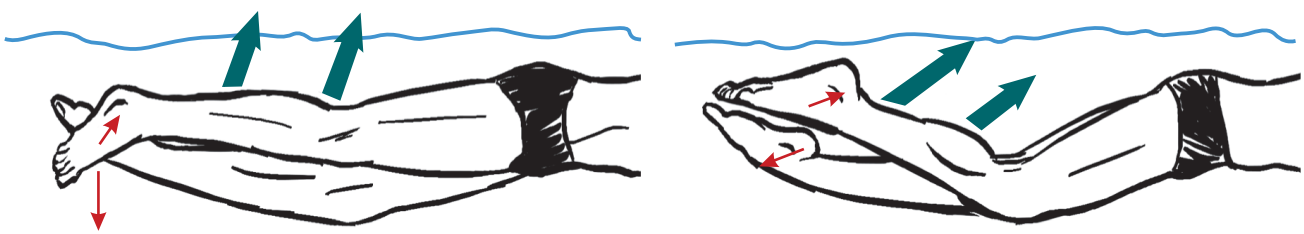
Движение вверх следует выполнять прямой ногой. В этой фазе попеременного движения ногами давление воды, которое давит на ногу сверху, поможет удержать ее в выпрямленном состоянии, а стопу в естественном положении, посередине между сгибанием и разгибанием. Стопа и голень при движении вверх должны быть расслаблены и оставаться в таком положении, пока нога не начнет выпрямляться в колене во время следующего движения вниз.

Одной из распространенных ошибок при попеременном движении ногами является выполнение движения вверх согнутой в колене ногой. Из-за этого задняя часть голени поднимается вверх и вперед, увеличивая ударное сопротивление воды. Это, по меньшей мере, уменьшает величину создаваемой пловцом движущей силы, и, в конечном счете, может привести к тому, что некоторые пловцы при плавании с плавательной доской при помощи только ног начинают двигаться назад (рис. 4.15).

На рисунке 4.15, *а* показана правильная техника движений ногами. Пловец выполняет движение вверх правой ногой, выпрямленной в колене. Нога движется вверх и вперед с минимальными усилиями. На рисунке 4.15, *б* показан пловец, сгибающий ногу во время движения вверх. Это приводит к тому, что он отталкивает правой ногой воду вперед и это существенно замедляет его скорость.

Амплитуда движений ногами

Попеременные движения ногами при плавании следует выполнять с правильной амплитудой.



а *б*

РИСУНОК 4.15 — Влияние сгибания ноги при движении вверх: *а* — правильное движение ногой, выпрямленной в колене; *б* — неправильное движение. Пловец сгибает ногу и отталкивает воду вперед, создавая силу противодействия, которая значительно снижает скорость поступательного движения

В случае недостаточной амплитуды ухудшается стабильность положения туловища и уменьшается создаваемая при гребке движущая сила, а в случае излишне большой амплитуды происходит увеличение сопротивления формы и ударного сопротивления воды.

В момент завершения движения ноги вниз стопа должна находиться несколько ниже плоскости тела. Увеличение амплитуды движения ноги вниз не увеличит создаваемой движущей силы и не улучшит стабилизации тела. В то же время это приведет к увеличению площади поперечного сечения тела по отношению к направлению движения.

Какова оптимальная амплитуда размаха движений ногами неизвестно, однако, вероятнее всего, она составляет от 50 до 80 см. Было показано, что с точки зрения создания движущей силы движения ногами с амплитудой 30 см более эффективны, чем с амплитудой 15 см (Allen, 1948).

Выполнение движений ногами по диагонали

Как отмечалось выше, перемещение ног в горизонтальной плоскости при попеременном движении ногами может облегчить выполнение кренов тела в стороны и улучшить стабильное положение туловища при плавании. Это происходит благодаря тому, что движение одной ноги в том же направлении, куда происходит перекат тела, в сочетании с движением другой ноги в противоположном направлении облегчает поворот туловища и сохранение латерального положения тела. Поэтому когда пловец поворачивает тело вправо, одна нога должна выполнить движение по диагонали вниз и вправо, а другая — по диагонали вверх и влево. При перекате туловища влево ноги выполняют движения в противоположном направлении.

Традиционное плавание с доской при помощи ног хорошо подходит для тренировки, обеспечивающей выносливость работы ног, однако при этом практически исключена тренировка движений ног по диагонали. Поэтому большинство упражнений для тренировки движений ногами следует выполнять без доски, чтобы движение выполнялось в сочетании с поворотами тела. Одно из таких упражнений — движения ногами на боку — будет описано в конце этой главы.

Следует ли использовать попеременное движение ногами для поступательного движения?

Возможность использования попеременного движения ногами для поступательного движения и поддержания устойчивого положения тела обсуждалась в главе 1. Здесь мы ставим вопрос лишь о том, следует ли применять его при плавании кролем на груди для создания движущей силы или пловец должен ограничиться лишь поддержанием стабильного положения тела. Наиболее противоречивые данные были опубликованы в работе Адриана с соавторами (Adrian, Singh, Karpovich, 1966). Эти специалисты провели оценку потребления кислорода у 12 профессиональных пловцов при плавании при помощи только ног, только рук, а также при помощи рук и ног одновременно. Они установили, что при плавании при помощи ног пловец использует почти в 4 раза больше кислорода, чем при плавании при помощи рук. При плавании со скоростью около 1 $м \cdot с^{-1}$ потребление кислорода при движении при помощи ног составляло 24,5 л, а при движении при помощи рук — только 7 л. Эти данные были подтверждены и другими исследователями (Holmer, 1974; Charbonnier et al., 1975; Åstrand, 1978), которые обнаружили, что плавание при помощи ног существенно увеличивает энерготраты.

Эти данные являются убедительным доводом в пользу того, что на средних и длинных дистанциях пловцы для сохранения энергии должны ограничивать усилия, прикладываемые для движений ног. Энерготраты, связанные с выполнением движений ногами, непропорционально велики по сравнению с увеличением движущей силы, которую они могут обеспечить. Поэтому кажется разумным на средних и длинных дистанциях ограничить усилия, прикладываемые для движений ног, до минимума, необходимого для подержания тела в устойчивом положении. Благодаря этому пловец несколько задержит начало утомления и сможет плыть с более высокой средней скоростью на протяжении всей дистанции. Вместе с тем при выполнении стартов на короткие дистанции ситуация несколько иная. Здесь важнее увеличение движущей силы, а не сохранение энергии. Поэтому пловец должен интенсивно использовать движения ногами для создания дополнительной движущей силы на коротких дистанциях, а также во время завершающего финишного отрезка на средних и длинных дистанциях.

Согласование движений рук и ног

Ритм ударов ногами — это количество ударных движений, которые пловец выполняет ногами в течение каждого полного цикла движений руками. Один полный цикл движений ногами включает движение вверх и вниз. Поэтому при

описании согласования движений рук и ног эти два движения обычно рассматривают как одно. Один цикл гребка руками в плавании кролем на груди включает гребковые движения обеими руками.

Пловцы мирового уровня успешно используют различные ритмы ударов ногами. Наиболее распространенным является шестиударный ритм, при котором пловец выполняет шесть движений ногами в течение одного цикла гребка руками. К числу других часто используемых в спортивном плавании ритмов относятся двухударный и четырехударный ритм.

Большинство пловцов на короткие дистанции, значительная часть пловцов на средние дистанции и лишь небольшое количество пловцов на длинные дистанции используют шестиударный ритм. Двухударный используют главным образом пловцы на длинные дистанции. Четырехударный ритм, хотя и используется гораздо реже, все же достаточно популярен у значительной части пловцов. Ранее в плавании были попытки использовать восьмиударный и десятиударный ритмы, однако впоследствии от них отказались из-за низкой результативности.

Шестиударный ритм

Шестиударный ритм включает три ударных движения ногами на один гребок руками или шесть движений на полный цикл гребка руками (рис. 4.16). Лучше всего описывать этот ритм при помощи связи между движениями ногами и руками в течение каждого цикла гребка. В этом отношении одно движение вниз каждой ноги координируется с одним из трех движений руки в течение гребка руками. При выполнении гребка правой рукой движение этой руки вниз совпадает с движением вниз правой ноги (рис. 4.16, *а*). Движение внутрь правой руки совпадает с движением вниз левой ноги (рис. 4.16, *б*), а следующее движение вниз правой ноги — с движением вверх правой руки (рис. 4.16, *в*). Согласование движений в случае гребка левой рукой аналогично: движение левой ноги вниз совпадает с движением вниз левой руки (рис. 4.16, *г*), движение правой ноги вниз — с движением левой руки внутрь (рис. 4.16, *д*), а еще одно движение левой ноги вниз — с движением левой руки вверх (рис. 4.16, *е*).

Описанная выше координация движений рук и ног настолько точна, что начало и конец каждого движения вниз ноги точно совпадают с началом и концом соответствующего гребкового движения руки. Движения рук с большой амплитудой сопровождаются движениями ног с большой амплитудой, и наоборот, в случае движения руки с небольшой амплитудой соответствующее движение ноги также будет иметь небольшую амплитуду. Вероятно, это объясняет, почему у многих пловцов с шестиударным циклом есть основные и второстепенные движения ногами в каждом цикле гребка.

Шестиударный ритм настолько естественный, что большинство пловцов могут освоить его методом проб и ошибок практически при отсутствии обучения. Описанная координация движений однозначно вносит свой вклад в создание общей движущей силы при каждом гребке руками. В частности, движение вниз ноги, сопровождающее движение вниз каждой руки, вероятно, играет важную роль в уменьшении темпа движения пловца в этой фазе гребка руками. Помимо создаваемой движущей силы движение ноги вниз, сопровождающее движение руки внутрь, вероятно, облегчает перекат тела в сторону гребковой руки. Кроме того, движение ноги вниз, сопровождающее движение руки

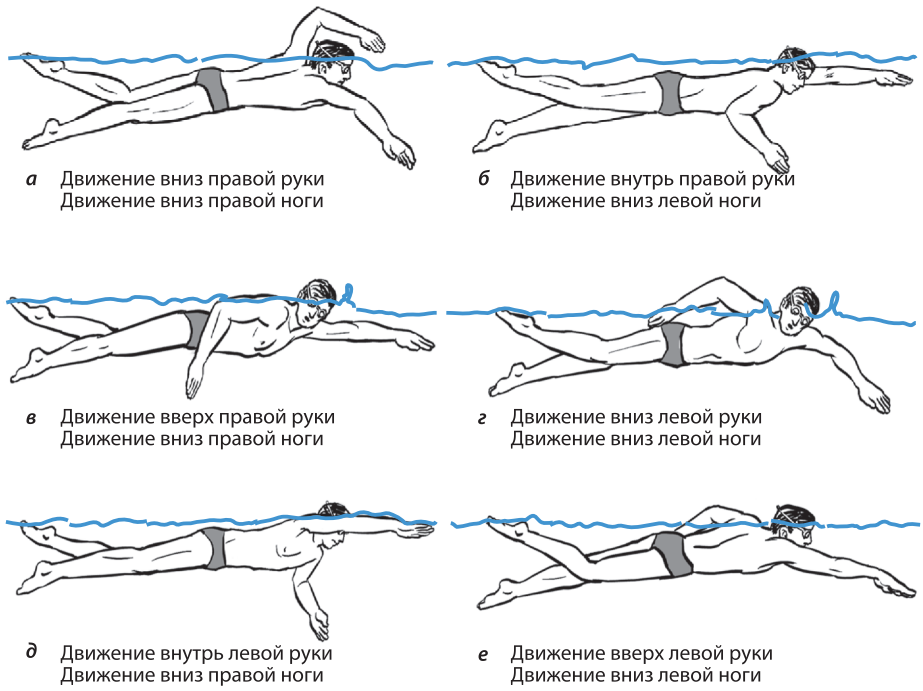


РИСУНОК 4.16 — Шестиударный ритм движений ногами при плавании кролем на груди

внутрь, вероятно, увеличивает суммарную движущую силу, создаваемую в этой фазе гребка, а также препятствует погружению таза при движении руки вверх. Горизонтальные составляющие первого и третьего движения ноги вниз помогают выполнению поворота тела и, следовательно, поддержанию латерального положения тела.

Прямой двухударный ритм

В настоящее время в плавании кролем на груди используют два варианта двухударного ритма: прямой двухударный ритм, который описан в этом подразделе, и перекрестный двухударный ритм, описанный далее. Согласование движений при двухударном ритме показано на рисунке 4.17. Пловец выполняет два движения ногами в течение каждого полного цикла гребка или одно движение вниз в течение гребка одной рукой. Каждое движение ноги вниз происходит одновременно с движением внутрь и движением вверх соответствующей руки. То есть, правая нога движется вниз во время гребка правой рукой, и наоборот (см. согласование движений для гребка правой рукой на рис. 4.17, *б, в*, а для гребка левой — на рис. 4.17, *д, е*). Когда одна нога будет двигаться вниз, вторая, конечно, будет перемещаться вверх. После этого ноги останавливаются в разведенном положении, пока пловец выполняет пронос руки над водой и перемещает руку вниз в положение для захвата. Таким образом, движения ногами никак не влияют на замедление движения пловца в этой фазе гребка руками.

Двухударный ритм требует меньших затрат энергии по сравнению с другими вариантами, и это может объяснять приверженность к нему многих пловцов, специализирующихся в плавании на длинные дистанции. В частности, этот ритм предпочитают использовать женщины. Возможно, это связано и с тем, что их тело обычно обладает большей плавучестью, чем у мужчин, и они не нуждаются в интенсивных движениях ногами для сохранения

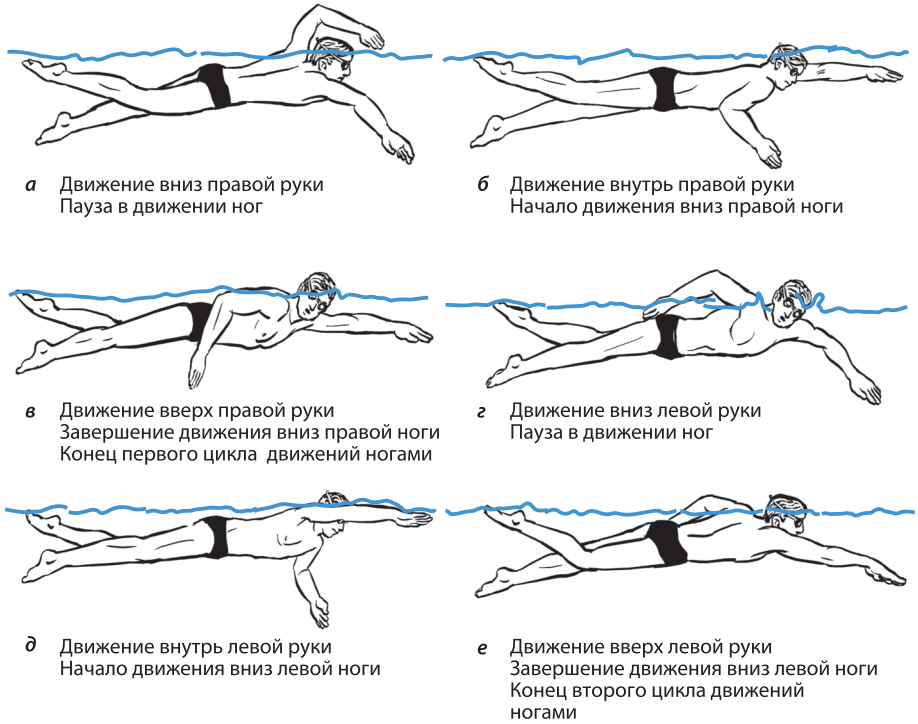


РИСУНОК 4.17 — Прямой двухударный ритм при плавании кролем на груди

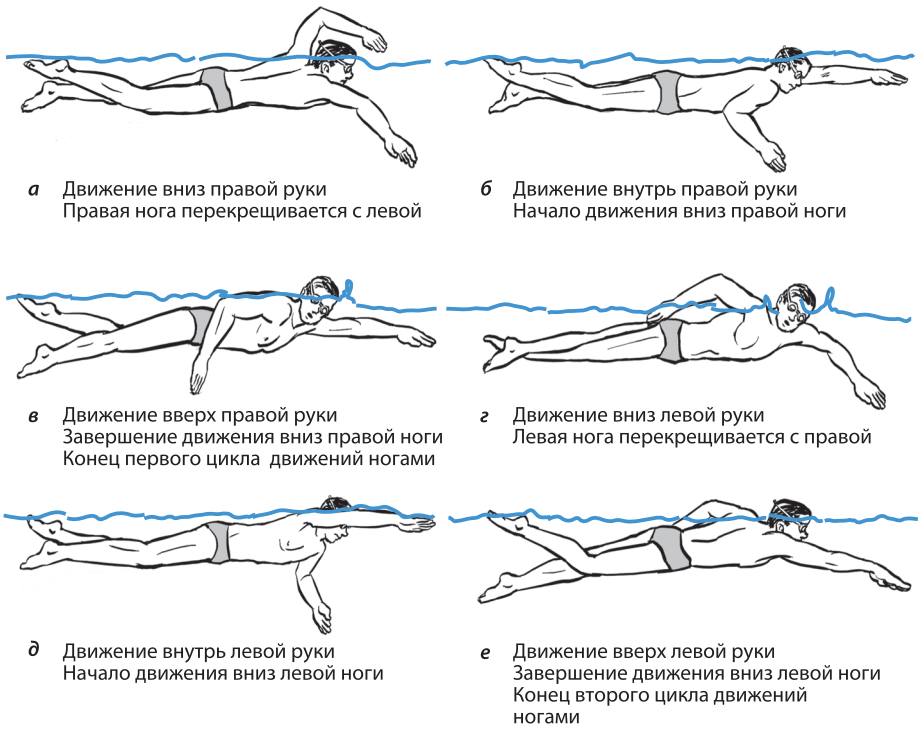


РИСУНОК 4.18 — Перекрестный двухударный ритм при плавании кролем на груди

правильного положения тела в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Пловцы, использующие двухударный ритм, обычно видоизменяют координацию движений руками, чтобы компенсировать отсутствие движений ногами во время движения вниз правой и левой рук. Первое изменение касается фазы скольжения. При плавании двухударным кролем на груди пловцы, как правило, выполняют вход одной руки несколько позже, чем другой, и укорачивают движение вниз для ускорения захвата. Возможно, это обусловлено отсутствием движения ног, которое позволило бы ослабить замедление в этой фазе, поэтому от них требуется сократить время на выполнение движения вниз. Второе изменение — сокращение длительности движения руки внутрь. Вероятно, это происходит из-за отсутствия движения противоположной ноги, которое уравновешивало бы движение руки внутрь.

Перекрестный двухударный ритм

Перекрестный двухударный ритм используют преимущественно пловцы-мужчины на средние и длинные дистанции (рис. 4.18). Название ритма не совсем точно отражает его сущность, поскольку в действительности пловец выполняет четыре удара за цикл гребка: два основных и два второстепенных перекрестных движения. Основные движения ногами происходят во время движения внутрь и вверх гребка соответствующей рукой, подобно тому, как это было представлено для прямого двухударного ритма. Второстепенные составляющие движения ногами происходят во время движения вниз каждой руки (рис. 4.18, *а, г*).

Перекрестные движения выполняются следующим образом. Во время движения руки вниз ноги не перестают двигаться, как в случае прямого двухударного ритма. Вместо этого, «нижняя» нога перемещается вверх и внутрь, а «верхняя» — вниз и за нее, из-за чего ноги перекрещиваются между собой. Когда ноги находятся в перекрещенном состоянии, пловец выполняет движение руки вниз, а после этого разводит ноги, чтобы осуществить основное движение ногой со стороны гребковой руки одновременно с движением внутрь и вверх.

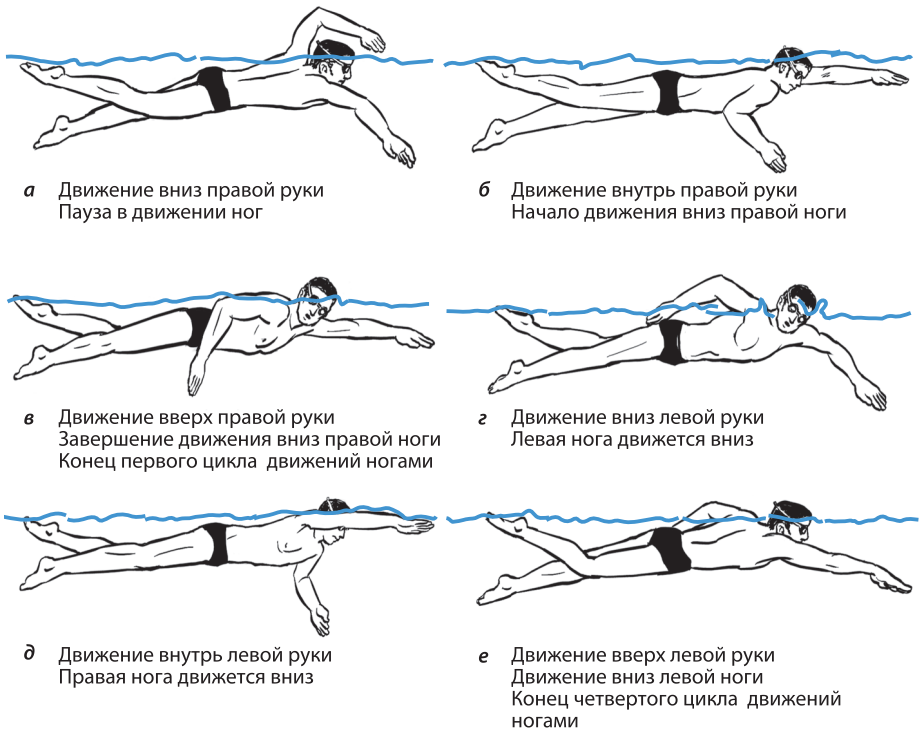
Нога, которая перекрещивается с другой ногой, всегда расположена со стороны гребковой руки.

На рисунке 4.18, *а* правая нога перекрещивается с левой, когда правая рука движется вниз. Левая нога перекрещивается с правой во время движения вниз левой руки (рис. 4.18, *г*).

Этот ритм, по-видимому, является компромиссным между сберегающим силы двухударным ритмом и создающим движущее усилие шестиударным ритмом. Некоторые пловцы, в особенности мужчины с низкой плавучестью, вероятно, интуитивно ощущают, что двухударный ритм не позволяет им удерживать тело в правильном положении, тогда как шестиударный ритм требует слишком больших затрат усилий, и они не могут его выдерживать на протяжении всей дистанции. Поэтому они тяготеют к перекрестному двухударному ритму. Кроме того, перекрестный двухударный ритм популярен среди пловцов, которые выполняют широкий боковой пронос. Возможно, в этом случае скрещивание ног предотвращает смещение таза в сторону выполняющей пронос руки.

Прямой четырехударный ритм

В спортивном плавании используют два варианта четырехударного ритма: прямой четырехударный ритм и перекрестный четырехударный ритм. Движения ногами при прямом четырехударном ритме показаны на рисунке 4.19. В действительности этот ритм является сочетанием



а Движение вниз правой руки
Пауза в движении ног

б Движение внутрь правой руки
Начало движения вниз правой ноги

в Движение вверх правой руки
Завершение движения вниз правой ноги
Конец первого цикла движений ногами

г Движение вниз левой руки
Левая нога движется вниз

д Движение внутрь левой руки
Правая нога движется вниз

е Движение вверх левой руки
Движение вниз левой ноги
Конец четвертого цикла движений ногами

РИСУНОК 4.19 — Прямой четырехударный ритм при плавании кролем на груди

шестиударного и двухударного ритмов, описанных ранее. Во время гребка одной рукой пловец использует двухударный ритм, а во время гребка другой — шестиударный.

Обратите внимание, что на рисунке 4.19, *а—в* пловец во время гребка правой рукой выполняет только одно движение вниз правой ногой. Это движение происходит одновременно с движениями руки внутрь и вверх, точно так же, как и в случае прямого двухударного ритма. Во время гребка левой рукой пловец выполняет ногами три движения вниз, каждое из которых сопровождает движения левой руки как при шестиударном ритме.

По всей видимости, четырехударный ритм представляет собой компромисс между потребностью беречь силы за счет уменьшения количества движений ногами в течение одного цикла гребка и поддержанием положения тела в горизонтальной плоскости, а может и увеличением движущей силы по сравнению с простым и перекрестным двухударным ритмом. Большинство пловцов используют двухударный ритм во время вдоха. Возможно, это связано с тем, что движения ногами ограничивают движение диафрагмы при вдохе.

Перекрестный четырехударный ритм

Перекрестный четырехударный ритм, показанный на рисунке 4.20, представляет собой сочетание перекрестного двухударного и шестиударного ритмов. Перекрестное движение ногами происходит во время движения вниз руки с той стороны, с которой происходит только одно основное движение ноги вниз (см. рис. 4.20 слева). В этой фазе при использовании прямого четырехударного ритма ноги обычно перестают двигаться. Однако пловцы, использующие перекрестный четырехударный ритм, во время движения руки вниз с этой стороны тела перекрещивают ноги одна выше другой (рис. 4.20, *г*). Затем, во время движений руки внутрь и вверх, они разводят ноги (см. рис. 4.20, *д, е*). Во время гребка другой рукой (правая рука на рис. 4.20, *а—в*) ноги выполняют три движения вниз.

Большинство пловцов, которые используют перекрестный четырехударный ритм при плавании кролем на груди, применяют двухударный ритм во время гребка при перекате тела на сторону, где не выполняется вдох. Как отмечалось ранее, величина поворота туловища в эту сторону обычно меньше, из-за чего пловцу приходится проносить руку по чуть более широкой траектории. Возможно, такие пловцы используют перекрестное движение ногами для противодействия нарушениям латерального положения тела вследствие широкого проноса руки.

Какой ритм движений ногами лучше?

Хочется отнести шестиударный ритм к такому, который обеспечивает наилучшую из возможных координацию движений рук и ног. Согласование ударов ногами с гребковыми движениями руками при плавании шестиударным кролем напоминает работу хорошо смазанного механизма. Тем не менее многие пловцы мирового уровня добивались высоких результатов на всех дистанциях и с использованием другого ритма движения ногами. Поэтому шестиударный ритм не может быть рекомендован для всех пловцов.

Вполне возможно, что эффективность того или иного варианта ритма движений ногами определяют такие факторы, как особенности телосложения, плавучесть, слабость определенных

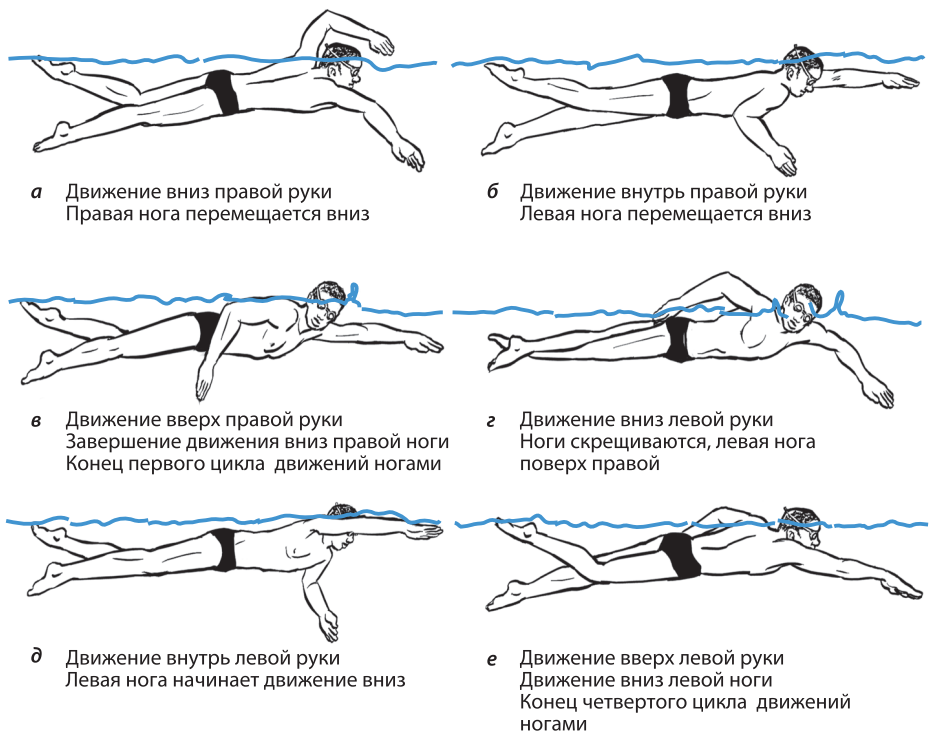


РИСУНОК 4.20 — Перекрестный четырехударный ритм при плавании кролем на груди

групп мышц, подвижность некоторых суставов и различия в физиологических функциях. В этой связи следует упомянуть результаты одного из исследований 62 пловцов национального уровня из Бельгии и Дании, проведенного в Бельгии (Persyn, DeMaeyer, Vervaecke, 1975).

- У пловцов с двухударным ритмом больше длина ног.
- Пловцы с шестиударным ритмом обладают большей выносливостью, у них больше диапазон подвижности тазобедренного сустава, размер кисти, сила трицепсов и разгибателей плеча.
- Пловцы с шестиударным ритмом способны выполнять движения ногами с большей скоростью.
- У пловцов с шестиударным ритмом ноги обладают меньшей плавучестью.

На основании этих результатов можно предположить, что пловцы с длинными ногами более склоны к использованию двухударного или четырехударного ритма, поскольку при шестиударном ритме темп гребка у них получается слишком низким. Возможно также, что рослые, сильные, гибкие пловцы с большой скоростью движений ногами и низкой плавучестью предпочтут шестиударный ритм. Более выносливые пловцы могут выбрать шестиударный ритм, чтобы увеличить создаваемую движущую силу, поскольку способны компенсировать увеличение энерготрат за счет возрастания потребления кислорода. Внутреннее вращение бедра, вероятно, увеличивает эффективность движений ногами, и это может объяснить, почему пловцы с хорошим диапазоном подвижности бедра предпочитают шестиударный ритм, обеспечивающий создание дополнительной движущей силы. По той же причине пловцы с более крупной кистью и большей силой трицепса и мышц плечевого пояса предпочтут длинные гребковые движения, которым лучше всего соответствует шестиударный ритм. Легко понять и то, почему пловцы с высокой скоростью движений ногами также выберут шестиударный ритм: это позволяет им увеличить создаваемую движущую силу за счет движений ногами. И наконец, пловцам с низкой плавучестью более частый ритм движений ногами может потребоваться, чтобы предотвратить погружение ног. Все это — причины, обусловливающие выбор пловцом того или иного ритма, который лучше соответствовал бы его индивидуальным способностям.

Что происходит при неправильном выборе ритма? В истории спортивного плавания было достаточно много пловцов, использовавших двухударный и четырехударный ритм по причинам, не имеющим никакого отношения к их физическим особенностям и возможностям. Они могут предпочитать двухударный и четырехударный ритм, которые позволяют сохранить силы просто из-за особенностей тренировки. Продолжительные тренировочные занятия вынуждают пловца беречь силы, и он может неосознанно перейти от шестиударного ритма к одному из более экономичных ритмов, а после длительного использования такого ритма на тренировках они начинают использовать его и во время соревнований.

Можно лишь строить предположения о том, могли бы эти пловцы плавать быстрее, если бы продолжили использовать шестиударный ритм, или нет. Есть масса примеров того, что пловцы на средние и длинные дистанции способны сохранить силы и достичь хороших результатов с шестиударным ритмом. Для окончательного решения вопроса о том, являются ли двухударный и четырехударный ритмы более эффективными для некоторых пловцов или же шестиударный ритм дает наилучшие результаты для всех пловцов, необходимо проведение исследований с хорошо поставленным контролем.

Положение тела и дыхание

Как уже отмечалось в главе 2, величина сопротивления воды, препятствующая поступательному движению пловца, зависит от обтекаемости его тела, а именно от латерального и горизонтального положения. В этом отношении большое значение имеет правильная техника выполнения вдоха, поскольку поднимание головы для вдоха увеличивает вероятность нарушения правильного положения тела.

Горизонтальное положение тела

Горизонтальное положение тела пловца легче всего оценивать сбоку, поскольку при этом хорошо видны глубина погружения и наклон тела в воде. Правильное горизонтальное положение тела показано на рисунке 4.21.

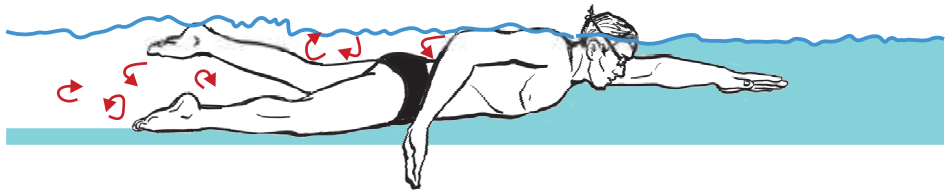


РИСУНОК 4.21 — Правильное горизонтальное положение тела при плавании кролем на груди

Тело пловца расположено почти горизонтально от головы до пальцев ног и благодаря этому занимает в воде минимальное пространство. Горизонтальное положение тела уменьшает турбулентность, возникающую при движении тела в воде. Кроме того, при таком положении тела вода быстрее заполняет пространство за пловцом, благодаря чему уменьшается формирование вихревых течений. Это позволяет снизить до минимума разность давлений между высоким давлением в области перед пловцом и низким давлением в области за ним и ослабить тормозящее воздействие.

Основными условиями правильного горизонтального положения тела пловца являются:

- естественное положение головы на одной линии с туловищем;
- достаточно ровная спина;
- небольшая амплитуда движений ногами.

К сожалению, еще многие убеждены в том, что пловец для увеличения скорости плавания должен плыть по поверхности воды. Однако сегодня нам уже известно, что пловец должен стараться сохранять горизонтальное положение тела. Любые попытки плыть на поверхности воды требуют более сильных и глубоких движений ногами для поддержания над поверхностью головы и плеч. В то же время для поддержания такого высокого положения тела пловцу приходится выполнять руками мощные гребковые движения, направленные вниз. Несмотря на то что тело пловца во время финишного ускорения, действительно, приподнимается над поверхностью воды, нет никакой необходимости в затрате дополнительных усилий для поддержания такого положения тела.

Тело пловца при плавании на короткие дистанции поднимается выше в воде только потому, что он плывет быстрее. Когда пловец плывет быстрее, вода, проходящая под его телом, выталкивает его в естественное положение для глиссирования, не требуя никаких дополнительных усилий для его поддержания. При более низкой скорости плавания пловец не будет глиссировать, поскольку давление воды под его телом будет недостаточным. Пловец не должен пытаться удерживать голову слишком высоко или выгибать спину для перехода в высокое положение. Он должен предоставить выполнение этой работы за него давлению воды. Плавание с высоко поднятой головой и выгнутой спиной увеличит общее сопротивление с 20 до 35 % (Clarys, 1979).

Лицо пловца должно быть погружено в воду так, чтобы ее уровень проходил между краем волос и макушкой головы. При плавании на длинные дистанции у пловцов с низкой плавучестью поверхность воды будет проходить посредине головы. При плавании на короткие дистанции у пловцов с высокой плавучестью уровень воды будет располагаться ближе к кромке волос.

Во время вдоха пловец должен поворачивать голову в сторону, а не поднимать ее, поскольку поднимание головы приведет к погружению таза и ног. При вдохе одна половина лица должна оставаться в воде. Правильное положение головы во время вдоха и между вдохами можно увидеть на рисунке 4.12.

Амплитуда движений ногами должна быть такой, чтобы при движении вверх стопа немного не доходила до поверхности, а при движении вниз — опускалась чуть ниже линии тела. Это позволит пловцу избежать излишнего увеличения сопротивления воды за счет увеличения расстояния между поверхностью воды и самой нижней частью тела.

Основой теории горизонтального выравнивания, получившей известность как *притапливание верхней части туловища* (Boomer, 1996), является положение, согласно которому притапливание вниз центра плавучести, расположенного в верхней части туловища, будет способствовать подниманию ног из воды. Существуют отдельные экспериментальные данные, подтверждающие эту точку зрения (Pendergast et al., 1977; Watkins, Gordon, 1983). Тем не менее я не уверен в том, что притапливание туловища вниз хоть как-то позволяет удерживать ступни ног около поверхности воды. На самом деле такие действия могут препятствовать естественному глиссированию за счет повышенного давления воды под туловищем. Давление воды под телом пловца, возникающее при увеличении скорости плавания, обеспечивает поддержку, необходимую для обеспечения горизонтального положения ног. Я не рекомендовал бы пловцам ни пытаться глиссировать за счет поднимания головы и выгибания спины, ни поднимать ноги за счет погружения грудной клетки и плеч в воду. Им следует просто поддерживать свое тело в горизонтальном положении, насколько это возможно, и предоставить давлению воды под телом определять, насколько высоко оно должно располагаться в воде.

Латеральное положение

Латеральное положение тела пловца легче всего оценивать сверху или снизу. Тело пловца на рисунке 4.22, показанное снизу в момент поворота головы влево для вдоха, расположено практически идеально. Его таз и ноги остаются на одном уровне с плечами, поскольку он поворачивает все тело от головы до стоп как единое целое. При условии, что он и далее будет

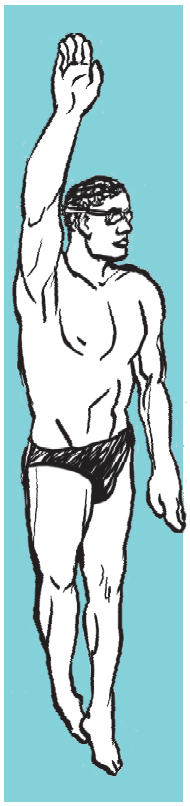


РИСУНОК 4.22 — Оптимальное латеральное положение тела при плавании кролем на груди

выполнять поворот таким образом, то его тело должно оставаться в оптимальном латеральном положении во время вращения в разные стороны.

Повороты тела из стороны в сторону, скоординированные с вертикальными и горизонтальными движениями рук, представляют собой важную составляющую техники, которая помогает сохранять правильное положение тела при плавании кролем на груди, поскольку, когда тело поворачивается вслед за движениями рук, оно с большей вероятностью сохраняет правильное положение. Повороты в сторону являются и должны быть естественной реакцией на гребковые движения руками. Тело должно следовать за движением рук, поворачивая плечевой пояс, туловище, таз и ноги в одну сторону вниз, когда рука с этой стороны движется вниз, и вверх, когда эта рука начинает движение вверх. В противном случае, как уже говорилось, таз и ноги начинают вилять из стороны в сторону.

Хотя и существует возможность делать повороты в стороны с большой амплитудой, многие пловцы используют ее недостаточно. В ситуации, когда пловец пытается препятствовать перекатам тела из стороны в сторону, горизонтальные и вертикальные движения рук будут нарушать выравнивание таза и ног. Прежнее убеждение о том, что «плавание с плоским положением тела позволяет уменьшить сопротивление воды», ошибочно. Лучшие пловцы кролем на груди постоянно поворачивают тело из стороны в сторону в течение каждого цикла гребка. В действительности их тело больше времени находится на боку, чем в горизонтальном положении. Хорошо подготовленные пловцы кролем на груди поворачиваются на 40—45° в сторону, где вдох не выполняется (из положения лицом вниз), и примерно на 50—60° в сторону, на которой происходит вдох (Levinson, 1987). Правильное выполнение поворотов тела Санчесом показано на рисунке 4.6.

Способ плавания с вытягиванием руки вперед

Успехи Александра Попова послужили причиной того, что многие специалисты начали рекомендовать его *стиль плавания кролем на груди с вытягиванием руки вперед* как идеальный. Это привело к ошибочному пониманию этого стиля, особенно среди тех специалистов, которые предлагают пловцам использовать *гребок с неполным захватом*. Стиль плавания с вытягиванием руки заключается в том, что вход расположенной впереди руки выполняется в момент, когда другая рука движется вниз для выполнения захвата. Мне хотелось бы предостеречь от принятия этого стиля плавания всеми пловцами.

Полное вытягивание руки вперед после входа в воду, несомненно, увеличивает обтекаемость тела пловца в момент завершения другой рукой фазы отталкивания. Однако вытягивание руки оказывается неэффективным, если пловец использует гребок с неполным захватом, который заключается в том, что он начинает движение «передней» руки вниз только после выхода другой руки из воды и начала ее проноса. Такой способ плавания ведет к увеличению периода торможения, наблюдающегося между окончанием фазы отталкивания «задней» руки и началом фазы подтягивания «передней» руки.

Для использования гребка с неполным захватом спортсмен должен плавать шестиударным кролем, поскольку в период замедления в промежутке между основными движущими фазами обеих рук его скорость продвижения зависит исключительно от движущей силы, создаваемой движениями ног. Но даже в этом случае замедление продвижения может быть еще большим, если максимально сократить интервал между окончанием и началом фазы отталкивания, поочередно выполняемых руками пловца.

Скольжение на руке, вытянутой вперед, в момент завершения фазы отталкивания гребка другой рукой не рекомендуется использовать особенно пловцам со слабым шестиударным ритмом, а также тем, которые пользуются четырехударным и двухударным ритмом движений ногами. Аналогичным образом скольжение на руке не даст положительных результатов пловцам со слабым окончанием гребкового движения. Недостаточная движущая сила, создаваемая ногами, или слабая фаза отталкивания при окончании гребка в сочетании со скольжением еще сильнее замедлят продвижение пловца в период между выполнением основных фаз гребка. По этой причине длинный гребок с вытягиванием руки вперед в медленном темпе хотя и позволяет

увеличить шаг гребка, но может серьезно снизить скорость движения многих пловцов.

Для сохранения высокой скорости плавания пловец со слабым шестиударным ритмом, а также с двухударным или четырехударным ритмом движений ногами должен иметь постоянно высокий темп гребка. При условии равной эффективности гребка пловцам среднего или низкого роста также следует держать высокий темп гребка по сравнению с пловцами более высокого роста, поскольку шаг гребка у них будет меньше. По этой причине некоторые пловцы не могут использовать длительное скольжение на вытянутой вперед руке после ее входа в воду и перед началом движения вниз для подготовки к захвату.

В то же время этим пловцам, как и всем остальным, не следует начинать движение руки вниз сразу же после ее входа в воду, пока другая рука отталкивает воду назад. В период до завершения фазы отталкивания рукой, они (для увеличения обтекаемости тела) должны вытянуть вперед руку под самой поверхностью воды. Движение вниз вытянутой вперед руки должно начаться в тот момент, когда «задняя» рука прекратит отталкивание воды назад. Как отмечалось выше, это происходит, когда «задняя» рука проходит около бедра, а не в момент ее выхода из воды. Не следует учить пловца продолжать скольжение на вытянутой вперед руке после окончания фазы отталкивания «задней» рукой только потому, что это позволяет увеличить расстояние, преодолеваемое пловцом после выполнения каждого гребка.

Прежде чем завершить обсуждение данного вопроса, следует отметить еще два момента. Первый заключается в том, что Попов не выполняет скольжение слишком долго. Несмотря на то что у Попова действительно большой шаг гребка и он полностью вытягивает руку вперед после входа в воду, подводные видеосъемки во время соревнований показывают, что он начинает движение «передней» руки вниз именно в тот момент, когда прекращает отталкивать воду назад другой рукой.

Второй момент — то, что получило название *правило передней четверти (front-quadrant swimming)*, не всегда является объективным. В этом способе для описания согласования движений двух рук при плавании кролем один полный гребок руками сравнивается с кругом, разделенным на четыре части. Передние две четверти — это надводная и подводная части гребка, которые соответствуют завершающей половине проноса руки и начальной половине подводной части гребка. Две задние четверти — это вторая половина гребка под водой и первая половина проноса. Движения рук должны быть согласованы между собой таким образом, что гребковая рука находится где-то в передней нижней четверти круга, когда рука, выполняющая пронос, находится в передней верхней четверти круга. Согласование гребковых движений руками считается неправильным, если в момент входа руки, выполняющей пронос, в переднюю четверть, рука, выполняющая гребок под водой, еще находится в задней нижней четверти.

Это описание точно в том отношении, что оно указывает правильный диапазон положений для обеих рук. В таком случае пловец будет сохранять правильное взаимное расположение рук, если только не станет задерживать движение вниз руки, расположенной впереди, до момента, когда рука, выполняющая пронос, войдет в верхнюю переднюю четверть. К сожалению, некоторые тренеры и пловцы интерпретируют *правило передней четверти* буквально — одна рука не должна начинать движение вниз, пока другая не начнет вход в воду или хотя бы не будет близка к этому. Такая интерпретация правила передней четверти не корректна и ведет к нежелательному увеличению периода замедления между основными движущими фазами разных рук.

Дыхание

Пловцы кролем на груди, даже очень опытные, часто совершают множество ошибок во время поворота головы в сторону для вдоха. Они поворачивают ее слишком поздно, поднимают над водой или отводят назад в сторону от средней линии тела. В действительности движения головы должны быть согласованы с поворотами тела так, чтобы вдох осуществлялся без нарушения латерального положения тела. Правильное положение пловца во время вдоха показано на рисунке 4.23.

Крейг Хатчисон поворачивает лицо к поверхности воды, когда его рука, со стороны которой выполняется вдох, начинает движение вверх в конце гребка под водой. Во время вдоха его рот

РИСУНОК 4.23 — Вид сбоку Крейга Хатчисона, выполняющего вдох у основания волны в момент завершения движения руки вверх

находится несколько ниже поверхности воды, в желобке, образованном ударной волной перед головой. Вдох происходит во время первой половины проноса руки, а во второй половине лицо пловца снова погружается в воду. Во время движения руки вверх его тело максимально поворачивается в ту же сторону. Благодаря этому остается только немного повернуть голову, чтобы сделать вдох. Для этого ему не нужно поднимать голову или отклонять ее от средней линии тела. Поворот головы в исходное положение в воду также осуществляется согласованно с поворотом тела. Это происходит во время второй половины проноса руки, со стороны которой выполнялся вдох, когда она выпрямляется вперед для входа в воду, а тело поворачивается на другую сторону.

За исключением плавания на короткие дистанции пловец, как правило, делает один вдох за полный цикл гребка руками. На длинных дистанциях для замедления утомления пловец нуждается в постоянном притоке кислорода. На таких дистанциях пловец не должен задерживать дыхание, а начинать выдох сразу же после вдоха. Вместе с тем этот вдох должен быть быстрым и глубоким, чтобы необходимость в следующем вдохе не возникла до завершения цикла гребка. Выдох вначале должен быть очень медленным, чтобы выход воздуха через рот и нос обеспечил только снижение внутригрудного давления. После этого пловец должен постепенно выдыхать воздух до момента поворота головы к поверхности воды для следующего вдоха, чтобы в этот момент резко выдохнуть остаток воздуха, сделать вдох и начать новый цикл дыхания. Вдохи должны быть значительно больше обычного, но не чрезмерными. Выдох должен быть полным, но не форсированным. Обучения правильной технике дыхания практически не требуется. Практические занятия и проплывание разных дистанций в условиях тренировки и соревнований помогут большинству пловцов научиться дышать наиболее экономичным способом.

Чередующееся дыхание

Наряду с обычным способом дыхания, когда вдох осуществляется всегда с одной стороны, некоторые пловцы предпочитают выполнять вдох при повороте головы в обе стороны. Такой способ называется *чередующимся дыханием*. При этом пловец выполняет два вдоха на каждые три цикла гребка руками, выполняя вдох с правой стороны за один цикл гребка, затем через один цикл — с левой, пропуская вдох во втором цикле. Еще один вариант чередующегося дыхания — два вдоха с левой стороны, один гребок без вдоха, затем два вдоха с правой стороны. В этом случае пловец делает четыре вдоха на каждые пять гребков.

Чередующееся дыхание используют многие пловцы мирового уровня, особенно женщины. Мнения тренеров и пловцов в отношении использования этого способа дыхания противоречивы, у него есть как активные приверженцы, так и противники. В числе преимуществ чередующегося дыхания можно назвать следующее:

- этот способ дыхания обеспечивает более симметричный гребок. Чередующееся дыхание стимулирует пловцов поворачиваться одинаково в обе стороны, благодаря чему увеличивается угол амплитуды вращения тела и соответственно улучшается обтекаемость тела при повороте в сторону, где не выполняется вдох. Кроме того, увеличение вращения тела должно улучшать механику гребка под водой руками со стороны, где не выполняется вдох, поскольку пловцу не приходится прикладывать дополнительные усилия для поворота тела назад со стороны вдоха;
- чередующееся дыхание может улучшать диффузионные возможности легких, а значит увеличивать количество кислорода, поглощаемого легкими пловца во время каждого вдоха;
- пловец во время плавания на дистанции может наблюдать за соперниками с обеих сторон.

Наиболее серьезным аргументом против чередующегося дыхания является снижение поступления кислорода в организм, что может ускорять наступление утомления у пловцов во время заплыва. Это, несомненно, очень серьезный недостаток, который может перевесить все перечисленные выше достоинства, поэтому я не рекомендую пловцам использовать чередующееся дыхание во время заплывов на соревнованиях. Следует также отметить, что из каждого правила бывают исключения. Некоторые спортсмены при чередующемся дыхании способны плавать быстрее. Обычно у этих пловцов наблюдается какое-нибудь существенное нарушение техники гребка, которое может быть исправлено благодаря чередующемуся дыханию, и это позволяет им преодолевать дистанцию быстрее, несмотря на снижение поступления кислорода. Конечно же, предпочтительнее исправлять технику гребка, не прибегая к помощи чередующегося дыхания, однако, если проблема достаточно серьезная и такой способ дыхания является единственно возможным методом ее устранения, эти пловцы должны его использовать.

Оценить эффективность чередующегося дыхания можно с помощью простого упражнения — *экспериментального заплыва*. Пловец должен выполнить несколько объемных экспериментальных серийных повторений общей

протяженностью от 2000 до 4000 м с максимальной скоростью в течение нескольких недель. В процессе выполнения этих серий он должен использовать чередующееся дыхание в заплывах, имеющих четный порядковый номер, и обычное дыхание в заплывах с нечетным номером. При этом он должен контролировать время преодоления дистанции и затрачиваемые усилия. Пловцы, которые показывают стабильно более высокий результат или чувствуют, что им легче плыть с чередующимся дыханием, должны подумать об использовании этого способа во время соревнований. Остальным следует продолжать и далее плавать с дыханием на одну сторону.

Хотя я не рекомендую плавание с чередующимся дыханием во время соревнований, за исключением редких случаев, во время тренировок этот способ может оказаться ценным средством обучения. Я предлагаю всем пловцам научиться чередующемуся дыханию во время тренировочных занятий, поскольку это может стимулировать их одинаково поворачивать тело в обе стороны и двигаться в воде более симметрично в период формирования их способа плавания. После завершения обучения они могут перейти к обычному способу дыхания.

Распространенные ошибки при плавании кролем на груди

В этом подразделе описаны самые распространенные ошибки пловцов для того, чтобы читатель мог их распознать и исправить.

Ошибки при гребке руками

Этот подраздел посвящен ошибкам при гребке руками и способам их исправления, которые очень важны для формирования правильной техники.

Ошибки при проносе и входе в воду

Самыми частыми ошибками пловца при проносе руки являются: 1 — приложение чрезмерных усилий для выполнения проноса; 2 — длинный и широкий пронос руки над водой; 3 — *длинный пронос*; 4 — *короткий пронос*. Наиболее распространенной ошибкой при входе руки в воду является отталкивание воды вперед.

1. Если пловец стремится увеличить скорость, ему очень сложно расслабить руку при выполнении проноса. Его естественная реакция сводится к увеличению скорости проноса руки над водой. При этом пловец не осознает, что при проносе рука движется по более короткой траектории и в менее плотной среде, чем рука, выполняющая гребок. Поэтому увеличение скорости движения руки, выполняющей пронос, приводит к тому, что она приходит в положение для входа в воду слишком рано, и это нарушает поворот тела и ритм гребка. Кроме того, резкий пронос руки вперед может нарушить латеральное положение таза, особенно если рука при этом делает широкий мах в сторону. Еще одна проблема при быстром проносе заключается в том, что пловец для ускорения начала движения руки вниз после входа и скольжения может сокращать движение вверх гребковой руки. Это, конечно же, ведет к укорочению наиболее эффективной фазы отталкивания.

Несмотря на то что скорость движения рук пловца во время спринтерских дистанций и увеличивается, это связано с общим увеличением скорости движения рук во время гребка. В этом случае скорость руки во время проноса увеличивается естественным образом для согласования движений с рукой, выполняющей гребок. Однако даже в таких обстоятельствах пловец должен выполнять пронос руки в расслабленном состоянии по инерции.

Пловец должен использовать для проноса руки момент импульса от гребкового движения вверх, не прикладывая особых дополнительных усилий при входе руки в воду. В этот момент, после входа локтя в воду, он должен постепенно уменьшить давление руки на воду и, преодолевая направленную назад силу инерции, начать движение руки вперед с выпрямлением плеча и скольжением кисти под поверхностью воды.

2. Когда пловец проносит руку низко над водой через сторону, его таз обычно смещается в противоположном направлении. Такие движения из стороны в сторону увеличивают пространство, занимаемое пловцом в воде. Кроме того, в результате таких движений из стороны в сторону пловец будет отталкивать воду вперед бедрами и ногами. Все это приведет к увеличению сопротивления формы и ударного сопротивления, а также существенному снижению скорости движения вперед. В течение всего проноса рука пловца должна быть согнута в локте, а кисть опущена ниже локтя. Движение руки через сторону при проносе следует максимально ограничить.

3. *Длинный пронос* происходит, когда пловец перед входом руки в воду вытягивает ее слишком сильно вперед. Последствия такой ошибки показаны на рисунке 4.24: пловец перед входом руки в воду вытянул ее вперед почти до полного выпрямления в локте. В результате широкая нижняя часть руки при входе в воду отталкивает часть воды вниз и вперед, замедляя движение пловца.

Рисунок 4.24 — Длинный пронос при входе в воду

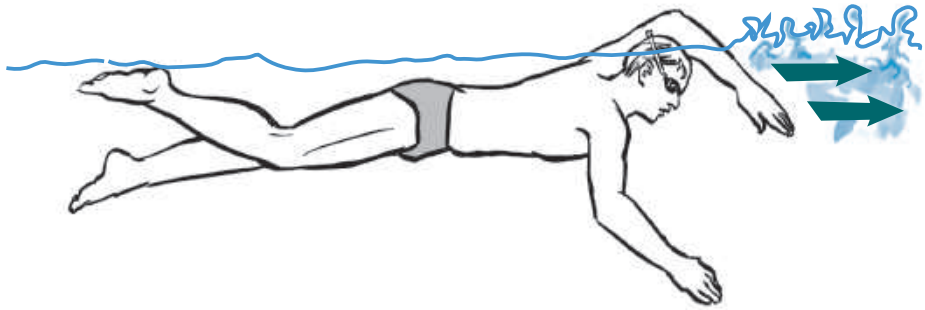


РИСУНОК 4.25 — Короткий пронос при входе в воду

Обычно длинный пронос является следствием того, что пловец в это время пытается вытянуть руку вперед слишком рано. Он начинает вытягивать руку вперед для входа еще до того, как она минует плечо, и из-за этого локоть и плечо погружаются в воду, отталкивая ее вниз и вперед еще до входа кисти в воду. Во время тренировочного занятия пловца следует обучать удерживанию локтя приподнятым в ходе проноса руки. Он не должен начинать выпрямление руки в локте вперед, прежде чем рука минует голову, а кисть должна войти в воду до полного выпрямления руки в локте.

4. *Короткий пронос* — противоположная ошибка — показан на рисунке 4.25. У пловца рука входит в воду слишком близко к голове, а после этого он с усилием перемещает ее вперед и вниз для выполнения захвата. В такой ситуации верхняя часть предплечья и задняя часть кисти начинают движение вперед под водой, что ведет к увеличению ударного сопротивления и снижению скорости пловца.

Такой способ выполнения входа одно время был очень популярным, поскольку специалисты считали, что он позволяет перевести руку в положение с поднятым локтем сразу же после входа в воду. Теперь стало понятным, что для сохранения обтекаемого положения тела рука после входа должна быть вытянута вперед под поверхностью воды, в то время как другая рука завершает фазу отталкивания.

5. Причиной увеличения ударного сопротивления при входе руки в воду может стать расположение ладони не на одной линии с предплечьем. Некоторые пловцы при входе сгибают руку в запястье, вследствие чего кисть при скольжении вперед под водой отталкивает воду вперед тыльной стороной.

Избежать отталкивания воды вперед при входе руки в воду можно, если повернуть кисть ладонью вниз. Многие известные пловцы поступают так. Тем не менее вероятность отталкивания воды вперед во время входа снижается, если пловец немного поворачивает кисть ладонью наружу. Большинство пловцов используют именно этот способ. Если речь идет о входе руки в воду, то лучший совет — располагать кисть при скольжении в воде ладонью наружу и не сгибать ее в запястье. Пловцы, предпочитающие выполнять вход в воду с выпрямленной ладонью, сначала должны погружать в воду пальцы, а за ними и всю кисть. Рука может быть несколько согнута в запястье в момент входа в воду, однако после погружения кисти в воду она должна быть выпрямлена. Тыльная сторона руки не должна отталкивать воду вперед.

Ошибки при движении руки вниз

Наиболее частые ошибки в этой фазе гребка руками: 1 — опускание локтя; 2 — движение руки вниз в выпрямленном положении; 3 — чрезмерное выдвижение руки в сторону; 4 — недостаточное выдвижение руки в сторону.

1. Низкое положение локтя, описанное в главе 3 и показанное на рисунке 3.10, является результатом попытки начать отталкивание воды назад до того, как рука будет повернута своей поверхностью также назад. Если пловец пытается начать отталкивание воды, когда рука повернута своей плоскостью вниз, он только тормозит свое продвижение. Пловец может начать отталкивание воды только после того, как его рука развернется назад.

2. Широко распространено убеждение в том, что во время движения вниз рука должна оставаться прямой и ее сгибание в локте должно происходить только при последующем движении внутрь. Гребковое движение вниз выпрямленной рукой порождает ряд проблем, о двух из которых я упомяну. Во-первых, чтобы развернуть выпрямленную в локте руку

плоскостью назад пловцу придется опустить ее намного глубже. Это увеличит замедление продвижения пловца во время движения руки вниз и приведет к тому, что плечо начнет отталкивать воду.

Во-вторых, выполнение захвата выпрямленной рукой приведет к смещению предплечья и кисти внутрь. Вместе с тем во время движения руки внутрь пловец должен использовать для отталкивания воды назад всю руку так, чтобы она формировала единую лопасть, напоминающую по форме бумеранг. Это позволяет оптимизировать движущую силу и использовать для ее создания крупные мышцы туловища и плечевого пояса. Пловец не должен выполнять кистью движения внутрь подобно гребному винту. Во время движения вниз пловец должен согнуть руку так, чтобы в момент захвата и начала отталкивания воды назад угол ее сгибания в локте был почти прямым.

3. Хотя во время движения вниз рука почти не смещается наружу, пловец не должен начинать выполнение захвата, если она выдвинута в сторону слишком сильно. Это приведет к тому, что при отталкивании воды с усилием назад и вниз он будет отталкивать ее также и в сторону, а это нарушит его латеральное положение. Пловец во время движения руки вниз должен согнуть ее в локте, а плечо удерживать в воде как можно выше, если это только не причиняет ему боль. Благодаря этому рука сдвинется в сторону ровно настолько, насколько это необходимо.

4. У некоторых пловцов наблюдается другая крайность — во время движения вниз они пытаются удерживать руку под средней линией тела. В результате им приходится перемещать плечо вниз, преодолевая сопротивление воды, кроме того, при этом увеличивается дистанция движения руки внутрь и вверх. Все эти три действия нежелательны и увеличивают движение руки в вертикальной плоскости. Во время движения руки внутрь и вверх ее перемещение, насколько это возможно, должно ограничиваться горизонтальной плоскостью. Она может смещаться вниз лишь настолько, насколько это необходимо для разворота плоскостью назад в момент захвата, а затем вверх, — чтобы сразу оказаться около поверхности после завершения фазы отталкивания.

Ошибки при движении руки внутрь

Наиболее распространенные ошибки пловцов при движении руки внутрь: 1 — движения по типу гребного винта; 2 — недостаточное или чрезмерное смещение руки под туловище.

1. Недостатки движения руки по типу гребного винта обсуждались в главе 3. В частности, пловец не способен создавать максимально возможную силу сопротивления, которая является преимущественным источником движущей силы. Он использует для отталкивания воды назад лишь небольшую площадь поверхности руки. Такое движение осуществляется за счет работы небольших групп мышц.

Многие пловцы начинают движение внутрь со сгибания руки в локте и перемещения предплечья и кисти почти по прямой к средней линии тела. Пловцы с таким типом гребка часто участвуют в международных соревнований, но очень редко попадают в финал. Как отмечалось ранее, отталкивание воды согнутой рукой назад во время движения внутрь позволяет увеличить создаваемую движущую силу.

2. Негативные последствия недостаточного или чрезмерного смещения руки под туловище во время движения внутрь обсуждались ранее в этой главе. Если сказать кратко, то недостаточное смещение руки под туловище уменьшает продолжительность основной движущей фазы гребка. Чрезмерное смещение руки под туловище ведет к формированию силы сопротивления воды, направленной в сторону, которая будет тормозить движение пловца и перемещать его туловище из стороны в сторону.

Ошибки при движении руки вверх и над водой

Наиболее частыми ошибками при движении руки вверх и над водой являются: 1 — слишком быстрое выпрямление руки в локте и отталкивание воды до момента выхода руки на поверхность; 2 — отсутствие у кисти обтекаемой формы на протяжении последних 5—10 см пути к поверхности.

1. При резком выпрямлении руки и отталкивании воды до момента выхода кисти на поверхность скорость пловца снижается, а таз и ноги опускаются, поскольку в этом случае внутренняя поверхность предплечья отталкивает воду уже не назад, а вверх.

На протяжении всей фазы отталкивания пловец должен сохранять руку согнутой в локте и повернутой внутренней стороной предплечья и ладонью назад. Рука может разгибаться лишь настолько, насколько это необходимо для сохранения давления на воду в направлении назад. В то же время пловец должен прекратить отталкивание воды назад, когда рука во время проноса начинает движение вперед или когда предплечье перестает быть повернутым назад в зависимости от того, что произойдет раньше.

2. Наиболее распространенной ошибкой пловца во время выхода руки из воды и первой части ее движения над водой является отсутствие обтекаемой формы кисти на протяжении последних 5—10 см пути к поверхности. Некото-

рые пловцы, даже те, кто вовремя перестает отталкивать воду назад, не могут повернуть ладонь после завершения движения вверх перед началом проноса. Такая ошибка ведет к увеличению интерференционного сопротивления вследствие перемещения ладони всей поверхностью вверх. Чтобы уменьшить площадь поверхности и, следовательно, сопротивление воды после прекращения фазы отталкивания, пловец должен выносить руку из воды ребром ладони вверх.

Ошибки при выполнении движений ногами

Есть три основные ошибки, которые совершают многие пловцы при выполнении движений ногами: 1 — чрезмерно высокое поднимание ног; 2 — чрезмерное погружение ног; 3 — чрезмерное сгибание ног при движении вверх.

1. Нога пловца во время движения поднимается слишком высоко, если стопа и часть голени выходят из воды. Чрезмерные движения ноги вверх приводят к погружению таза вниз. Во время движения вверх стопа должна подниматься к поверхности, но не выходить полностью из воды.

2. Когда пловец во время движения ноги вниз погружает стопу слишком глубоко, он увеличивает площадь фронтальной поверхности тела, а значит и сопротивление формы. Кроме того, в момент завершения ударного движения вниз это может привести к отталкиванию стопой воды вперед. В конце движения ноги вниз стопа должна погружаться чуть ниже туловища.

3. Пловец, который сгибает ногу во время движения вверх, отталкивает воду вперед задней стороной голени. Это приводит к погружению таза и снижению скорости движения пловца вперед (см. рис. 4.16). Движение вверх должно выполняться прямой ногой, пловец не должен допускать сгибания ноги в колене до момента начала ее движения вниз. Кроме того, во время движения вверх и первой половины движения вниз ему не следует преодолевать давление воды. Вместо этого во время движения вверх он должен позволить давлению воды над ногой удерживать ее прямой, а затем, во время движения вниз, его нога под действием давления воды снизу должна согнуться в колене. Единственный момент, когда пловец должен с усилием отталкивать воду, — в заключительной части движения вниз, когда он резко разгибает ногу в колене.

Ошибки согласования движений

Типичные ошибки: 1— отсутствие координации движений рук; 2 — отсутствие согласования поворотов тела и гребковых движений руками; 3 — преждевременное начало движения руки вниз; 4 — излишне продолжительное скольжение выпрямленной руки перед началом движения вниз; 5 — плохая координация движений рук и ног.

1. После проноса рука должна входить в воду, когда гребковая рука начинает движение внутрь. Здесь возможны две ошибки. Рука после проноса входит в воду рано либо поздно.

Если одна рука входит в воду, когда другая выполняет движение вниз, тело пловца будет поворачиваться не в том направлении и рука, входящая в воду, создаст дополнительное ударное сопротивление. Для компенсации этого движения рука после входа вместо скольжения вперед станет двигаться наружу, пока гребковая рука не начнет движение внутрь и тело не начнет поворачиваться в другую сторону.

Если рука после проноса входит в воду поздно, т. е. после начала движения другой руки вверх, ее движение внутрь будет широким и неэффективным. Во время движения руки внутрь пловец должен повернуть тело в сторону гребковой руки, если он хочет использовать ее возможности полностью. Если тело поворачивается в противоположном направлении, то рука смещается под туловище или пловец уменьшает длину траектории движения руки и соответственно расстояние движения внутрь и отталкивает воду прямо назад за пределы продольных очертаний тела в одном длинном движении вверх. Результатом этого является существенное сокращение шага гребка.

2. Поскольку тело всегда должно поворачиваться в том же направлении, куда движется рука, возникают проблемы с поворотом тела и согласованием движения. Когда правая рука пловца движется вниз, вся правая часть тела должна двигаться вниз, и наоборот. То же самое относится и к левой половине тела во время гребка левой рукой. В таком случае перекат тела с одной стороны на другую происходит естественным путем. Во время движения руки увлекают не имеющее опоры тело пловца за собой.

При неправильном согласовании гребковых движений руками пловец обычно сокращает или пропускает какую-либо фазу цикла гребка одной рукой, чтобы повернуть тело в нужном направлении во время гребка другой рукой. Однако некоторые пловцы, в частности научившиеся плавать без вращений тела, стараются препятствовать им вообще. В этом случае они подавляют естественную тенденцию к вращениям тела одновременно с латеральными и вертикальными движениями рук, из-за чего их тело смещается из стороны в сторону, увеличивая сопротивление формы и ударное сопротивление. Некоторые пловцы в стремлении воспрепятствовать вращениям тела

ограничивают движения рук настолько, что это приводит к существенному снижению создаваемой движущей силы.

3. Третья ошибка происходит достаточно часто, поскольку пловцы начинают отталкивать воду вниз и наружу вскоре после входа руки. Есть две важных причины не делать этого. Во-первых, после входа руки в воду им еще предстоит завершить основную движущую фазу другой руки, в течение которой создается основная движущая сила. Следовательно, прежде чем начать движение руки вниз после входа, пловец должен удерживать ее в обтекаемом положении на одной линии с телом до завершения фазы отталкивания второй руки. Во-вторых, движение руки вниз и назад сразу после входа в воду может привести к преждевременному завершению движения вверх гребковой руки.

4. Чрезмерное увеличение продолжительности скольжения руки после входа в воду — прямо противоположная ошибка. Пловец не начинает движение руки вниз, пока другая рука не завершит пронос и не войдет в воду. Эту ошибку обычно называют *догоняющим гребком*. Этот термин используется, потому что движение одной руки вниз замедляется до момента, когда другая рука выпрямляется почти рядом с ней. В некотором смысле одна рука во время входа догоняет другую руку, начинающую движение вниз.

Причина, по которой догоняющий гребок является ошибкой, очень проста. Если пловец не отталкивает воду назад, его скорость снижается. Поэтому любое действие, излишне увеличивающее промежуток времени между окончанием основной движущей фазы гребка одной руки и началом основной движущей фазы гребка другой руки, приведет к снижению его скорости.

5. Плохое согласование движений рук и ног встречается достаточно редко. По-видимому, пловцы способны интуитивно координировать движения ног и рук независимо от ритма движения ног. Вместе с тем я наблюдал, что некоторые пловцы склонны уменьшать или увеличивать силу отдельных движений ног в течение цикла гребка, даже когда они были согласованы с движениями рук. Наличие таких *дополнительных* и *основных* движений ног свидетельствует о возможной проблеме с движением рук, которому оно соответствует. Например, сокращение движения руки внутрь сопровождается ослаблением соответствующего движения ног. Точно так же более слабое движение ног, сопровождающее движение руки вверх, свидетельствует о том, что последнее также выполняется с недостаточной силой.

Точно так же энергичные и глубокие удары ногами могут означать слишком сильное отталкивание воды рукой в соответствующей фазе гребка. Пловец может использовать сильное движение ногой для поддержания положения тела или преодоления сопротивления воды. Например, аномально большая амплитуда движения ноги вниз во время движения руки вниз свидетельствует о том, что пловец отталкивает воду слишком далеко вниз и замедляет свое движение вперед. Движение ногами с необычно большой амплитудой во время движения руки вверх свидетельствует о том, что пловец слишком сильно отталкивает воду вверх.

Ошибки, связанные с положением тела

Ошибки подобного рода обычно связаны с нарушениями: 1 — горизонтального; 2 — латерального положения пловца.

1. Основные ошибки, следствием которых является утрата обтекаемого горизонтального положения тела, уже обсуждались ранее — это попытка глиссировать и слишком глубокое погружение ступней во время движений ног. В обоих случаях задняя часть тела слишком сильно погружается вниз, что приводит к увеличению пространства, занимаемого телом пловца в воде и, следовательно, увеличению сопротивления воды, противодействующего его поступательному движению.

2. Большинство ошибок, которые приводят к нарушению латерального положения тела, связано с гребковыми движениями рук и уже обсуждались в подразделе, посвященном ошибкам при выполнении проноса и входа руки в воду. Это длинный пронос, пронос руки через сторону и отталкивание воды внутрь во время движения руки внутрь. Результатом этих ошибок является виляние тела пловца из стороны в сторону подобно змее.

Еще одна ошибка из числа нарушающих латеральное положение тела пловца — это отведение головы назад во время вдоха. Вследствие этого туловище во время вдоха изгибается в сторону, а таз соответственно смещается в противоположную сторону. Такое смещение туловища из стороны в сторону увеличивает пространство, занимаемое пловцом в воде, и создает дополнительное сопротивление его движению вперед.

Ошибки, связанные с дыханием

Наиболее частыми ошибками во время дыхания являются: 1 — преждевременный поворот головы в сторону; 2 — запаздывание поворота лица в сторону (*позднее дыхание*); 3 — поднимание головы; 4 — запаздывание возврата головы в воду; 5 — отведение головы назад с линии тела. Последствия последней ошибки описаны в

предыдущем подразделе. Остальные ошибки будут описаны ниже.

1. Когда пловец поворачивает голову для вдоха до того, как рука с противоположной стороны войдет в воду, он нарушает естественный поворот тела. Это происходит потому, что он пытается поворачивать голову в одну сторону, тогда как его туловище все еще поворачивается в другую — в сторону руки, двигающейся над водой вперед. Чтобы вдохнуть в такой ситуации пловцу придется ускорить пронос руки вперед, чтобы он смог повернуть туловище в ту же сторону, куда и голову. Из-за этого ему также придется сократить движение внутрь и потерять движущую силу. Пловец должен начинать поворот головы для вдоха только после того, как его тело начнет поворачиваться в эту же сторону. Это происходит вскоре после входа руки в воду.

2. Если пловец поворачивает голову для вдоха слишком поздно, то в его гребке происходит задержка. Запаздывание поворота головы ведет к тому, что пловцу приходится делать вдох во время проноса руки вместо подводного вдоха. В итоге он запаздывает с началом проноса или выполняет его медленнее. Это влечет за собой задержку движения вниз другой руки и растягивания всего цикла гребка в целом.

3. Поднимание головы из воды для вдоха можно видеть достаточно редко, как правило, у начинающих спортсменов. Они обычно пытаются плыть без поворота плеч, и поэтому для вдоха им приходится поднимать голову. Их необходимо научить поворачивать туловище в сторону вдоха и оставлять голову в воде, поворачивая ее вслед за туловищем.

4. Ошибка, связанная с запаздыванием выравнивания головы с туловищем после вдоха, распространена даже среди спортсменов высокого уровня. Они не поворачивают голову назад в исходное положение после вдоха или поворачивают ее слишком медленно. В любом случае это не позволяет им в достаточной степени повернуть тело в исходное положение или в сторону, противоположную той, на которой выполнялся вдох. Из-за этого им приходится во время движения вверх и проноса руки в сторону, противоположную той, на которой выполнялся вдох, смещать ее слишком сильно в сторону.

Упражнения для совершенствования техники плавания кролем на груди

В этом подразделе представлены некоторые упражнения для обучения выполнения гребка руками и движений ногами, а также их координации при плавании кролем на груди. Кроме того, здесь можно найти упражнения для отработки техники дыхания и улучшения обтекаемости тела.

Упражнения для обучения гребку руками

Упражнения для обучения гребку руками, описанные в главе 3, являются одними из лучших, которые когда-либо нам встречались. Здесь я предлагаю еще несколько хороших упражнений.

ПООЧЕРЕДНЫЕ ГРЕБКИ РУКАМИ

Исходное положение лежа в воде вниз лицом, руки вытянуты перед собой, правая выше левой. Пловец выполняет один полный цикл гребка левой рукой, размещая ее над правой после возврата в исходное положение. После этого он точно так же выполняет полный цикл гребка правой рукой и начинает всю последовательность движений снова. Упражнение помогает сконцентрироваться на правильном выполнении гребковых движений только одной рукой. Оно может также выполняться с использованием плавательной доски. Пловец должен удерживать доску за самый край, чтобы у него было достаточно места для выполнения полного цикла гребка.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОЙ РУКИ

При выполнении этого упражнения пловец должен проплыть серию упражнений при помощи одной руки. Другая рука может быть вытянута вперед. Положение с вытянутой вперед рукой хорошо подходит для обучения гребку рукой, расположенной со стороны, на которой выполняется вдох. Для обучения выполнению гребковых движений противоположной рукой лучше подходит положение руки назад вдоль тела с ладонью, прижатой к бедру. Это обусловлено тем, что при таком положении рук тело во время гребка будет поворачиваться в сторону как обычно при плавании, а движение руки будет максимально приближено к реальному. Пловец может проплыть с одной рукой один или несколько раз всю длину бассейна, а затем сменить руку. Упражнение можно выполнять одновременно с движениями ног или без их помощи.

ПЛАВАНИЕ СО СЖАТЫМИ В КУЛАК ПАЛЬЦАМИ РУК

Цель этого упражнения — научить пловца использовать поверхность руки для создания движущей силы. Спортсмен должен проплыть определенную дистанцию, сжав пальцы рук в кулак.

Когда рука сжата в кулак, пловцу для отталкивания воды назад приходится использовать только поверхность руки, благодаря чему он может научиться делать это более эффективно. Упражнение может выполняться без помощи ног.

ПЛАВАНИЕ С ДОМИНИРУЮЩЕЙ РУКОЙ, СЖАТОЙ В КУЛАК

Для выполнения этого упражнения спортсмен должен проплыть определенную дистанцию при помощи ног или без них, выполняя гребковые движения недоминирующей рукой с открытой кистью и доминирующей рукой, сжатой в кулак. Динамика скорости кисти пловца на рисунке 4.3 показывает, что у большинства пловцов одна рука создает меньшее движущее усилие по сравнению с другой. Плавание с одной рукой, сжатой в кулак, позволяет увеличить движущую силу, создаваемую недоминирующей рукой. Прежде всего, упражнение помогает пловцу повысить нагрузку на эту руку с целью увеличения ее вклада в движение пловца вперед.

ПЛАВАНИЕ ПО-СОБАЧЬИ

Это упражнение хорошо подходит для тренировки подводной части гребка, поскольку оно замедляет движение рук настолько, что пловец может сознательно проконтролировать выполнение движения руки вниз и внутрь (рис. 4.26).

При плавании по-собачьи пловец перемещает руку вперед под водой. Сначала он вытягивает руку вперед и удерживает ее в обтекаемом положении в пределах продольных очертаний тела, пока выполняет гребок второй рукой. Гребок рукой должен представлять собой медленную, размеренную последовательность движений, в течение которой пловец концентрируется на правильном выполнении движения вниз, захвата и движения внутрь одной рукой, после чего вытягивает ее перед собой и повторяет последовательность движений другой рукой. Во время плавания голова не должна подниматься над водой. Для увеличения обтекаемости она должна быть опущена в воду, вдох выполняется при повороте тела и головы в сторону. Упражнение выполняется только при помощи рук, чтобы пловец мог сконцентрироваться исключительно на гребковых движениях рук.

ПЛАВАНИЕ ПО-СОБАЧЬИ С ДЛИННЫМ ГРЕБКОМ

Это упражнение предназначено для обучения выполнению полного цикла гребка под водой. Чтобы пловец мог полностью сконцентрироваться на движениях рук, упражнение следует выполнять со вспомогательным плавательным средством — «поплавком» для ног. Исходное положение вниз лицом в воде, руки вытянуты вдоль тела вперед. Пловец выполняет правой рукой скольжение вниз в положение для захвата, а затем гребковое движение внутрь и вверх, не выпрямляя руки полностью и не поднимая ее над водой. После этого он возвращает правую руку в исходное положение и повторяет гребковые движения левой рукой.

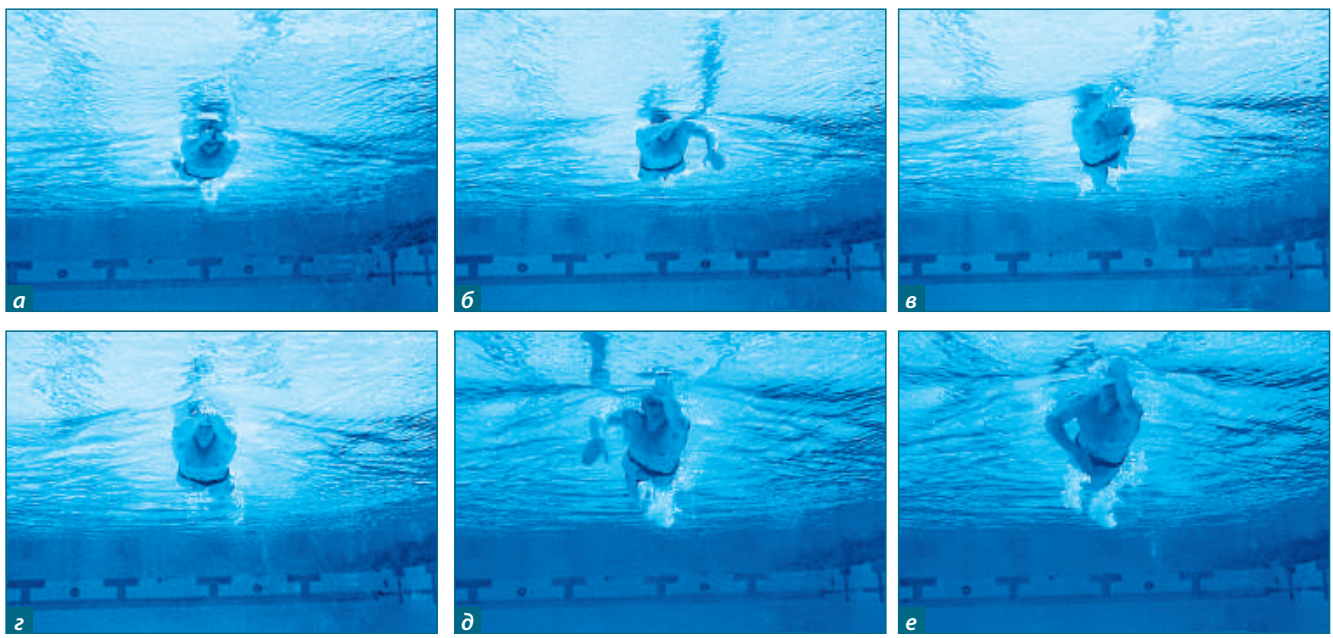


РИСУНОК 4.26 — Плавание по-собачьи: *а* — исходное положение — скольжение; *б* — захват левой рукой; *в* — движение внутрь левой рукой; *г* — скольжение; *д* — захват правой рукой; *е* — движение внутрь правой рукой

Упражнения для обучения технике проноса руки и дыхания

Упражнение «Поочередные гребки руками», описанное выше, прекрасно подходит для обучения проносу руки и технике дыхания, кроме того здесь предложены и другие упражнения, пригодные для этой цели.

ПЛАВАНИЕ ВДОЛЬ РАЗДЕЛИТЕЛЯ ДОРОЖЕК

Плавание вдоль разделителя дорожек, касаясь его плечом. В этом упражнении, чтобы не зацепиться рукой за разделитель, пловец вынужден выполнять пронос руки с поднятым локтем. Упражнение следует выполнять поочередно для улучшения техники проноса обеих рук.

ПРОНОС С КАСАНИЕМ ПАЛЬЦАМИ ВОДЫ

Это упражнение также предназначено для обучения пловца выполнению проноса руки с поднятым локтем. Спортсмен во время проноса руки касается пальцами воды. Рука должна быть согнута в локте так, чтобы локоть был направлен вверх и располагался над пальцами, которые должны рассекать поверхность воды почти по прямой вдоль туловища. Упражнение выполняется при помощи движений ногами или с поплавком.

ПРОНОС С КАСАНИЕМ ВОДЫ БОЛЬШИМ ПАЛЬЦЕМ РУКИ

Это упражнение похоже на предыдущее, за исключением того, что во время проноса по воде скользит большой палец руки. Остальные пальцы не должны касаться воды. Кисть, расположенная вблизи поверхности, должна перемещаться почти по прямой линии от выхода из воды до входа. Это упражнение хорошо подходит для обучения проносу с поднятым локтем.

ПРОНОС С ЗАДЕРЖКОЙ БОЛЬШОГО ПАЛЬЦА РУКИ ОКОЛО УХА

Это еще одно упражнение для обучения проносу с поднятым локтем. Во время проноса руки над водой пловец подносит большой палец руки к уху и на некоторое время задерживает руку в этом положении перед дальнейшим движением вперед.

Упражнения для обучения движениям ногами и их согласованию

Основная цель этой группы упражнений — помочь пловцу освоить технику попеременного движения ногами при плавании кролем и развить координацию движений рук и ног.

ПЛАВАНИЕ НА БОКУ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Это упражнение хорошо подходит для обучения движениям ногами по диагонали и поворотам тела в сторону, противоположную той, с которой пловец производит вдох. Он плывет на боку при помощи ног, «нижняя» рука вытянута вдоль тела вперед, а другая — назад, кисть расположена на бедре. После четырех, шести, восьми или большего количества ударов ногами пловец поворачивается на противоположную сторону, меняет положение рук и плывет на другом боку. Это упражнение можно повторять проплывая на каждом боку разное количество дистанций. Сначала спортсмен должен проплывать при помощи ног на одном боку хотя бы одну длину бассейна. Многим пловцам плохо удаются движения ногами по диагонали на стороне, противоположной той, на которой происходит вдох. Поэтому они пытаются избегать таких движений, если только тренер не потребует от них этого. Упражнение поможет им овладеть техникой выполнения движений ногами на обеих сторонах тела. Когда пловец освоит это упражнение, он может выполнять повороты тела из стороны в сторону после определенного тренером количества ударов ногами. В действительности это упражнение помогает пловцу сформировать шестиударный ритм движений ногами. Следует научить пловца выполнять два удара ногами на левом боку, два удара во время поворота тела и два удара на правом боку.

ПЛАВАНИЕ В ЛАСТАХ

Это хороший способ обучить пловца не сгибать ногу во время движения вверх при плавании кролем на груди и выполнять движения ногами с минимальной амплитудой, необходимой для эффективного движения вперед. Поскольку при плавании в ластах пловец лучше ощущает движения ног, он, вероятнее всего, не будет сгибать ногу при движении вверх или опускать стопу слишком сильно во время движения вниз.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ПРЯМЫХ НОГ

Это упражнение также может помочь исправить чрезмерное сгибание ног в коленях во время гребкового движения вверх при плавании кролем на груди. Пловец должен выполнять движения выпрямленной в колене ногой, сгибая ее только в тазобедренном суставе и не напрягая мышцы коленного сустава. В такой ситуации нога будет оставаться прямой при движении вверх и немного сгибаться под действием давления воды во время движения вниз.

ПЛАВАНИЕ ПОД ВОДОЙ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Упражнение представляет несколько серий заплывов под водой при помощи ног на 12,5—25 м. Упражнение выполняется поочередно (в положении лежа в воде лицом вниз и на обеих сторонах тела) для развития вертикальных и латеральных компонентов движений ногами при плавании кролем на груди. Руки должны быть расположены впереди на одной линии с телом, которое должно иметь наиболее обтекаемую форму. Это упражнение также подходит для обучения выполнению движения вверх прямой ногой, поскольку пловец может ощущать движения ног лучше, когда все тело находится под водой.

ВЫПОЛНЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ НОГАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕНЫ В КАЧЕСТВЕ ОПОРЫ ДЛЯ РУК

Пловец в течение некоторого времени выполняет движения ногами, удерживаясь руками за канавку для стока воды в стенке бассейна. Упражнение выполняется поочередно в положении лежа в воде лицом вниз и на обеих сторонах тела. Выполнение движений ногами в положении на боку — еще один прекрасный способ помочь пловцам удерживать ноги прямыми во время попеременных движений вверх, поскольку они могут видеть и ощущать движения ног. Еще один положительный аспект данного упражнения в том, что тренер может наблюдать за его выполнением с бортика бассейна и давать пловцам дополнительные указания.

Дыхание во время плавания

Скорость пловца обычно увеличивается, если он не поворачивает голову в сторону для вдоха. Это можно объяснить, по меньшей мере, двумя причинами: 1 — гребковое движение руки на стороне, противоположной той, где выполняется вдох, позволяет создать большую движущую силу, поскольку меньше усилий уходит на поворот тела после вдоха; 2 — поворот тела для вдоха несколько увеличивает сопротивление воды, независимо от того, насколько хорошо он выполнен.

Пловец сталкивается с дилеммой: ограничение дыхания во время преодоления дистанции ухудшает снабжение организма кислородом и может стать причиной преждевременного утомления, а слишком частые повороты для вдоха могут снизить скорость. Поэтому очень важно определить ритм дыхания, наиболее эффективный для каждой дистанции. В то время как большинство тренеров единодушны в том, что один вдох на каждый цикл гребка — это лучший ритм для плавания на 200 м и более, многие из них рекомендуют ограничить дыхание на дистанциях от 25 до 100 м по упомянутым выше причинам. В этом подразделе мы обсудим особенности дыхания во время спринтерских заплывов.

Проплывание дистанций 25 и 50 м

Во время заплывов на этих дистанциях пловец должен ограничить дыхание, поскольку эффект увеличения скорости за счет уменьшения количества поворотов головы для вдоха часто превосходит любые последствия недостатка потребления кислорода на их физическую работоспособность. Заплывы на дистанцию 25 м обычно выполняются без единого вдоха.

На тренировке пловцы 8 лет и младше могут проплывать дистанцию 25 м задерживая дыхание. Подростки и взрослые спортсмены могут проплывать задерживая дыхание дистанцию 50 м, хотя большинство пловцов увеличивают скорость, если делают от одного до трех вдохов в течение заплыва. Дети 10—12 лет во время заплывов на дистанцию 50 м должны делать два—три вдоха.

Причиной дистресса при задержке дыхания во время заплыва на дистанцию 50 м является накопление углекислого газа в организме, а не нехватка кислорода. Время преодоления такой дистанции слишком мало, чтобы значительный объем кислорода мог попасть в легкие и оттуда в мышцы. Поэтому дыхание не улучшит снабжение организма кислородом. Кислород, затрачиваемый пловцом во время заплыва на такую дистанцию, он вдыхает в момент перед погружением в воду. Вместе с тем значительный расход энергии на спринтерских дистанциях приводит к образованию большого количества углекислого газа за короткое время, и пловец для снижения ощущаемого дистресса должен периодически выдыхать этот углекислый газ.

При заплыве на дистанцию 50 м пловец должен поэкспериментировать с одним, двумя и тремя вдохами во время проплывания, чтобы определить, какой ритм дыхания дает наилучшие результаты. Тогда как часть пловцов предпочитают делать три вдоха, самые успешные пловцы в старшем подростковом возрасте и старше должны проплывать дистанцию 50 м с двумя вдохами и менее. В какой момент дистанции пловец должен делать вдох, обсуждается для каждого ритма дыхания в следующих трех подразделах.

Заплыв с тремя вдохами

Если пловец при заплыве на дистанцию 50 м в коротком бассейне (длина бассейна 25 м) делает три вдоха, первый вдох должен происходить примерно за 7—10 м до поворота, второй — после преодоления около одной трети дистанции, а третий — после прохождения двух третей дистанции.

При заплыве в 50-метровых бассейнах вдох можно выполнять примерно через такие же расстояния, за исключением того, что здесь будет отсутствовать поворот. Первый вдох должен происходить на отметке 20 м, второй — на отметке 30 м и третий — на отметке 40 м.

Заплыв с двумя вдохами

Существует два различных способа дыхания с двумя вдохами, используемых пловцами на дистанции 50 м в 25-метровых бассейнах. В первом способе первый вдох выполняется за 5—7 м до поворота, а второй — примерно за 10 м до конца дистанции. Второй способ предполагает, что спортсмен проплывает одну длину бассейна с задержкой дыхания и оба вдоха осуществляет на второй половине дистанции. Первый из этих вдохов выполняется примерно после одной трети пути после поворота, а второй — после двух третей дистанции. При плавании в 50-метровых бассейнах пловец, выполняющий два вдоха, должен делать вдох на отметках 20 и 40 м.

Заплыв с одним вдохом

Существует несколько вариантов проплывания дистанции 50 м с одним вдохом. При плавании в 25-метровом бассейне вдох должен выполняться примерно за одну треть дистанции до финиша или на средине второй длины бассейна. При плавании в 50-метровом бассейне пловец должен делать вдох на отметке 30 или 40 м.

Плавание на дистанцию 50 м с одним вдохом рекомендуется как наиболее эффективный способ для подготовленных опытных спортсменов. Преимущество этого способа при плавании в 25-метровых бассейнах заключается в том, что прохождение первой длины бассейна без вдоха позволяет увеличить скорость и повысить вероятность выполнения более быстрого поворота. Пловец постоянно должен держать стенку бассейна в поле зрения, чтобы иметь возможность откорректировать свои гребковые движения и выполнить поворот на полной скорости. Для пловцов 10—13 лет использование этого способа дыхания может оказаться чересчур сложным, поскольку для преодоления дистанции им требуется больше времени. Таким пловцам во время заплыва на дистанцию 50 м рекомендуется выполнять вдох на каждые два цикла гребка.

Проплывание дистанции 100 м

Если речь идет о частоте дыхания, то заплыв на 100 м является достаточно сложной проблемой. Пловец должен найти компромисс между увеличением скорости за счет минимального количества вдохов и замедлением развития утомления путем повышения снабжения организма кислородом. Чаще всего пловцы делают один вдох в течение первых 25 м, два вдоха — на вторых 25 м, а затем, на протяжении оставшейся части дистанции, по одному вдоху на каждый второй цикл гребка. Некоторые пловцы во второй половине дистанции ограничивают дыхание еще сильнее, выполняя по три вдоха на две последние части дистанции по 25 м (или 6 вдохов на 50 м, если заплыв происходит в 50-метровом бассейне).

Я считаю, что все эти способы слишком сильно ограничивают дыхание пловца, вследствие чего у него уже в начале второй половины дистанции развивается утомление. Мне кажется, что большинство спортсменов могли бы улучшить свои результаты, если бы они делали больше вдохов, особенно в первой половине дистанции. Это обусловлено тем, что для попадания кислорода из легких в мышцы требуется несколько секунд. Поэтому воздух, который пловец вдыхает в первой четверти дистанции, является источником кислорода для мышц в следующей четверти дистанции. Следовательно, пловец во время заплыва на 100 м должен делать больше вдохов на протяжении первых 50 м дистанции, даже если он и не ощущает в этом потребности. Когда спортсмен задерживает дыхание до момента ощущения потребности во вдохе, утомление достигает уже значительной степени. Несмотря на то что несколько вдохов, сделанных в первой половине дистанции, способны уменьшить скорость пловца в этой части заплыва, увеличение скорости во второй половине дистанции должно компенсировать это замедление и улучшить общий результат.

Во время заплывов на дистанцию 100 м спортсмен должен поэкспериментировать с предложенными ниже способами дыхания и выбрать тот, который позволит ему добиться лучшего результата.

- В первой четверти дистанции делать вдох на каждый второй цикл гребка, а на оставшейся части дистанции — вдох в течение каждого цикла гребка.
- Делать вдох на каждый второй цикл гребка в первой половине дистанции и в каждом цикле гребка во второй половине дистанции.
- Делать вдох на каждый второй цикл гребка на протяжении всего заплыва.

• Делать вдох на каждый цикл гребка в течение всего заплыва.

Последняя рекомендация может показаться неожиданной. Большинство специалистов считают, что настолько частое дыхание должно существенно увеличить время заплыва на дистанцию 100 м. В действительности много пловцов на короткие дистанции добились выдающихся результатов, используя именно такой способ дыхания на протяжении всей дистанции или большей ее части. Поэтому начинающие пловцы могут попытаться воспользоваться этим способом, прежде чем окончательно от него отказаться.

Я предлагаю пловцам провести ряд пробных заплывов, чтобы определить, насколько часто они могут выполнять вдох на дистанции 100 м, не снижая при этом скорости. Спортсмен должен проплыть серию из 6—8 повторений по 50 м после интенсивной тренировочной нагрузки. Это необходимо, чтобы сымитировать утомление во второй половине заплыва на 100 м. Между такими заплывами на дистанцию 50 м пловец должен делать 20—30-секундные паузы для отдыха. Во время контрольных заплывов от пловца требуется плавание с максимально возможной скоростью.

В серии заплывов пловец должен произвольно чередовать два или более рекомендованных способа дыхания, а тренер — записывать время преодоления дистанции и способ дыхания. Способ дыхания, который позволяет постоянно получать наилучший результат, следует использовать во время соревнований. Если несколько способов дыхания дают примерно одинаковый результат, предпочтительным является способ с более частым дыханием, поскольку он обеспечивает лучшее снабжение организма кислородом.

Необходимо также отметить, что независимо от предпочтительного варианта дыхания, пловец должен проплывать последние 5—10 м любой дистанции без дыхания, чтобы финишировать с максимальной скоростью. Важно подчеркнуть, что тренировка в условиях гипоксии и другие плавательные упражнения с ограничением дыхания являются неотъемлемой частью тренировочной программы спринтеров, поскольку они развивают способность проплывать короткие дистанции с меньшим количеством вдохов при более низком уровне дистресса.

Проплывание длинных дистанций

Как отмечалось ранее, принято считать, что во время заплывов на дистанцию 200 м и более пловец должен делать вдох каждый цикл гребка. Несмотря на это находятся пловцы, ошибочно уверенные в том, что уменьшение частоты дыхания в начальной части дистанции позволяет им сберечь время. В таком случае всегда важно помнить о том, что вдохи в начале дистанции снабжают кислородом их мышцы спустя некоторое время. Поэтому они могут замедлить наступление утомления благодаря более частому выполнению вдохов в начальной части дистанции, когда им кажется, что они вполне способны задержать дыхание.

Глава 5

Баттерфляй

Баттерфляй является вторым по скорости способом спортивного плавания. Он возник на основе брасса в начале 1930-х годов, когда пловцы определили, что можно двигаться быстрее, если проносить руки вперед над водой, а не перемещать их под водой. Пронос рук над водой хотя и был достаточно радикальным явлением, не противоречил правилам плавания брассом, поскольку руки перемещались вперед симметрично и одновременно.

С появлением гребкового движения руками способом баттерфляй соревнования по плаванию способом брасс стали одними из самых интересных событий в спортивном плавании. Одни спортсмены продолжали плавать брассом, используя перемещение рук под водой, как это было принято ранее. Другие выполняли пронос рук над водой. Еще какая-то часть спортсменов плавали комбинированным стилем, используя оба типа гребковых движений рук. Очень скоро практически все соревнования по плаванию способом брасс начали выигрывать пловцы, использовавшие гребок с проносом рук над водой способом баттерфляй. Позднее пловцы обнаружили, что плавать брассом с гребком способом баттерфляй можно еще быстрее, если использовать то, что нам сейчас известно под названием *дельфинообразное движение ногами*. Это движение также не противоречило правилам плавания брассом, поскольку ноги двигались одновременно и в одной плоскости. С введением дельфинообразного движения ногами брасс с использованием гребковых движений способом баттерфляй стал настолько быстрее по сравнению с обычным брассом, что в 1955 г. его выделили в отдельный способ спортивного плавания. Появлением баттерфляя мы обязаны пловцу Джеку Зигу и его тренеру Дэвиду Армбрустеру из Университета Айовы.

При описании плавания способом баттерфляй в этой главе в основном используются те же понятия, которые были использованы для описания кроля на груди в главе 4. Материал представлен в следующем порядке: траектория движения кисти и динамика скорости кисти и пловца, гребковые движения руками, дельфинообразные движения ногами, согласование движений рук и ног, волнообразные движения тела и дыхание, распространенные ошибки и тренировочные упражнения.

Траектория движения кисти и динамика скорости

Цикл гребка руками при плавании способом баттерфляй состоит из пяти фаз: вход в воду и скольжение; движение наружу и захват; движение внутрь; движение вверх; выход из воды и пронос. В течение каждого цикла гребка руками пловец выполняет два полных дельфинообразных движения ногами. Первое ударное движение ногами совпадает со входом рук в воду, а второе — с гребковым движением руками вверх. В цикле гребка способом баттерфляй можно выделить четыре фазы. Первая наблюдается во время входа рук в воду и ударного движения ногами вниз. Вторая начинается с момента захвата и продолжается в течение движения внутрь. Третья происходит во время движения руками вверх и второго ударного движения ногами вниз. Четвертая наблюдается в момент проноса рук и движения ногами вверх и обусловлена действием волны воды.

Траектория движения кисти во время гребка

На рисунке 5.1 показан вид спереди, сбоку и снизу типичной траектории движения рук спортсмена при плавании способом баттерфляй. Эти траектории были получены в результате анализа данных видеосъемки заплыва Мэри Мигер, полученных в 1984 г. в Олимпийском тренировочном центре США в Мишн-Вьехо, штат Калифорния. Траектории изображают

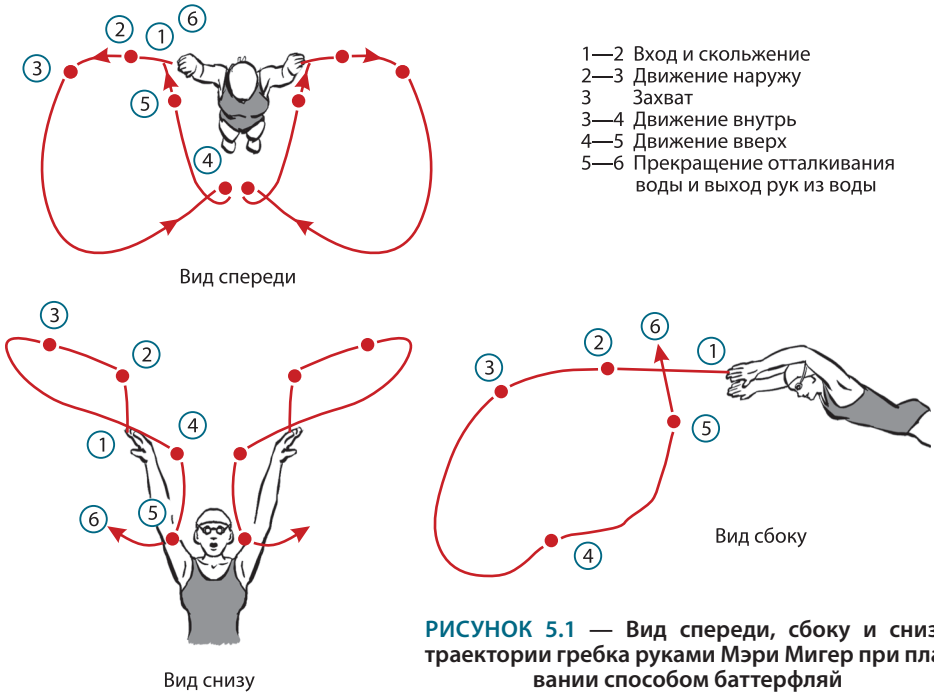


РИСУНОК 5.1 — Вид спереди, сбоку и снизу траектории гребка руками Мэри Мигер при плавании способом баттерфляй

движение кисти относительно фиксированной точки в бассейне и показывают сложность и разнообразие диагональных движений кисти при плавании баттерфляем.

Вид сбоку траектории гребка руками способом баттерфляй очень напоминает траекторию гребка способом кроль на груди. В начале цикла гребка руки движутся вниз, а в конце — вверх. В то же время вид спереди и снизу траектории гребка отличается тем, что в начале гребка руками пловец гораздо сильнее перемещает руки наружу, а затем во время движения внутрь выполняет более протяженные диагональные движения назад и внутрь.

Далее следует трехмерный анализ движений рук во время подводной части гребка руками способом баттерфляй. После входа в воду руки движутся прямо вперед почти под самой поверхностью воды одновременно с окончанием первого удара ног вниз. Затем руки перемещаются наружу в стороны до момента захвата. На траектории, показанной сбоку и спереди, видно, что во время движения наружу руки также движутся немного вниз. Это смещение кисти и предплечья вниз совсем небольшое и обусловлено сгибанием рук во время движения наружу.

Захват выполняется, когда руки находятся снаружи на уровне плеч. С этого момента руки движутся вниз под туловище большим круговым движением, которое начинается с движения рук назад, вниз и внутрь, а заканчивается движением назад, внутрь и вверх под туловищем. Переход к движению вверх происходит, когда кисти достигают средней линии тела, под грудной клеткой. В этот момент направление движения рук резко изменяется, они начинают двигаться назад, вверх и наружу до окончания движения вверх. Затем давление на воду ослабевает и после того, как кисти на пути к поверхности воды пройдут около бедра, начинается пронос рук вперед. После прекращения отталкивания воды назад кисти движутся вверх, наружу и после выхода из воды — вперед над водой.

В зависимости от способа выполнения гребка руками под водой пловцов можно разделить на две группы. У пловцов, использующих первый способ, руки во время движения внутрь доходят почти до средней линии тела, как это показано на рисунке 5.2. У пловцов, использующих второй способ, руки смещаются внутрь не так сильно (рис. 5.1).

У пловцов, использующих способ гребка, показанный на рисунке 5.2, на графике динамики скорости обычно наблюдается два выразительных пика увеличения скорости почти одной величины (во время движения внутрь и движения вверх — фазы подтягивания и отталкивания), и достаточно большой период замедления во вре-

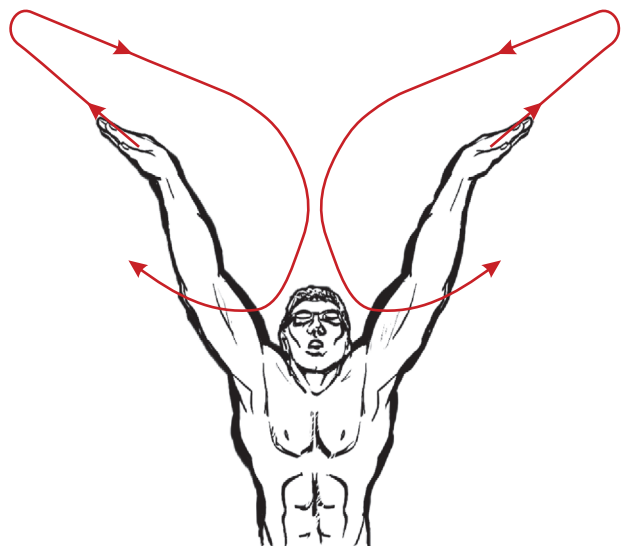


РИСУНОК 5.2 — Вид снизу траектории гребка при плавании способом баттерфляй, когда руки сходятся вместе под туловищем

мя перехода между этими основными фазами гребка. Для гребка, показанного на рисунке 5.1, на графике динамики скорости наблюдается один пик, поскольку усилия, создаваемые во время движения внутрь и движения вверх, сливаются вместе, и между этими двумя фазами практически отсутствует период снижения скорости. Достоинства и недостатки этих двух способов плавания обсуждаются далее в этой главе в подразделе, посвященном динамике скорости пловца.

На рисунке 5.3 показана траектория гребка относительно тела пловца — S-образная траектория, или траектория типа «*замочная скважина*», — термин, который используется для обучения гребку руками способом баттерфляй и довольно точно отображает реальную картину. Как и в случае гребка рукой при плавании способом кроль на груди, такое изображение траектории гребка прекрасно иллюстрирует гребковые движения рук.

Движение наружу соответствует первому изгибу S-образной траектории, движение внутрь — среднему изгибу, а движение вверх — заключительному изгибу. Для обучения можно

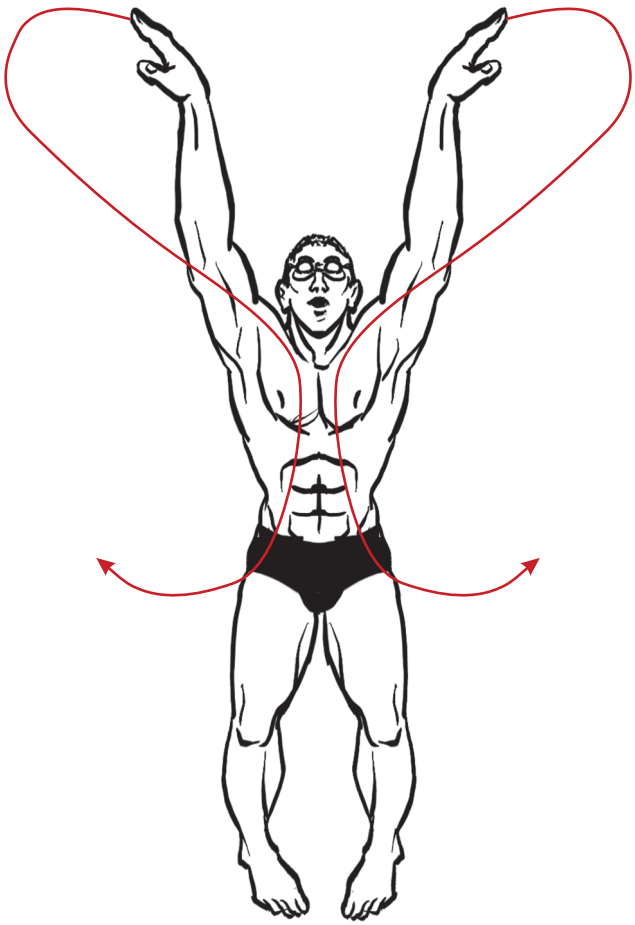


РИСУНОК 5.3 — Вид снизу траектории гребка руками способом баттерфляй, показанной относительно тела пловца

воспользоваться следующими указаниями. После завершения первого ударного движения ногами выполните руками движение наружу, пока они не окажутся расположенными по сторонам плеч. Затем переместите руки внутрь под грудную клетку, чтобы они почти сошлись вместе. И наконец, выполните движение руками наружу вверх и назад к поверхности воды. При движении кисти по первому изгибу S-образной траектории руки не создают движущей силы, поэтому его следует выполнять плавно. Скорость рук должна постепенно увеличиваться во время движения вдоль двух остальных изгибов траектории, достигая максимальной скорости на третьем изгибе.

Динамика скорости пловца и кисти

Графики скорости движения центра масс тела и кисти Мэри Мигер (олимпийская чемпионка 1984 г. в плавании баттерфляем) в течение одного цикла гребка показаны на рисунке 5.4 — на нижнем графике — скорость движения центра масс тела вперед, а на верхнем — скорость движения кисти в трех измерениях.

Динамика скорости движения вперед

График начинается с момента, когда руки пловца входят в воду одновременно с завершением первого удара ног. В этот момент тело Мэри Мигер имеет наименьшую скорость (1 м · с$^{-1}$), поскольку она только что завершила пронос рук. После удара ногами вниз и вытягивания рук вперед ее скорость возрастает до 2 м · с$^{-1}$. После этого скорость существенно снижается во время движения рук наружу и перемещения ног в исходное положение. В это время ее скорость падает до 1,3 м · с$^{-1}$. После выполнения захвата скорость во время движения внутрь быстро возрастает примерно до 1,8 м · с$^{-1}$. Затем следует еще один очень короткий период замедления во время перехода к движению вверх, после которого скорость движения вперед возрастает почти до 1,9 м · с$^{-1}$ в момент завершения движения вверх руками и второго ударного движения вниз ногами. Во время выхода рук из воды скорость движения снова падает на короткое время и опять возрастает во время первой половины проноса рук. Это увеличение скорости является результатом действия волны воды, создаваемой спортсменкой. Во время второй половины проноса рук скорость движения снижается до исходного момента входа рук в воду для начала следующего цикла гребка и первого движения вниз ногами.

При плавании кролем на груди основным источником движущей силы у большинства пловцов является гребковое движение руки вверх. Вместе с тем при плавании способом баттерфляй

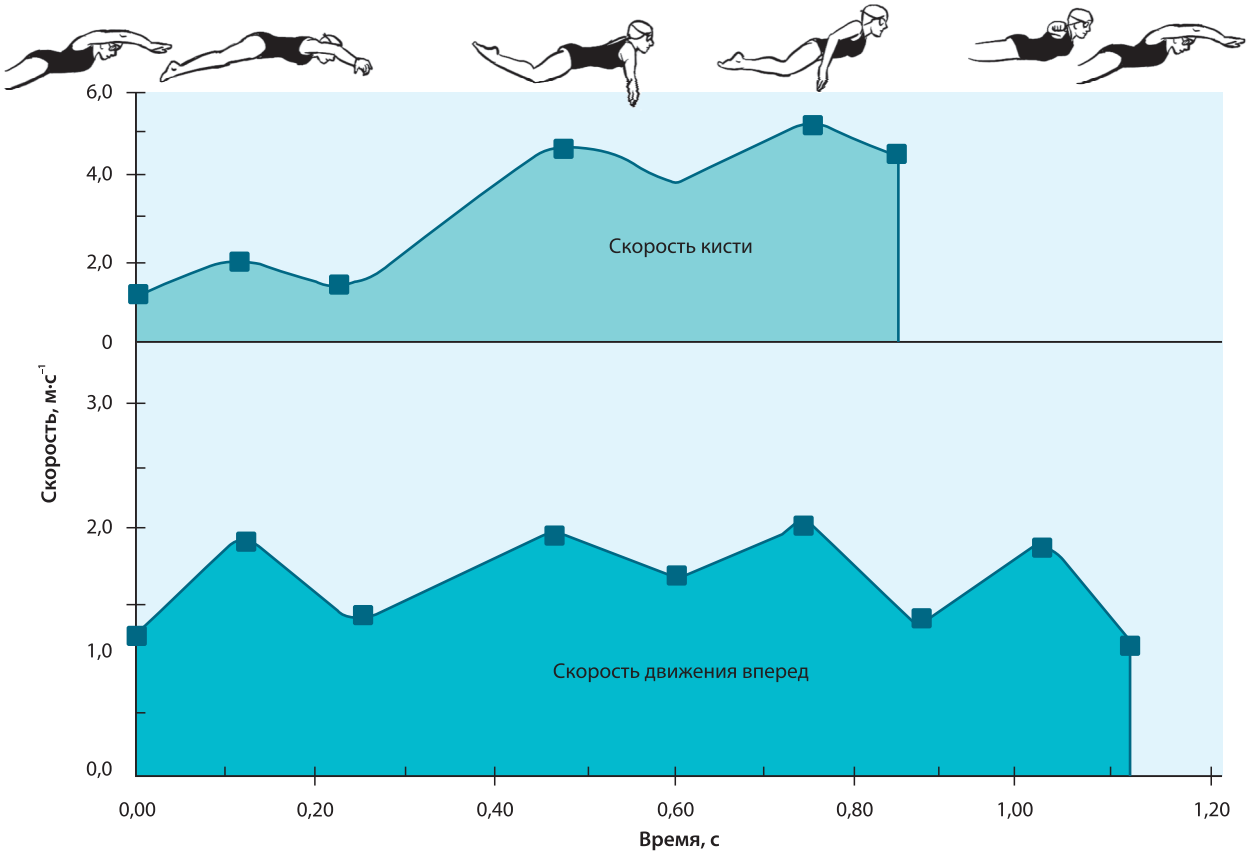


РИСУНОК 5.4 — Динамика скорости кисти и центра масс тела Мэри Мигер в течение одного цикла гребка руками при плавании способом баттерфляй

пловец может создавать не меньшую, а возможно, даже большую движущую силу и в других фазах цикла гребка. Исследования с участием семи пловцов — членов национальной сборной из Новой Зеландии — показали, что четверо из них развивают максимальную скорость во время движения рук вверх и второго ударного движения ног вниз. Еще два пловца достигали максимальной скорости во время входа рук в воду и первого ударного движения ног вниз. У последнего пловца наибольшая скорость наблюдалась в начале движения рук внутрь.

Динамика скорости кисти

Так же, как и при плавании кролем на груди, ускорения и замедления движения рук Мэри Мигер совпадают с аналогичными изменениями ее скорости движения вперед. С момента входа рук в воду их скорость замедляется, когда они движутся вперед вместе с туловищем в период между входом в воду и точкой начала движения наружу. Это подтверждается тем, что в этот период скорость центра масс тела и кистей практически одинакова.

На протяжении движения наружу скорость кистей остается практически такой же, как и скорость тела, несмотря на то что руки помимо движения вперед смещаются еще и в стороны. Это означает, что скорость их движения вперед уменьшается, а скорость движения наружу возрастает. Однако после выполнения захвата и начала основной фазы гребка, а именно движения внутрь, скорость ее рук начинает ускоряться. За этим следует короткий период замедления во время перехода от движения внутрь к движению наружу. Далее скорость движения рук увеличивается снова, достигая наибольшей величины, которая составляет около 5 м · с$^{-1}$ во время движения кисти вверх. Скорость движения кисти у большинства пловцов способом баттерфляй мирового уровня обычно достигает 3—4 м · с$^{-1}$ во время движения внутрь и 4—5 м · с$^{-1}$ во время движения вверх (Maglischo, 1984; Schleihauf et al., 1988).

Скорость кистей Мэри Мигер снижается в момент прекращения давления и продолжает снижаться, хотя и не столь значительно, до выхода рук из воды. Это означает, что она прекращает отталкивать воду назад еще до того, как ее руки выходят из воды. Скорость кисти в момент выхода из воды составляет около 4 м · с$^{-1}$ и продолжает снижаться на протяжении проноса примерно до 1 м · с$^{-1}$, когда они входят в воду для начала нового цикла гребка.

Динамика скорости движения выдающихся пловцов способом баттерфляй

Многие аспекты динамки скорости движения Мэри Мигер позволяют понять, что именно позволило ей стать столь выдающимся пловцом способом баттерфляй. Это становится особенно заметно при сравнении динамики ее скорости движения вперед с аналогичными данными менее квалифицированного пловца, приведенными на рисунке 5.5.

Первое и наиболее важное различие в том, что период, в течение которого Мэри Мигер поддерживает максимальную скорость, почти в 2 раза продолжительнее, чем у пловца национальной сборной. На протяжении цикла гребка руками длительностью 1,17 с она движется с ускорением в течение почти 0,7 с. Большинство пловцов способом баттерфляй, подобно пловцу, динамика скорости которого показана на рисунке 5.5, за время цикла гребка движутся вперед с ускорением в течение всего 0,3—0,4 с. Возможно, это обусловлено тем, что они способны эффективно использовать только одну фазу гребка (движение внутрь или движение вверх). В то же время лучшие пловцы мирового класса способны создавать равнозначные количества движущей силы в обеих частях основной движущей фазы гребка. Как показано на рисунке 5.5, во время движения внутрь скорость пловца возрастает не столь существенно, как у Мэри Мигер, несмотря на то что во время движения вверх он развивает скорость почти в 2 раза выше, чем у нее.

Второе существенное различие можно заметить в момент проноса рук. Скорость движения Мэри Мигер снижается не так сильно и на меньший промежуток времени. Продолжительность периода снижения скорости для нее составляет всего 0,10 с (см. рис. 5.4), тогда как для пловца, чья динамика скорости движения показана на рисунке 5.5, она равна почти 0,40 с. Мэри Мигер использует для ускорения движения во время первой половины проноса действие «наката» — движущей силы волны воды, а пловец национальной сборной — нет. Кроме того, увеличение скорости движения вперед в первой половине проноса позволяет ей ослабить снижение скорости во второй половине проноса. Еще одно серьезное отличие между этими двумя пловцами в том, что Мигер для проноса рук требуется всего 0,30 с, тогда как пловцу, график скорости которого показан на рисунке 5.5, для этого необходимо почти 0,40 с.

Важным преимуществом Мэри Мигер по сравнению с другими пловцами, специализирующимися в плавании способом баттерфляй, является сравнительно небольшая разница между максимальной и минимальной скоростью движения в течение цикла гребка. В любой момент гребка эта разница не превышает 0,70 м · с$^{-1}$. Ее максимальная скорость во время выполнения основного гребкового движения рук вверх — 2,10 м · с$^{-1}$, а во время проноса рук — около 1,40 м · с$^{-1}$. У пловца, чья динамика скорости движения приведена на рисунке 5.5, эта разница составляет несколько больше 1 м · с$^{-1}$.

Последним преимуществом Мэри Мигер является то, что она, в отличие от пловца национальной сборной, получает ускорение во время первого ударного движения ног вниз. Это связано с тем, что она выполняет это движение одновременно со входом рук в воду. В результате ударное движение ног ускоряет ее движение вперед в момент, когда ударное сопротивление, возникающее

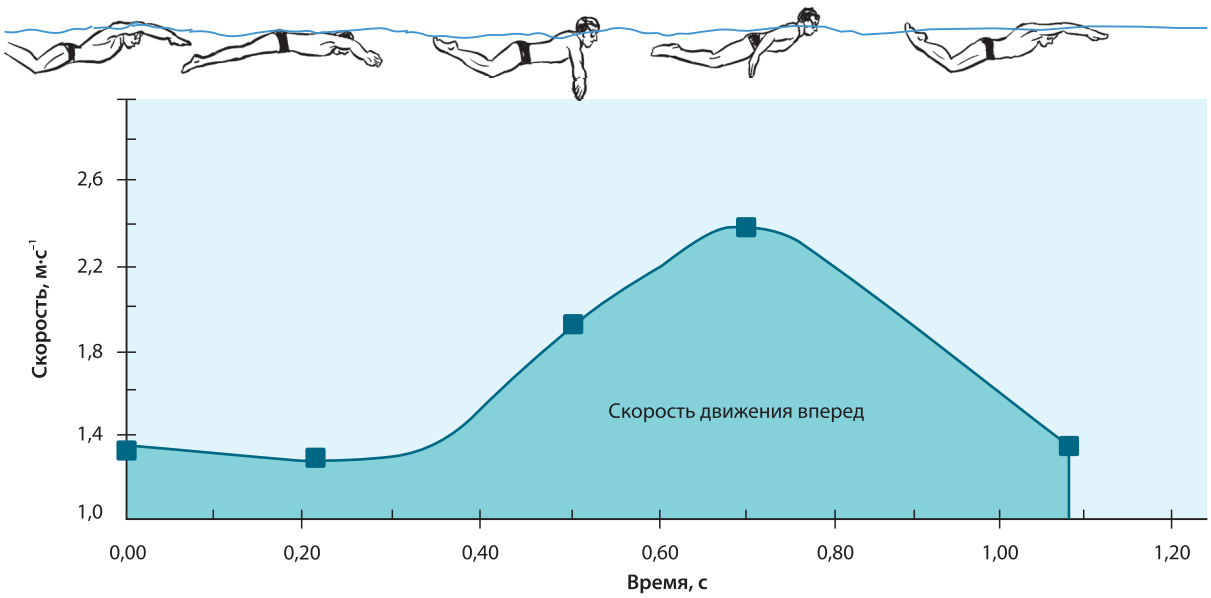


РИСУНОК 5.5 — Динамика скорости движения члена национальной сборной при плавании способом баттерфляй

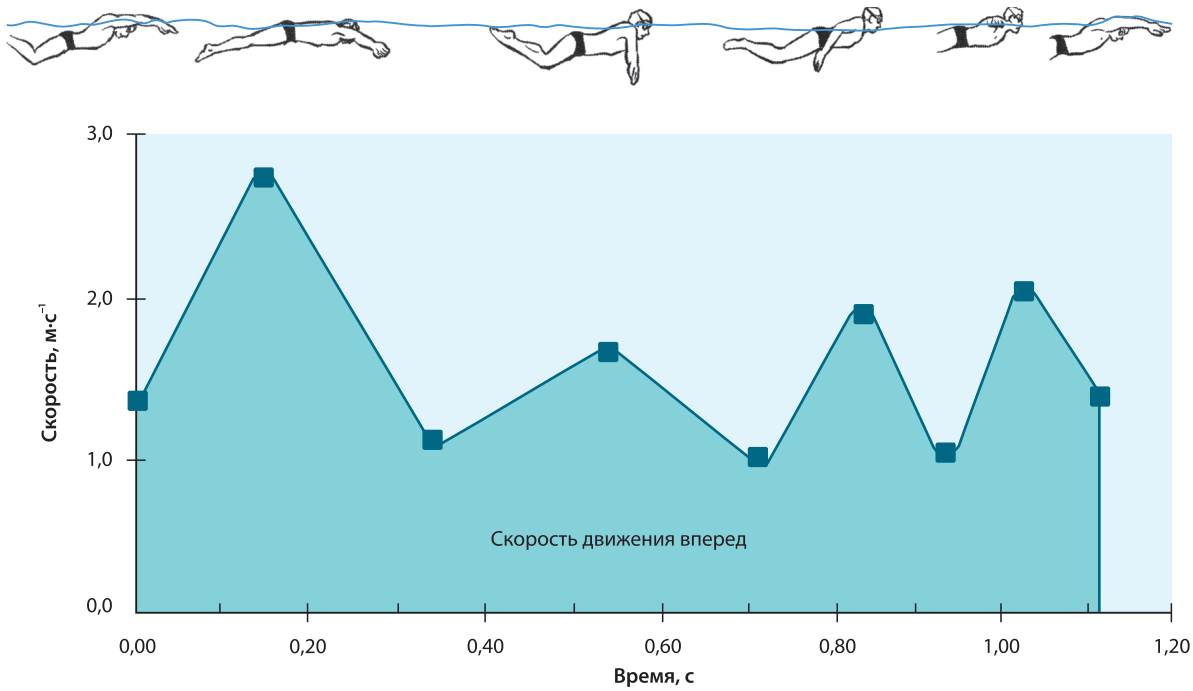


РИСУНОК 5.6 — Динамика скорости движения Пабло Моралеса при плавании способом баттерфляй. Данные для построения графика собраны во время предварительных заплывов на 100 м способом баттерфляй на Играх XXV Олимпиады 1992 г.

Адаптировано из Capraert, 1993

при входе рук в воду, тормозит ее движение вперед. Пловец на рисунке 5.5 выполняет первое ударное движение ногами вниз во время второй половины проноса рук. Ему приходится расплачиваться за это, когда его руки входят в воду. После завершения движения ногами вниз ударное сопротивление от входа рук в воду замедляет его движение сильнее и на более продолжительное время во время движения рук наружу.

Динамика скорости движения золотого медалиста Пабло Моралеса, показанная на рисунке 5.6, также демонстрирует ключевые различия между пловцами разного уровня квалификации. Этот график построен на основе данных, собранных во время предварительных заплывов на 100 м способом баттерфляй на Играх XXV Олимпиады 1992 г. Динамика скорости плавания Моралеса и Мигер имеет много общего. Период движения с ускорением у обоих пловцов составляет примерно 0,70 с, оба они лишь незначительно замедляют свое движение во время проноса рук. Скорость Моралеса в этой фазе гребка снижается всего на 0,50 $м \cdot с^{-1}$, что еще меньше по сравнению с замедлением Мигер в это же время. И наконец, время выполнения проноса у обоих пловцов составляет всего 0,30 с.

В динамике скорости плавания Моралеса и Мигер существует несколько отличий. Пабло Моралес имеет очень эффективное первое ударное движение ногами. В то же время его продвижение сильнее замедляется во время движения рук наружу. Эти отличия показывают, что даже выдающийся пловец может делать ошибки. Кроме того, эти графики показывают важность изучения динамики скорости движения у нескольких выдающихся пловцов для полного понимания возможностей создания движущей силы при плавании способом баттерфляй.

Динамика скорости движения с одним, двумя и тремя пиками ускорений

Динамика скорости движения Мигер и Моралеса представляет собой стиль двух величайших в истории спорта пловцов способом баттерфляй. Этот стиль характеризуется наличием четырех пиков ускорения. Два из них происходят во время гребка руками, третий наблюдается в момент входа рук в воду и первого ударного движения ног вниз. Четвертый пик ускорения возникает под действием «наката» — движущей силы волны воды, увлекаемой пловцом за собой, и совпадает с первой половиной проноса рук. Гребковые движения рук, используемые этими двумя пловцами при плавании способом баттерфляй, напоминают способ гребка с двумя пиками ускорения, описанный для кроля на груди, когда первый пик ускорения наблюдается во время движения рук внутрь, а второй — во время движения рук вверх. Между этими двумя фазами гребка, когда пловец изменяет направление движения кисти, есть небольшой период замедления движения.

Вероятно, способ гребка с двумя пиками ускорения обладает наибольшим потенциалом для создания движущей силы. Тем не менее следует сказать, что многие добившиеся успеха пловцы мирового класса используют гребок руками с одним (рис. 5.7) или четырьмя пиками ускорения. Гребок с одним пиком ускорения обеспечивает небольшое увеличение скорости во время движения рук внутрь практически без ее снижения при переходе к движению рук вверх. За этим следует сильное и быстрое ускорение в заключительной части цикла гребка руками под водой. Такой гребок обычно используют пловцы, которые во время движения рук внутрь отталкивают воду почти прямо назад. Иначе говоря, по сравнению с Мигер и Моралесом, в этой фазе гребка движение их рук в большей степени направлено назад и в меньшей — внутрь. В результате гребок представляет собой одно длинное движение вверх, которое начинается от момента захвата и заканчивается после прекращения отталкивания воды назад.

Я отдаю предпочтение гребку с двумя пиками ускорения, поскольку он позволяет пловцу добиться более высокого значения средней скорости движения в течение гребка. Во время движения рук внутрь ускорение имеет большую величину и продолжительность. Кроме того, во время движения вверх ускорение также будет больше, поскольку пловец при переходе от движения внутрь к движению наружу изменяет направление перемещения кисти и использует для отталкивания назад новые слои практически неподвижной воды.

Вместе с тем, как уже отмечалось ранее, несколько известных пловцов, добившихся результатов мирового уровня, использовали тип гребка с одним пиком ускорения. Поэтому пловцу не следует изменять способ выполнения гребка, пока он не определит, какой из них обеспечивает наибольшую среднюю скорость при выполнении гребка. Опасность использования способа с двумя пиками ускорения для некоторых пловцов заключается в том, что они могут опускать локоть во время движения внутрь. В таком случае их скорость во время движения руки внутрь будет замедляться и это ухудшит ситуацию еще сильнее, чем когда они выполняли гребок с одним пиком ускорения.

Некоторые квалифицированные пловцы из Австралии, специализирующиеся в плавании способом баттерфляй, используют тип гребка, обеспечивающий три пика ускорения, а в целом в динамике их скорости в течение одного цикла гребка можно выделить пять пиков (Mason, Tong, Richards, 1992). Такая динамика скорости движения показана на рисунке 5.8.

Прежде чем продолжить обсуждение, я должен прояснить некоторые моменты, связанные с рисунком 5.8, которые могут вызвать вопросы. Может сложиться впечатление, что на изображенной кривой шесть пиков ускорения. На самом деле их только пять. Небольшим пиком после начала захвата можно пренебречь, поскольку он появляется в результате проскальзывания кисти при попытке пловца выполнить захват.

По сравнению с динамикой скорости плавания Мигер и Моралеса, имеющей четыре пика ускорения, на кривой скорости австралийских

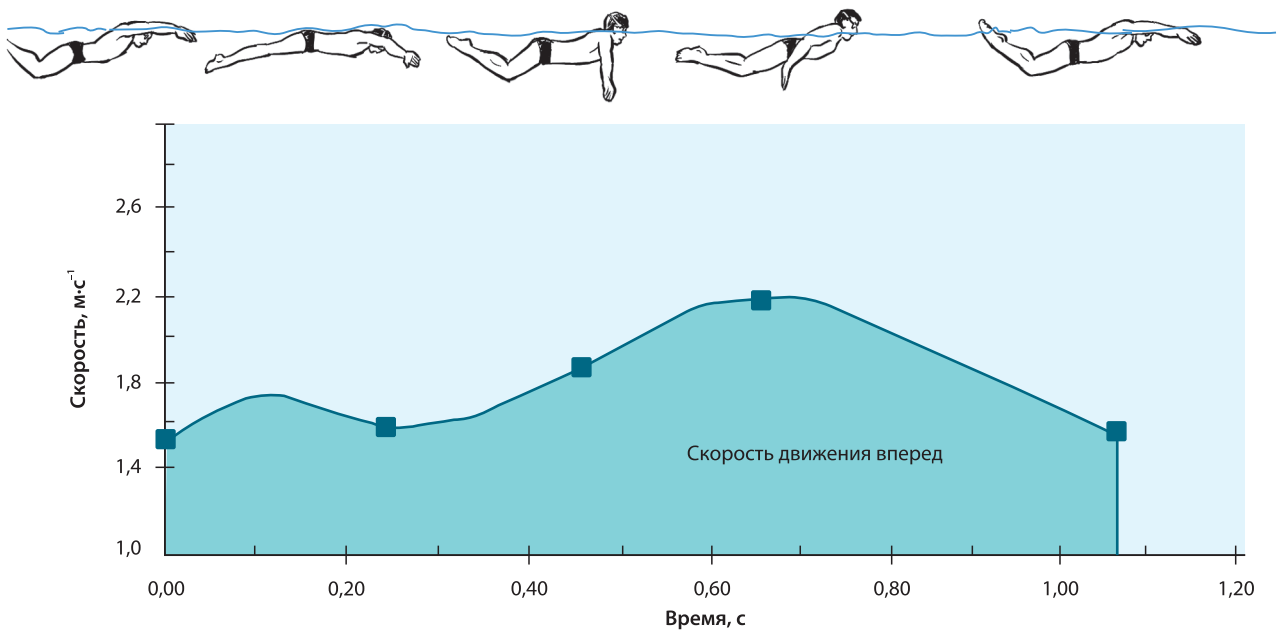


РИСУНОК 5.7 — Динамика скорости движения пловца при использовании гребка с одним пиком ускорения

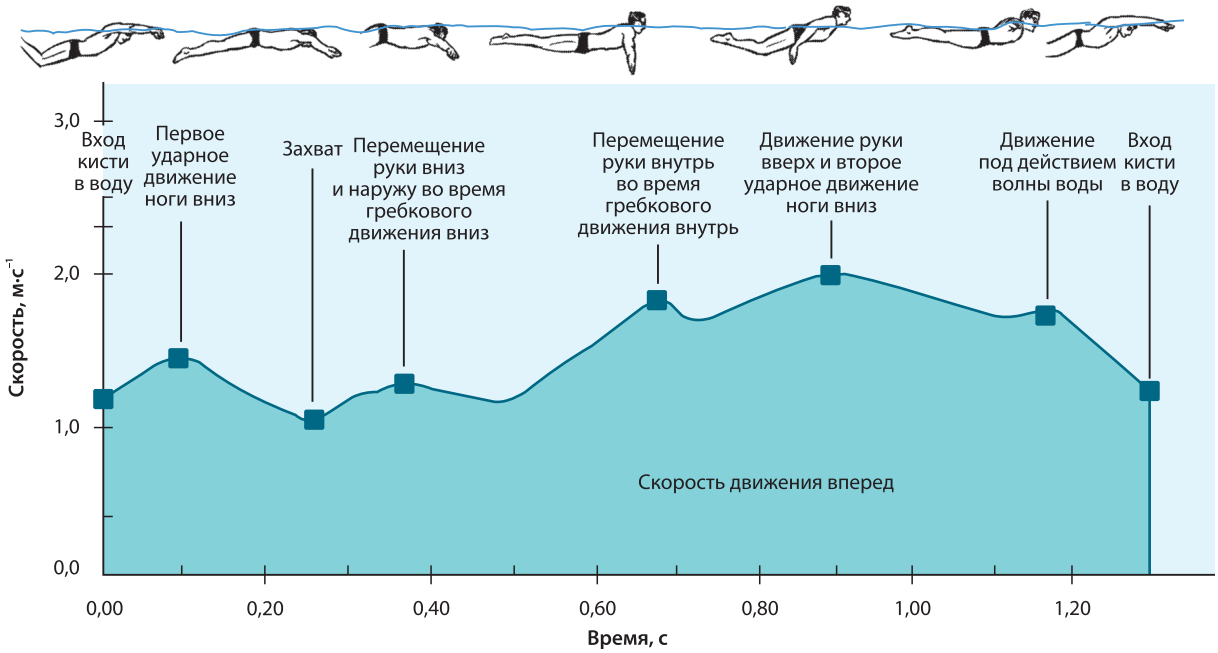


РИСУНОК 5.8 — Динамика скорости движения с пятью пиками ускорения, три из которых обусловлены гребковыми движениями рук

Адаптировано из Mason, Tong, Richards, 1992

пловцов во время движения внутрь наблюдается дополнительный пятый пик. Таким образом, в динамике скорости движения, показанной на рисунке 5.8, обнаруживается три пика ускорения, обусловленных гребковыми движениями рук: два во время движения внутрь и один — во время движения вверх. В сочетании с пиками ускорения после первого ударного движения ногами вниз и во время проноса, общее их количество составляет пять. В то же время в динамике скорости продвижения вперед Мигер и Моралеса выявляется только два пика ускорения, обусловленных гребковыми движениями рук: один во время движения внутрь, второй — во время движения вверх, а в целом их количество равно четырем.

Трудно сказать, какой именно тип гребкового движения внутрь обеспечивает большую движущую силу — тот, который дает два небольших пика ускорения, или тот, который дает один большой пик. В случае движения внутрь, обеспечивающего два пика ускорения, первый из них связан с начальной частью движения внутрь, в которой рука перемещается наружу и вниз, а второй — с перемещением руки внутрь. Пловцы, использующие такой тип гребка, выполняют руками сильное отталкивание воды наружу и назад сразу же после захвата, до того как руки начнут движение вниз и внутрь. За этим следует короткий период замедления, когда происходит смена направления движения кисти, после которого тело вновь движется с ускорением до завершения движения внутрь и перехода к движению наружу.

Мне кажется, что наличие двух пиков может указывать на наличие определенного «проскальзывания» во время движения кисти внутрь, обусловленного попыткой движения руки наружу и снова внутрь. Короткий период замедления продвижения пловца происходит в момент изменения направления движения. В это время пловец обычно отталкивает воду вниз, что и является причиной снижения его скорости. После этого замедление продолжается пока локти рук не окажутся над предплечьем и кистью, которые должны повернуться таким образом, что смогут отталкивать воду назад.

Переход руки от движения наружу к движению внутрь достаточно сложно осуществить без потери скорости движения вперед. Поэтому некоторым пловцам удобнее разделить движение внутрь на три части: отталкивание воды наружу, отталкивание воды вниз и отталкивание воды внутрь, что в целом дает два пика ускорения и короткий период замедления. Те спортсмены, которые пропускают отталкивание воды наружу и начинают с отталкивания воды вниз и внутрь сразу после захвата, утрачивают первый пик ускорения. Кроме того, для такого типа гребка характерен более продолжительный период замедления в начале движения рук внутрь, после которого наблюдается лишь один небольшой пик ускорения в заключительной части движения внутрь.

Все это я говорю, чтобы обосновать для пловцов, выполняющих приведение плеча во время движения внутрь, необходимость сохранения

правильной ориентации рук (предплечье и ладонь повернуты назад) от момента захвата до завершения движения внутрь. Благодаря этому они смогут добиться одного большого пика ускорения, который позволит им увеличить скорость значительно сильнее, чем два меньших по величине пика. Критическим фактором, определяющим способ гребка руками, который следует использовать конкретному пловцу, является средняя скорость в течение гребка. Я предлагаю пловцам во время движения кисти внутрь попытаться воспользоваться приведением плеча, как это будет описано далее в этой главе. Если они не могут выполнить такое движение, не опуская при этом локоть, они должны попытаться использовать тип гребка внутрь, создающий два пика ускорения — с различимым направлением отталкивания воды наружу и внутрь. Оба типа гребка (с одним и двумя пиками ускорения) будут описаны далее в подразделе, посвященном этой фазе гребка руками.

Гребок руками

Как уже было отмечено ранее, гребок руками способом баттерфляй состоит из входа и скольжения, движения наружу, движения внутрь, движения вверх, а также прекращения отталкивания воды и перемещения рук над водой вперед (пронос). Фотоматериалы различных моментов гребка руками способом баттерфляй, сделанные под и над водой, показаны на рисунках 5.9 (вид спереди) и 5.10 (вид сбоку).

Вход и скольжение

Более правильно описывать эту фазу как *вход, скольжение* и первое ударное *движение ногами вниз* (рис. 5.9, *а*, *б* и 5.10, *а*, *б*).

Вход рук должен быть скоординирован с другими движениями пловца, в частности, он должен совпадать с движением ногами вниз.

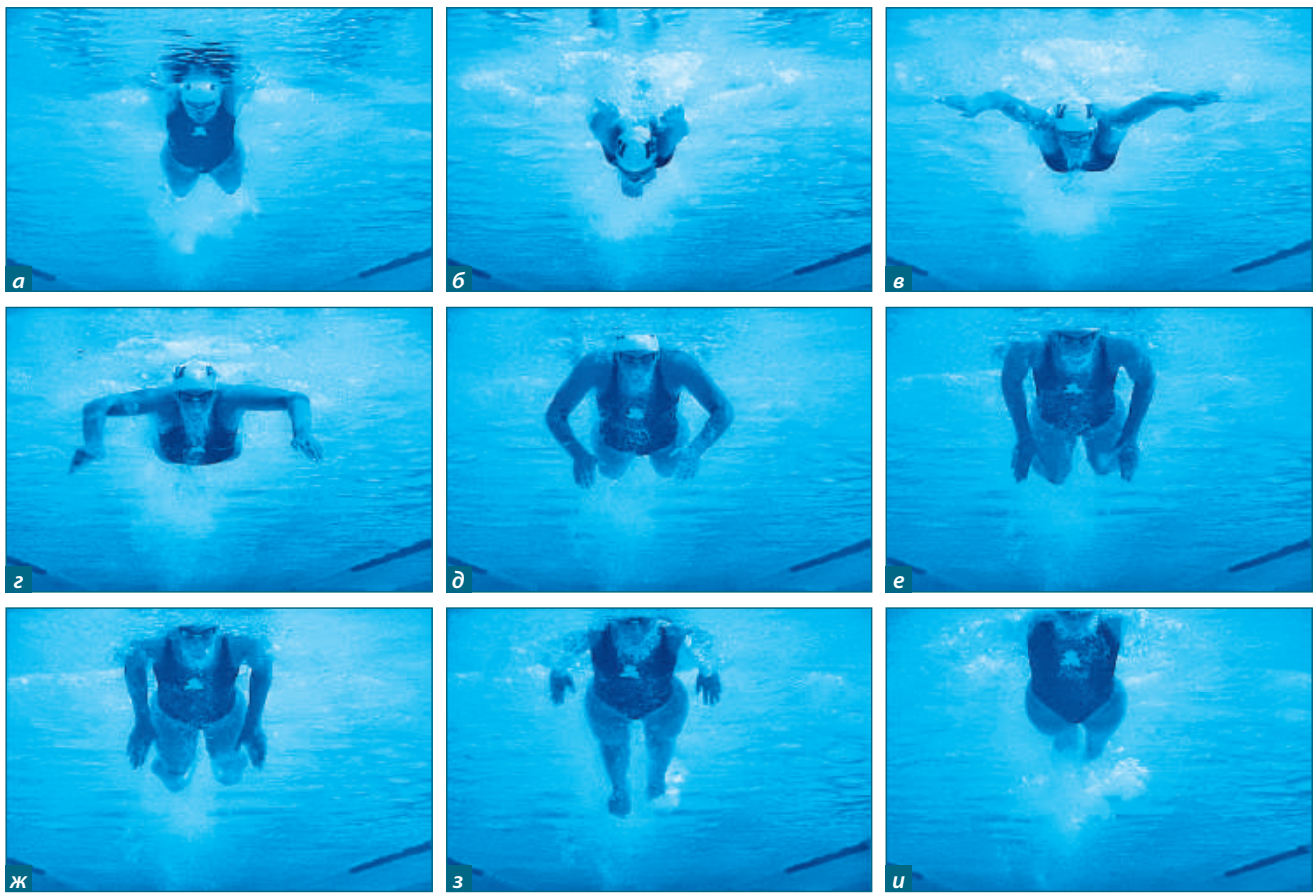


РИСУНОК 5.9 — Подводная фотосъемка Сары Бахам, победительницы Всеамериканских соревнований NCAA на дистанции 100 и 200 м способом баттерфляй: *а* — вход рук в воду; ноги начинают первое ударное движение вниз; *б* — завершение первого ударного движения вниз; скольжение рук; *в* — захват; голова продолжает двигаться вверх; продолжение первого движения ногами вверх; *г* — начало движения рук внутрь; голова продолжает двигаться вверх; продолжение первого движения ногами вверх; *д* — завершение движения рук внутрь; голова на поверхности; начало второго ударного движения ногами вниз; *е* — движение рук вверх; голова остается на поверхности; продолжение второго ударного движения ногами вниз; *ж* — завершение движения рук вверх; голова остается на поверхности; продолжение второго ударного движения ногами вниз; *з* — прекращение отталкивания воды руками и пронос рук; голова остается на поверхности; завершение второго ударного движения ногами вниз; *и* — фаза использования движущей силы волны; пронос рук над водой; второе движение ногами вверх

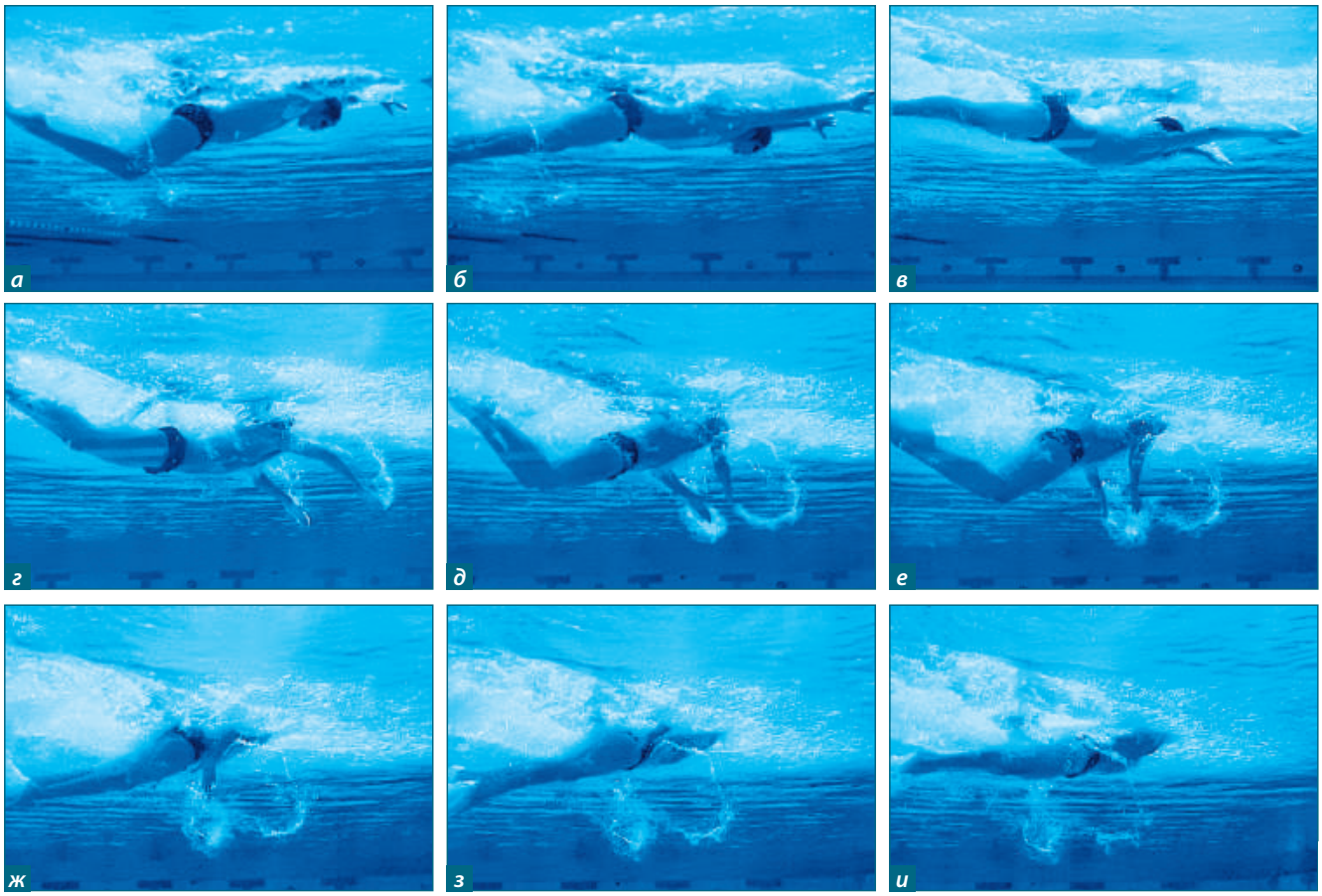


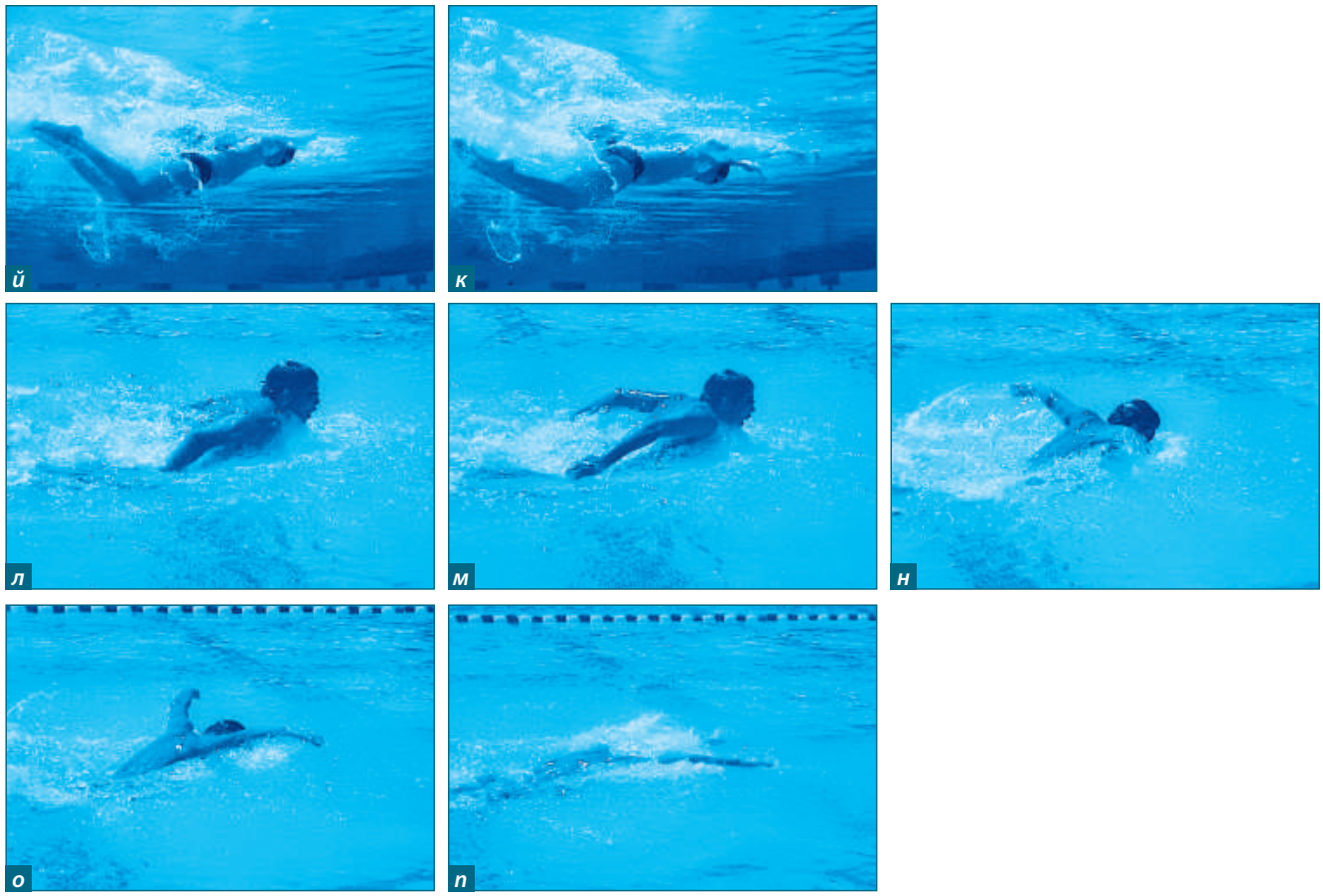
РИСУНОК 5.10 — Подводная и надводная фотосъемка Франциско Санчеса, чемпиона Панамериканских игр 1999 г. на дис-
***б* — завершение первого ударного движения ногами вниз; *в* — движение наружу и скольжение рук вперед; первое дви-**
начало второго ударного движения ногами вниз; *е* — переход от движения рук внутрь к движению вверх; продолжение
ния ногами вниз; *з* — прекращение отталкивания воды руками; завершение второго ударного движения ногами вниз;
вниз; продолжение проноса рук; *к* — первое ударное движение ногами вниз; вход рук в воду; начало следующего
над водой; *о* — продолжение проноса рук, начало первого ударного движения ногами вниз; *п* — вход кистей в воду; про-

Благодаря этому пловец может использовать движущую силу ударного движения ногами для компенсации ударного сопротивления, возникающего при входе рук в воду. Руки должны входить в воду впереди тела, расстояние между ними должно быть немного шире плеч. Кисти следует немного наклонить наружу, чтобы они могли войти в воду ребром. После входа пловец вытягивает руки вперед и немного наружу под самой поверхностью воды одновременно с завершением первого ударного движения ногами вниз. Руки должны оставаться на ширине плеч до завершения ударного движения, чтобы ослабить сопротивление воды и максимально использовать движущую силу толчка ногами.

Увеличение скорости пловца в результате ударного движения ногами можно видеть на графике скорости плавания Пабло Моралеса (рис. 5.6). Движения головы имеют большое значение для увеличения скорости движения вперед в результате ударного движения ног. В момент входа рук в воду и выполнения первого ударного движения ногами вниз пловец должен смотреть на дно бассейна. Однако после поднимания таза и погружения грудной клетки и плечевого пояса в воду он должен поднять голову и направить взгляд вперед. Поднимание головы поможет преобразовать движения тела в вертикальной плоскости в движение вперед благодаря *обратной волне тела*. Я расскажу об этом механизме в подразделе, посвященном положению тела.

Ускорение движения пловца вперед под действием первого ударного движения ногами вниз зависит от плавности входа рук в воду. Ударное сопротивление можно снизить до минимума, если удерживать руки над водой, пока они не окажутся перед плечами в положении для входа. Кроме того, для снижения сопротивления воды кисти должны входить в воду ребром и во время скольжения вперед оставаться в пределах ширины плеч.

Вход в воду можно выполнять прямыми или немного согнутыми в локтях руками, если это обеспечивает минимальное сопротивление



танции 100 м способом баттерфляй (результат 53,30 с): *а* — первое ударное движение ногами вниз и вход рук в воду; жение ногами вверх; *г* — захват; завершение первого движения ногами вверх; *д* — завершение движения рук внутрь; второго ударного движения ногами вниз; *ж* — завершение движения рук вверх; продолжение второго ударного движе- *и* — фаза использования движущей силы волны; второе движение ногами вверх; *й* — первое ударное движение ногами цикла; *л* — начало проноса рук; *м* — кисти выходят из воды; *н* — фаза использования движущей силы волны; пронос рук должение первого ударного движения ногами вниз

воды. Я предпочитаю вход в воду согнутыми в локтях руками потому, что это позволяет пловцу вынести их немного дальше вперед перед входом в воду. Благодаря этому пловец во время входа практически не отталкивает воду вперед кистями.

Помимо увеличения скорости продвижения пловца, первое ударное движение ногами вниз облегчает переход рук после входа к движению наружу. Волнообразное движение таза вверх должно достичь своего максимума как раз после завершения первого ударного движения ногами вниз. При этом грудная клетка и плечи погрузятся в воду, а это, в свою очередь, приведет к движению рук наружу. Кроме того, удар ногами помогает преодолеть силу инерции рук после входа, направленную внутрь и вперед, и изменить направление их движения на «вперед и наружу» с минимальными мышечными усилиями. Выполнение входа согнутыми в локтях руками также облегчает изменение траектории с движения внутрь на движение наружу, поскольку выпрямление рук вперед после входа в воду помогает преодолеть их инерцию, направленную внутрь.

Движение наружу и захват

Эта часть гребка показана на рисунках 5.9 *б*, *в* (вид спереди) и 5.10, *б*—*г* (вид сбоку). Пловец, показанный на рисунке 5.10, выполняет вход в воду широко расставленными руками и начинает движение наружу почти одновременно с завершением первого ударного движения ногами вниз. Спортсменка на рисунке 5.9, *б* ожидает завершения первого ударного движения ногами вниз и лишь потом начинает гребковое движение рук в стороны.

После завершения ударного движения ногами и преодоления направленной внутрь инерции рук пловец должен начать поднимание головы к поверхности. Кроме того, он должен также продолжить скольжение рук вперед и в стороны, пока они не будут расположены на расстоянии

шире плеч для выполнения захвата. Во время движения рук наружу ладони должны поворачиваться наружу, чтобы к моменту захвата они развернулись своей плоскостью назад. При выполнении захвата внутренняя поверхность плеч и предплечий тоже должна быть повернута назад. Во время движения рук наружу пловец должен сгибать их в локтях, чтобы уменьшить расстояние, которое руки должны пройти, чтобы повернуться поверхностью предплечий и ладонями назад. После входа скорость кисти снижается до момента захвата. Во время захвата руки должны быть согнуты под углом около 90°.

Движение рук наружу не создает движущей силы. Его предназначение — правильно расположить руки для создания движущей силы в следующей фазе гребка — движении внутрь (фаза подтягивания). Любые попытки создать движущую силу до момента, когда кисти будут расположены на расстоянии больше ширины плеч и повернуты плоскостью назад, приведут только к отталкиванию воды в стороны или назад.

Движение внутрь

Выполнение гребкового движения рук внутрь можно видеть на рисунках 5.10, *г, д* (вид сбоку) и 5.9, *в—д*. После выполнения захвата пловцы должны ускорить движение рук назад, наружу, вниз и внутрь, выполняя большой гребок по круговой траектории, заканчивающийся, когда кисти окажутся рядом под туловищем. Я думаю, что спортсменка на рисунке 5.9 могла бы завести руки под туловище глубже, хотя многие пловцы при плавании способом баттерфляй выполняют гребковое движение рук внутрь именно таким образом. Тем не менее я рекомендую использовать тип гребка, как у пловца на рисунке 5.10. Он выполняет приведение рук сильнее и в конце движения внутрь располагает кисти почти рядом под туловищем. Это позволяет ему увеличить создаваемую движущую силу в этой фазе гребка и в последующей фазе движения рук вверх. Способ создания движущей силы во время движения рук внутрь показан на рисунке 5.11.

Такое движение, подобно движению внутрь способом кроль на груди, является примером приведения плеча. Пловец должен переместить руки назад, вниз и внутрь, пока кисти не окажутся почти рядом под туловищем, а локти — рядом с грудной клеткой. Во время этого движения руки внутренние поверхности предплечий и ладоней должны использоваться как одно большое весло для отталкивания воды назад. Наклон ладоней во время движения рук внутрь изменяется с внешнего на внутренний,

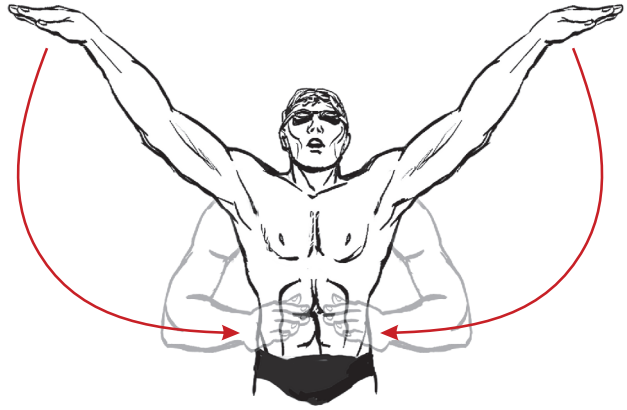


РИСУНОК 5.11 — Движение рук внутрь при плавании способом баттерфляй

но только потому, что руки меняют направление движения: сначала они перемещаются наружу, а затем внутрь.

Движение внутрь выполняется по типу гребного весла. В момент выполнения захвата руки должны быть согнуты в локтях под прямым углом и оставаться в таком положении в течение всего движения внутрь, пока они приводятся назад в направлении грудной клетки. Пловец может согнуть руки немного сильнее, чтобы сблизить их под туловищем. Однако он не должен начинать движение внутрь прямыми руками, а затем удерживать плечо выдвинутым наружу, перемещая кисть и предплечье вниз и внутрь за счет сгибания руки в локте.

Может возникнуть вопрос, как руки без гребковых движений могут оказаться под туловищем, если в начале движения внутрь расстояние между ними превышает ширину плеч и расположены они около поверхности воды. Это происходит за счет смещения плеч назад и вниз. При правильном выполнении этого движения предплечья и кисти естественным образом сместятся вниз, назад и под туловище.

Я считаю, что большинство пловцов могут увеличить суммарную движущую силу, развиваемую во время гребка руками, если во время движения внутрь они сведут руки под туловищем почти вплотную. Хотя завершающая часть движения внутрь (фаза подтягивания) по сути не является движущей, она позволяет расположить руки под туловищем для отталкивания воды в начальной части следующего за ним движения рук вверх (фаза отталкивания). Благодаря этому пловец использует тип движения с двумя пиками ускорения, который, по нашему мнению, дает возможность для увеличения движущей силы. Конечно, при таком способе гребка движение пловца будет замедляться сильнее при переходе от движения внутрь к движению наружу. Тем не менее увеличение продолжительности движения

внутрь, а также более эффективное его использование вместе с последующим движением вверх позволяют увеличить среднюю скорость пловца в течение цикла гребка.

Альтернативные способы движения внутрь

Многим пловцам бывает трудно выполнить плавный переход от первой части гребкового движения внутрь, включающей перемещение кисти наружу и назад, ко второй его части, включающей движение внутрь и назад, не ослабляя при этом давление на воду. Такие пловцы обычно используют один из двух альтернативных способов гребкового движения внутрь. В одном из них они разделяют это движение на две части. Сначала пловец отталкивает воду наружу и назад, смещая руки на небольшое расстояние. Затем руки переходят в положение с поднятым локтем, похожее на положение, используемое при плавании кролем на груди, после чего во второй половине гребкового движения назад пловец выполняет приведение рук назад к сторонам туловища. При таком типе движения внутрь динамика скорости пловца имеет два пика ускорения: один небольшой в первой части, когда рука перемещается наружу и назад, вслед за которым наблюдается небольшой период замедления в момент смены направления движения руки, и второй крупный пик во время приведения рук назад. Этот способ движения внутрь показан на рисунке 5.8.

Тип гребкового движения внутрь, при котором на кривой скорости наблюдается два пика ускорения (рис. 5.10), использует Франческо Санчес. Он отталкивает руками воду в стороны и назад (рис. 5.10, *в*), а затем плавно переводит их в положение с поднятым локтем (рис. 5.10, *г*). После перехода в положение с поднятым локтем, пловец должен энергично оттолкнуть воду предплечьями и ладонями, перемещая их внутрь и назад до завершения движения рук внутрь.

Этот тип гребкового движения рук внутрь используют главным образом пловцы, которые предпочитают выполнять захват с поднятым локтем так, как это происходит при плавании вольным стилем. Такое гребковое движение может быть очень эффективным при условии, что пловец разделяет его на две части и не пытается переместить кисти вниз сразу же после захвата. В последнем случае пловец теряет первый пик ускорения, а его скорость движения вперед еще больше замедляется в результате отталкивания воды вниз при перемещении рук в положение захвата с поднятым локтем. Одновременное перемещение рук вниз и внутрь обычно приводит к тому, что пловец выполняет гребок с опущенным локтем в течение первой части движения руки внутрь, отталкивая воду назад, пока руки не окажутся настолько глубоко, чтобы предплечья и ладони повернулись своей поверхностью назад.

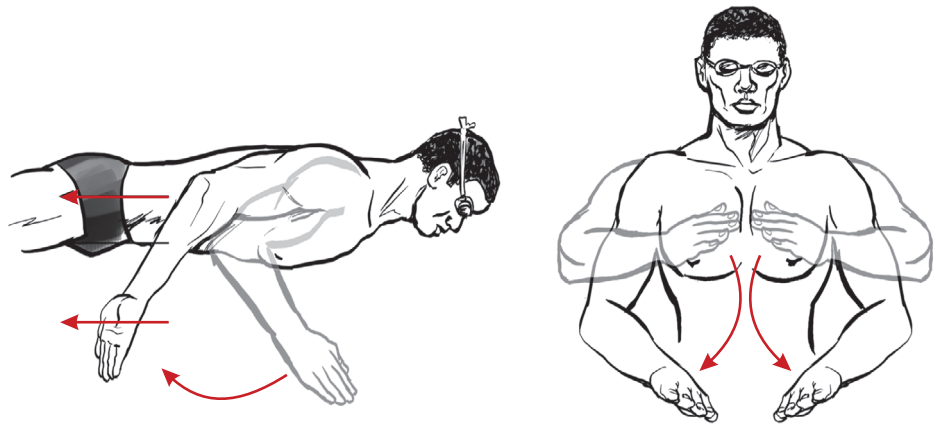
Второй способ выполнения гребкового движения рук внутрь — это простое скольжение кистей и предплечий в положении с поднятым локтем, как при плавании кролем на груди, перед отталкиванием воды назад. Пловцы во время гребкового движения рук наружу перемещают кисти в стороны. После этого они разворачивают ладони плоскостью вниз и перемещают кисть под локоть до начала движения внутрь. Пловцы, использующие такой тип гребка, должны следить за тем, чтобы не отталкивать воду ладонями и предплечьями, пока руки не займут положение для захвата, иначе они еще сильнее затормозят свое движение.

Выполнение гребкового движения внутрь любым из этих способов, несомненно, лучше, чем выполнение гребка с опущенным локтем, однако я сомневаюсь, что они могут поддерживать максимальную скорость движения вперед так же, как при выполнении гребка с приведением рук, описанного выше. Тем не менее для многих спортсменов эти способы выполнения гребка являются единственными, которые позволяют им произвести хороший захват с поднятым локтем.

Движение вверх

Гребковое движение рук вверх показано на рисунках 5.9, *е, ж* (вид спереди) и 5.10, *д—ж* (вид сбоку). Переход от движения внутрь к движению вверх начинается, когда кисти сходятся вместе под туловищем. В этот момент происходит резкая смена направления движения рук — они перестают двигаться внутрь и начинают перемещаться наружу, назад и вверх к поверхности воды. Переход от движения внутрь к движению наружу показан на рисунке 5.10, *д*. После начала движения рук вверх пловец использует ладони и внутренние стороны предплечий в качестве весел для отталкивания воды назад.

Во время движения вверх руки должны оставаться в согнутом положении. Вопреки распространенному мнению, руки выпрямляются только во время проноса, но не движения вверх. Разгибание рук в локте допустимо только в незначительной степени, необходимой для перемещения вместе с движущейся назад водой после прекращения ее отталкивания и подготовки к выполнению проноса. Руки должны оставаться согнутыми в локте, чтобы предплечье и ладонь были повернуты назад до момента прекращения отталкивания воды назад.



а *б*

РИСУНОК 5.12 — Движение вверх при плавании способом баттерфляй

Гребковое движение рук вверх заканчивается, когда они доходят до уровня бедер. Скорость кисти снижается в момент перехода от движения внутрь к движению вверх и снова возрастает до завершения движения вверх. В этой фазе гребка рука достигает наибольшей скорости, составляющей 5—6 м · с$^{-1}$. Фаза отталкивания воды назад показана на рисунках 5.12, *а* (вид сбоку) и 5.12, *б* (вид снизу).

Прекращение отталкивания воды и пронос рук

Момент прекращения отталкивания воды показан на рисунках 5.9, *з* (вид снизу) и 5.10, *з* (вид сбоку). Пронос руки показан на рисунке 5.10, *л—п*.

Когда руки достигают уровня бедер, становится невозможным сохранять предплечья повернутыми плоскостью назад. Поэтому пловец должен прекратить отталкивание воды назад и начать выполнение проноса рук. Во время начала проноса руки продолжают перемещаться в том же направлении, что и во время движения вверх, а именно в стороны и вверх к поверхности воды. Вместе с тем пловец должен прекратить отталкивание воды, ослабить давление рук на воду и повернуть ладони внутрь, чтобы во время выхода из воды они были расположены ребром вперед по ходу продвижения и создавали минимальное ударное сопротивление.

Первыми из воды должны выйти плечи и локти, а за ними предплечья и кисти. Руки, которые во время движения вверх разгибались очень медленно, теперь на пути к поверхности разгибаются с большой скоростью так, что при выходе на поверхность они перемещаются вверх и в стороны. Выпрямление рук в стороны во время выхода из воды помогает преодолеть их инерцию, направленную назад, и начать движение вперед над водой. Одни пловцы выпрямляют руки полностью, тогда как другие, подобно Санчесу, выпрямляют их лишь частично (рис. 5.10, *н, о*).

После выхода из воды руки должны описывать круг над водой, пока они не окажутся впереди плеч, там, где выполняется вход в воду. Как отмечалось ранее, во время входа в воду руки расположены перед плечами и могут быть выпрямлены в локтях. Вместе с тем желательно во второй половине проноса слегка согнуть их в локтях, чтобы во время входа они были несколько согнуты. Во время первой части проноса ладони должны быть повернуты внутрь, а во второй — повернуться наружу, поскольку в последней части проноса направление движения рук также изменяется: они перестают двигаться в стороны и начинают перемещение внутрь.

Пронос следует выполнять быстро, но не резко. Пловцу необходимо время, чтобы ноги заняли положение для выполнения первого ударного движения вниз до того, как руки начнут вход в воду. Во время проноса мышцы рук должны быть максимально расслаблены, чтобы они могли немного отдохнуть. Почти весь пронос пловец должен выполнять за счет момента импульса, созданного при движении рук вверх, и использовать силу мышц только для изменения направления движения.

Для уменьшения ударного сопротивления пловец должен выполнить пронос рук над водой настолько высоко, чтобы они не касались ее, пока не займут оптимальное положение для входа. Один из способов, позволяющих пловцу более эфективно перемещать руки над водой, — поднять голову и плечи над водой подобно тому, как это происходит при плавании брассом.

Эти рекомендации несколько противоречат общепринятой точке зрения на пронос рук в баттерфляе. Обычно пловцам рекомендуется проносить руки через стороны низко над водой, не поднимая подбородка и плеч. Низкое положение рук во время проноса предположительно уменьшает эффект по поддержанию тела в горизонтальном положении, что необходимо для уменьшения сопротивления формы. Однако в действительности при выполнении проноса таким образом пловцу приходится преодолевать

значительное сопротивление воды при перемещении рук вперед в положение для входа в воду перед плечами. С другой стороны, поднимание головы и плеч над водой уменьшает сопротивление формы и способствует использованию движущей силы волны воды, сопровождающей пловца, для поддержания скорости в первой части проноса. Кроме того, это позволяет пловцу сблизить руки перед собой перед их входом в воду. Правильное положение пловца во время проноса рук при плавании способом баттерфляй показано на рисунке 5.13.

Здесь я должен сделать небольшое предупреждение. Пловец во время проноса рук может поднимать плечи слишком сильно. Если он станет подниматься из воды почти вертикально вверх, то это сильно затормозит его движение. Во время проноса тело должно двигаться вперед и вверх. Это достигается за счет постепенного перемещения головы и плеч по диагонали к поверхности в течение гребковых движений рук внутрь и вверх.

В предыдущем абзаце я упоминал о движении вперед под действием волны воды. Графики скорости пловца на рисунках 5.4 и 5.6 показывают, что это явление ускоряет движение пловца в первой половине проноса рук. Вместе с тем чтобы это ускорение было заметным, необходимо выполнить ряд составляющих. Прежде всего, пловец должен прекратить отталкивание воды в определенный момент времени, т. е. в момент перемещения тела вперед с максимальной скоростью при выполнении гребкового движения рук вверх. Резкое прекращение отталкивания влечет за собой снижение скорости пловца, вынуждая силу волны подтолкнуть его вперед. Если пловец пытается отталкивать воду назад до выхода рук на поверхность, его движение замедлится задолго до того, как руки поднимутся над водой. Вследствие этого скорость течения воды, увлекаемой пловцом за собой, также уменьшится до начала проноса, и его ускорение под действием движущей силы волны будет не столь заметным.

РИСУНОК 5.13 — Пловец при плавании способом баттерфляй во время вдоха. Обратите внимание, что его верхняя часть туловища приподнята над водой и он не отводит голову назад и не вытягивает подбородок вперед, как этому обычно учат

Во-вторых, ускорение движения пловца под действием силы волны воды можно увеличить, если его тело во время проноса рук будет иметь наиболее обтекаемую форму. Это означает, что его ноги должны быть подняты на одну линию с туловищем, а голова и плечи приподняты над водой. Толчок под действием силы волны воды завершится в момент, когда кисти окажутся впереди плеч, а колени начнут опускаться для выполнения первого ударного движения ногами вниз. В этот момент движение пловца замедляется до начала следующего ускорения под действием выпрямления ног.

Движения ногами при плавании баттерфляем

Движения ногами при плавании способом баттерфляй получили название *дельфинообразных*, поскольку обе ноги движутся как единое целое, подобно хвосту дельфина. Один цикл движений ногами включает движение вверх и ударное движение вниз. В течение каждого цикла гребка руками пловец выполняет два цикла движений ногами. На рисунке 5.14 показана последовательность выполнения движений ногами в течение одного цикла гребка.

Движение вверх

На рисунке 5.14, *а—в* показано второе движение вверх. Первое движение вверх показано на рисунке 5.14, *е, ж*. Движение вверх начинается в момент завершения удара вниз из предыдущего цикла. Удар вниз порождает противодействующую силу, которая выталкивает бедра вверх и инициирует движение ног вверх. Продолжение разгибания бедер приводит к тому, что ноги поднимаются вверх, пока они не окажутся выше туловища, после чего начинается следующее движение вниз.

В большинстве случаев движение вверх выполняется выпрямленной в колене ногой. Голень и стопа должны быть расслаблены так, чтобы нога оставалась выпрямленной только под действием давления воды, направленного сверху вниз. Благодаря давлению воды сохраняется и естественное положение стопы — посередине между разгибанием и сгибанием.

После того как ступни поднимутся выше таза, пловец должен мягко согнуть ноги в коленях, подготавливаясь к следующему ударному движению вниз.

Ударное движение вниз

Ударное движение вниз выполняется достаточно резко. Начинается оно со сгибания ног в тазобедренном суставе и продолжается их выпрямлением в коленях. Первое ударное движение вниз показано на рисунке 5.14, *г, д*, а второе — на рисунке 5.14, *з, и*.

Ударное движение вниз начинается со сгибания бедер, когда ступни во время предшествующего движения вверх поднимаются выше уровня туловища. Возникающее под опускающимися ногами давление воды поднимает голень и стопу еще выше. Кроме того, под его действием стопа поднимается вверх и сгибается в сторону подошвы, начиная напоминать согнутую птичью лапу. Амплитуда движения бедер вниз не очень велика, когда они начинают опускаться вниз, их движение порождает волнообразное разгибание ноги, которое от бедер распространяется в нижнюю часть ноги к голеням, которые энергично разгибаются в коленях. Ударное движение вниз завершается полным выпрямлением ног, стопы при этом располагаются чуть ниже туловища (см. рис. 5.14, *д, и*). Механизм создания движущей силы во время ударного движения вниз при плавании способом баттерфляй описан в главе 3.

Для быстрого выполнения движений ногами при плавании способом баттерфляй большое значение может иметь способность разгибать стопы в голеностопном суставе. Существуют данные, свидетельствующие о том, что это качество важнее мышечной силы (Barthels, Adrian, 1971). Хорошая подвижность голеностопных суставов позволяет на протяжении большей части ударного движения ногами удерживать стопы в положении, обеспечивающем отталкивание воды назад. Для плавания способом баттерфляй пловец должен разгибать стопы на 70—85° от вертикали.

При выполнении движения ногами при плавании способом баттерфляй пловец разводит колени в начале ударного движения вниз, а затем сводит их ближе к завершению движения, поскольку разведение коленей облегчает поворот стопы внутрь и вверх. Сведение ног вместе должно осуществляться за счет вращения бедер

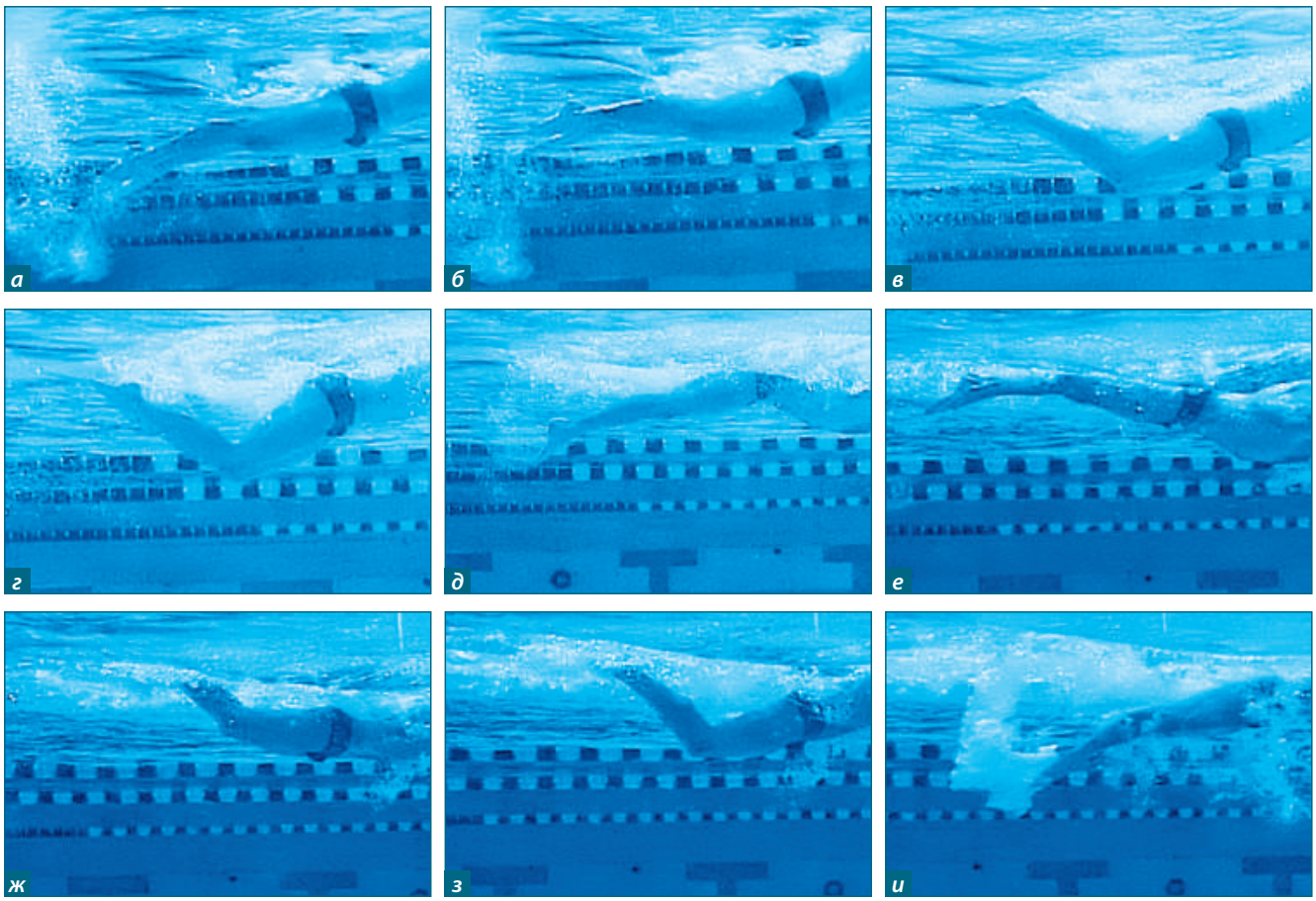


РИСУНОК 5.14 — Движения ногами при плавании способом баттерфляй: *а* — начало второго движения вверх; *б* — продолжение второго движения вверх; *в* — завершение второго движения вверх; *г* — первое ударное движение вниз; начало выпрямления ног; *д* — завершение первого ударного движения вниз; *е* — первое движение вверх; *ж* — завершение первого движения вверх; *з* — начало второго ударного движения вниз; *и* — завершение второго ударного движения вниз

внутрь в тазобедренных суставах, что может увеличивать мышечное усилие, создаваемое пловцом во время ударного движения ног вниз.

Различия между первым и вторым ударными движениями ногами при плавании способом баттерфляй

Общим для первого и второго ударных движений ногами при плавании баттерфляем является то, что оба они вносят свой вклад в создание движущей силы. Вместе с тем они имеют ряд отличий. Как видно из рисунка 5.14, *д—ж*, длительность первого цикла больше, при этом как удара вниз, так и движения вверх. В результате ударного движения вниз таз пловца выталкивает вверх и вперед к поверхности, после чего он начинает движение вниз и вперед во время следующего движения вверх.

Первое движение вверх более продолжительное, поскольку во время движения рук наружу таз пловца находится ближе к поверхности. Он может поднять ноги к поверхности воды, не нарушая при этом горизонтального положения тела. На самом деле такое продолжительное движение вверх приводит к подниманию ног выше туловища так, что тело пловца в первой половине цикла гребка приобретает очень обтекаемую форму.

Ударное движение вниз второго цикла движений обычно менее продолжительное, с меньшей амплитудой сгибания бедер, поскольку в завершающей части цикла гребка руками поднимание таза над водой является нежелательным. Второе движение вверх также имеет меньшую продолжительность. Это обусловлено тем, что при проносе рук над водой таз сильнее погружен в воду и пловец не может поднимать ноги выше бедер, поскольку это приведет к еще большему погружению таза.

Согласование движений рук и ног

На один цикл гребка руками приходится два цикла движений ногами. Правильное согласование движений ногами и разных фаз цикла гребка руками показано на последовательных подводных фотографиях на рисунке 5.10. Первое ударное движение ногами вниз происходит во время входа рук в воду и скольжения (рис. 5.10, *а, б*), а второе — во время движения рук вверх (рис. 5.10, *д—ж*). Такое описание, хотя и верное по сути, является чрезмерно упрощенным изложением сложного согласования движений рук и ног в этом гребке. Я рассмотрю его ниже более подробно.

Ударное движение ногами вниз первого цикла должно начинаться во второй половине проноса рук и продолжаться в течение входа рук в воду и скольжения. В момент, предшествующий входу рук в воду, бедра должны начать опускаться вниз, а выпрямление ног в коленях, которое является основной ударной фазой цикла движений ног, должно происходить на протяжении входа, скольжения и первой части движения рук наружу. Наряду с преодолением ударного сопротивления при входе рук в воду, это ударное движение ногами должно быть достаточно мощным, чтобы увеличить скорость пловца. Ударное движение вниз ведет к волнообразному смещению таза вверх и вперед к поверхности и в то же время ускоряет поступательное движение пловца.

Движение ногами вверх, которое следует за первым ударным движением ногами вниз, должно произойти на протяжении оставшейся части движения рук наружу и в первой части движения рук внутрь (см. рис. 5.10, *в, г*). Благодаря этому ноги перемещаются вверх, а таз — вниз, в результате тело пловца в первой движущей фазе гребка руками приобретает более обтекаемое положение. Сопротивление формы пловца снижается, и он может более эффективно использовать движение руками внутрь (т. е. выполнять подтягивание) для ускорения тела вперед.

Второе ударное движение ногами вниз должно совпадать по времени с гребковым движением рук вверх, т. е. с выполнением отталкивания. Движение ног вниз в действительности начинается во время перехода от движения рук внутрь к движению вверх с опускания вниз бедер. Вместе с тем наиболее эффективная часть ударного движения ногами вниз происходит во время движения рук вверх.

Движение вверх во втором цикле движений ногами происходит во время проноса рук (рис. 5.10, *и*). Функции этого движения не отличаются от функций, которые выполняются при движении ног вверх в первом цикле. Это позволяет переместить ноги вверх к поверхности, благодаря чему тело в этой фазе цикла гребка руками становится более обтекаемым, кроме того, ноги располагаются в положении для выполнения ударного движения вниз в следующем цикле. Увеличение обтекаемости тела пловца под влиянием движения вверх способствует увеличению ускорения его тела вперед под действием движущей силы волны воды в первой части проноса рук. Действие силы волны воды увеличивается, если пловец во время второго движения вверх поднимает ноги быстро и плавно. Если же он дает ногам «зависнуть» ниже уровня тела или сгибает их в коленях и наклоняет стопу вперед, подготавливаясь к следующему ударному движению ногами вниз, то действие силы волны воды ослабевает.

Нет никаких сомнений в том, что первое ударное движение ногами вниз способно значительно влиять на поступательное движение пловца, как это видно на графике скорости движения вперед Пабло Моралеса (см. рис. 5.6). Второе ударное движение вниз, по-видимому, также вносит свой вклад в создание движущей силы и поддерживает таз возле поверхности воды, повышая обтекаемость тела пловца во время движения рук вверх. В то же время мнения о роли движений ногами вверх в создании движущей силы достаточно противоречивы.

В главе 3 я объяснил, почему не считаю, что движение ногами вверх не может создавать движущей силы, — потому что ноги при этом движутся вверх и вперед. Следовательно, они не могут отталкивать воду назад. Поэтому я рекомендую движения вверх выполнять быстро и плавно. Любые резкие движения при этом будут еще больше замедлять движение пловца.

Учитывая все это, следует выполнять движения ногами вверх следующим образом. Для преодоления силы инерции и начала движения вверх пловец должен использовать силу предшествующего ударного движения вниз. То есть, разгибание ног вниз должно выталкивать бедра вверх. Это поможет преодолеть инерцию и позволит начать движение ногами вверх с минимальными мышечными усилиями. После начала движения ногами вверх, пловец должен продолжать его за счет разгибания бедер в тазобедренном суставе (поднимания их вверх с помощью ягодичных мышц).

Сильные и слабые ударные движения ногами

На протяжении многих лет специалисты обсуждают вопрос о том, должен ли один из двух циклов ударных движений ногами в каждом цикле гребка руками быть более сильным. Речь идет о так называемых сильных и слабых ударных движениях. Возможны три варианта. Некоторые специалисты считают, что более сильным должен быть первый цикл ударных движений ногами, поскольку он обеспечивает ускорение движения тела вперед в то время, когда для этой цели не могут быть использованы руки. Другие считают, что более энергично следует выполнять второе ударное движение ногами, чтобы пловец мог получить большее ускорение во время движения ногами вверх, а также сохранил бедра у поверхности воды. И наконец, есть и такие, кто считает, что оба цикла ударов должны быть равными по силе.

Я убежден в том, что первое ударное движение ногами вниз создает большую движущую силу, чем второй. Поэтому его всегда следует выполнять более энергично. Движущая сила, создаваемая во время первого ударного движения вниз, является важнейшим условием быстрого плавания способом баттерфляй.

Остается вопрос о том, должно ли второе ударное движение ногами вниз быть таким же сильным или его следует выполнять мягче? На мой взгляд, оба ударных движения вниз необходимо выполнять с равными усилиями, особенно во время заплывов на дистанции 50 и 100 м. Первым заданием пловцов в таких заплывах должно быть создание наибольшей движущей силы. Два сильных ударных движения должны им в этом помочь.

Вместе с тем в отношении заплывов на дистанцию 200 м способом баттерфляй я не могу в настоящий момент с уверенностью сказать, что оба ударных движения следует выполнять с равным усилием. Подводные видеосъемки во время соревнований показывают, что в заплывах на дистанцию 200 м некоторые из наиболее квалифицированных пловцов во время второго ударного движения вниз не полностью разгибают ноги. Выполнение второго ударного движения вниз с меньшими усилиями может дать определенные преимущества, если пловец способен сберечь силы, не позволяя тазу погружаться слишком сильно во время гребкового движения рук вверх. Однако если пловец не может удержать горизонтальное положение тела во время движения рук вверх, ему не следует ослаблять второе ударное движение.

Независимо от усилий, затрачиваемых на выполнение ударных движений ногами, первое движение вниз имеет и должно иметь большую продолжительность по сравнению со вторым. Благодаря этому оно создает большую движущую силу. По этой же причине второе ударное движение вниз имеет меньшую продолжительность и, по-видимому, создает меньшую движущую силу. Основной причиной различий в продолжительности и амплитуде этих ударных движений, очевидно, является положение тела, а не прикладываемые для их выполнения усилия. При первом ударном движении вниз таз перемещается вверх и вперед на большее расстояние естественным образом, поскольку в это время голова пловца опущена вниз, а руки вытянуты вперед.

По тем же причинам первое движение ногами вверх также более продолжительное, чем второе. С другой стороны, во время второго ударного движения ногами вниз плечи и туловище находятся ближе к поверхности, а руки располагаются сзади, около бедер, поэтому таз не может и не должен подниматься так же сильно. Если таз поднимется над поверхностью, то плечи и голова пловца, который готовится к выполне-

нию вдоха и проноса рук над водой, погрузятся в воду. По этой причине второе ударное движение вниз должно быть короче и использоваться только для поддержания таза пловца около поверхности воды, но не поднимания его над водой. Второе движение ногами вверх, происходящее во время проноса рук, также имеет меньшую продолжительность, поскольку туловище находится ближе к поверхности воды. Поэтому при увеличении амплитуды движения ногами вверх голова и плечи пловца погрузятся в воду.

Волнообразное движение тела и дыхание

Бесполезно обсуждать какое-либо одно положение тела пловца при плавании баттерфляем, поскольку на протяжении цикла гребка руками оно постоянно меняется. Волнообразное движение тела при плавании баттерфляем является важным средством создания движущей силы. Хотя в горизонтальном положении тело пловца, несомненно, обладает большей обтекаемостью, ограничение вертикальных движений при плавании этим способом ведет к сильному уменьшению движущей силы и снижению скорости пловца. Значение волнообразного движения тела для поступательного движения пловца обсуждается в следующем подразделе, а затем будет дано описание техники дыхания, которой пользуются квалифицированные пловцы при плавании баттерфляем.

Волнообразное движение тела

Многие считают, что центром волнообразных движений тела при плавании баттерфляем является таз. Однако амплитуда вертикальных движений головы и плеч намного больше (Sanders, Cappaert, Devlin, 1995). Точная последовательность вертикальных движений головы, по-видимому, является основным фактором, определяющим правильность волнообразного движения тела пловца. Она способна задавать волну, распространяющуюся вдоль тела назад и усиливающую движущую силу, создаваемую первым ударным движением ног. Я считаю, что именно движения головы задают волнообразные движения телу пловца, которые я называю *обратной волной тела*, которая в сочетании с ударным движением ног вниз ускоряет движение пловца вперед.

При плавании баттерфляем не следует специально перемещать таз вверх и вниз. Это не даст никаких положительных результатов. Движение таза вверх является результатом первого ударного движения ногами вниз и движения вниз головы и плеч во время входа рук в воду и скольжения. Следующее за этим движение таза вниз обусловлено действием силы тяжести и движения ногами вверх.

На протяжении многих лет по традиции пловцов во время вдоха обучали не поднимать голову и плечи над водой, поскольку считалось, что это увеличивает сопротивление формы. Я уже высказал свое несогласие с этим мнением ранее в связи с обсуждением увеличения волнового сопротивления и уменьшения сопротивления при проносе рук. Еще одна причина поднимать голову и плечи над водой во время проноса рук — это то, что последующее движение головы и плеч вниз создает необходимые условия для возникновения волны тела и обратной волны тела, которые вносят существенный вклад в движение пловца вперед. И хотя поднимание верхней части туловища над водой требует дополнительных затрат энергии, эта энергия сохраняется и затем, при опускании этой части туловища в воду, используется для продвижения пловца вперед.

Цитируя одну из работ, можно сказать, что когда голова и затем плечи начинают движение вниз, запасенная энергия используется для увеличения скорости движения верхней части туловища вперед (Sanders, Cappaert, Devlin, 1995). Иначе говоря, движение головы и верхней части туловища вниз, происходящее после того, как таз достигает наивысшей точки, действительно должно увеличивать скорость пловца за счет использования силы тяжести.

Возможность того, что волнообразные движения тела пловца при плавании способом баттерфляй создают волну тела, которая вносит свой вклад в создание движущей силы, обсуждалась в главе 3. Сандерс с соавторами считают, что в баттерфляе используется именно этот механизм. Эти специалисты убеждены, что движение головы и плеч вниз с последующим перемещением таза вверх завершается суммированием всех сил на уровне коленей и голеностопных суставов, которые увеличивают движущую силу первого ударного движения ног вниз. Такое суммирование можно сравнить с ударом хлыста, когда последовательные движения хлыста завершаются «выбросом» энергии на его конце в виде хлопка. Волна тела, согласно представлениям Сандерса с соавторами, показана на рисунке 5.15.

Мне несложно представить, что поднимание верхней части туловища над водой и последующее погружение головы, плеч и туловища способны ослабить замедление движения пловца во время входа рук в воду. Однако я сомневаюсь в существовании волны тела, которая распространяется вдоль тела назад от головы к стопам и увеличивает движущую силу, создаваемую ногами.

Тем не менее я думаю, что волнообразное движение тела, сопровождающее первое ударное движение ногами вниз, способно создавать то, что я назвал обратной волной тела. Это волна, которая распространяется от стоп к голове и увеличивает ускорение, создаваемое первым ударом ногами вниз. Предполагаемая последовательность событий выглядит так.

Во время первого удара ногами вниз бедра с ускорением движутся вверх и вперед. В то же время голова и руки входят в воду. Бóльшая часть силы, создаваемой ударным движением, направлена вниз, поэтому, на первый взгляд, она должна выталкивать таз вверх и, в значительно меньшей степени, использоваться для продвижения пловца вперед. Вместе с тем сила удара ногами, направленная вниз, может быть преобразована в движение вперед, если пловец вытягивает руки вперед, когда таз проходит верхнюю точку и начинает двигаться вниз и вперед. Благодаря этому момент движения таза вниз передается на голову и руки, которые выталкиваются вперед под действием силы ударного движения ногами и силы тяжести. Предполагаемый механизм действия обратной волны тела показан на рисунке 5.16.

Добиться увеличения движущей силы с помощью обратной волны тела можно только при условии точного выполнения последовательности движений. Кроме того, пловец не должен чрезмерно увеличивать амплитуду вертикальных движений тела, т. е. ему не следует смещать тело вверх и вниз под большим углом. Для пловцов международного класса из Новой Зеландии, специализирующихся в плавании способом баттерфляй, амплитуда смещения центра масс по вертикали составляла около 18 см для мужчин и 14 см для женщин (Sanders, 1996).

Помимо увеличения движущей силы, правильная последовательность волнообразных движений тела должна также снижать сопротивление воды. В частности, во время выполнения движущих фаз гребка руками пловец должен стараться удерживать свое тело в горизонтальной плоскости. Значение движений ногами вверх первого и второго циклов гребковых движений и второго ударного движения ногами вниз для поддержания такого положения тела обсуждалось выше.

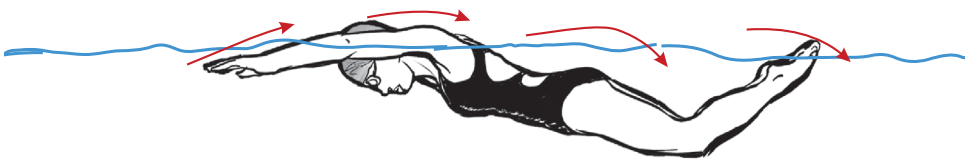


РИСУНОК 5.15 — Волна тела при плавании способом баттерфляй

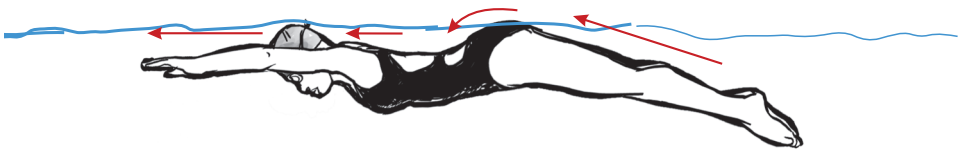


РИСУНОК 5.16 — Обратная волна тела

Дыхание

Я не согласен с традиционной точкой зрения, заключающейся в том, что при плавании способом баттерфляй спортсмен во время вдоха должен удерживать голову и плечи низко в воде и выставлять только подбородок вперед. Такой способ дыхания ограничивает волнообразные движения тела и создаваемую ими дополнительную движущую силу. Поэтому я рекомендую пловцам баттерфляем способ дыхания, которому в настоящее время обучают пловцов брассом, использующих волнообразное движение тела, т. е. пловец должен выполнять вдох, поднимая голову и плечи над поверхностью воды так, чтобы ему не приходилось для этого отклонять голову вверх и назад. Голова во время выхода на поверхность должна оставаться в естественном положении. Иначе говоря, пловец вдыхает воздух, приподнимая туловище над водой, а не отклоняя голову назад и вверх. Чтобы пловец научился правильно делать вдох таким способом, во время вдоха его подбородок должен оставаться опущенным, а взгляд должен быть направлен вниз и вперед на воду перед ним. Пловец не должен выставлять подбородок вперед и направлять взгляд вверх и вперед на противоположный край бассейна.

На рисунке 5.10 показана правильная техника поднятия головы над водой для выполнения вдоха. Обратите внимание на положение головы и плеч пловца на рисунке 5.10, *л*. Плечи приподняты над водой, а голова наклонена вперед, подбородок опущен, взгляд направлен вниз и вперед на поверхность воды прямо перед пловцом. Видно, что пловец не отклоняет голову назад.

Пловец должен начать движение головы и верхней части туловища к поверхности во время движения рук наружу. Затем тело продолжает движение вперед и вверх к поверхности воды, поднимаясь над ней во время перехода от движения рук внутрь к движению

рук вверх. Во время движения к поверхности пловец постепенно выдыхает воздух, резко завершая вдох одновременно с выходом головы на поверхность. Вдох выполняется во время движения рук вверх и первой половины проноса, во второй половине проноса голова пловца опускается в воду.

Тело пловца должно двигаться вверх и вперед к поверхности воды под небольшим наклоном. Для этого пловцу необходимо приподнять над водой верхнюю часть туловища. Пловец не отводит голову назад, поэтому складывается впечатление, что во время вдоха голова больше движется вперед, а не вверх. Если пловец удерживает голову на одной линии с телом, то это способствует постепенному подъему тела к поверхности, тогда как отведение головы назад сопровождается резким подъемом к поверхности и торможением пловца.

Существует несколько дополнительных причин, определяющих более высокую эффективность выполнения вдоха предлагаемым способом по сравнению с традиционным. Во-первых, поднятие головы и верхней части туловища над водой облегчает пронос рук над водой. Во-вторых, последующие движения туловища вниз и вперед способствуют формированию волны тела, создающей дополнительную движущую силу. В-третьих, сохранение естественного положения головы во время ее выхода на поверхность способствует подниманию над водой верхней части туловища, тогда как поднятие головы может этому препятствовать.

Если пловец не выполняет вдох, последовательность движения головы к поверхности воды во время движения рук наружу должна оставаться такой же. Поднятие головы и верхней части туловища над водой необходимо для создания волны тела. Вместо вдоха пловец после выхода головы на поверхность должен оставить лицо в воде. Это позволяет увеличить обтекаемость тела в горизонтальной плоскости во время движения рук внутрь и вверх. Положение головы при гребке, во время которого вдох не выполняется, показано на рисунке 5.9.

Вдох с поворотом головы в сторону

Некоторые пловцы при плавании способом баттерфляй выполняют вдох, поворачивая голову в сторону. Обычно такой способ вдоха объясняют тем, что он позволяет сохранить силы и горизонтальное положение тела. Часть пловцов считают, что поворот головы в сторону, как при плавании кролем на груди, уменьшает затраты сил на поднимание головы. Кроме того, им кажется, что это позволяет сохранять более обтекаемое положение тела за счет его удержания в горизонтальной плоскости, поскольку поднятие головы над водой сопровождается погружением бедер.

Такое обоснование ошибочно, поскольку упускает важное отличие баттерфляя от кроля на груди. При плавании кролем на груди пловец может повернуть тело в сторону, чтобы его лицо оказалось над водой. При плавании баттерфляем ему приходится поворачивать голову, в то время как тело сохраняет поперечное горизонтальное положение. В таком положении движение шеи достаточно ограничено, чтобы пловец смог поднять лицо над поверхностью, если только он одновременно с этим не поднимает над водой голову и верхнюю часть туловища. Вследствие этого пловцу, выполняющему вдох с поворотом головы в сторону, для поднимания рта над водой приходится поднимать голову и плечи над водой так же или даже сильнее, чем пловцу, который делает вдох перед собой. Пловец, выполняющий вдох с поворотом головы в сторону, показан на рисунке 5.17. Обратите внимание, как высоко над поверхностью воды расположены его голова и плечи. Кроме того, положение его рук асимметрично. Пловцы, осуществляющие вдох с поворотом головы в сторону, обычно поднимают одно плечо выше и проносят одну руку выше другой.

Не являясь ошибкой, поднятие верхней части туловища таким образом может оказаться полезным, поскольку, как отмечалось ранее в подразделе, посвященном волне тела, возвращение головы и верхней части туловища в воду после их поднимания позволяет уменьшить торможение, связанное с проносом рук. Тем не менее никакой особой необходимости в осуществлении вдоха через сторону нет. Поднятие верхней части туловища и головы дает пловцу возможность делать вдох и без этого. По сути, вдох спереди лучше соответствует содержанию этого способа плавания. При плавании баттерфляем тело пловца на протяжении всего цикла гребка остается в горизонтальном положении, а ускорение тела вперед осуществляется одновременным движением обеих рук. Поэтому у пловца есть все основания поднимать голову для вдоха в направлении движения.

РИСУНОК 5.17 — Вдох с поворотом головы в сторону при плавании баттерфляем

Выполнение вдоха с поворотом головы в сторону порождает еще одну проблему. Пловец обычно немного поворачивает все тело в направлении поворота головы. Если при этом происходит опускание локтя руки, расположенной с противоположной стороны, то создаваемая ею движущая сила уменьшится.

Частота дыхания во время заплывов на соревновательных дистанциях

Обычно при плавании на соревнованиях баттерфляем пловцам не рекомендуется выполнять вдох в каждом цикле гребка руками. Считается, что выполнение вдоха тормозит движение пловца, поскольку вследствие этого его таз и ноги сильнее погружаются в воду, гребковое движение вверх укорачивается, а первый цикл ударных движений ног становится менее энергичным (Hahn, Krug, 1992; Alves, Cunha, Gomes-Pereira, 1998). Наиболее распространенной рекомендацией для заплывов на дистанцию 100 м является вдох на каждый второй цикл гребка руками. Такой способ называется дыханием *1-и-1* и представляет собой хороший компромисс между потребностью в потреблении кислорода и стремлением сохранить максимально возможную скорость.

Одни тренеры рекомендуют такой же способ дыхания и для заплывов на дистанцию 200 м. Однако другие считают такой способ дыхания слишком трудным и неэффективным. Они предлагают чередовать два-три гребка с вдохом и один гребок без вдоха. Эти способы дыхания называются *2-и-1* и *3-и-1*. Дополнительные вдохи позволяют увеличить потребление кислорода, а периодические циклы гребка без вдоха используются для восстановления горизонтального положения тела.

Несмотря на кажущуюся обоснованность ограничения дыхания, большинство пловцов способом баттерфляй во время лучших своих заплывов выполняли вдох в каждом цикле гребка. Это относится прежде всего к заплывам на дистанцию 200 м, хотя некоторые успешные пловцы баттерфляем использовали такой способ дыхания и в заплывах на дистанцию 100 м.

Дилемма, с которой приходится сталкиваться пловцу, заключается в том, что он должен либо попытаться увеличить среднюю скорость за счет ограничения дыхания, либо задержать наступление утомления, осуществляя дыхание как можно чаще. Я склонен считать, что задержка утомления более важна для успешного завершения плавательной дистанции. По этой причине пловец должен сделать все возможное, чтобы добиться совершенной техники дыхания, которая позволяла бы ему делать вдохи, практически не снижая скорости движения вперед. В этом отношении было показано отсутствие достоверных отличий в увеличении угла наклона туловища при выполнении гребка со вдохом и без вдоха у квалифицированных пловцов баттерфляем (Alves, Cunha, Gomes-Pereira, 1998). Существуют экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что дыхание не увеличивает сопротивления формы.

Каждый пловец, воспользовавшись набором стандартных способов дыхания, должен определить для себя наиболее эффективный для каждой дистанции. Для этого ему необходимо выполнить серию из 8—12 заплывов на дистанцию 50—100 м с использованием различных способов дыхания, делая между ними перерывы для отдыха короткой или средней продолжительности. Все повторения должны выполняться с одинаковыми усилиями, обеспечивающими движение со скоростью, близкой к скорости пловца на соревнованиях. Серии заплывов на дистанцию 50 м с перерывом 1 мин хорошо подходят для имитации заплывов на дистанцию 100 м. Серии заплывов на 50 м с короткими перерывами для отдыха и серии по 100 м с коротким и средним отдыхом хорошо имитируют нагрузку при заплыве на дистанцию 200 м.

Пловец должен чередовать в разных повторах разные способы дыхания, используя дыхание *3-и-1*, *2-и-1* и *1-и-1*, пока он не сможет определить, какой из них обеспечивает наибольшую скорость или равную скорость при меньших затратах усилий. Пловец должен повторять такие серии тестов дистанций в течение нескольких дней, постепенно отказываясь от явно неэффективных способов дыхания, пока не останется один из способов, позволяющий добиться лучшего результата в заплывах на определенную дистанцию. Именно этот способ следует впоследствии использовать на соревнованиях. При отсутствии различий между разными способами дыхания необходимо выбирать тот, который обеспечивает наилучшее снабжение организма кислородом.

Плавание под водой при помощи ног способом баттерфляй

Международные правила соревнований по плаванию позволяют пловцам в заплывах на дистанциях способом баттерфляй проплывать под водой при помощи ног до 15 м длины дистанции до момента выхода на поверхность и начала движения с использованием гребка руками. Плавание под водой при помощи ног способом баттерфляй приобрело чрезвычайную популярность

на соревнованиях по плаванию кролем на спине, поскольку большинство пловцов обнаружили, что они могут плыть при помощи ног под водой быстрее, чем по поверхности. По этой причине многие пловцы баттерфляем также стали проплывать значительную часть дистанции под водой. Основным преимуществом плавания под водой при помощи движений ногами способом баттерфляй по сравнению с плаванием на поверхности заключается в увеличении количества ударных движений, которые пловец способен выполнить за минуту. Обычно при плавании под водой с большой скоростью пловец выполняет до 120—170 ударных движений ногами в минуту, тогда как при плавании на поверхности воды их темп составляет лишь 44—56 раз в минуту.

На первый взгляд, это должно склонять в пользу использования плавания под водой при помощи ног. Вместе с тем следует помнить о том, что при плавании баттерфляем пловец в течение каждого цикла гребка руками получает одно ускорение, по крайней мере, от одного ударного движения ногами, два ускорения в результате гребковых движений руками и еще одно под действием волны воды во время проноса рук. С этой точки зрения, у пловца в течение одной минуты происходит 200 пиков ускорений по сравнению со 150—170 в случае плавания под водой. Поэтому я сомневаюсь в том, что скорость плавания под водой для большинства пловцов баттерфляем может быть больше по сравнению со скоростью плавания по поверхности.

Однако прежде чем принять решение об использовании техники плавания под водой при помощи ног, пловец должен выяснить, в каком случае его скорость плавания больше — под водой или по поверхности. Некоторые пловцы обладают настолько эффективными ударными движениями ногами, что это позволяет им двигаться под водой быстрее, чем по поверхности воды. Часть пловцов плавают под водой быстрее из-за серьезных недостатков в технике гребка руками или нарушения согласования движений рук, ног и дыхания. Таким пловцам следует тренироваться проплывать под водой при помощи ног наибольшее допустимое правилами расстояние. Спортсменам, которые плавают быстрее при помощи рук и ног, очевидно, следует большую часть дистанции проплывать именно таким образом. Что касается тех, кто с равной скоростью плавают под водой и по поверхности, то им также следует большую часть дистанции плыть по поверхности воды, поскольку это позволит им увеличить снабжение организма кислородом, благодаря чему они смогут плыть быстрее в заключительной части дистанции.

Движение ногами при выполнении стартов и поворотов

Даже пловцам, которые большую часть дистанции проплывают по поверхности, приходится делать три—пять ударных движений ногами способом баттерфляй под водой после старта и каждого поворота. Одно из преимуществ — это то, что они могут оставаться на большей глубине в течение более продолжительного времени, уменьшая торможение обратным потоком воды, отраженным от стенки бассейна, и турбулентностью, создаваемой подплывающими к стенке и уплывающими от нее пловцами. Второе преимущество состоит в том, что три-четыре ударных движения ногами позволяют пловцу выполнить скольжение глубже и после этого начать движение к поверхности под небольшим углом, что не столь сильно замедлит их движение по сравнению с подниманием к поверхности под большим углом. Пловцам, выполняющим всего одно-два ударных движения ногами под водой, приходится выполнять поворот гораздо ближе к поверхности воды, чтобы предотвратить торможение вследствие слишком крутого подъема вверх.

Увеличение продолжительности плавания под водой не должно повлиять на снабжение организма пловца кислородом. Время, которое он проводит под водой, не намного больше времени, необходимого для подплывания к стенке бассейна, поворота и отталкивания при плавании кролем на груди. Поэтому он уже должен быть готов к задержке дыхания на время, которое позволяет выполнить три-пять ударных движений ногами под водой после выполнения поворота в баттерфляе. Таким образом, обучение пловцов умению оставаться под водой на это время не должно составлять особых трудностей. Рекомендуемая амплитуда ударных движений ногами способом баттерфляй составляет 0,4—0,6 м (Lyttle et al., 1998).

Плавание на боку при помощи ног

Плавание под водой на боку при помощи движений ногами способом баттерфляй появилось относительно недавно. Было высказано две предположительные причины того, что плавание на боку при помощи ног позволяет перемещаться с большей скоростью. Во-первых, вихри, которые срываются с конечностей пловца назад при выполнении ударных движений ногами способом баттерфляй, приобретают большую эффективность в отношении создания движущей силы, поскольку их движение не нарушается взаимодействием с поверхностью воды или дном

бассейна. Во-вторых, плавание на боку уменьшает сопротивление тела пловца. Тем не менее я сомневаюсь в этих предположениях и в том, что плавание на боку при помощи движений ногами способом дельфин имеет хоть какие-то преимущества по сравнению с плаванием в горизонтальном положении при помощи ног.

Как было обосновано в главе 1, очень сомнительно, что пловец способен ускорить поступательное движение за счет создания и отрыва вихрей с поверхности ног. Конечно, пловец во время движения ногами отталкивает воду назад и за счет этого ускоряет свое движение вперед. В то же время вода позади пловца при выполнении ударных движений становится турбулентной. Вместе с тем это не означает, что интенсивность отрыва вихрей достаточно велика для ускорения движения пловца вперед. Даже если бы это и было так, время существования этих вихрей настолько невелико, что создаваемый ими эффект утрачивается практически сразу после их отрыва. Иными словами, любое предполагаемое движущее действие может проявляться в течение короткого промежутка времени после отрыва вихрей назад, а затем они рассеиваются. Следовательно, нет никакой разницы в том, распространяется ли возмущение воды на значительное расстояние, не достигая поверхности и не сталкиваясь с дном бассейна, или же нет. Энергия движущейся назад воды будет рассеиваться еще до этого времени и не сможет быть использована для создания силы, продвигающей пловца вперед.

Кроме того, я сомневаюсь в том, что плавание на боку позволяет снизить сопротивление тела пловца. Когда пловец полностью погружен в воду, сопротивление формы его тела не зависит от того, находится оно в горизонтальном положении или расположено на боку. Очертания тела будут оставаться неизменными, и поток воды в обоих случаях будет разделяться на две части.

Я провел исследования и не обнаружил никакой разницы в скорости проплывания дистанции 25 м при плавании под водой на груди или на боку при помощи ударных движений ногами способом баттерфляй. Оба способа оказались в равной степени результативными. Важно помнить о том, что при плавании на боку пловцу в определенный момент заплыва приходится поворачивать тело в горизонтальное положение, а это будет замедлять его движение. При плавании на груди такое торможение отсутствует. Следовательно, есть все основания для рекомендации плавания на груди при помощи движений ногами.

Механика движений ногами способом баттерфляй при плавании под водой

Механика плавания под водой при помощи движений ногами способом баттерфляй на груди показана на рисунке 5.18. При плавании под водой амплитуда движений ног меньше, а темп движений больше по сравнению с плаванием при использовании гребка руками. Во всем остальном механика движений не отличается. Ударное движение вниз начинается, когда ноги в конце

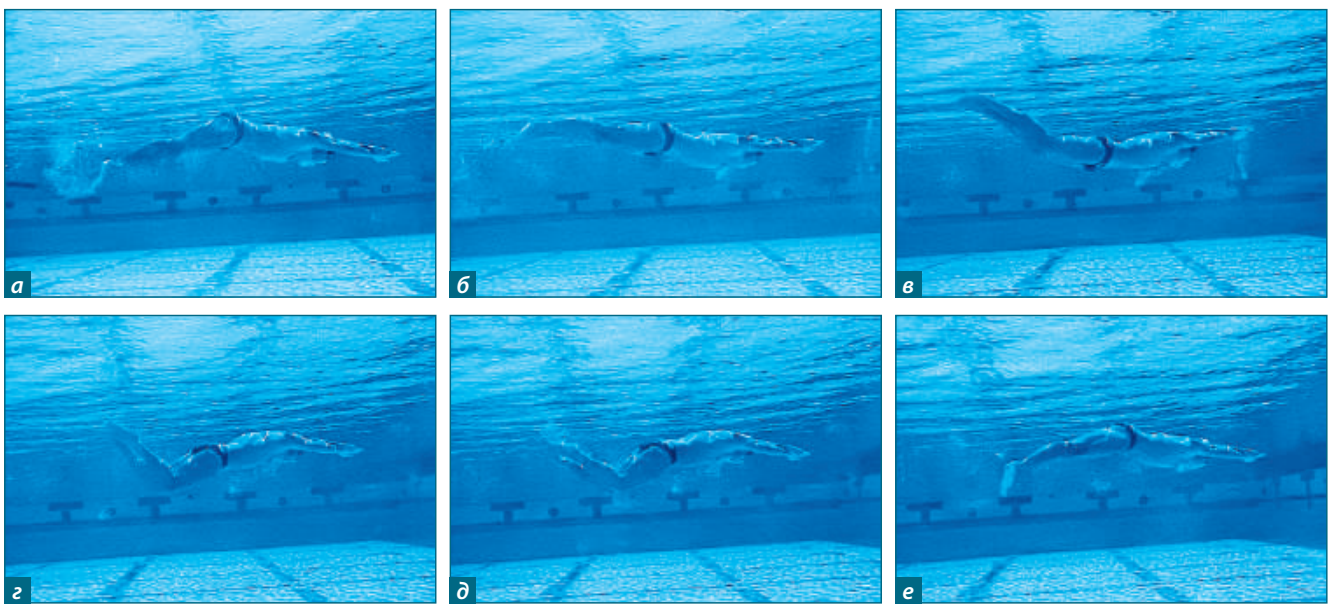


РИСУНОК 5.18 — Выполнение движений ногами способом баттерфляй при плавании под водой Гильермо Диасом ДеЛеоне из Аризонского университета: *а* — начало движения вверх; *б* — продолжение движения вверх; *в* — начало ударного движения вниз; начало сгибания ноги в тазобедренном суставе; *г* — продолжение ударного движения вниз; начало разгибания ног в коленях; *д* — продолжение разгибания ног в коленях; *е* — начало следующего движения вверх

движения вверх поднимаются выше туловища. Сначала происходит небольшое сгибание ног в тазобедренном суставе, и бедра начинают опускаться вниз, возникающее при этом давление воды поднимает голень и стопу вверх для последующего резкого движения вниз за счет разгибания ног в коленях. Во время движения вверх ноги остаются прямыми.

При плавании под водой при помощи только ног для пловца очень важно поддерживать наиболее обтекаемое положение туловища. Руки должны быть вытянуты впереди головы, одна кисть сверху другой, формируя острый угол, постепенно разделяющий поток воды, который затем проходит вдоль всего тела. Разделение потока воды должно начинаться с очень небольшой поверхности пальцев и постепенно увеличиваться по мере его прохождения вдоль рук и туловища. Голова должна располагаться между рук так, чтобы практически не выступать сверху или снизу.

Точно так же, как и при плавании баттерфляем с использованием гребка руками, для преобразования ударов ног вниз в поступательное движение пловца необходимы волнообразные движения тела. Это достигается с помощью механизма, получившего название *шимми* (Boomer, 1996). Шимми представляет собой серии небольших чередующихся движений рук вверх и вниз, которые сопровождают движения ног вверх и вниз. Для поступательного движения тела такие движения рук должны быть точно согласованы с движениями ног. Последовательность движений рук выглядит следующим образом.

Ударное движение ног вниз вытолкнет туловище, голову и руки вперед и вниз, поскольку приведет к смещению таза вверх и вперед. При следующем движении ног вверх сила тяжести заставит таз опуститься вниз и вперед. Пловец в это время должен слегка поднять руки и вытянуть их вперед, когда таз пройдет максимальную точку подъема (рис. 5.18, *а, б*). Это позволяет использовать последующее перемещение таза и туловища вниз для движения тела пловца вперед. После этого пловец во время ударного движения ногами вниз начинает смещать руки также вниз, чтобы верхняя часть его туловища продолжала двигаться вперед (рис. 5.18, *г, д*).

Распространенные ошибки при плавании баттерфляем

При плавании баттерфляем пловец может совершать множество различных ошибок. Самые распространенные из них приведены в этом подразделе.

Ошибки при выполнении гребка руками

Ниже описаны наиболее распространенные ошибки пловца при выполнении гребка руками, а также пути их устранения.

Ошибки при входе рук в воду и скольжении

Многие пловцы не используют полностью усилия ударных движений ногами для ускорения движения из-за ошибок при входе рук в воду. Резкий вход предплечий и кистей в воду увеличивает сопротивление. Попытка оттолкнуть воду назад сразу после входа рук также увеличивает ударное сопротивление и уменьшает движущее усилие, создаваемое за счет первого ударного движения ногами вниз. Вход рук должен происходить плавно, ладони необходимо развернуть наружу. Прежде чем начать руками отталкивание воды назад, пловец должен полностью использовать энергию первого ударного движения ногами вниз.

Ошибки при движении рук наружу

Наиболее распространенной ошибкой в этой фазе гребка руками является излишне большое усилие для движения рук наружу и недостаточное или чрезмерное смещение рук вниз.

Движение рук наружу не является толчковым движением, поэтому пловцу не следует прикладывать для его выполнения значительных усилий. Его руки должны скользить в воде, а не отталкивать ее в сторону. Вместе с тем движение рук наружу должно продолжаться, пока предплечья и кисти не повернутся своей поверхностью назад. Не следует опускать руки вниз, поскольку это приведет к выталкиванию туловища вверх и замедлению движения пловца. Кроме того, следствием этого может стать выполнение захвата с опущенным локтем. Конечно, скольжение рук в стороны также создает нежелательные силы, имеющие латеральное направление. Однако эти силы не столь существенно влияют на скорость пловца. Влияние латеральных движений рук на положение тела также исключено, поскольку пловец одновременным движением рук в стороны создает две противоположно направленные силы, компенсирующие друг друга. И наоборот, если пловец обеими руками отталкивает воду вниз, неважно насколько плавно, то замедляющая его сила удваивается.

Еще одна ошибка, совершаемая некоторыми пловцами, — прямые руки во время движения в стороны. Это влечет за собой увеличение времени, необходимого для перемещения рук

в положение для захвата и приводит к слишком сильному сгибанию рук во время последующего движения внутрь.

Ошибки при движении рук внутрь

Наиболее серьезная ошибка при движении рук внутрь — отталкивание предплечьем и ладонью воды вниз и внутрь сразу же после захвата. Вследствие этого возникает классическая ситуация выполнения захвата с опущенным локтем, в которой пловец вынужден отталкивать воду вниз, а не назад, на протяжении всей первой части движения внутрь. Из-за этого его тело выталкивает вверх, а скорость движения вместо увеличения снижается. Это настолько распространенная ошибка, что даже опытные пловцы баттерфляем часто ее совершают. Они пытаются выполнить захват при помощи гребкового движения вниз, подобного использующемуся в кроле на груди. Им кажется, что они отталкивают воду назад и внутрь, хотя на самом деле их руки движутся вниз и внутрь, поскольку они не смогли повернуть руку плоскостью назад до начала движения.

На рисунке 5.19 показано положение рук пловца сразу после захвата. Обратите внимание, что его ладони и предплечья повернуты вниз, а не назад. В итоге, он с усилием отталкивает воду вниз, вследствие чего его тело выталкивает вверх, а скорость движения уменьшается.

Пловец должен переместить руки прямо в стороны до положения для захвата, в котором они повернуты плоскостью предплечий и ладоней назад, а не вниз, а затем начать движение внутрь, отталкивая воду назад, а не вниз. Те, кто не может выполнить гребок внутрь, не отталкивая при этом воду вниз, должен попробовать воспользоваться другими способами выполнения движения внутрь, описанными выше в этой главе.

Вторая ошибка, совершаемая пловцами, — выполнение захвата выпрямленными руками с последующим их сгибанием во время движения внутрь. Это приводит к гребковым движениям рук, направленным почти поперек потока воды с минимальным перемещением предплечий и ладоней назад. В итоге движение внутрь практически не ускоряет движения пловца вперед. Вода перемещается в стороны и вперед мимо рук пловца. Часть воды пловец отталкивает ладонями назад. Однако создаваемая при этом движущая сила оказывается намного меньше, чем в случае отталкивания воды назад ладонями и предплечьями.

РИСУНОК 5.19 — Положение рук пловца после захвата. Ладони и предплечья повернуты вниз, а не назад, что приводит к торможению движения

В момент захвата руки должны быть согнуты, гребковое движение внутрь выполняется за счет приведения плеч назад, к грудной клетке. Как отмечалось выше, это позволяет увеличить движущую силу благодаря использованию для гребка крупных мышц туловища.

Еще одна распространенная ошибка связана с тем, что пловец не способен завершить движение рук внутрь под туловищем. При такой ошибке пловец не сводит руки вместе под туловищем и не приводит руки назад к грудной клетке.

При таком способе плавания пловец обычно пытается оттолкнуть воду ладонями и предплечьями прямо назад с момента захвата. Они объединяют движение внутрь и движение вверх в одно непрерывное движение, в котором им приходится перемещать воду с ускорением на большое расстояние назад. Проблема заключается в том, что при таком способе выполнения гребка происходит уменьшение его шага. Движение внутрь прекращается практически сразу, а первая половина движения вверх происходит вблизи внешних очертаний туловища, а не под средней линией тела пловца, где оно было бы наиболее эффективным. Следует отметить, что этот способ гребка руками с одним пиком ускорения использовали некоторые известные пловцы способом баттерфляй. Тем не менее я считаю, что его возможности в отношении создания движущей силы меньше, чем у способа гребка, обеспечивающего два пика ускорения, и потому его следует использовать только тогда, когда пловец не может научиться выполнять длинное движение внутрь.

Ошибки при движении рук вверх

Ошибки, которые пловец совершает в этой фазе гребка руками, напоминают ошибки, упоминавшиеся при обсуждении плавания кролем на груди. Пловец может слишком рано выпрямлять руки и отталкивать воду вверх, а не назад. Кроме того, некоторые пловцы пытаются продолжать отталкивание воды до момента выхода ладоней из воды. Это приводит к тому, что

они отталкивают воду вверх. Последствия такой ошибки показаны на рисунке 5.20.

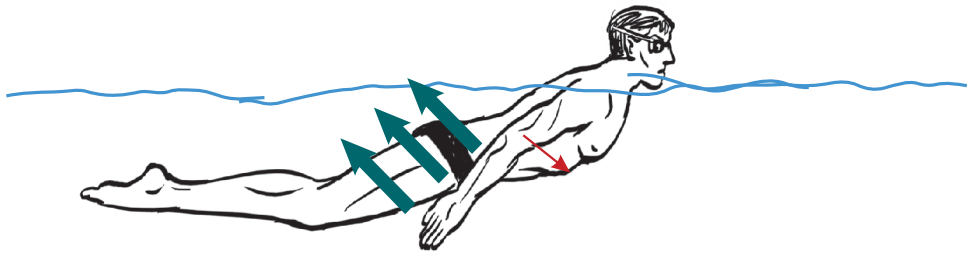


РИСУНОК 5.20 — Положение ладоней и предплечий во время движения рук вверх. Ладони и предплечья во время гребка повернуты вверх, а не назад, что ведет к замедлению движения

Пловец на этом рисунке выпрямляет руки во время движения вверх. В случае выпрямления рук до выхода кистей на поверхность пловец в завершающей части движения вверх отталкивает воду ладонями и внутренней поверхностью предплечий вверх. Его тело при этом погружается вниз, а скорость снижается.

Во время движения вверх следует выпрямлять руки медленно и не очень сильно. После прохождения рук около бедер пловец должен прекратить отталкивать воду назад и начать их перемещение вперед. До прекращения отталкивания воды и начала проноса выпрямление рук должно происходить медленно.

Ошибки при проносе рук вперед

Три самые типичные ошибки при проносе рук — слишком высокое поднимание рук, чрезмерно энергичное движение рук с усилием и касание руками воды.

Ранее уже отмечалось, что касание руками воды во время проноса заметно снижает скорость движения пловца вперед. Кроме того, во время проноса пловец должен дать время для отдыха мышцам плеча. Поэтому он должен прикладывать для выполнения проноса минимальное усилие, достаточное только для преодоления силы инерции, направленной назад, и перемещения рук вперед. Не следует осуществлять пронос резким движением, заканчивающимся входом рук в воду с большой силой.

Для высокого поднимания рук во время проноса требуется гибкость плечевых суставов, которой не обладают большинство пловцов. Нет никакой необходимости в том, чтобы проносить руки таким образом. Единственной причиной поднимания рук вверх во время проноса является стремление избежать касания воды. Однако если пловец приподнимает верхнюю часть туловища над водой, то его руки не будут касаться воды даже при их движении вперед через стороны.

Ошибки при выполнении движений ногами

Наиболее важным качеством при выполнении движений ногами при плавании способом баттерфляй является способность разгибать голеностопный сустав. Пловец должен быть способен разгибать стопу более чем на 70° от вертикали. Тем, кто не обладает такой способностью, приходится увеличивать диапазон подвижности стопы с помощью специально разработанных упражнений.

На рисунке 5.21 показано, насколько в баттерфляе важна большая амплитуда разгибания голеностопного сустава во время ударного движения ногами вниз. Хорошее разгибание голеностопного сустава позволяет пловцам отталкивать воду назад на протяжении практически всего движения ног вниз (рис. 5.21, *а*). В случае слабого разгибания стопы нога будет отталкивать воду главным образом вниз (рис. 5.21, *б*).

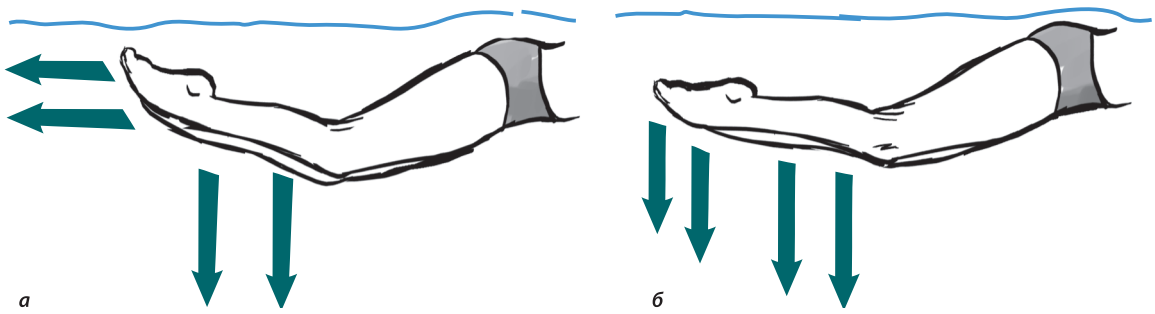


РИСУНОК 5.21 — Результат правильного и недостаточного разгибания стопы при выполнении ударных движений ногами способом баттерфляй. Пловец на схеме *а* способен сильно разгибать стопу в голеностопном суставе, и это позволяет ему отталкивать воду назад практически до самого завершения движения ногами вниз. В отличие от него у пловца на схеме *б* способность разгибать ногу в голеностопном суставе развита хуже. Его стопы, как и голень, во второй части ударного движения вниз отталкивают воду только вниз

Еще одна распространенная ошибка, совершаемая пловцами, — это слишком глубокое опускание ног. Чаще всего она наблюдается во время второго ударного движения вниз. В момент завершения этого движения стопа должна находиться чуть ниже уровня туловища. Увеличение амплитуды ударного движения ног вниз только увеличивает сопротивление формы и ударное сопротивление, поскольку в завершающей части ударного движения стопы опускаются ниже уровня туловища и отталкивают воду вперед и вниз.

Другая частая ошибка — это сгибание ног в коленях при движении вверх. Она, возможно, даже сильнее, чем все остальные, уменьшает движущую силу, которую пловец способен создавать при помощи ног. Последствия этой ошибки заключаются в том, что пловец отталкивает воду ногами вверх и вперед, тем самым увеличивая ударное сопротивление и замедляя свое движение. Пловец не должен сгибать ноги в коленях до начала ударного движения вниз, т. е. до момента, когда они сами сгибаются в результате опускания вниз бедер.

Ошибки согласования движений

Типичные ошибки, связанные с согласованием движений, — преждевременное ударное движение ногами во время проноса рук вперед, чрезмерная продолжительность скольжения после входа рук в воду и выполнение только одного гребкового движения за цикл гребка руками.

Преждевременное ударное движение ногами во время проноса рук вперед. Некоторые пловцы заканчивают первое ударное движение ног вниз до входа рук в воду. Это обусловлено тем, что при перемещении рук вперед они несколько замедлили свое продвижение. Для компенсации создаваемого при этом ударного сопротивления им приходится выполнять ударное движение ногами вниз еще до входа рук в воду. К сожалению, ударное движение ногами в этот момент только ослабляет их торможение во время проноса рук. Ускорения пловца при выполнении ударного движения вниз в этот момент не происходит.

Пловец должен попытаться согласовать время ударного движения ногами вниз с моментом входа рук в воду и началом скольжения. Чтобы снизить вероятность паузы в движении во время перемещения рук вперед в воде, ему необходимо попытаться больше поднять голову и туловище над водой и согнуть руки в локтях перед входом в воду.

Чрезмерная продолжительность скольжения после входа рук в воду. Эту ошибку часто совершают начинающие пловцы при обучении плаванию способом баттерфляй. Они вытягивают руки вперед после входа в воду и перед началом движения рук в стороны выполняют два небольших ударных движения ногами вниз. Следует объяснить им, что первое ударное движение вниз необходимо выполнять только в момент входа рук в воду, а второе — лишь в средине цикла гребка руками. Хорошие упражнения для исправления этой ошибки описаны в конце этой главы.

Выполнение только одного ударного движения ногами за цикл гребка руками. В действительности пловец совершает не одно, а полтора ударных движения, поскольку второе ударное движение вниз он только начинает и не доводит до конца. Из-за этого ему трудно удерживать таз на плаву около поверхности воды, а наклонное положение туловища увеличит сопротивление формы во время завершения гребка руками и проноса рук вперед.

Исправить эту ошибку достаточно сложно, поскольку решение проблемы не столь очевидно, как кажется. Простое объяснение необходимости выполнения двух циклов ударных движений ногами не исправит ситуацию. Пловцы, выполняющие всего одно ударное движение ногами в течение всего цикла гребка, обычно пытаются выполнить захват слишком быстро, а затем оттолкнуть воду прямо назад, не проводя кисти под туловищем. Это влечет за собой цепочку событий, настолько укорачивающих гребок руками, что пловцу просто не хватает времени и возможности для выполнения нормального второго ударного движения ногами до выхода рук из воды. В итоге им хватает времени только для того, чтобы частично выполнить ударное движение ног вниз. Таким пловцам следует предложить увеличить амплитуду движений рук наружу и внутрь, чтобы у них оставалось достаточно времени для движения ног вверх и последующего полного ударного движения вниз до выхода рук из воды.

Ошибки, связанные с положением тела

Проблемы возникают в случае излишне или недостаточно сильного волнообразного движения тела пловца. Недостаточно полная амплитуда волнообразного движения снижает скорость движения тела вперед, поскольку ударные движения ногами и волна тела не обеспечивают должного ускорения. Причиной недостаточной амплитуды волнообразного движения тела может быть слишком короткое движение рук наружу, поскольку попытка выполнения захвата вскоре после входа рук в воду препятствует движению таза вверх.

Излишне сильное волнообразное движение увеличивает сопротивление воды, поскольку пловец, пытаясь поднять таз выше, обычно слишком глубоко погружает ноги и голову. Последствия излишней амплитуды волнообразного движения тела показаны на рисунке 5.22.

Спортсменка на рисунке 5.22, *а* выполняет движение ногами вниз с амплитудой, достаточной для ускорения движения вперед, но не настолько большой, чтобы это увеличивало сопротивление формы и ударное сопротивление. Спортсменка на рисунке 5.22, *б* погружает ноги слишком глубоко, и наряду с этим во время входа рук в воду слишком сильно наклоняет голову вниз. Это приводит к увеличению сопротивления формы, поскольку она увеличивает объем пространства, занимаемого в воде. Кроме того, это может уменьшить ускорение, создаваемое ударным движением ногами, поскольку ее руки и голова в момент завершения первого ударного движения вниз вместо движения вперед движутся вниз.

При правильном выполнении ударных движений ногами способом баттерфляй таз должен слегка приподниматься над поверхностью воды во время первого ударного движения вниз, а затем опускаться под поверхность при последующем движении ног вверх. Движения вниз и вверх второго цикла движений ногами должны просто компенсировать направленные вверх силы, создаваемые во время гребка руками, а таз при этом должен оставаться на одной глубине под поверхностью воды.

Ошибки, связанные с дыханием

Во время вдоха одни пловцы недостаточно поднимают голову и туловище над водой, тогда как другие делают это слишком сильно. Еще одна частая ошибка — выполнение вдоха слишком рано или слишком поздно во время цикла гребка.

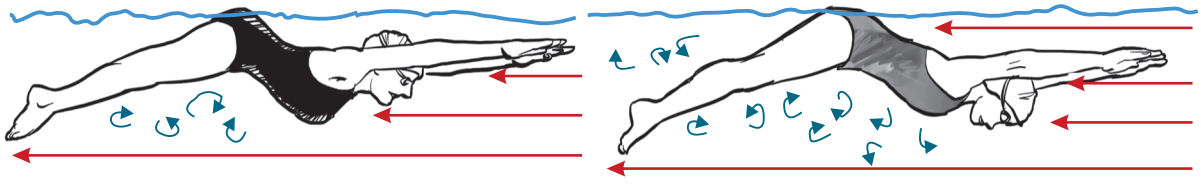
Пловцы, которые остаются во время вдоха слишком низко в воде, практически всегда в последней части проноса цепляют руками за воду. Это можно предотвратить, поднимая голову и плечи над водой настолько, чтобы они не погружались до входа рук в воду. В то же время пловец не должен поднимать голову и туловище выше, чем это необходимо для проноса рук над водой.

Пловцы, выполняющие вдох слишком рано, обычно используют гребок со скольжением. Они начинают скольжение после входа рук в воду, и это позволяет им сделать вдох до начала движения рук в стороны. В таком случае пловца необходимо научить продолжать движение рук вперед и в стороны после входа и не поднимать лицо из воды до средины гребка.

Когда вдох происходит слишком поздно, у пловца формируется задержка гребка. Это означает, что он делает задержку для вдоха перед выходом рук из воды. Это может быть обусловлено тремя причинами. Первая — после входа рук в воду спортсмены слишком долго держат голову низко и не поднимают лица из воды почти до завершения гребка руками. Соответственно их лицо остается в воде практически до завершения движения рук вверх, и из-за этого им приходится делать задержку для вдоха перед началом проноса рук. В таком случае пловца следует научить поднимать лицо над водой во время движения рук внутрь и делать вдох во время движения рук вверх.

Вторая возможная причина запаздывания вдоха — слишком сильное движение рук вверх при отталкивании воды. Чтобы компенсировать создаваемую при этом силу, которая направлена вниз, и не дать телу больше погружаться в воду, пловцу приходится выполнять второе сильное ударное движение ногами. В результате бедра слишком сильно поднимаются над поверхностью воды, а пловцу приходится задерживать вдох и пронос рук до опускания таза ниже поверхности воды. Таких пловцов следует научить ослаблять давление на воду до выхода рук на поверхность, что позволит устранить потребность в выполнении сильного ударного движения ногами вниз во время движения рук вверх.

Третья и, пожалуй, наиболее распространенная среди молодых пловцов причина задержки гребка — поворот кистей ладонями вниз до выхода рук из воды. Такое изменение положения кистей препятствует их выходу из воды, задерживает вдох и начало проноса вперед. Некоторые пловцы по ошибке пытаются выполнить мах вперед до того, как руки поднимутся над водой. Вместо того чтобы дать рукам возможность двигаться вверх и в стороны, чтобы преодолеть



а *б*

РИСУНОК 5.22 — Ошибка, проявляющаяся в чрезмерном волнообразном движении тела. Спортсменка на схеме *а* двигается правильно, тогда как на схеме *б* амплитуда волнообразных движений тела слишком велика

инерцию движения назад, они резко прекращают движение рук назад и начинают перемещать их вперед, хотя все это происходит еще под водой. В таком случае пловца необходимо научить выполнять движение вверх и в стороны из воды так, чтобы кисть во время проноса над водой следовала за предплечьем. Пловец также должен понять, что кисть должна выходить из воды, рассекая ее ребром, мизинцем вперед, а ладони в первой части проноса должны быть повернуты назад.

Упражнения для совершенствования техники плавания баттерфляем

Баттерфляй — наиболее сложный для создания тренировочных упражнений способ плавания, поскольку очень сложно самостоятельно отрабатывать отдельные элементы этого способа так, чтобы они при этом напоминали плавание баттерфляем. Тем не менее существует ряд упражнений, ставших достаточно популярными.

Упражнения для обучения гребку руками

Существует четыре упражнения, которые я мог бы рекомендовать для этой цели: плавание баттерфляем при помощи одной руки; плавание баттерфляем без помощи ног; плавание баттерфляем в ластах; плавание баттерфляем с задержкой после каждого цикла гребка.

ПЛАВАНИЕ БАТТЕРФЛЯЕМ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОЙ РУКИ

Это упражнение хорошо подходит для обучения гребковым движениям руками, поскольку позволяет пловцу сконцентрироваться на движении каждой руки в отдельности. При плавании баттерфляем при помощи одной руки спортсмен выполняет движение наружу, движение внутрь, движение вверх и перемещение руки вперед над водой медленно и старательно, обращая основное внимание на правильность выполнения движений в каждой фазе гребка. Другая рука может быть вытянута вперед по ходу движения или расположена вдоль туловища. Плавание с вытянутой вперед рукой облегчает управление движением тела пловца, однако несколько затрудняет волнообразные движения тела. При выполнении этого упражнения пловец должен стараться удерживать тело в горизонтальной плоскости, не поворачивая его в сторону, и выполнять вдох спереди, как если бы он плыл при помощи обеих рук.

Это упражнение можно выполнять с движениями ногами способом баттерфляй или с поплавком или плавательной доской между ногами. Использование поплавка помогает пловцу сконцентрироваться на движении рук, но препятствует волнообразным движениям тела. Выполнение упражнения в сочетании с движениями ногами увеличивает подобие движений пловца с плаванием способом баттерфляй, но может оказаться достаточно сложным для начинающих пловцов.

Один из вариантов этого упражнения хорошо подходит для подготовки к переходу к плаванию с использованием полного цикла гребка. Пловец проплывает каждую длину бассейна, выполняя определенное количество гребков правой рукой (например, 3 раза по 25 м). Затем он проплывает такую же дистанцию при помощи левой руки. Завершается упражнение плаванием на такую же дистанцию при помощи обеих рук.

ПЛАВАНИЕ БАТТЕРФЛЯЕМ БЕЗ ПОМОЩИ НОГ

Цель этого упражнения — помочь пловцу сосредоточиться на движениях рук и дыхании при плавании баттерфляем. Упражнение выполняется с использованием поплавка для ног или плавательной доски, которые помогают удерживать тело в горизонтальном положении и облегчают отработку движений рук и дыхания.

Упражнение хорошо подходит и для обучения координации движений ног. После его выполнения ноги пловца в течение каждого цикла гребка начнут непроизвольно выполнять два небольших движения вниз, согласованных с движениями рук. Необходимо дать пловцам указание не препятствовать таким вертикальным движениям ногами и выполнять волнообразные движения тела. Несмотря на то что при выполнении упражнения пловец плывет при помощи только рук, он должен обращать внимание на синхронизацию движений ногами вниз с движениями руками. Когда волнообразные движения ногами начнут напоминать обычные ударные движения ногами при плавании баттерфляем, пловец может отказаться от использования поплавка или плавательной доски и начать тренировку по четкому согласованию движений ног и рук.

ПЛАВАНИЕ БАТТЕРФЛЯЕМ В ЛАСТАХ

Плавание в ластах облегчает поддержание горизонтального положения тела при обучении гребку руками, последовательности выполнения вдоха и согласованию движений рук и ног. Ласты обеспечивают дополнительную поддержку, которая позволяет начинающим пловцам увеличить дистанцию плавания для обучения различным аспектам этого способа.

ПЛАВАНИЕ БАТТЕРФЛЯЕМ С ЗАДЕРЖКОЙ ПОСЛЕ КАЖДОГО ЦИКЛА ГРЕБКА

Это упражнение хорошо подходит для обучения гребковым движениям плавания способом баттерфляй в целом. Выполнение упражнения начинается из неподвижного положения лежа на воде лицом вниз. Пловец выполняет один полный цикл гребка с движениями ногами и останавливается. После этого он выполняет еще один цикл гребка и снова останавливается, проплывая таким образом заданное расстояние.

Упражнения для обучения движений ногами

Существует несколько способов совершенствования техники выполнения и увеличения силы ударных движений ногами. В этом подразделе описаны шесть упражнений, предназначенных для этой цели.

ПЛАВАНИЕ С ДОСКОЙ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Это упражнение хорошо подходит для тренировки движения вниз второго цикла движений ногами и для тренировки мышц ног. Вместе с тем оно не позволяет выполнять волнообразные движения тела в полном объеме, поскольку плавательная доска приподнимает и удерживает руки и верхнюю часть туловища пловца в малоподвижном положении.

ПЛАВАНИЕ ПОД ВОДОЙ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Это хорошее упражнения для обучения первому циклу движений ногами. Пловец имитирует движения ногами способом баттерфляй под водой. Упражнение может выполняться в виде скоростного заплыва на дистанцию 25 м под водой. В случае заплывов на большее расстояние пловец может делать вдох после каждых трех—четырех ударных движений ногами под водой.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Это упражнение выполняется без плавательной доски с руками, вытянутыми вперед по ходу движения. Это еще одно хорошее упражнение для обучения выполнению первого цикла ударных движений ногами, поскольку пловец без ограничений (как в случае использования доски) способен имитировать волнообразное движение тела. Вдох выполняется через каждые три, шесть или восемь движений ногами.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ НОГ ЛЕЖА НА СПИНЕ

Пловец выполняет движения ногами лежа на спине, его руки вытянуты вперед по ходу. Это упражнение применяется для обучения технике движений ногами способом баттерфляй и тренировки мышц ног.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ НОГ ЛЕЖА НА БОКУ

Спортсмен плывет лежа на боку при помощи ног, руки расположены вдоль туловища. Он поворачивается на другую сторону после прохождения определенной дистанции или после заданного количества движений ногами (например, пять движений на одном боку, пять — на другом). Это упражнение применяется для обучения правильной технике выполнения движения вверх, поскольку позволяет им лучше ощущать волнообразные колебания ног и сконцентрироваться на движении вверх прямыми ногами. Упражнение также обучает правильной последовательности опускания и поднимания головы, поскольку пловец должен смотреть вперед во время каждого удара ног вниз. Один из вариантов этого упражнения — плавание при помощи ног на боку с вытянутыми вперед руками — требует большей гибкости поясничного отдела позвоночника.

ЧЕРЕДОВАНИЕ ПЛАВАНИЯ ПОД ВОДОЙ ПРИ ПОМОЩИ НОГ И ПЛАВАНИЯ В КООРДИНАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ РУК И НОГ НА ПОВЕРХНОСТИ

Это прекрасное упражнение для имитации первого цикла ударных движений ног. Кроме того, оно позволяет развивать аэробную выносливость и способность задерживать дыхание, поскольку спортсмену приходится проплывать большое расстояние в одном ритме. Пловец должен выполнить серию повторений, чередуя три ударных движения ногами под водой с двумя циклами гребка руками на поверхности. Во время выполнения упражнения под водой он выполняет сильные ударные движения ногами способом баттерфляй вместе с волнообразными движениями тела (во время ударного движения ногами вниз голова находится ниже уровня таза). Два полных цикла гребка руками на поверхности необходимы главным образом для дыхания. Уже через короткое время после начала выполнения этого упражнения пловец сможет увеличить количество повторений в сериях и проплываемую дистанцию, которую он способен преодолеть способом баттерфляй. Кроме того, упражнение помогает развивать выносливость, необходимую для участия в спортивных соревнованиях.

Глава 6

Кроль на спине

Способ плавания кролем на спине сформировался на основе использования элементов кроля на груди (перевернутый кроль). Со временем спортсмены определили, что поочередное перемещение рук вперед над водой позволяет увеличить скорость плавания без нарушения правил соревнования. Современный способ плавания кролем на спине сформировался позднее, после того, как было установлено, что попеременные движения ногами обеспечивают большую скорость по сравнению с одновременными клиновидно-толчковыми движениями (как в брассе).

С 1930 по 1960 г. пловцы использовали способ плавания, который приобрел популярность благодаря великому чемпиону американцу Адольфу Киферу. Пловцы во время гребка выполняли движение прямой рукой под самой поверхностью воды в направлении туловища. Кроме того, перемещение руки вперед выполнялось через сторону с низким подниманием руки над водой. Этот способ плавания существенно изменился с 1960-х годов. Благодаря использованию подводных фото- и киносъемок, специалисты установили, что наиболее успешные пловцы кролем на спине выполняют гребок руками по S-образной траектории. В начале гребка руки сгибаются в локтях, а потом выпрямляются. Кроме того, они выполняли пронос руки над головой, а не через сторону.

Сегодня техника плавания кролем на спине во многом напоминает технику плавания кролем на груди, за исключением положения тела в воде во время плавания на спине. Как и в кроле на груди, пловец выполняет гребки руками поочередно. Большинство пловцов используют шестиударный ритм движений ногами.

В последнее десятилетие в технике плавания кролем на спине произошли существенные изменения. Большинство успешных пловцов используют гребок руками, включающий три, а не две толчковые (движущие) фазы. Кроме того, заметно увеличилось количество спортсменов, проплывающих этим стилем значительную часть дистанции под водой при помощи движений ногами способом баттерфляй. В настоящее время правила разрешают проплыть под водой при помощи ног до 15 м после старта и после каждого поворота. Хотя до настоящего времени не было опубликовано экспериментальных данных оценки эффективности использования плавания под водой при помощи движений ногами способом баттерфляй, очевидно, что многие пловцы способны плавать под водой при помощи ног быстрее, чем по поверхности.

Техника плавания этим способом представлена в той же последовательности, что и для кроля на груди и баттерфляя. Сначала описаны стандартная траектория гребка, динамика скорости движения пловца и кисти при плавании кролем на спине. После этого дано описание цикла гребка руками, движений ногами, согласования движений рук и ног, а также положения тела пловца в воде. Учитывая возрастающее количество квалифицированных и успешных пловцов, использующих плавание под водой при помощи движений ногами способом баттерфляй, я приведу его описание. В заключительных подразделах главы описаны распространенные ошибки пловцов и упражнения для обучения технике плавания кролем на спине.

Траектория движения кисти и динамика скорости

Традиционно принято считать, что гребок руками при плавании кролем на спине включает две основные толчковые фазы. Первый пик ускорения наблюдается во время движения руки вверх к поверхности воды — фаза подтягивания, второй — начиная с середины гребка, когда рука начинает выпрямляться вдоль тела вниз, и до его завершения — фаза отталкивания. Однако по данным оценки скорости движения вперед, у большинства успешных пловцов последних двух де-

сятилетий в динамике скорости обнаруживается три пика ускорения, при этом третий пик наблюдается в момент перемещения руки к поверхности в фазе, которая ранее считалась частью фазы перемещения руки вперед. Таким образом, всех пловцов кролем на спи36не мирового класса можно разделить на две группы: тех, кто использует гребок, обеспечивающий два пика ускорения, и тех, у кого во время каждого гребка руками наблюдаются три пика ускорения.

Я считаю, что способ гребка, включающий три толчковые (движущие) фазы, обладает большим потенциалом с точки зрения создания движущей силы, и постараюсь обосновать свое мнение позднее в этой главе. Сначала приведу описание траектории гребка.

Траектория движения кисти во время выполнения гребка

Траектория движения кисти, представленная на рисунке 6.1, показывает традиционный гребок с двумя пиками ускорения. Траектория гребка с тремя толчковыми фазами показана на рисунке 6.2.

Траектория гребка с двумя пиками ускорения

На рисунке 6.1 представлена траектория движения руки, характерная для гребка большинства пловцов, специализирующихся в плавании кролем на спине. Эта траектория показывает движение кисти относительно фиксированной точки в бассейне и, следовательно, отображает истинное направление движения кисти пловца во время выполнения гребка.

Каждый цикл гребка руками включает пять фаз: первое движение вниз, захват, первое движение вверх, второе движение вниз, прекращение отталкивания воды с выходом руки из воды. Две из этих фаз относятся к основной движущей части гребка: первое движение вверх и второе движение вниз.

На рисунке 6.1 первому движению кисти вниз соответствует участок траектории между точками 1 и 2. После входа руки в воду она движется вперед, вниз и наружу до перехода в положение для захвата. Захват происходит в точке 2. Первому движению вверх (первая часть основной фазы гребка — подтягивание) соответствует участок траектории между точками 2 и 3. Пловец перемещает кисть вверх и назад, пока она не окажется около поверхности воды напротив грудной клетки. Второму движению вниз (вторая часть основной фазы гребка — фаза отталкивания) соответствует участок между точками 3 и 4. Пловец перемещает руку вниз, внутрь и назад, пока она полностью не выпрямится и не окажется под его бедром. После этого пловец прекращает отталкивать воду (точка 4) и начинает движение руки вверх и вперед из воды, а затем за голову и назад для следующего цикла гребка. Выход руки из воды происходит в точке 5.

Траектория гребка с тремя пиками ускорения

Вид сбоку, спереди и снизу траектории такого гребка показан на рисунке 6.2. Как и на рисунке 6.1, все траектории изображены относительно неподвижной точки в бассейне. У пловцов, пользующихся таким гребком, можно выделить шесть фаз, а не пять, как в описанном выше гребке, и три из них составляют основную движущую часть гребка. В число этих фаз входят первое движение вниз, захват, первое движение вверх, *второе движение вниз*, второе движение вверх и прекращение отталкивания воды с выходом руки из воды.

Первому движению вниз соответствует участок траектории между точками 1 и 2 на рисунке 6.2. Захват происходит в точке 2. Движение кисти пловца происходит преимущественно в том же направлении, как и при гребке с двумя пиками ускорения: вперед, вниз и наружу. Первое движение вверх показывает участок траектории между точками 2 и 3. Это движение руки вверх и назад, которое завершается, когда рука пловца оказывается около поверхности на уровне плеч. В этом типе гребка движение вверх намного короче, чем в гребке с двумя пиками ускорения.

Следующая толчковая фаза — второе движение вниз — происходит между точками 3 и 4. Кисть пловца перемещается назад и вниз, пока рука не выпрямится полностью и не окажется под бедром. По сравнению с гребком с двумя пиками ускорения в данном случае расстояние между кистью и бедром может быть несколько большим. Третья толчковая фаза — второе движение вверх — это участок траектории между точками 4 и 5. Рука перемещается вверх, назад и внутрь к бедру, отталкивая воду назад ладонью и внутренней поверхностью предплечья. В точке 5 пловец прекращает отталкивать воду назад, а в точке 6 рука выходит из воды.

Два элемента траектории гребка на рисунке 6.2 могут показаться необычными. Первый — это глубина погружения руки во время второго движения вниз. Тренеры, обучающие стандартному гребку *согнутой рукой*, убеждены в том, что пловец в этой фазе должен отталкивать кистью воду назад и внутрь. Вместе с тем собственные наблюдения и результаты анализа материалов фото- и видеосъемки пловцов мирового класса

показывают, что пловцы, гребок которых дает три пика ускорения, в этой фазе погружают кисть намного глубже бедра (Luedtke, 1986).

Второе, что может показаться странным, — это то, как второе движение вверх может создавать движущую силу, поскольку, как я уже отмечал ранее, это движение традиционно считали первой частью перемещения рук вперед. Однако расчеты движущей силы для членов олимпийской сборной США по плаванию и анализ

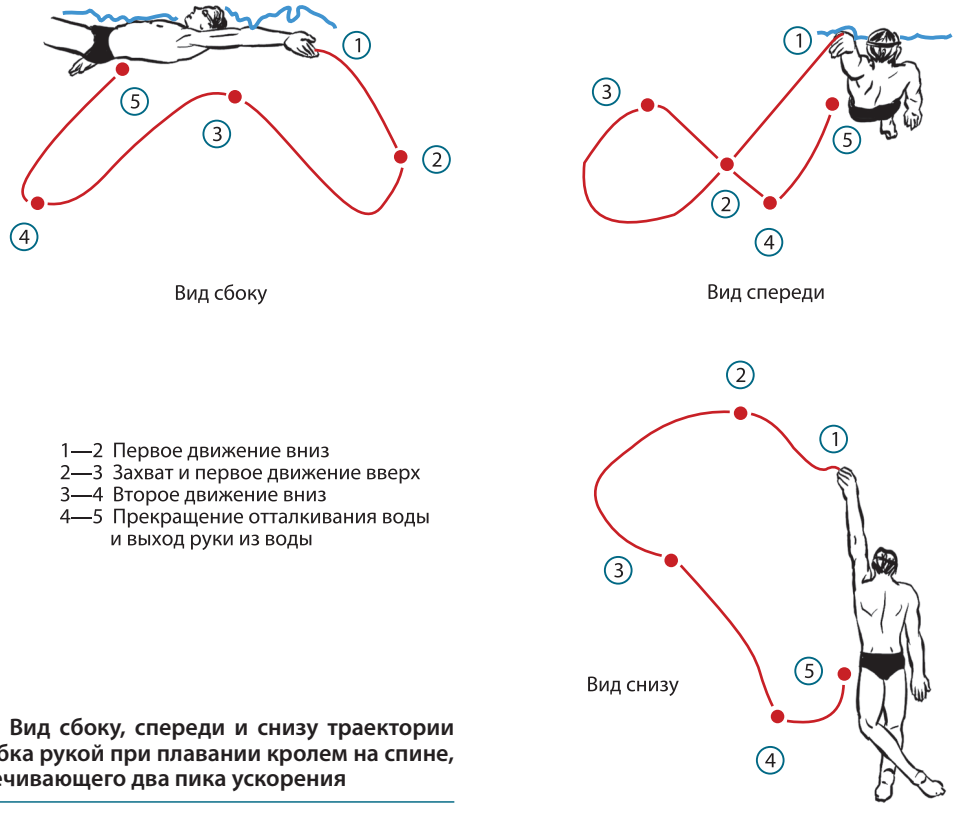


РИСУНОК 6.1 — Вид сбоку, спереди и снизу траектории выполнения гребка рукой при плавании кролем на спине, обеспечивающего два пика ускорения

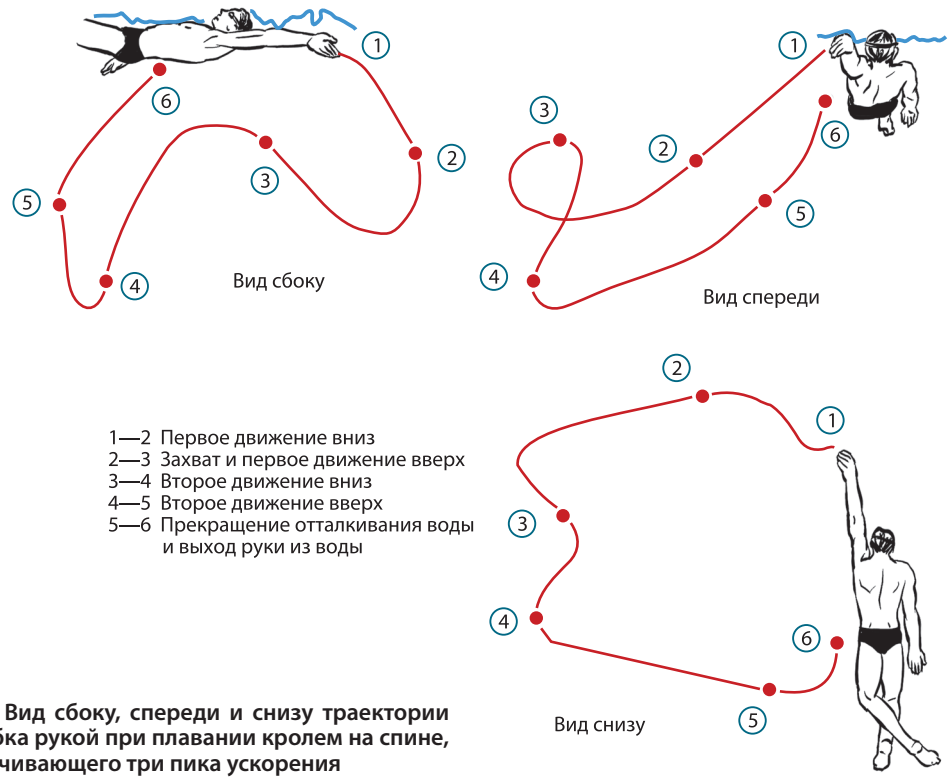


РИСУНОК 6.2 — Вид сбоку, спереди и снизу траектории выполнения гребка рукой при плавании кролем на спине, обеспечивающего три пика ускорения

динамики скорости ряда современных пловцов мирового класса показывают, что пловцы кролем на спине способны использовать это движение для ускорения (Luedtke, 1986; Maglischo et al., 1987; C. Maglischo, E. Maglischo, Santos, 1987).

Динамика скорости движения пловца и кисти

Графики на рисунках 6.3 и 6.4 показывают динамику скорости движения пловца и его кисти для спортсменов мирового класса, гребок которых создает два и три пика ускорения. На рисунке 6.3 показана типичная динамика скорости движения при гребке, создающем два пика ускорения, рассчитанная для Терезы Эндрюс, члена олимпийской сборной США по плаванию 1984 г. Показана динамика скорости выполнения гребка правой рукой. Ускорение движения спортсменки происходит во время первого движения вверх и второго движения вниз. Второе движение вверх не сопровождается увеличением скорости движения спортсменки. Она просто прекращает отталкивать воду назад в конце второго движения руки вниз и поднимает руки из воды для их перемещения вперед.

Создается впечатление, что можно выделить три типа гребка, обеспечивающих три пика ускорения. У одних пловцов наибольшая движущая сила отмечается во время первого движения вверх, у других — во втором движении вниз, у третьих величина ускорения во время обоих движений примерно одинакова.

На рисунке 6.4 представлен график скорости движения вперед Мартина Лопеса-Зуберо, бывшего рекордсмена мира, чемпиона Игр Олимпиады 1992 г. в заплыве на дистанцию 200 м кролем на спине. В цикле гребка Лопеса-Зуберо наблюдаются три пика ускорения: первый во время первого движения вверх, второй — во втором движении вниз, третий — во время второго движения вверх. Зона, соответствующая этому моменту, закрашена серым цветом в правой части графика скорости пловца. Пловец сохраняет достаточно высокую скорость во время второго движения вверх правой руки, а также увеличивает ее во время движения вверх левой руки.

Этим графиком я хочу показать, что второе движение руки вверх может быть использовано для ускорения движения вперед. Каждый пловец должен стараться использовать его для создания движущей силы. Я уверен, что это, возможно, наиболее эффективный способ плавания кролем на спине. Анализ материалов подводных видеосъемок показывает увеличение количества пловцов мирового класса, использующих этот тип гребка при плавании кролем на спине. Это удивительно, поскольку большинство из них обучались традиционному гребку, создающему два пика ускорения. Тот факт, что большинство

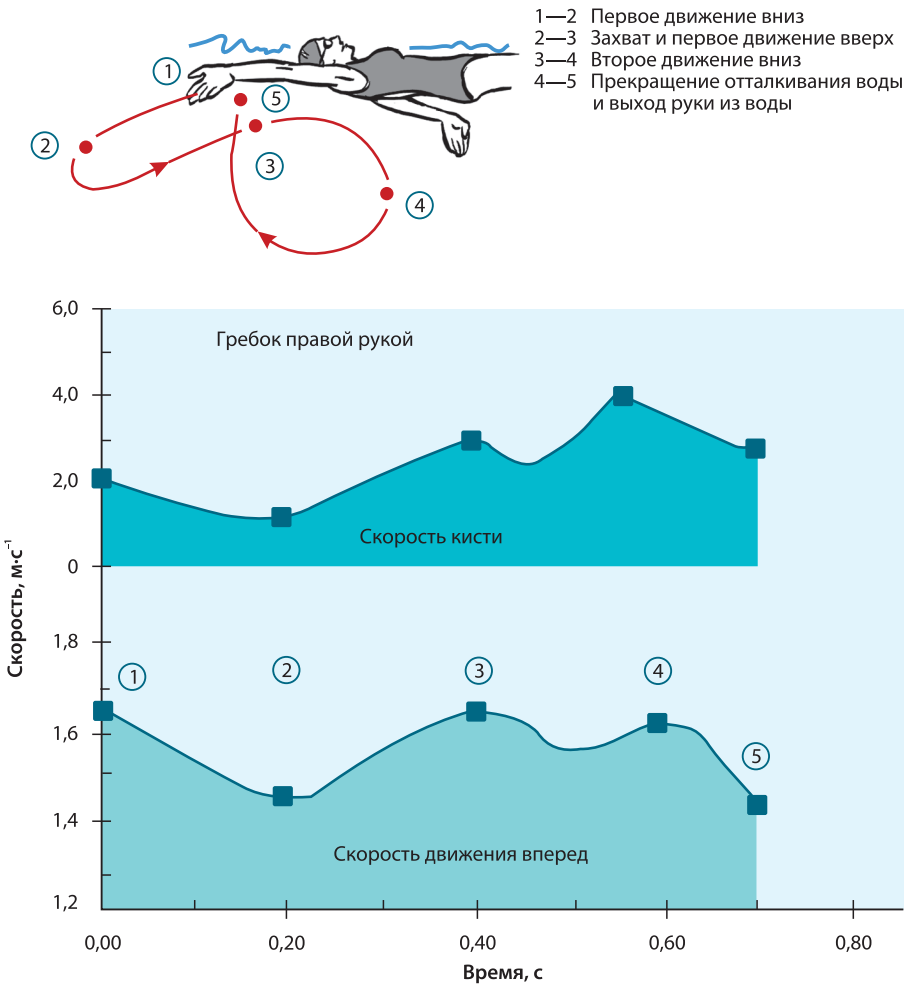


РИСУНОК 6.3 — Динамика скорости центра масс тела и кисти Терезы Эндрюс, члена олимпийской сборной США по плаванию 1984 г. Во время выполнения цикла гребка наблюдаются два пика ускорения

Адаптировано из Luedtke, 1986

из них неосознанно пришли к гребку, создающему три пика ускорения, свидетельствует в пользу того, что это, вероятно, наиболее эффективный способ плавания кролем на спине. Однако многие квалифицированные пловцы кролем на спине продолжают использовать гребок, который дает два пика ускорения.

На рисунке 6.5 приведена идеальная, с моей точки зрения, динамика скорости движения пловца и кисти при плавании кролем на спине. На графике показан способ плавания, обеспечивающий три пика ускорения. Эта динамика объединяет лучшие элементы плавания нескольких пловцов мирового класса.

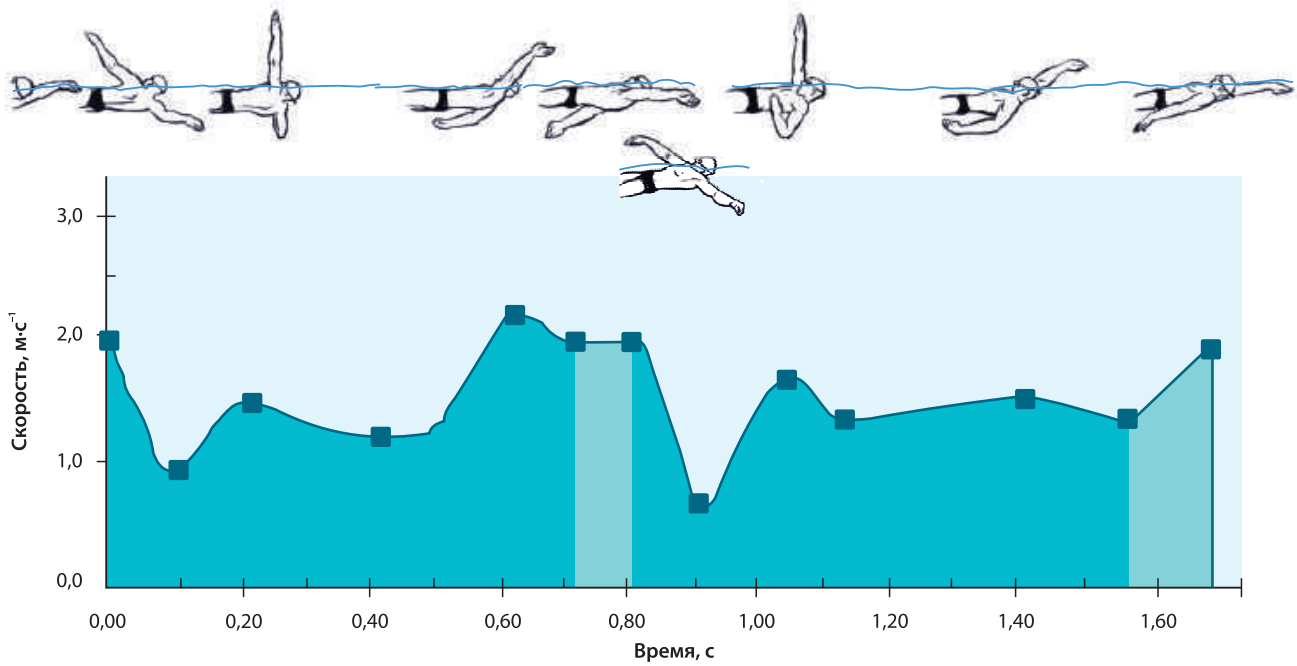


РИСУНОК 6.4 — Динамика скорости движения Мартина Лопеса-Зуберо, рекордсмена мира в плавании на дистанции 200 м кролем на спине

Адаптировано из Capraert, 1993

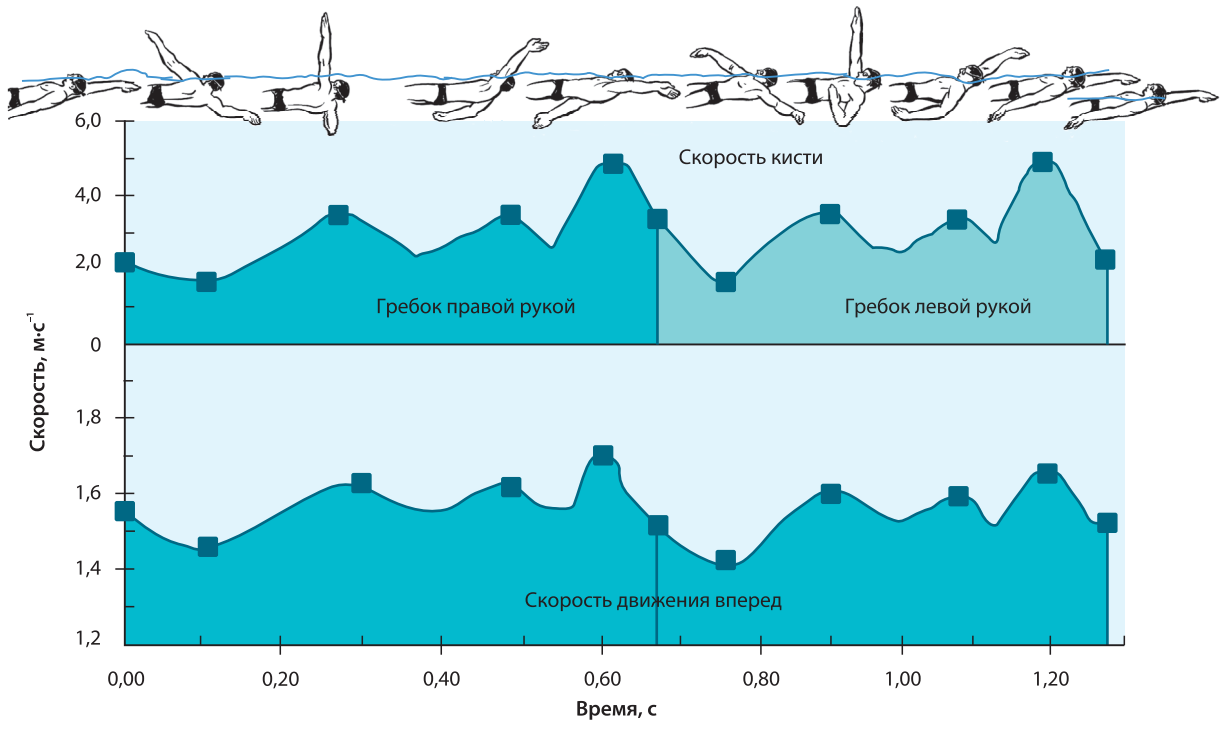


РИСУНОК 6.5 — Идеальная динамика скорости движения пловца и кисти при плавании кролем на спине

Динамика скорости движения вперед

График скорости движения центра масс тела пловца на рисунке 6.5 начинается с момента, когда правая рука входит в воду, а левая прекращает отталкивать воду назад. Обратите внимание, что во время первого движения вниз правой руки, когда кисть перемещается вниз в положение для захвата, скорость движения уменьшается на 0,10 м · с$^{-1}$. После выполнения захвата скорость движения пловца вперед увеличивается и продолжает возрастать на протяжении первого движения вверх. При переходе от первого движения вверх ко второму движению вниз наблюдается небольшое снижение скорости, за которым следует следующее ускорение во время второго движения вниз. Скорость снова снижается во время перехода от второго движения вниз ко второму движению вверх, после чего наблюдается еще один пик ускорения. После завершения второго движения вверх пловец прекращает отталкивать воду назад и в момент выхода руки из воды его скорость снижается.

Левая рука входит в воду и скользит вперед, вниз и наружу в положение для захвата. Пловец выполняет захват левой рукой вскоре после того, как правая рука выходит из воды. После этого динамика скорости его движения вперед для гребка левой рукой напоминает динамику, включающую три пика ускорения и описанную выше для гребка правой рукой. В то же время пики ускорения для левой руки несколько короче и меньше, а периоды снижения скорости, наоборот, больше и значительнее. Эти отличия между доминирующей (правой) и недоминирующей (левой) руками типичны для большинства пловцов кролем на спине так же, как и для пловцов кролем на груди. (Возможные причины различий в скорости движения доминирующей и недоминирующей руки обсуждаются в главе 3.)

Динамика скорости движения кисти

Идеальная динамика скорости движения кисти для одного цикла гребка показана на верхнем графике на рисунке 6.5. Как и в других способах спортивного плавания, динамика скорости кисти повторяет динамику скорости движения пловца вперед.

Правая рука входит в воду с довольно высокой скоростью, составляющей около 2 м · с$^{-1}$. После входа скорость кисти постепенно снижается почти до скорости движения пловца в момент выполнения захвата. Это говорит о том, что в этот момент рука пловца движется вместе с туловищем. После выполнения захвата скорость кисти возрастает и снижается, формируя на графике три пика ускорения, соответствующих трем пикам ускорения на графике скорости пловца.

Во время первого движения вверх и второго движения вниз правая рука ускоряется почти одинаково (приблизительно до 4 м · с$^{-1}$). Однако во время второго движения вверх ее скорость увеличивается гораздо больше — до 5 м · с$^{-1}$. После прекращения отталкивания воды скорость кисти начинает снижаться, и это снижение скорости продолжается на протяжении проноса и до момента, предшествующего захвату в следующем цикле гребка.

Левая рука пловца входит в воду в момент завершения правой рукой второго движения вниз. После входа в воду левая рука скользит вперед до момента завершения фазы отталкивания правой рукой. Все это время скорость левой руки продолжает снижаться. Однако после прекращения отталкивания воды правой рукой левая рука перемещается вниз и наружу в положение для захвата. Движение руки снова замедляется почти до полной остановки в момент захвата. После этого скорость левой руки возрастает и снижается, формируя на графике три пика ускорения, соответствующие трем пикам ускорения движения тела пловца.

Динамика скорости движения пловца с одним пиком ускорения

Еще одна разновидность гребка, которую использовали некоторые пловцы кролем на спине мирового класса, например Тори Трис, член олимпийской сборной команды США по плаванию 1984 г., показана на рисунке 6.6. Динамика скорости движения вперед показана только для гребка правой рукой. График начинается с момента входа правой руки в воду и завершается в момент выхода из воды.

На этом графике выделяется один основной пик — во время последней части первого движения вверх и первой части второго движения вниз. Второе движение вверх отсутствует. Рука после второго движения вниз прекращает отталкивать воду назад и переходит к фазе выхода из воды. Траектория движения руки напоминает типичную S-образную траекторию, однако пловцы, использующие этот тип гребка, обычно сводят к минимуму боковые движения и перемещают руку назад по более прямой траектории. Характерной чертой является то, что при таком гребке пловец захватывает рукой воду и отбрасывает ее в направлении ступней.

Хотя многие пловцы добились результатов мирового уровня, используя этот тип гребка для плавания кролем на спине, считаем, что он существенно уступает по своей эффективности гребкам с двумя и тремя пиками ускорения,

1—2 Первое движение вниз
2—3 Первое движение вверх
3—4 Второе движение вниз
4—5 Прекращение отталкивания воды и выход руки из воды

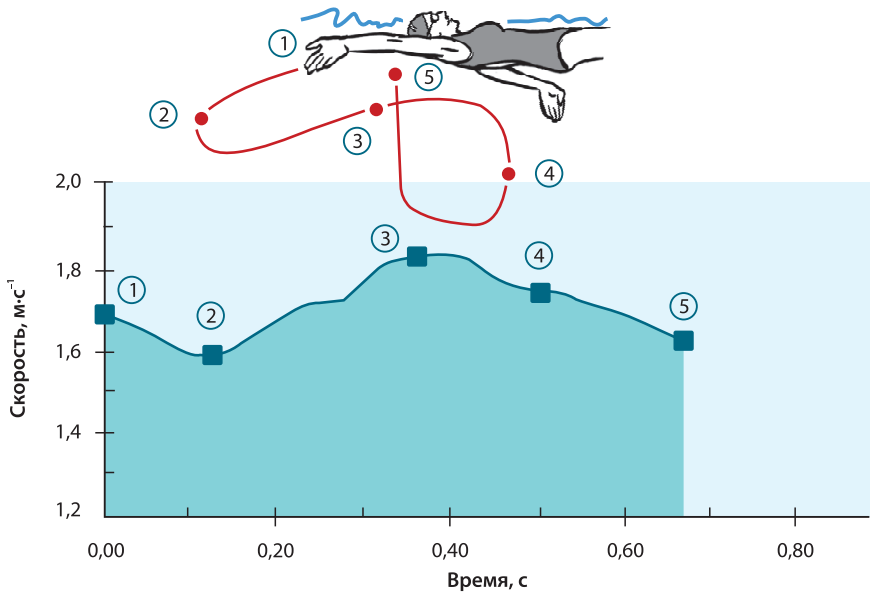


РИСУНОК 6.6 — Динамика скорости движения с одним пиком ускорения Тори Трис, члена олимпийской сборной команды США по плаванию 1984 г.

Адаптировано из Luedtke, 1986

описанными выше. В случае использования гребка с двумя или тремя толчковыми фазами пловец способен оттолкнуть назад большее количество воды на большее расстояние с меньшей затратой усилий благодаря изменению направления движения кисти, происходящему два или три раза в течение гребка каждой рукой. Поэтому они должны создавать большую движущую силу по сравнению с пловцами, изменяющими направление движения кисти всего один раз во время гребка.

В следующем подразделе я приведу описание гребка руками, включающего три толчковые (движущие) фазы основной части гребка, поскольку считаю его наиболее эффективным для плавания кролем на спине. После этого рассмотрю различия между этим типом гребка и гребком, включающим две фазы.

Гребок руками, включающий три толчковые (движущие) фазы

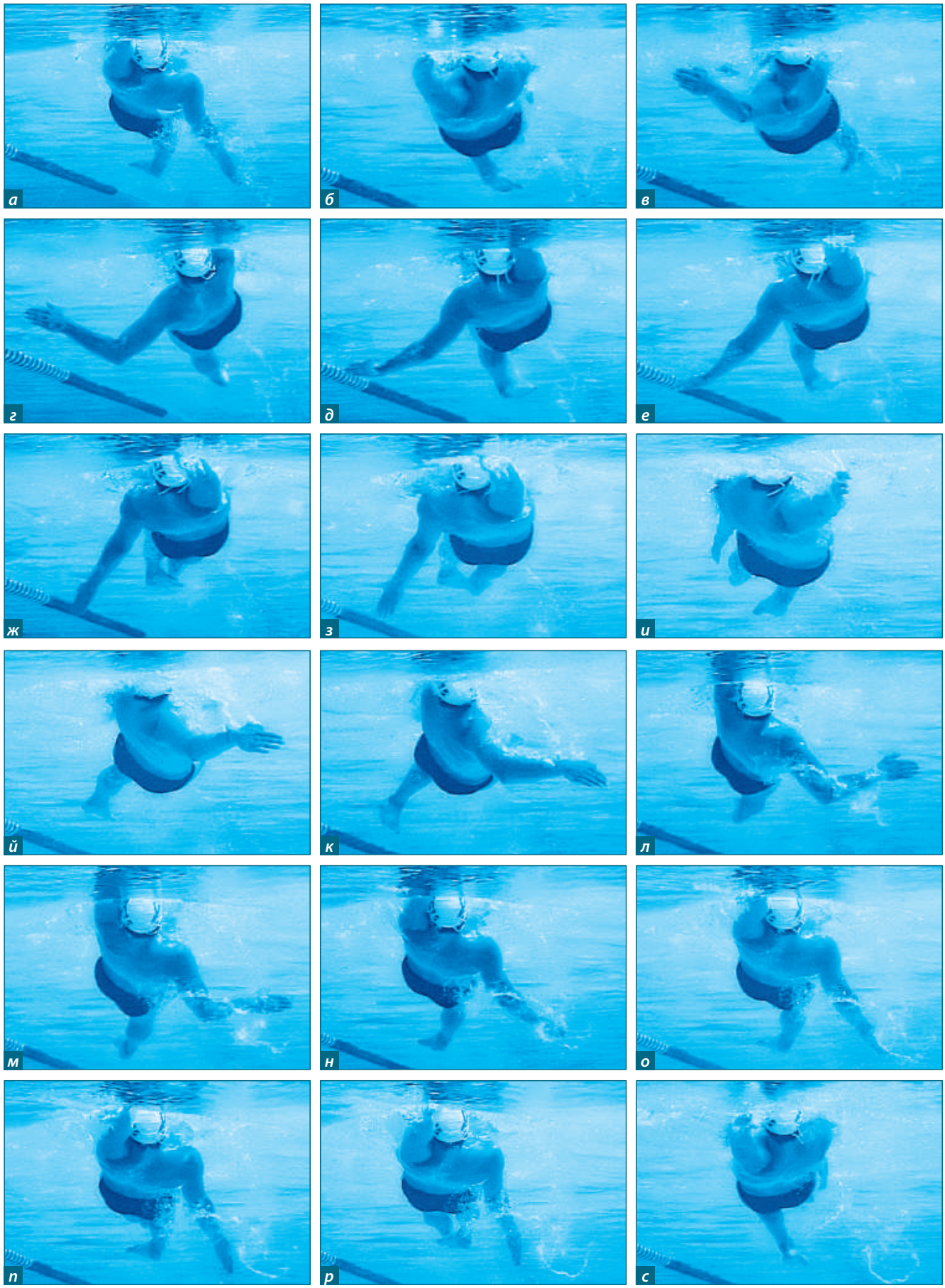
Для удобства описания разделим гребок руками в кроле на спине на восемь фаз: 1 — вход и скольжение, 2 — первое движение вниз, 3 — захват, 4 — первое движение вверх, 5 — второе движение вниз, 6 — второе движение вверх, 7 — прекращение отталкивания воды и выход, 8 — перемещение руки вперед или пронос. Вид спереди на гребок руками показан в последовательном порядке на фотографиях, сделанных под водой (рис. 6.7). Дополнительное представление о гребке дают фотографии, сделанные сбоку (рис. 6.8). Пловец на рисунках 6.7 и 6.8 пользуется гребком, включающим три толчковые фазы основной части гребка.

Вход и скольжение

Эта фаза гребка показана для левой руки на рисунке 6.7, *а, б* и для правой руки — на рисунке 6.7, *е—и*. Рука должна входить в воду, когда другая рука завершает второе движение вниз. Вход выполняется полностью выпрямленной в локте рукой непосредственно перед плечевым суставом. Ладонь необходимо повернуть наружу так, чтобы вход кисти в воду происходил ребром.

Во время входа руки в воду существует много возможностей для создания ударного сопротивления, которых следует тщательно избегать.

РИСУНОК 6.7 — Гребок руками при плавании кролем на спине Пабло Абала, члена олимпийской сборной Аргентины по плаванию 2000 г. из Аризонского университета (вид спереди): *а* — вход левой руки; второе движение вверх правой руки; *б* — выход правой руки; скольжение вперед левой руки; *в* — первое движение вниз левой руки; пронос правой руки; *г* — первое движение вверх левой руки; продолжение проноса правой руки; *д* — второе движение вниз левой руки; продолжение проноса правой руки; *е* — переход от второго движения вниз ко второму движению вверх левой руки; вход правой руки; *ж* — начало второго движения вверх левой руки; скольжение правой руки; *з* — продолжение второго движения вверх левой руки; скольжение правой руки; *и* — выход левой руки; скольжение вперед правой руки; *й* — движение вниз правой руки; пронос левой руки; *к* — первое движение вверх правой руки; продолжение проноса левой руки; *л* — переход от первого движения вверх ко второму движению вниз правой руки; продолжение проноса левой руки; *м* — второе движение вниз правой руки; продолжение проноса левой руки; *н* — конец второго движения вниз правой руки; продолжение проноса левой руки; *о* — переход от второго движения вниз ко второму движению вверх правой руки; вход левой руки; *п* — второе движение вверх правой руки; скольжение вперед левой руки; *р* — прекращение отталкивания воды назад правой рукой; продолжение скольжения левой рукой; *с* — выход правой руки; продолжение скольжения левой руки


а
б
в
г
д
е
ж
з
и
й
к
л
м
н
о
п
р
с

Поскольку во время проноса рука выпрямлена в локте, первым в воду входит плечо, за ним следует предплечье и, наконец, кисть. Все части руки при входе будут оказывать давление на воду. Поэтому вход должен выполняться как можно более плавно и без дополнительных усилий для ускорения движения руки.

После входа необходимо придать руке обтекаемое положение, вытягивая ее вперед, одновременно с завершением другой рукой второго движения вверх. По сравнению с кролем на груди такое скольжение будет намного короче. Рука перед началом движения вниз проходит вперед очень короткое расстояние.

Скорость кисти в момент входа в воду достаточно велика, но потом она снижается до скорости движения пловца во время скольжения. Скольжение происходит очень быстро и занимает не более нескольких сотых секунды. После завершения фазы отталкивания другой рукой пловец должен сразу же начать первое движение вниз.

Первое движение вниз

Первое движение вниз показано для левой руки на рисунке 6.7, *в* и для правой руки — на рисунке 6.7, *й*. Первое движение вниз начинается сразу же после прекращения отталкивания воды назад второй рукой и продолжается, пока рука не перейдет в положение для захвата. Пловец должен перемещать руку вперед, вниз и в сторону, пока она не окажется повернутой ладонью назад. При этом он должен сгибать руку в локте, чтобы предплечье и кисть повернулись внутренней поверхностью назад как можно раньше. Ладонь, которая во время входа повернута наружу, по мере опускания руки плавно поворачивается вниз для выполнения захвата. Во время первого движения вниз рука постепенно сгибается в локте, чтобы как можно раньше развернуться внутренней поверхностью назад.

Первое движение вниз не создает движущей силы. Его основное предназначение — расположить руку в положение для отталкивания воды

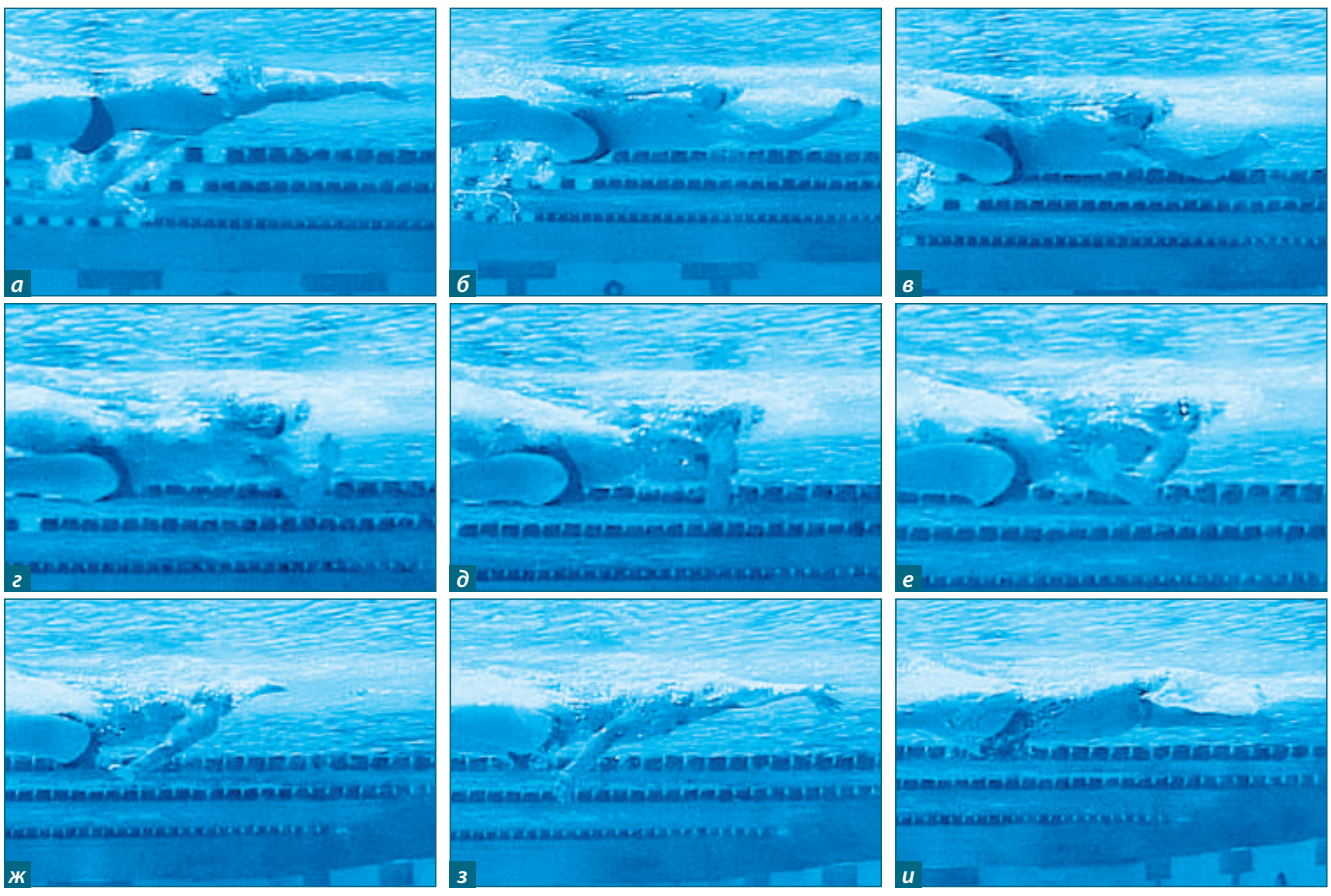


РИСУНОК 6.8 — Гребок руками при плавании кролем на спине Пабло Абала (вид сбоку): *а* — вход левой руки; завершение второго движения вверх правой руки; *б* — первое движение вниз левой руки; прекращение отталкивания воды и выход правой руки; *в* — захват левой рукой; пронос правой руки; *г* — продолжение первого движения вверх левой руки; продолжение проноса правой руки; *д* — переход ко второму движению вниз левой руки; продолжение проноса правой руки; *е* — второе движение вниз левой руки; продолжение проноса правой руки; *ж* — окончание второго движения вниз левой руки; вход правой руки; *з* — прекращение отталкивания воды левой рукой; скольжение правой руки; *и* — выход левой руки; первое движение вниз правой руки

назад. Кроме того, еще одной его функцией, возможно, является поддержание головы и плеч во время проноса второй руки над водой. Ни одна из этих задач не требует особых усилий. Следовательно, первое движение вниз должно представлять собой плавное скольжение руки вперед, вниз и наружу до перехода в положение для захвата. В начале движения вниз скорость кисти немного увеличивается, но затем в положении для захвата снижается практически до скорости движения самого пловца.

В 1970—1980-х годах очень популярным был способ глубокого движения вниз. Однако сегодня этот способ практически не используется. Большинство пловцов погружают руку на глубину около 50—60 см. В то же время они выдвигают руку в сторону на 65—75 см, чтобы ускорить и повысить эффективность выполнения захвата и первого движения вверх.

Захват

Захват происходит, когда рука движется вниз и наружу в положение, в котором предплечье и кисть повернуты внутренней поверхностью назад. В момент захвата кисть находится на глубине 45—60 см и на расстоянии около 60 см в стороне от плеча (Schleihauf et al., 1998). При выполнении захвата рука должна быть согнута в локте под углом около 90°, кисть должна располагаться на одной линии с предплечьем, без сгибания или разгибания в запястье. Распространен такой прием обучения, как ассоциация положения руки с положением часовой стрелки на циферблате часов. В таком случае пловец должен выполнять захват, когда его левая рука находится примерно на уровне двух часов, а правая — десяти часов.

Первое движение вверх

Эта фаза гребка показана для левой руки на рисунке 6.7, *г* и для правой руки на рисунке 6.7, *к*. Первое движение вверх — это первая фаза основной части гребка руками при плавании кролем на спине. Это полукруговое движение всей руки, которое начинается с захвата и заканчивается, когда рука оказывается около поверхности воды напротив плеча. Первое движение вверх — еще один пример приведения плеча, подобно движению внутрь в кроле на груди или в баттерфляе. Если представить себе пловца кролем на спине в положении на груди, то станет очевидным большое сходство первого движения вниз в кроле на спине и движения внутрь в кроле на груди в отношении создания движущей силы.

Первое движение вниз выполняется за счет приведения всей руки назад, внутрь и вверх в сторону. Движение руки вперед прекращается в момент захвата, когда пловец начинает отталкивание воды назад и вверх внутренней стороной плеча, предплечья и ладони. В начале первого движения вверх рука согнута в локте под углом около 90°, и во время движения вверх этот угол существенно не изменяется. На протяжении первой половины этой фазы гребка рука по инерции еще продолжает движение вниз и наружу, т. е. в том же направлении, что и во время первого движения вниз. Однако во второй части этой фазы направление движения быстро меняется, и рука начинает движение вверх и внутрь. Движение вверх завершается, когда рука приближается к поверхности воды.

Ладонь, которая в начале первого движения вверх повернута вниз, в конце этой фазы должна развернуться вверх и внутрь. Это происходит не потому, что пловец поворачивает ладонь вверх, а из-за изменения направления движения руки в этой фазе гребка.

В первом движении вверх плечо, предплечье и ладонь должны отталкивать воду назад подобно единому целому. После выполнения захвата кисть остается на одной линии с предплечьем, рука выпрямлена в запястье. Единственное отличие между первым движением вверх в кроле на спине и движением внутрь в кроле на груди в том, что пловец не приводит руки к бокам туловища. Переход ко второму движению вниз начинается, когда рука минует плечо, и продолжается до момента начала перемещения внутрь. Переход от первого движения вверх ко второму движению вниз для правой руки показан на рисунке 6.7, *л*.

В момент захвата рука практически неподвижна, а в течение первого движения вверх ее скорость постепенно возрастает, достигая 3—4 $м \cdot с^{-1}$ ближе к концу этой фазы гребка. На рисунке 6.9 показано, каким образом рука создает движущую силу во время первого движения вверх.

Некоторые пловцы перемещают руку вверх на большое расстояние, тогда как у других движение вверх очень короткое. Выбор амплитуды этого движения, вероятно, определяется глубиной погружения руки в момент захвата и тем, насколько эффективно пловец ускоряет свое продвижение вперед в этой фазе гребка. Если пловец использует первое движение вверх для создания движущей силы, то он склонен увеличивать это полукруговое движение для наращивания возможностей ускорения за счет его удлинения и увеличения продолжительности. Если же он не использует это движение для

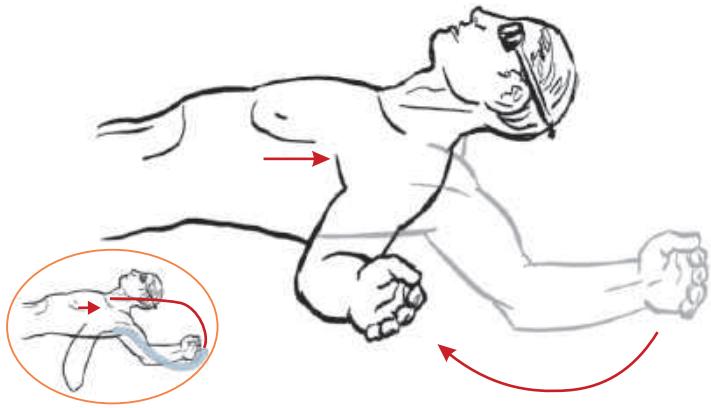


РИСУНОК 6.9 — Создание движущей силы во время первого движения руки вверх при плавании кролем на спине

создания движущей силы, то он прекратит его почти сразу и перейдет ко второму движению вниз.

Второе движение вниз

Второе движение вниз для левой руки показано на рисунке 6.7, *д* и для правой — на рисунке 6.7, *м*, *н*. Во время второго движения вниз рука перемещается назад и вниз, а также продолжает разгибание в локте наружу, которое начинается во время перехода от предшествующего гребкового движения и продолжается до полного выпрямления руки почти под туловищем.

В первой части второго движения руки вниз пловец должен отталкивать воду назад почти по горизонтали от уровня плеча до уровня талии. Все это время пловец отталкивает воду назад внутренней стороной предплечья и ладони, практически не разгибая руку в локте. Во второй части этой фазы гребка рука перемещается назад и вниз, энергично разгибаясь в локте. Второе движение вниз завершается после полного выпрямления руки под туловищем. На рисунке 6.10 показано, каким образом пловец ускоряет движение вперед за счет второго движения вниз.

Некоторые пловцы в этой фазе гребка перемещают руку в сторону бедра. Однако, на мой взгляд, во время второго движения руки вниз ее лучше перемещать не только назад и вниз, но и несколько наружу. Это позволит пловцу продлить время в первой части движения вниз, когда предплечье ориентировано назад.

В течение второго движения руки вниз кончики пальцев остаются повернутыми наружу. Пловец не должен направлять кончики пальцев вверх. Несмотря на то что подобная техника была популярной в 1970-е годы, подводные съемки в настоящее время показывают, что большинство современных пловцов кролем на спине мирового класса во время второго движения вниз удерживают пальцы повернутыми наружу. Благодаря этому они могут в течение более длительного периода времени сохранять ладонь в повернутом назад положении. Кроме того, это облегчает переход к следующей фазе — второму движению руки вверх. Кисть, которая в конце предшествующего движения вверх повернута ладонью вверх и внутрь, после завершения второго движения вниз должна оказаться повернутой ладонью вниз ко дну бассейна. В то же время пловец должен как можно дольше удерживать ее в повернутом назад положении.

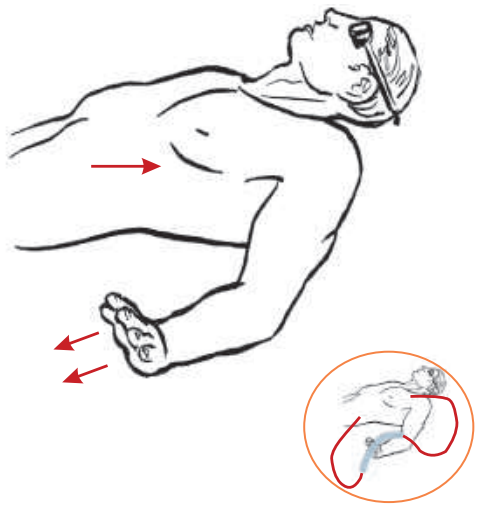


РИСУНОК 6.10 — Создание движущей силы во время второго движения руки вниз при плавании кролем на спине

Второе движение вверх

Переход от второго движения вниз ко второму движению вверх показан для левой руки на рисунке 6.7, *е*, а для правой — на рисунке 6.7, *о*. Второе движение вверх для левой руки показано на рисунке 6.7, *ж*, *з*, а для правой — на рисунке 6.7, *п*.

Во время второго движения вверх рука перемещается вверх, назад и внутрь. Эта часть движения начинается в конце второго движения вниз и продолжается до момента, когда рука на пути к поверхности доходит до уровня бедра. Пловец быстро поворачивает руку ладонью вверх и отталкивает воду назад кистью и внутренней стороной предплечья. Это движение очень короткое и продолжается, пока рука движется вдоль зад-

ней поверхности ноги вверх, после чего пловец перестает отталкивать воду и начинает движение руки вверх и наружу из воды. Рука в течение всего второго движения вверх остается прямой.

Кисть во время перехода от второго движения вниз ко второму движению вверх замедляется, а затем быстро ускоряется до завершения гребковой фазы. В это время скорость кисти может достигать наибольших значений за все время цикла гребка рукой, которые составляют 5—6 м · с$^{-1}$.

На рисунке 6.11 показано, каким образом пловец создает движущую силу за счет второго движения руки вверх. Видно, что он использует для отталкивания воды назад ладонь и предплечье, тогда как рука перемещается вверх и внутрь. Пловцы кролем на спине, способные к быстрому латеральному вращению и переразгибанию руки в локте, в этой фазе гребка имеют очевидные преимущества, поскольку они могут отталкивать воду назад несколько дольше. Действительно, многие ведущие пловцы кролем на спине в истории плавания обладали такой способностью.

Второе движение руки вверх прекращается до того, как она достигнет поверхности воды. Это очень короткое, но очень мощное движение. Как видно из графика скорости Лопеса-Зуберо (рис. 6.4), скорость движения вперед в этой фазе гребка достаточно высокая. Однако продолжительность пика ускорения невелика, поскольку пловец при движении руки вверх способен отталкивать воду назад в течение очень короткого времени. Переход от отталкивания воды назад к отталкиванию воды вверх происходит, когда рука достигает задней части бедра. Поэтому пловец должен прекратить отталкивание воды назад, когда его рука начинает движение вверх и наружу из воды для дальнейшего перемещения вперед.

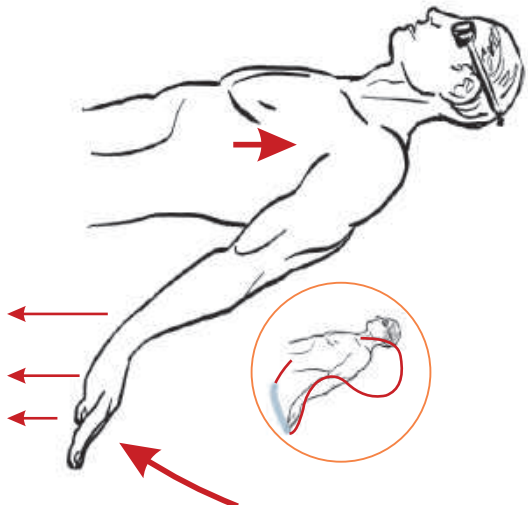


РИСУНОК 6.11 — Создание движущей силы во время второго движения руки вверх при плавании кролем на спине

Пловцы, использующие второе движение руки вверх для создания движущей силы, смогут увеличить ее за счет использования ширины гребка. Им следует заканчивать второе движение вниз так, чтобы кисть находилась достаточно глубоко и в стороне от тела, поскольку для создания движущей силы во время второго движения вверх рука должна двигаться внутрь и вверх.

Прекращение отталкивания воды и выход

Выход левой руки из воды показан на рисунке 6.7, *и*, а выход правой руки — на рисунке 6.7, *с*. Пловец прекращает отталкивать воду назад, когда рука поднимается до уровня бедра. Он поворачивает кисть ладонью внутрь, чтобы она рассекала воду ребром с наименьшим сопротивлением. Хотя рука продолжает движение вверх, пловцу, чтобы начать ее перемещение вперед, приходится преодолевать инерцию, направленную назад. Для этого он делает крен в сторону руки, выполняющей гребковое движение, и перемещает плечо руки, выполняющей пронос, вверх и вперед. Кисть выходит из воды большим пальцем вверх, а не мизинцем, как рекомендуют некоторые специалисты. После прекращения отталкивания воды скорость кисти существенно снижается, благодаря чему направленная вверх сила инерции от второго движения вверх позволяет вынести руку из воды и начать ее перемещение вперед с минимальными усилиями.

Последовательность фотографий на рисунке 6.12 показывает вид сбоку движения руки вперед над водой. После выхода на поверхность рука движется вверх и вперед над водой до момента входа. Пронос выполняется высоко над головой, а не низко через сторону. Высокий пронос над головой уменьшает вероятность нарушения латерального положения бедер и ног во время движения руки над водой.

Кисть должна выходить из воды большим пальцем вперед. Ладонь в первой части проноса повернута внутрь и несколько вниз. Вместе с тем во второй части проноса ее следует повернуть наружу, чтобы во время входа в воду впереди находился мизинец. Такое изменение ориентации кисти происходит очень быстро в наивысшей точке в момент перемещения руки над головой. Пронос руки следует выполнять быстро, но плавно. Кисть и рука должны быть расслаблены насколько это возможно, чтобы мышцы смогли отдохнуть в перерыве между гребками.

Как видно на рисунке 6.7, *ж*, *з*, плечо и предплечье входят в воду раньше кисти, вследствие чего рука во время входа вынужденно

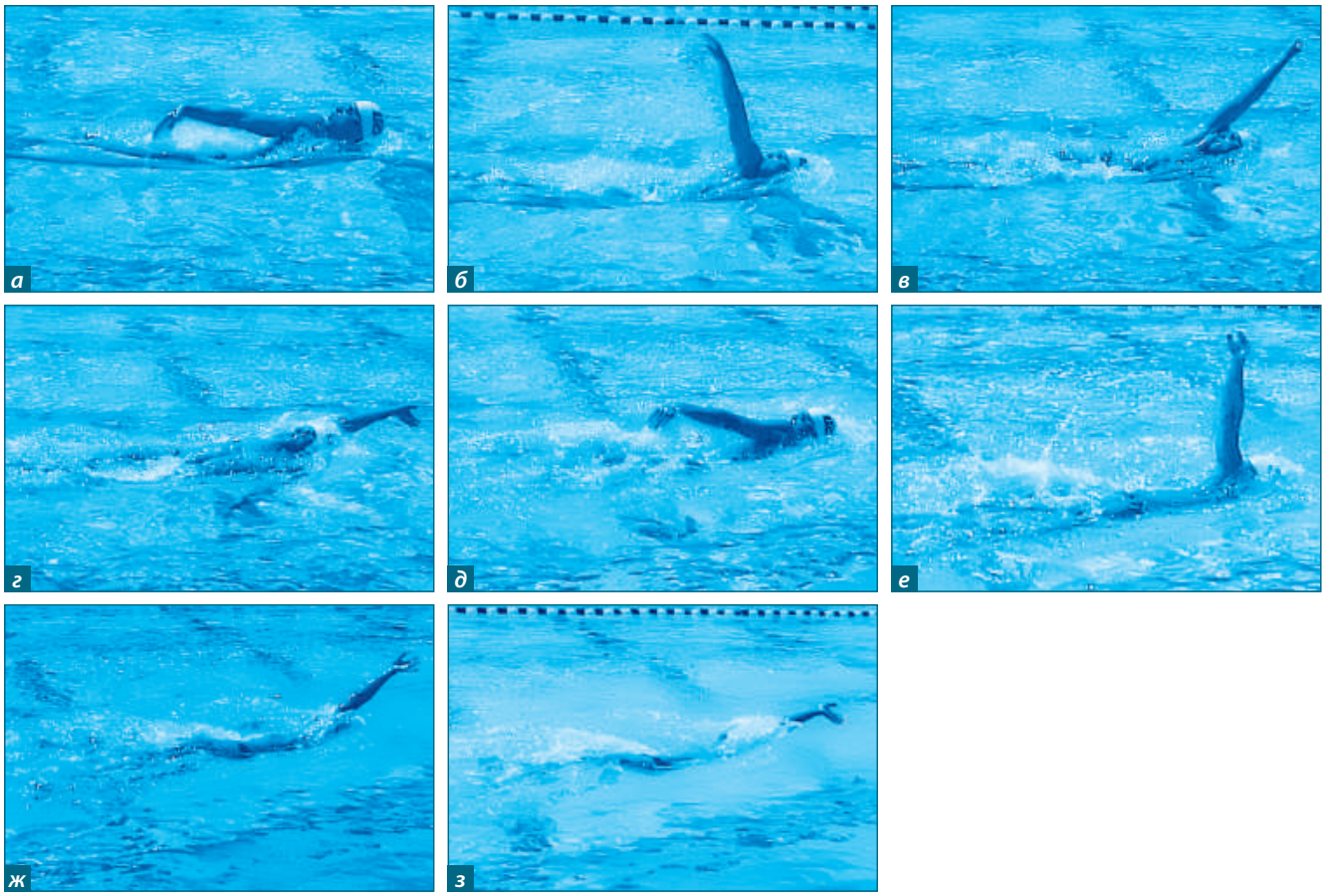


РИСУНОК 6.12 — Техника выполнения проноса руки в кроле на спине Пабло Абала: *а* — выход правой руки, выполняющей пронос, из воды; другая рука выполняет движение вниз; туловище пловца повернуто в сторону гребковой руки; *б* — выполняющая пронос рука проходит над головой; гребковая рука выполняет первое движение вверх; *в* — выполняющая пронос рука начинает движение вниз для входа в воду, она повернута ладонью наружу; другая рука выполняет второе движение вниз; туловище начинает поворачиваться в сторону руки, входящей в воду; *г* — выполняющая пронос рука перед входом в воду; гребковая рука выполняет второе движение вниз; туловище поворачивается в сторону руки, входящей в воду; *д* — левая рука выходит из воды и начинает движение вперед над водой; правая рука выполняет движение вниз; тело поворачивается в сторону правой руки; *е* — выполняющая пронос рука проходит над головой, ее ладонь повернута наружу; гребковая рука выполняет первое движение вверх; *ж* — выполняющая пронос рука начинает движение вниз для подготовки ко входу в воду; гребковая рука выполняет второе движение вниз; пловец поворачивает туловище в сторону руки, выполняющей пронос; *з* — выполняющая пронос рука перед входом в воду; гребковая рука выполняет второе движение вниз; туловище пловца поворачивается в сторону руки, выполняющей пронос

отталкивает воду вперед. Пловец никак на это не может повлиять. Однако существуют два способа уменьшения ударного сопротивления воды. Первый — выполнять вход руки мягко, с минимальным усилием, направленным назад. Второй — во время проноса поднимать плечо выше и удерживать его в этом положении, пока рука не окажется за головой. Высокое положение плеча поможет дольше удерживать руку над водой. Поворот тела в противоположную сторону во время проноса будет способствовать сохранению высокого положения плеча над водой. При повороте тела в сторону на угол менее 45° вода начинает отталкивать плечо назад еще до того, как рука достигнет середины проноса. Таким образом, поворот тела — это очень важный элемент хорошей техники плавания кролем на спине.

Согласование движений рук

Пловец должен выполнять гребковые движения руками поочередно, подобно движениям крыльев мельницы. При плавании кролем на спине точная взаимосвязь движений рук очень важна для сохранения правильного латерального и горизонтального положения тела пловца. Рука после проноса должна входить в воду одновременно с завершением второго движения вниз гребковой руки. Для улучшения обтекаемости руку после входа в воду следует вытянуть вперед, в это же время вторая рука выполняет второе движение вверх. Первая половина проноса руки должна происходить одновременно с завершением первого движения вниз и первого движения вверх. Это позволяет пловцу повернуть туловище в сторону гребковой руки, и выполнить пронос

второй руки высоко над водой. Когда рука после проноса окажется впереди головы, пловец начинает поворот туловища в обратную сторону. Такое изменение направления выполняется быстро и согласованно со вторым движением вниз гребковой руки.

Сравнение выполнения гребков руками с двумя и тремя движущими фазами

Описанный выше тип гребка имеет три толчковые (движущие) фазы. Традиционный гребок в кроле на спине имеет две таких фазы — одну во время первого движения вверх и другую во время второго движения вниз. Пловцы, использующие такой гребок, после завершения второго движения вниз прекращают отталкивание воды назад и начинают перемещение руки вверх и вперед. Пловцы мирового класса в настоящее время используют оба типа гребка, поэтому нельзя рекомендовать какой-либо один из них на основании его большей эффективности. Я уверен, что гребок с тремя толчковыми фазами может оказаться более эффективным по сравнению с гребком с двумя толчковыми фазами. Однако лучшим способом гребка для конкретного пловца является тот, который позволяет ему добиться высоких результатов.

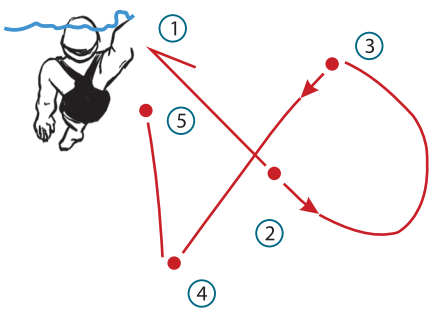
Траектории обоих типов гребков, позволяющие провести их сравнение, приведены на рисунке 6.13. Показан вид спереди, на котором различия между двумя гребками в объеме латеральных и вертикальных движений кисти видны лучше.

Следует обратить внимание на то, что при выполнении гребка с двумя толчковыми фазами кисть сильнее смещается вниз во время первого движения вниз — фазы захвата; во время первого движения вверх она проходит большее расстояние вверх и внутрь, а во время второго движения вниз она перемещается вниз и внутрь. Обратите также внимание, что во время выхода из воды рука движется почти вертикально вверх на небольшое расстояние. И наоборот, траектория гребка с тремя толчковыми фазами характеризуется коротким и широким первым движением вниз. Первое движение вверх также короче, а второе движение вниз длиннее и направлено наружу. После этого следует второе дополнительное движение вверх, направленное назад, вверх и внутрь до начала проноса руки.

У гребка с двумя толчковыми фазами есть два потенциальных преимущества. Движение вверх больше по длине и создает бóльшую движущую силу, а после завершения второго движения вниз рука оказывается рядом с телом и пловцу необходимо переместить ее вверх на небольшое расстояние, чтобы она покинула воду.

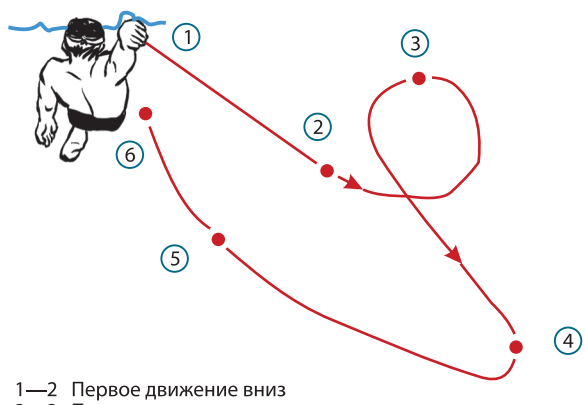
По сравнению с гребком, включающим три толчковые фазы, гребок с двумя фазами имеет следующие недостатки. Перемещение руки внутрь во время второго движения вниз приводит к тому, что пловец в этой фазе гребка отталкивает воду не только назад, но и внутрь, а это способно снизить создаваемую при этом движущую силу.

Второй недостаток гребка с двумя толчковыми фазами состоит в том, что пловец не использует движение руки вверх перед проносом для создания дополнительной движущей силы. Это способно привести к уменьшению средней скорости во время гребка. Добавление третьей толчковой фазы способствует увеличению времени длительности гребка, когда пловец ускоряет свое



1—2 Первое движение вниз
2—3 Первое движение вверх
3—4 Второе движение вниз
4—5 Прекращение отталкивания воды и выход руки из воды

а



1—2 Первое движение вниз
2—3 Первое движение вверх
3—4 Второе движение вниз
4—5 Второе движение вверх
5—6 Прекращение отталкивания воды и выход руки из воды

б

РИСУНОК 6.13 — Вид спереди траектории гребка рукой при плавании кролем на спине с двумя (*а*) и тремя (*б*) толчковыми фазами

движение вперед. Конечно, следует принимать во внимание и величину этого ускорения. Вместе с тем не исключено, что гребок с двумя толчковыми фазами обеспечивает большую суммарную продолжительность толчковых фаз в каждом цикле гребка. Более длинное первое движение вверх и второе движение вниз должны создавать большее усилие по сравнению с соответствующими гребковыми движениями руки цикла гребка с тремя толчковыми фазами. Вполне логично предположить, что три толчковые фазы с небольшими пиками ускорения должны обеспечивать большую среднюю скорость в течение гребка, чем две фазы гребка с большими пиками.

Возможно, наиболее важным достоинством гребка с тремя толчковыми фазами является то, что он позволяет увеличить темп гребка во время соревнований. До средины 1980-х годов большинство пловцов кролем на спине использовали гребок с двумя толчковыми фазами, и темп гребка у них составлял 35—38 циклов в 1 мин в заплывах на дистанцию 200 м, и 44—48 циклов в 1 мин в заплывах на дистанцию 100 м (Craig et al., 1985). Мои собственные наблюдения показывают, что у большинства выдающихся пловцов кролем на спине в 1990-х годах темп гребка составлял 45—48 циклов в 1 мин на дистанции 200 м и 48—53 цикла в 1 мин на дистанции 100 м (Maglischo, 1998). Анализ подводных съемок этих пловцов во время соревнований показал, что они использовали гребок с тремя толчковыми фазами.

Последним достоинством гребка с тремя толчковыми фазами является то, что он позволяет уменьшить различия между наибольшей и наименьшей скоростью пловца в течение цикла гребка. Это принципиально, поскольку добавление еще одной толчковой фазы сокращает период замедления между окончанием гребка одной руки и началом гребка другой. Обычно у пловцов с гребком, имеющим две толчковые фазы, его продолжительность составляет примерно 0,10 с. Вместе с тем хорошая координация движений при выполнении скольжения и начале захвата одной рукой и начале второго движения вверх гребковой руки может сократить этот период до 0,05 с. Соответственно уменьшится и снижение скорости пловца в это время, что, в свою очередь, выразится в увеличении средней скорости в течение цикла гребка.

Попеременное движение ногами

Попеременное движение ногами при плавании кролем на спине очень похоже на движение ногами в кроле на груди. Оно включает чередующиеся диагональные движения ног вверх и вниз. Основным различием является то, что в кроле на спине основной движущей фазой является движение вверх, а не вниз, поскольку пловец находится в положении лежа на спине.

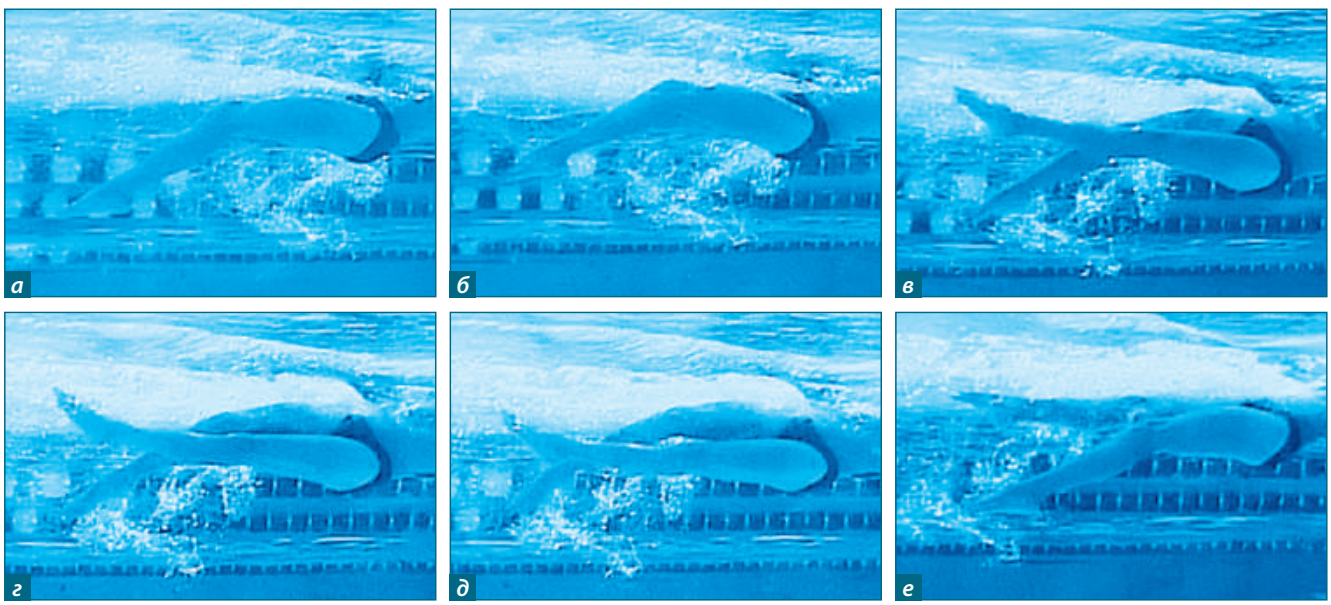


РИСУНОК 6.14 — Попеременное движение ногами при плавании кролем на спине: *а* — завершение ударного движения вверх правой ноги; начало движения вверх левой ноги; *б* — фаза сгибания в тазобедренном суставе при движении вверх левой ноги; движение вниз правой ноги; *в* — завершение ударного движения вверх левой ноги; начало движения вверх правой ноги; *г* — фаза сгибания в тазобедренном суставе при движении вверх правой ноги; движение вниз левой ноги; *д* — фаза выпрямления при движении вверх правой ноги; продолжение движения вниз левой ноги; *е* — завершение ударного движения вверх правой ноги; начало движения вверх левой ноги

На рисунке 6.14 показана механика попеременного движения ногами при плавании кролем на спине.

Ударное движение вверх

Движение вверх левой ноги пловца показано на рисунке 6.14, *а—в*, движение вверх правой ноги — на рисунке 6.14, *в—е*.

Движущей фазой в попеременном движении ногами при плавании кролем на спине является движение вверх. Это резкое выпрямление ноги, которое начинается с легкого сгибания в тазобедренном суставе, продолжается разгибанием в колене и завершается частичным сгибанием стопы.

Как и при попеременном движении в кроле на груди, начало движения вверх кажется частью предшествующего движения вниз. Пловец плавно сгибает ногу в колене, когда стопа оказывается ниже уровня тела, а затем начинает движение вверх, слегка сгибая ногу в тазобедренном суставе. В это время увеличивающееся давление воды над ногой сгибает ее еще сильнее в колене. Вследствие этого создается впечатление, что все еще продолжается движение ноги вниз, хотя на самом деле уже началось движение вверх. Давление воды, направленное вниз и внутрь, приводит к подошвенному сгибанию находящейся в расслабленном состоянии стопы и ее повороту большим пальцем внутрь. В итоге стопа располагается в оптимальной позиции для отталкивания воды назад во время последующего разгибания ноги в колене. Такое положение стопы показано на рисунке 6.14, *д*.

Далее бедро продолжает сгибаться вверх, пока не окажется выше таза, после чего пловец быстро разгибает ногу, перемещая ее по диагонали вверх к поверхности воды до полного выпрямления в колене под самой поверхностью воды. Во время ударного движения ноги вверх происходит быстрое увеличение скорости голени. В самом конце движение ноги вверх завершается сгибанием стопы, которое помогает увеличить продолжительность периода отталкивания воды назад. При правильном выполнении ударного движения ноги вверх носок стопы приближается к поверхности или немного выходит на поверхность.

При плавании кролем на спине пловец во время ударного движения вверх сгибает ноги сильнее (примерно на 10°), чем в соответствующем движении вниз при плавании кролем на груди. Это происходит потому, что в положении на спине пловец может согнуть голень сильнее без соответствующего увеличения сопротивления воды.

Наибольшую движущую силу, вероятно, создает начальная стадия движения ноги вверх, когда голень в результате выпрямления ноги в колене движется вверх и назад. На этой стадии передняя часть голени и внешняя часть стопы расположены так, что могут отталкивать воду назад. На поздних стадиях движения ноги вверх пловец может отталкивать воду назад только стопой, поскольку голень будет создавать давление воды, направленное вверх. Пловцы с хорошей подвижностью голеностопного сустава обладают очевидным преимуществом, поскольку это позволяет им отталкивать воду назад в большем диапазоне движения ноги вверх.

Движение вниз

Движение ноги вниз происходит под действием остаточного давления над ногой, созданного предшествующим ударным движением ноги вверх, и начинается одновременно с его завершением. Движение голени вверх при разгибании ноги в колене приводит к движению бедра по диагонали вниз, в то время как стопа продолжает движение к поверхности. Это позволяет постепенно преодолеть инерцию движения ноги вверх и начать перемещать ее вниз. Движение вниз правой ноги показано на рисунке 6.14, *а*, *б*, а левой — на рисунке 6.14, *в—е*.

После завершения предшествующего ударного движения вверх движение вниз происходит за счет разгибания ноги в тазобедренном суставе. Нога движется вниз, пока не окажется ниже линии тела. В этот момент пловец слегка сгибает ногу в колене и начинается следующее движение вверх.

На протяжении большей части движения вниз нога остается выпрямленной в колене, стопа находится в естественном среднем положении. Если мышцы ноги правильно расслаблены, то давление воды под ней будет выталкивать голень и стопу вверх, удерживая ногу в выпрямленном состоянии. Движение ноги вниз должно происходить плавно, со скоростью, обеспечивающей перемещение ноги в положение для начала движения вверх, когда другая нога начнет двигаться вниз.

Поскольку во время движения вниз нога движется вниз и вперед, эта фаза движения ноги, очевидно, не позволяет создавать движущей силы. Ее предназначением является подготовка ноги к следующему движению вверх.

Поступательное движение пловца в результате попеременного движения ногами

Дистанция заплыва кролем на спине не превышает 200 м. Это позволяет пловцу использовать силу ног для ускорения движения вперед

в гораздо большей степени, чем на длинных дистанциях кролем на груди, где это привело бы к преждевременному утомлению. По этой причине пловцы кролем на спине практически повсеместно используют энергичный шестиударный ритм попеременных движений ногами. Вместе с тем это не означает, что пловцы во время заплывов кролем на спине должны постоянно выполнять движения ногами с максимальным усилием. В начале заплыва им следует смягчить усилия движения ног, чтобы сохранить силы для завершающего ускорения. Это относится прежде всего к заплывам на дистанцию 200 м.

Стабилизирующая роль попеременных движений ногами

Помимо увеличения движущей силы, движения ногами при плавании кролем на спине выполняют также важную функцию в сохранении латерального и горизонтального положения тела. Нарушать положение тела могут пронос рук и диагональные гребковые движения рук. Поэтому попеременные движения ногами вверх и вниз должны выполняться не только в вертикальном направлении, но также в направлении поворота туловища. Таким образом, диагональные движения способствуют облегчению поворотов туловища и компенсируют возникающие при гребке руками силы, которые могли бы смещать тело вверх, вниз и в сторону.

Согласование движений рук и ног

Пловцы кролем на спине, практически без исключений, используют во время заплывов шестиударный ритм движений ногами. Это означает, что они в каждом цикле гребка руками выполняют шесть циклов движений ногами (шесть — вниз и шесть — вверх). По три из этих движений приходится на гребок каждой рукой, почти так же, как при плавании кролем на груди.

Движение ногами при плавании кролем на спине происходит в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Однако в кроле на спине объем движений по диагонали намного больше по сравнению с кролем на груди. В целом во время ударного движения вверх ноги обычно выполняют движение в сторону поворота тела, а во время движения вниз — в противоположном направлении.

Шестиударное согласование движений рук и ног показано на рисунке 6.15. С момента входа левой руки в воду и в течение первого движения вниз левой руки левая нога выполняет движение вверх и наружу (а правая — вниз и наружу) (см. рис. 6.15, *а*). Левая нога завершает движение вверх в момент выполнения левой рукой захвата (рис. 6.15, *б*).

Правая нога завершает движение вверх во время первого движения вверх левой руки (рис. 6.15, *в*). Правая нога начинает движение вверх и внутрь во время первого движения вверх левой руки и заканчивает его почти одновременно с концом этого движения руки, когда тело начинает поворот в другую сторону. В то же время левая нога начинает движение вниз и внутрь и завершает движение прямо вниз.

Левая нога выполняет еще одно ударное движение вверх во время второго движения вниз и второго движения вверх левой руки (рис. 6.15, *г*). Левая нога выполняет движение почти вертикально вверх (а правая нога в это время движется вниз) во время второго движения вниз левой руки. Пловцы, использующие гребок с тремя движущими фазами, выполняют это движение ноги одновременно с двумя заключительными фазами гребка левой рукой. Пловцы, использующие гребок с двумя движущими фазами, согласуют движение вверх левой ноги со вторым движением вниз левой руки. Для гребка правой рукой координация движений будет такой же.

Сходство между согласованием движений при плавании кролем на спине и шестиударным кролем на груди служит еще одним подтверждением предположения о том, что шестиударный ритм движений ногами может быть наиболее эффективным для обоих способов плавания, по крайней мере, на дистанциях 200 м и меньше.

Положение тела, повороты туловища и дыхание

Сохранение почти горизонтального положения тела в воде позволяет пловцу снизить уровень сопротивления воды. Вместе с тем положение тела пловца не должно быть абсолютно горизонтальным, поскольку небольшое погружение таза имеет большое значение для эффективного выполнения попеременных движений ногами. Кроме того, пловец должен периодически вращать тело из стороны в сторону одновременно с движениями рук вверх и вниз, чтобы предотвратить смещение таза и ног в сторону. Благодаря положению на спине пловец может выполнять вдох, когда ему это потребуется. Поэтому освоить технику дыхания при плавании кролем на спине гораздо проще, чем при плавании другими способами.

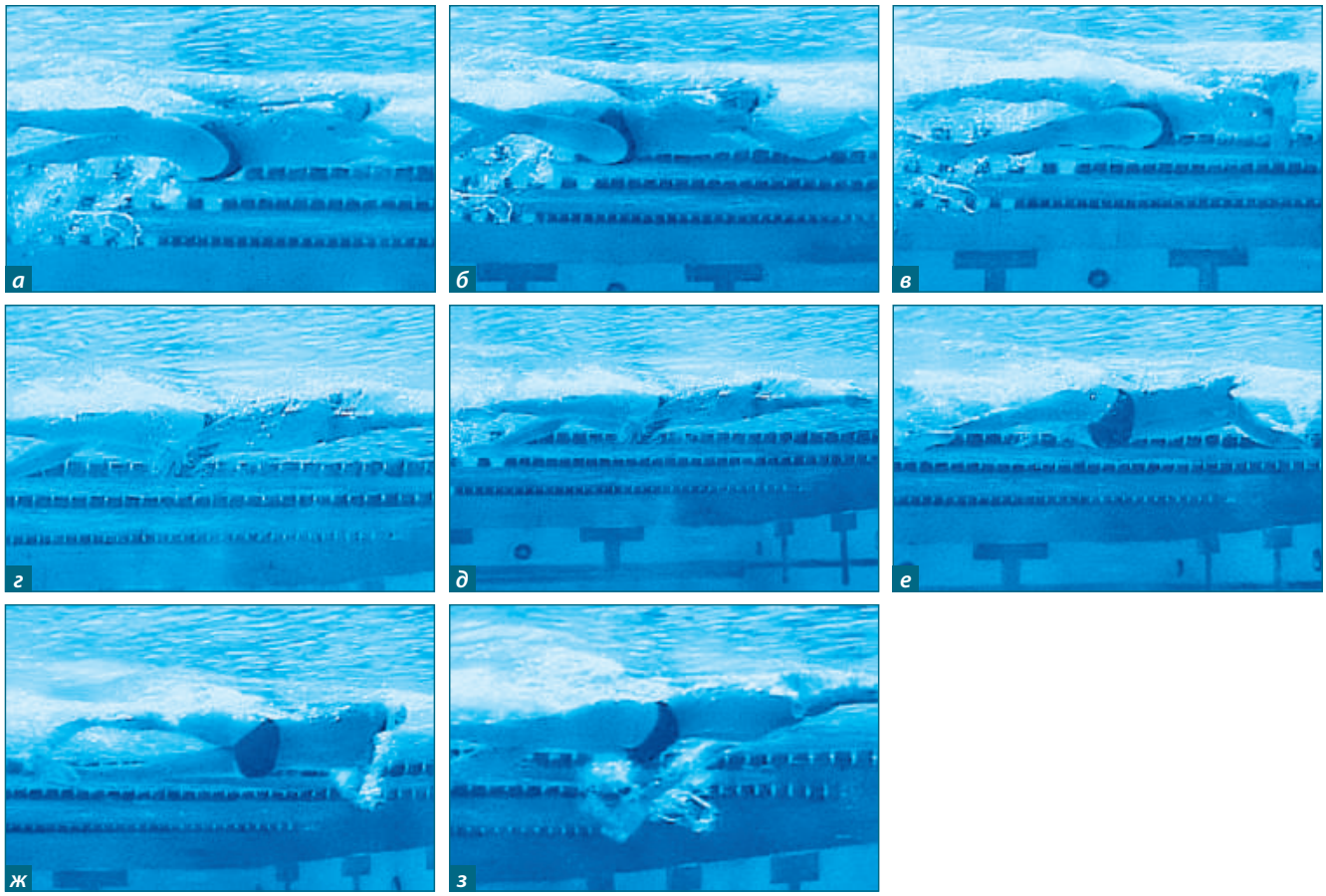


РИСУНОК 6.15 — Согласование движений рук и ног в шестиударном ритме при плавании кролем на спине: *а* — начало ударного движения вверх левой ноги; первое движение вниз левой руки; *б* — завершение ударного движения вверх левой ноги; выполнение захвата левой рукой; *в* — ударное движение вверх правой ноги; первое движение вверх левой руки; *г* — ударное движение вверх левой ноги; второе движение вниз и второе движение вверх левой руки; *д* — ударное движение вверх правой ноги; движение вниз правой руки; прекращение отталкивания воды левой рукой; *е* — завершение ударного движения вверх правой ноги; выполнение захвата правой рукой; *ж* — ударное движение вверх левой ноги; первое движение вверх правой руки; *з* — ударное движение вверх правой ноги; второе движение вниз и второе движение вверх правой руки

Положение тела

Положение тела пловца характеризуется горизонтальным и латеральным компонентами. Обсудим их в двух следующих подразделах.

Горизонтальное положение тела

Тело должно занимать почти горизонтальное положение вблизи поверхности воды с небольшим прогибом в пояснице, чтобы предотвратить выход бедер на поверхность при выполнении ударных движений ногами вверх. Однако этот прогиб в пояснице не должен быть слишком большим. Голова должна располагаться в естественном положении, подбородок наклонен к груди, глаза направлены назад и вверх. Затылок должен находиться в воде так, чтобы поверхность воды располагалась примерно на уровне ушей (волны будут закрывать уши). Правильное положение тела пловца показано на рисунке 6.16.

Латеральное положение тела

Вид спереди правильного латерального положения тела пловца можно видеть на рисунке 6.7. Бедра и ноги должны постоянно оставаться в пределах ширины плеч. Движения рук в сторону

РИСУНОК 6.16 — Вид сбоку пловца кролем на спине, показывающий горизонтальное положение тела. Обратите внимание на то, что подбородок опущен к груди, а бедра слегка погружены в воду

во время проноса и гребка будут смещать туловище пловца из стороны в сторону, однако этому должны противодействовать повороты туловища из стороны в сторону, согласованные с движениями рук вниз и вверх.

Значение поворотов тела

При попеременном движении рук при плавании кролем на спине одна рука движется вниз, в то время как другая — вверх. Поэтому для пловца, если он стремится подавить смещение бедер и ног из стороны в сторону, очень важно поворачивать тело в сторону движения руки. Любые попытки предотвратить вращение тела в сторону во время движения рук вверх и вниз вызовут возникновение крутящих моментов, направленных в противоположную сторону, которые будут нарушать латеральное положение тела.

Несмотря на то что пловец может излишне поворачивать туловище в сторону, то, как правило, при плавании кролем на спине поворот в сторону выполняется недостаточно. Угол поворота туловища в каждую сторону должен составлять примерно 45°. Пловец начинает поворачиваться влево одновременно с началом движения вниз левой руки, после ее прохода над головой во время проноса, и продолжает этот поворот в течение входа, первого движения вниз и большей части первого движения вверх левой руки. Во время перехода между первым движением вверх и вторым движением вниз левой руки туловище начинает поворачиваться в противоположную сторону. Одновременно с этим правая рука, которую пловец перемещает над водой вперед, проходит над головой и начинает движение вниз. Начиная с этого момента, пловец поворачивает тело в эту сторону в течение первой части гребка правой рукой. Чтобы облегчить этот поворот, ноги должны выполнять движение по диагонали в новом направлении. Правильная последовательность вращения тела в стороны показана на рисунке 6.7.

При условии правильной координации поворота туловища в сторону, латеральное положение тела не будет нарушаться. Любая часть тела, которая не поворачивается согласованно с движениями рук, будет нарушать положение тела. Единственным исключением из этого правила является голова. При плавании кролем на спине пловец удерживает голову в одном положении на протяжении всего цикла гребка.

Перед началом проноса пловец должен поднять плечо над водой. Это поможет ему переместить руку вперед, не касаясь воды. Пловец с поднятым плечом во время проноса руки вперед показан на рисунке 6.12, *д*.

Дыхание

Поскольку при плавании кролем на спине лицо пловца постоянно находится над водой, ему не приходится задерживать свое дыхание. Он может вдыхать и выдыхать воздух, когда ему это потребуется. Тем не менее некоторые специалисты рекомендуют выполнять вдох во время проноса одной руки и выдох — во время проноса другой. Однако нет никакой необходимости или даже причины обучать пловцов этому или другому ритму дыхания.

Каждый пловец использует свой темп выполнения гребков, кроме того, темп гребков будет отличаться на дистанциях 100 и 200 м. Это означает, что темп гребков не всегда будет соответствовать ритму дыхания, необходимому для пловца. Ритм дыхания хорошо тренированных пловцов во время максимальной нагрузки может достигать 60—70 вдохов в минуту (McArdle, Katch, Katch, 1996). Как показано выше, темп гребков при плавании кролем на спине составляет 40—50 циклов в 1 мин. Следовательно, выполнение вдоха один раз в течение цикла гребка может ограничить количество потребляемого кислорода, особенно на дистанции 200 м, где пловцы обычно стараются использовать более медленный темп гребков. Поэтому лучше всего предоставить пловцу возможность выполнять вдох так, как это ему необходимо. Методом проб и ошибок он должен определить для себя такой ритм дыхания, который будет соответствовать его потребностям и длине дистанции.

Плавание под водой при помощи ног способом баттерфляй

Большинство пловцов способны плыть под водой при помощи ног быстрее, чем по поверхности воды. Вероятно, это обусловлено сочетанием трех факторов. Первый — это возможность увеличить темп движений ногами по сравнению с ситуацией, когда движения ногами выполняются совместно с гребками. Большинство пловцов кролем на спине при плавании под водой при помощи ног способом баттерфляй выполняют около 150 циклов движений ногами в минуту, тогда как в заплывах на дистанции 100 и 200 м их темп составляет от 70 до 100 движений в 1 мин (или 35—53 цикла в 1 мин).

Вторым фактором может быть снижение уровня сопротивления воды при плавании под водой (Lyttle et al., 1998). Третий фактор — при плавании кролем на спине пловец, по-видимому, не может создавать при помощи гребков рука-

ми такую же большую движущую силу, как при плавании другими способами, поскольку ему приходится выполнять гребковые движения по сторонам туловища, а не под ним. Поэтому большинство пловцов могут быть не способны плавать на поверхности воды при помощи рук столь же быстро, как при плавании под водой (Arellano, Gavilan, Garcia, 1996).

Пловцы, которые пользуются плаванием под водой при помощи ног способом баттерфляй, должны делать это правильно. На рисунке 6.17 показан спортсмен, плывущий под водой при помощи ног.

Руки должны быть соединены вместе перед головой, одна кисть поверх другой, формируя клин, постепенно разделяющий потоки воды и направляющий их вдоль поверхности тела пловца. Потоки воды должны разделяться начиная с кончиков пальцев рук и, постепенно расширяясь, огибать плечи и туловище. Чтобы придать телу наиболее обтекаемую форму во время плавания под водой, голова должна располагаться между рук, а плечи прижаты к бокам головы. Чтобы снизить сопротивление воды, пловец должен плыть под водой на глубине 0,4—0,6 м (Lyttle et al., 1998).

Движение ног вниз при плавании под водой при помощи ног способом баттерфляй показано на рисунке 6.17, *а, б*. Оно прерывается с завершением движения вверх, когда заключительный резкий удар голени вверх вызывает сгибание бедра в тазобедренном суставе вверх (рис. 6.17, *а*). С этого момента ноги продолжают движение вниз, пока не окажутся ниже уровня тела и не начнется следующее ударное движение вверх. Вода, которая оказывает давление на ногу снизу, удерживает тело во время движения ноги вниз в выпрямленном положении. Кроме того, давление воды во время движения ноги вниз будет смещать стопу в ее естественное среднее положение между разгибанием и сгибанием (рис. 6.17, *б*).

Ноги во время движения вниз будут двигаться вниз и вперед, и потому маловероятно, что это будет способствовать созданию движущей силы. По этой причине движение вниз следует выполнять плавно и вместе с тем быстро, чтобы пловец мог поддерживать темп движений ногами выше 150 циклов в 1 мин.

Ударное движение вверх при плавании под водой при помощи ног способом баттерфляй показано на рисунке 6.17, *в—е*. Движение вверх начинается после того, как ноги в результате предшествующего движения вниз опустятся ниже уровня тела. Сначала пловец сгибает ноги в тазобедренном суставе, чтобы они начали движение вверх. При этом возникающее давление воды вытолкнет голени вниз и согнет ноги в коленях, а стопы разогнет в голеностопном суставе. Это является подготовкой к резкому разгибанию голеней вверх, которое произойдет чуть позже (рис. 6.17, *г*). Ноги начнут сразу выпрямляться, как только согнутся в коленях, а стопы повернутся верхней стороной назад. (Разгибание ног показано на рис. 6.17, *д*). Ноги с ускорением двигаются вверх и назад, создавая основную ударную фазу движения. После разгибания ног

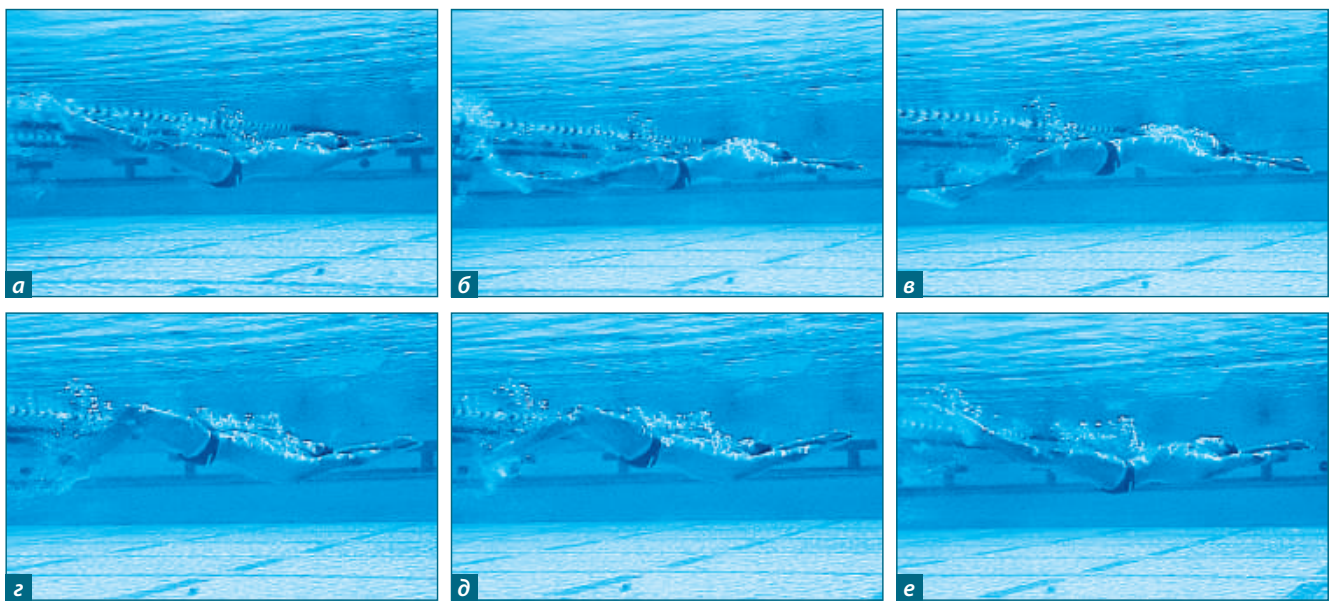


РИСУНОК 6.17 — Техника движений ногами способом баттерфляй при плавании кролем на спине Гильермо Диаса ДеЛеона из Аризонского государственного университета: *а* — окончание ударного движения вверх; *б* — часть движения вниз, выполняемая прямыми ногами; *в* — начало следующего движения вверх; *г* — сгибание ног в тазобедренных суставах во время движения вверх обратите внимание на горизонтальное положение рук); *д* — начало разгибания ног в коленях во время ударного движения вверх; *е* — окончание ударного движения вверх

движение вверх завершается, когда полностью выпрямленные ноги оказываются чуть выше головы (рис. 6.17, *е*).

Пловец перемещается вперед за счет отталкивания назад воды при помощи передней части голеней и верхней стороной стоп в начале движения вверх. Позднее голень начнет выталкивать воду вверх, однако при достаточной подвижности голеностопного сустава он сможет отталкивать назад часть воды стопами.

При плавании под водой при помощи ног способом баттерфляй на спине, как и в случае плавания под водой в заплывах баттерфляем, пловец использует волнообразные движения тела, которые позволяют применять движения ног вверх для продвижения пловца вперед при помощи обратной волны тела. Поэтому здесь, как и в плавании под водой в баттерфляе, используют характерные движения тела — *шимми*. Единственным отличием является то, что при плавании на спине поступательное движение тела обеспечивает движение ног вверх. Движение туловища преобразуется в поступательное следующим образом.

Пловец во время ударного движения ног вверх должен направить руки, голову и плечи немного вверх. В результате тело будет направлено вперед, а не вниз, благодаря чему волнообразное движение тела от движения ног вверх, передаваясь от ног к тазу, затем к плечам и, наконец, к кистям рук, вытолкнет тело вперед. После этого пловец во время движения ног вниз должен направить руки немного вниз, чтобы удержать тело от выталкивания на поверхность под действием движения ног.

Во время соревнований по плаванию кролем на спине спортсмены должны в полной мере использовать плавание под водой при помощи ног способом баттерфляй. В настоящее время правила соревнований позволяют проплывать под водой до 15 м после старта и после каждого поворота. Однако большинство пловцов проплывают под водой только первые 15 м после старта. Даже пловцы, которые прекрасно плавают под водой при помощи движений ногами способом баттерфляй, в заплывах на дистанцию 100 м после поворота остаются под водой не более 10—12 м. Эти же пловцы в заплывах на дистанцию 200 м после каждого поворота обычно выполняют всего 4—6 ударных движений способом дельфин под водой. Я думаю, что со временем количество пловцов, которые остаются под водой 15 м после каждого поворота на дистанции 100 м и 10—12 м после каждого поворота на дистанции 200 м, будет увеличиваться.

Одна из ошибок, которую многие пловцы кролем на спине совершают сегодня, — это то, что они проплывают слишком большое расстояние под водой в начале заплыва и значительно меньшее в том же заплыве позднее. Я уверен, что их результаты могут улучшиться, если они смогут определить оптимальную дистанцию для плавания под водой и затем проплывать ее после старта и каждого поворота во время заплывов на дистанции 200 м. Это позволяет избежать преждевременного утомления в начале дистанции и эффективнее использовать технику скоростного плавания под водой при помощи движений ногами в средней части заплыва.

Независимо от расстояния, преодолеваемого под водой в начале заплыва, предлагаем пловцам еще одну стратегию, суть которой заключается в подготовке к проплыванию под водой при помощи ног 15 м после последнего поворота на любых дистанциях. Ряд пловцов, использовавших этот прием, достигли достаточно высоких результатов.

Еще один аспект плавания под водой при помощи ног, на который часто не обращают внимания, — это техника выхода на поверхность. Распространенной ошибкой является слишком большой угол подъема к поверхности. В результате при переходе от плавания под водой к движению по поверхности происходит увеличение скорости движения вверх за счет скорости движения вперед. Последние два-три ударных движения ногами пловец должен использовать для постепенного выхода на поверхность. Однако последнее ударное движение способом баттерфляй пловец выполняет еще под водой. Затем он должен перейти на попеременные движения и перед началом гребков руками выполнить одно или два движения ногами. После старта и после каждого поворота этот первый ударный толчок следует выполнять под водой и использовать его для выхода тела на поверхность и перехода к полному гребку руками и ногами.

Распространенные ошибки при плавании кролем на спине

Наиболее частые ошибки при плавании кролем на спине описаны в следующем порядке: ошибки при гребке руками, ошибки при движениях ногами и ошибки, связанные с положением тела пловца.

Ошибки при выполнении гребка руками

В этом подразделе будут рассмотрены основные ошибки, совершаемые пловцом в отдельных фазах гребка, начиная с момента входа руки в воду.

Ошибки при входе руки в воду

К числу наиболее распространенных ошибок, совершаемых пловцами во время входа руки в воду, можно отнести: 1 — чрезмерное смещение кисти внутрь; 2 — чрезмерное смещение кисти наружу; 3 — удар тыльной стороной ладони о воду; 4 — вход кончиков пальцев в воду перед входом руки.

1. В случае чрезмерного смещения кисти внутрь во время входа в воду пловец заносит руку за голову в сторону противоположного плеча. Вследствие этого таз смещается в противоположную сторону, а также увеличивается время для выполнения захвата.

2. В случае чрезмерного смещения кисти наружу рука входит в воду в стороне относительно плеча. Раньше, с 1930 по 1960 г., пловцов обучали выполнять вход руки в воду именно таким образом. В настоящее время установлено, что при этом происходит укорочение длины основной движущей фазы гребка.

Чтобы не допустить чрезмерного смещения кисти внутрь или наружу, пловца необходимо научить опускать руку в воду где-то по середине между головой и краем плечевого сустава со стороны руки, перемещаемой вперед.

Так, если представить, что голова пловца указывает на циферблате часов на цифру 12, а ноги — на цифру 6, то вход руки должен происходить в диапазоне между цифрами 11 и 12.

3. Резкий удар тыльной стороной ладони о поверхность воды увеличивает ударное сопротивление. Поверхность руки, которая входит в воду, существенно увеличивается, если кисть повернута ладонью вверх, а не в сторону. Большое давление кисти на воду во время входа приведет к отталкиванию воды вперед и значительному торможению движения пловца.

При плавании кролем на спине пловец должен опускать кисть в воду ребром ладони, повернутой наружу, чтобы она рассекала воду. Как правило, рука пловца при входе в воду повернута ладонью вверх, поскольку он недостаточно поворачивает тело в сторону руки, выполняющей вход. Угол поворота слишком мал или поворот запаздывает во времени, из-за чего туловище во время входа руки в воду расположено неправильно. Если туловище повернуто в сторону от входящей в воду руки, пловец не может повернуть ладонь наружу и ему приходится опускать кисть в воду ладонью вверх. Чтобы исправить эту ошибку, следует научить пловца выполнять поворот в сторону руки, выполняющей пронос до начала входа в воду.

4. Последняя ошибка, которая обычно наблюдается у начинающих пловцов, — это опускание кисти в воду до входа предплечья и плеча. Хотя в кроле на груди рука должна входить в воду пальцами вперед, в кроле на спине это нежелательно и приводит к увеличению сопротивления и нарушению ритма гребка.

У пловцов, совершающих такую ошибку, как правило, происходит задержка движения руки в каждом цикле гребка, как раз после входа кисти в воду. Такая задержка обусловлена необходимостью выпрямить руку и повернуть ее ладонью наружу в правильное положение до начала движения руки вниз.

Ошибки во время первого движения руки вниз

Наиболее распространенная ошибка в этой фазе гребка — это попытка оттолкнуть воду назад до того, как рука опустится достаточно глубоко и сместится на необходимое расстояние в сторону для захвата. Эта ошибка может проявляться: 1 — в отталкивании воды вниз; 2 — в отталкивании воды в сторону.

1. Негативные последствия отталкивания воды в сторону показаны на рисунке 6.18, *а*. Затененный участок в начале траектории гребка показывает, что рука пловца в этой фазе движется вниз. Стрелки под рукой показывают, что в это время он отталкивает воду вниз. Результатом является движение тела вверх и снижение скорости. Стрелка над головой показывает, что силы, возникающие при таком движении руки, выталкивают голову и плечи вверх. Обычно в случае такой ошибки тело пловца движется вверх-вниз при каждом движении руки вниз. Чтобы уменьшить выталкивание головы и туловища вверх, первое движение руки вниз следует выполнять плавно.

На рисунке 6.18, *б* показан пловец, который правильно выполняет движения руки вниз. Он производит движения кисти плавно и не начинает отталкивать воду назад, пока рука не опустится вниз, а ладонь и предплечье окажутся повернутыми назад. Благодаря этому прикладываемое усилие направлено на перемещение воды назад в направлении, показанном стрелками, и ускоряет его тело вперед.

2. Пловцы, которые чрезмерно смещают кисть в сторону для выполнения гребка на небольшой глубине, могут совершать аналогичную ошибку, если они при этом отталкивают воду в сторону и нарушают латеральное положение тела. Многим пловцам достаточно сложно опустить руку вниз и отвести ее в сторону, и лишь потом начинать выполнение захвата. Они спешат начать отталкивание воды сразу же, после того как рука окажется в воде. К сожалению,

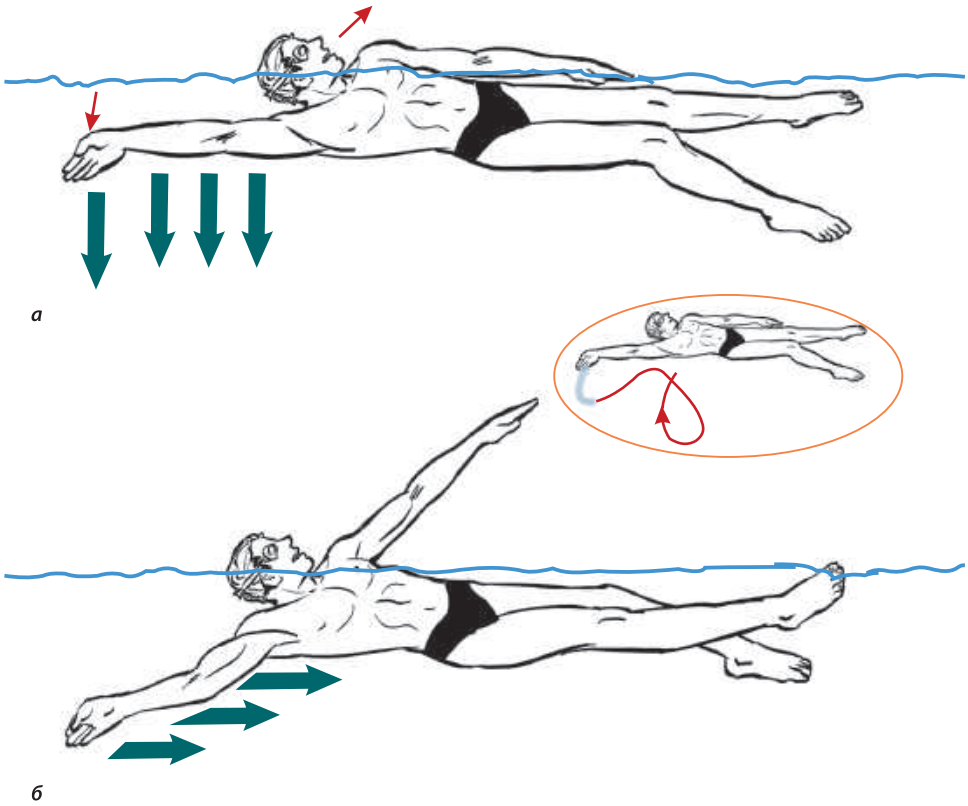


РИСУНОК 6.18 — Последствия преждевременного отталкивания воды во время гребка руками. Пловец пытается отталкивать воду рукой сразу же после ее входа в воду (*а*). При этом движение отталкиваемой воды направлено вниз, что приводит к торможению пловца. Чтобы рука отталкивала воду назад, ее необходимо опустить достаточно глубоко (*б*)

затрачиваемые усилия ведут только к увеличению сопротивления воды и торможению их движения вперед.

Те же пловцы часто совершают ошибку, считая, что могут отталкивать воду назад, если согнут руку в запястье и повернут ее ладонью назад вскоре после входа в воду. Они ошибочно предполагают, что могут отталкивать воду назад поверхностью всей руки.

Однако на самом деле их кисть и рука в это время движутся вниз и наружу, поэтому они не способны в данный момент отталкивать воду куда-либо в другую сторону, даже если кисть повернута ладонью назад. При такой ошибке пловца необходимо научить выполнять движение руки вниз и в сторону плавно, и не начинать отталкивание воды назад до того, как рука не повернется поверхностью предплечья и ладонью назад.

Ошибки во время первого движения руки вверх

Среди наиболее частых ошибок во время первого движения вверх: 1 — выполнение гребка прямой рукой; 2 — смещение руки по вертикали; 3 — отталкивание воды вверх ладонью.

1. Самая частая ошибка начинающих пловцов в этой фазе гребка — это отталкивание воды выпрямленной в локте рукой. Из-за этого большая часть усилий во время выполнения гребка другой рукой направлена в сторону. Пловец должен научиться сгибать руку в локте во время первого движения вниз так, чтобы он мог выполнить движение вверх согнутой рукой.

2. Характерной ошибкой квалифицированных пловцов является гребковое движение кисти почти вертикально вверх. Вероятность этой ошибки возрастает в случае выполнения захвата прямой или почти прямой рукой. Такое выполнение захвата с последующим сгибанием руки во время первого движения вверх приводит к почти вертикальному движению кисти. Основная проблема заключается в том, что пловец во время движения кисти вверх не может достаточно эффективно отталкивать воду назад. Еще чаще скорость движения кисти назад падает почти до нуля, и пловец лишь смещает кисть и предплечье вверх.

3. Еще одной ошибкой опытных пловцов и новичков является отталкивание воды вверх ладонью (рис. 6.19).

Пловец, изображенный на рисунке, слишком сильно поворачивает кисть вверх так, что она оказывается почти перпендикулярна направлению движения руки. При таком угле атаки он сильнее отталкивает воду вверх, а не назад, из-за чего его ускорение вперед существенно уменьшается. Одно из проявлений этой ошибки — отведение вниз плеча одновременно с движением кисти вверх. Кисть во время первого движения вверх должна находиться на одной линии с предплечьем и отталкивать воду только назад.

Ошибки во время второго движения руки вниз

Две самых распространенных ошибки в этой фазе гребка уже были описаны ранее. Первая — движение руки назад и внутрь к бедру. Вторая — поворот кисти пальцами вверх, а не в сторону. Выполнение второго движения вниз кистью, направленной пальцами вверх, увеличивает ве-

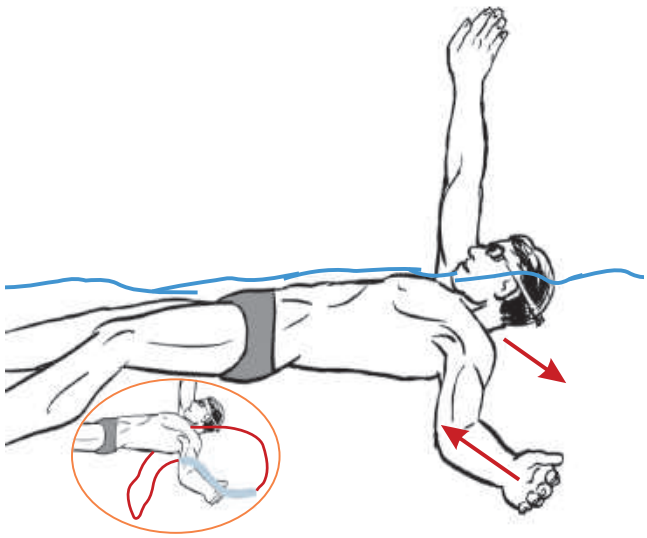


РИСУНОК 6.19 — Последствия чрезмерного наклона кисти вверх во время первого движения вверх

роятность отталкивания воды вниз ладонью и непременно приводит к отталкиванию воды назад предплечьем. В то же время когда кисть в этой фазе гребка повернута пальцами в сторону, пловцу значительно легче удерживать руку повернутой назад ладонью и предплечьем.

Ошибки во время второго движения руки вверх

Пловцы, которые используют эту фазу гребка для продвижения вперед, могут допускать три ошибки: 1 — чрезмерно поворачивать кисть ладонью вверх; 2 — во время движения руки к поверхности отталкивать воду слишком долго; 3 — поворачивать ладонь внутрь, а не назад. Последствия первых двух ошибок показаны на рисунке 6.20.

1. На рисунке 6.20, *а* пловец слишком сильно отталкивает ладонью воду вверх. Его рука ориентирована вверх почти перпендикулярно направлению движения. Когда кисть находится в таком положении, пловец может отталкивать воду только вверх, в направлении, показанном стрелкой над его кистью. Помимо уменьшения потенциальной движущей силы, следствием этого является погружение таза и снижение скорости движения вперед. Во время второго движения вверх ладонь и предплечье должны быть повернуты назад.

2. Пловец на рисунке 6.20, *б* во время второго движения вверх слишком долго отталкивает воду. Он пытается делать это на протяжении всего пути к поверхности. Результат его действия будет прямо противоположен ожидаемому, поскольку вблизи поверхности воды кисть и предплечье будут отталкивать воду только вперед. Второе движение вверх должно закончиться, когда кисть окажется рядом с задней частью бедра. Даже если кисть и остается повернутой ладонью назад, то после прохождения мимо бедра к поверхности воды предплечье будет отталкивать воду только вверх.

Еще одна причина, обусловливающая необходимость прекращения отталкивания воды после прохождения кисти мимо бедра, — это потребность в использовании оставшегося участка движения руки вверх для преодоления инерции руки, направленной назад, и плавное, без задержки начало движения руки вперед. Для этого в конце пути руки к поверхности пловец ослабляет давление на воду и направляет кисть вверх и вперед. Изменению направления движения руки способствует поворот туловища в другую сторону так, чтобы плечо руки, выполняющей пронос, поднялось из воды вверх и вперед. Момент начала движения руки вперед под водой показан на фрагменте с траекторией гребка на рисунке 6.20.

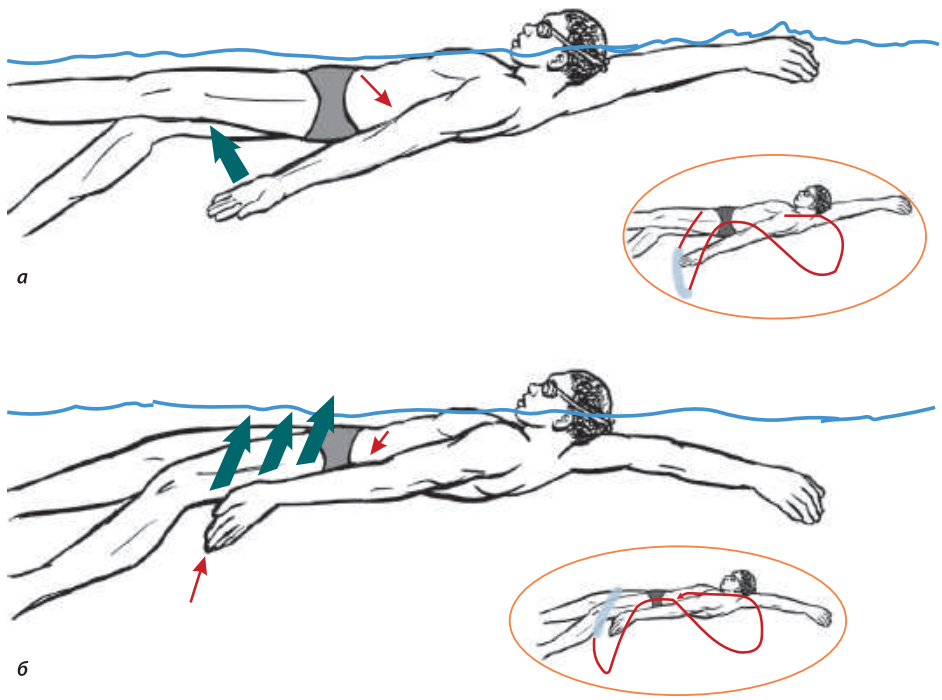


РИСУНОК 6.20 — Последствие слишком сильного поворота кисти вверх (*а*) и слишком длительного отталкивания воды во время второго движения руки вверх (*б*)

После начала движения вперед рука уже не способна создавать движущую силу, поэтому здесь следует прекратить отталкивание воды и плавно перейти к проносу.

Ошибки при прекращении отталкивания воды назад и проносе рук вперед

В этой фазе гребка пловцы совершают очень много ошибок. Некоторые из них приводят к увеличению сопротивления воды, другие нарушают ритм дыхания. Наиболее распространенными ошибками являются: 1 — выход руки из воды мизинцем вверх и ладонью наружу; 2 — выход руки из воды ладонью вниз; 3 — начало проноса с поднимания кисти над водой вместо поворота туловища плечом вверх; 4 — низкий пронос руки через сторону.

1. При повороте ладони наружу плечевая кость проворачивается в плечевом суставе, и это увеличивает напряжение связок во время проноса. В этом можно убедиться, если попробовать в положении стоя поднимать над головой опущенную вниз руку с ладонью, повернутой внутрь, назад и наружу. Когда ладонь повернута назад или наружу, то при поднимании руки в плечевом суставе ощущается напряжение. При поднимании руки с повернутой внутрь ладонью такого напряжения не возникает.

2. Если ладонь во время выхода из воды повернута вниз, то это существенно увеличивает вероятность возрастания сопротивления воды из-за возможного отталкивания воды тыльной стороной кисти. Избежать возрастания сопротивления воды можно, если рука будет скользить вверх и вперед за счет сгибания в запястье. В то же время более легким способом уменьшить сопротивление воды является поворот ладони ребром.

Для уменьшения сопротивления воды во время выхода кисть следует расположить ладонью внутрь и большим пальцем вверх. В первой половине проноса до момента прохождения над головой ладонь должна быть повернута внутрь.

3. Вероятно, наиболее частой ошибкой является то, что пловец начинает пронос с поднимания кисти над водой, а не с поворота туловища плечом вверх. Поднимание кисти над водой может привести к погружению плеча этой же руки в воду и увеличению части проноса руки, когда она перемещается не по воздуху, а по воде.

После прекращения отталкивания воды назад кисть и рука должны быть расслаблены, а пловцу необходимо дать туловищу повернуться в сторону гребковой руки, чтобы так выполнить большую часть работы, связанной с выходом руки на поверхность. Пронос выполняется за счет поднимания локтя и движения плеча вперед. Эти движения начинают перемещение руки вперед. В ситуации, когда тело повернуто в сторону, а плечо поднято над водой, пловец сможет большую часть проноса выполнить над водой. Не следует начинать движение предплечья вперед до момента готовности кисти к выполнению входа.

4. Еще одна частая ошибка — выполнение проноса низко и через сторону. При выполнении проноса через сторону таз будет смещаться в том же направлении. Это, в свою очередь, создаст противодействующую силу, которая сместит ноги в противоположном направлении. В конечном итоге, при движении бедра ноги пловца будут «вилять» из стороны в сторону. Это приведет к увеличению сопротивления формы, поскольку ноги при этом будут смещаться за пределы очертаний тела. Кроме того, боковые движения ног вызовут увеличение ударного сопротивления. При выполнении проноса в кроле на спине руку следует проносить высоко прямо над головой с минимальным отклонением в сторону.

Ошибки при движениях ногами

Здесь наиболее частыми ошибками являются: 1 — педалирующие движения ногами; 2 — чрезмерное погружение ног. Кроме того, пловцы с недостаточной подвижностью голеностопного сустава не способны эффективно использовать движения ногами для ускорения движения вперед.

1. Негативные последствия педалирующих движений ногами описаны в главе 3. Пловцы, совершающие эту ошибку, обычно слишком сильно поднимают колено во время движения ноги вверх и потом разгибают ноги, толкая их вперед, как при педалировании на велосипеде, вместо того, чтобы смещать стопу при разгибании ноги вверх. Если во время движения ногами колени пловца поднимаются над поверхностью воды, то можно быть уверенным, что пловец выполняет педалирующие движения. Основной причиной этой ошибки является поднимание бедра вверх и вперед во время движения ноги вверх, которое приводит к возникновению ударного сопротивления и замедлению движения. Необходимо научить пловца во время подготовительного движения ноги вверх не поднимать колени над водой и полностью выпрямлять ногу.

2. Чрезмерно глубокое погружение ноги влечет за собой последствия, которые приводят к снижению скорости пловца. Первое — увеличение сопротивления формы, которое происходит вследствие увеличения площади поперечного

сечения, занимаемого телом, при глубоком погружении ног. Движения ногами должны выполняться на глубине около 18 см. Второе — при погружении бедра ниже уровня тела таз и туловище будут смещаться вверх, что приведет к нарушению горизонтального положения и снижению скорости продвижения вперед. Бедра во время движения ногами вниз не должны опускаться ниже уровня таза. Во время движения ноги вверх голень может опускаться ниже уровня таза, однако это не является ошибкой.

Пловцы, которые слишком сильно погружают ногу во время подготовительных движений, просто сгибают и разгибают ногу в колене, а таз и бедра в движении практически не участвуют. Основной проблемой является то, что пловец обычно сгибает ногу в колене во время движения ноги вниз, при этом голень движется вперед, замедляя движение пловца. Во время движения вниз нога должна оставаться выпрямленной в колене до тех пор, пока в начале движения вверх она не согнется под действием давления воды.

Ошибки, связанные с положением тела

Наиболее частые ошибки, связанные с положением тела:

1 — чрезмерное поднимание головы во время плавания;

2 — чрезмерное сгибание в пояснице.

1. Чрезмерное поднимание головы обычно приводит к тому, что тело пловца находится в воде в наклонном состоянии — голова поднята над водой, а ноги опущены. Такое положение тела характеризуется повышенной величиной сопротивления формы.

Кроме того, пловцу приходится использовать движения ног и рук для поддержания тела в таком положении, а это ведет к увеличению ударного сопротивления и снижению движущей силы, поскольку в первом гребковом движении вниз пловец будет руками отталкивать воду вниз, а ноги будут двигаться слишком глубоко.

2. У некоторых пловцов таз во время плавания чрезмерно опущен в воду. Это, в частности, относится к детям и подросткам, которые только начинают обучение плаванию этим способом (рис. 6.21).

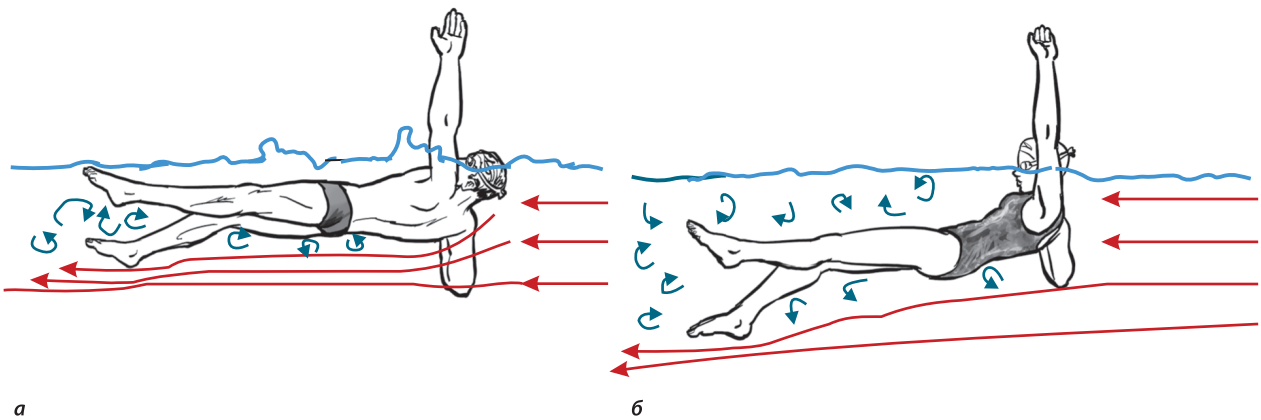
На рисунке 6.21, *а* показан пловец с правильным горизонтальным положением тела. Наклон его тела от головы к бедрам невелик, а голова находится в удобном положении в воде на одной линии с туловищем, ноги при выполнении ударных и подготовительных движений не погружаются слишком глубоко. Неправильное горизонтальное положение тела показано на рисунке 6.21, *б*. У этой спортсменки таз чрезмерно погружен в воду, голова слишком высоко поднята над водой, а ноги во время попеременных движений погружаются очень глубоко в воду.

Упражнения для совершенствования техники плавания кролем на спине

В этот подраздел вошли лучшие упражнения для совершенствования гребка руками, движений ногами, согласования движений и положения тела при плавании кролем на спине. Сначала рассмотрим упражнения для обучения гребку руками.

Упражнения для обучения гребку руками

В этот подраздел включены 10 упражнений: для обучения гребку под водой и выполнению проноса.



а *б*

РИСУНОК 6.21 — Правильное и неправильное положение тела в горизонтальной плоскости при плавании кролем на спине. Пловец с правильным положением тела показан на схеме (*а*), тогда как у спортсменки на схеме (*б*) голова слишком поднята вверх, а бедра очень сильно опущены вниз

УПРАЖНЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ГРЕБКА

Хорошим способом обучения правильному выполнению гребка, включающего две толчковые фазы, является движение руки по S-образной траектории. На рисунке 6.22, *а* показана траектория гребка при плавании кролем на спине, изображенная относительно движущегося тела. S-образная траектория представляет собой траекторию гребка с двумя толчковыми фазами, который используют пловцы кролем на спине. Первый изгиб S-образной кривой соответствует первому движению руки вниз, второй — первому движению вверх, а третий — второму движению вниз. Пунктирная линия, продолжающая траекторию гребка, соответствует моменту проноса руки.

На рисунке 6.22, *б* мы добавили к S-образной траектории дополнительную часть, которая представляет собой второе движение вверх, создающее движущую силу. Такой гребок включает три толчковые фазы. Эта траектория больше похожа на латинскую букву W.

Первая кривая W соответствует первому движению вниз, второй изгиб — первому движению вверх, третий — второму движению вниз, а четвертый — второму движению вверх. Здесь, как и на предыдущей схеме, пунктиром показан путь кисти во время движения к поверхности воды после прекращения отталкивания воды назад.

В зависимости от предпочитаемого способа гребка, пловец должен воспроизводить кистью одну из этих траекторий во время каждого гребка рукой под водой. Кроме того, для создания движущей силы он должен попытаться удерживать ладонь повернутой назад во всех толчковых фазах гребка.

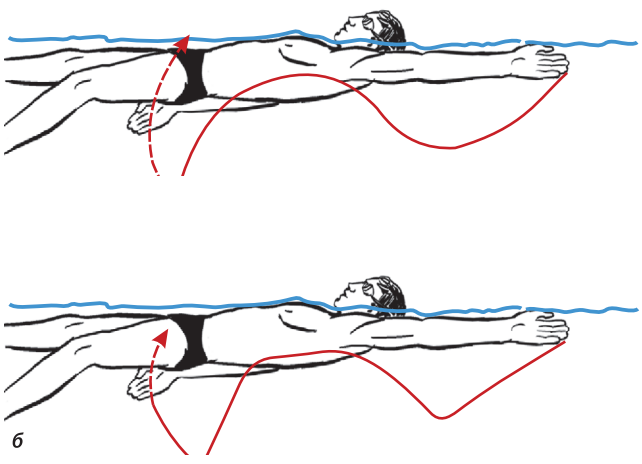


РИСУНОК 6.22 — Траектория гребка, изображенная относительно движущегося тела пловца: *а* — типичная S-образная траектория гребка с двумя толчковыми фазами; *б* — менее традиционная W-образная траектория, соответствующая гребку с тремя толчковыми фазами

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОЙ РУКИ

Пловец должен повторно проплыть определенное количество дистанций при помощи одной руки, удерживая вторую руку прижатой к туловищу.

Это хорошее упражнение для обучения гребку руками, поскольку оно позволяет пловцу сосредоточиться на движениях одной руки, а также для обучения правильному выполнению поворотов туловища. После входа руки в воду пловец должен поворачивать туловище в ее сторону, пока плечо другой руки не покажется над водой. Поворот в сторону, противоположную гребковой руке, следует начинать во время второго движения вниз и второго движения вверх и продолжать его, пока плечо гребковой руки не покажется над водой в начале проноса.

Это упражнение можно выполнять только с помощью рук или в сочетании с движениями ног.

Разновидностью этого упражнения является плавание при помощи одной руки, когда вторая рука вытянута вперед по ходу. Этот вариант упражнения улучшает обтекаемость тела пловца в последних фазах гребка, однако препятствует поворотам туловища в сторону.

ПЛАВАНИЕ НА БОКУ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОЙ РУКИ

Это упражнение поможет пловцу научиться правильному выполнению захвата и эффективному использованию первого движения вверх. Спортсмен плывет при помощи одной руки, удерживая вторую руку прижатой к туловищу. Последовательность движений при выполнении упражнения показана на рисунке 6.23. Тело пловца находится в воде на боку, одна рука вытянута вперед под водой, вторая — вдоль туловища назад так же, как и в положении для глиссирования при плавании на боку (рис. 6.23, *а*).

Пловец выполняет гребок рукой, расположенной впереди за головой, перемещая ее вниз и в сторону в положение для захвата (рис. 6.23, *б*), а затем приводит руку вверх и назад к туловищу (рис. 6.23, *в*). Гребок прекращается после завершения первого движения вверх. После этого пловец перемещает руку вперед под водой в исходное положение для выполнения следующего гребка.

При выполнении упражнения пловец делает несколько гребков одной рукой, затем поворачивается на другой бок и делает несколько гребков другой рукой.

ПЛАВАНИЕ НА БОКУ

Это упражнение применяют для обучения технике гребка (рис. 6.24). Его можно выполнять только одной рукой или же попеременно обеими.

Исходное положение на боку. Гребковая рука вытянута вперед за голову, другая направлена назад вдоль туловища (рис. 6.24, *а*). Пловец перемещает гребковую руку вниз и наружу в положение для захвата (рис. 6.24, *б*). Затем выполняет гребок под водой, как показано на рисунке 6.24, *в, г*. В течение первого движения вниз он остается на боку, голова повернута в сторону гребковой руки. Одновременно с двумя последними фазами гребка пловец поворачивает туловище в другую сторону. После завершения гребка он еще раз вытягивает ту же руку вперед для следующего гребка. Другая рука все это время остается под водой.

Это упражнение можно также выполнять поочередно обеими руками. В этом случае после завершения одного гребка пловец выполняет под водой скольжение вперед другой рукой и повторяет гребковые движения. После этого он меняет руки и снова выполняет весь цикл гребка.

Упражнение может выполняться как при помощи только рук, так и при помощи движений ног.

ГРЕБКОВОЕ ДВИЖЕНИЕ РУКИ ВВЕРХ

Это упражнение предназначено для пловцов, которые стремятся освоить гребок, содержащий три толчковые фазы. Оно научит использовать второе движение вверх для создания движущей силы.

Упражнение может выполняться обеими руками одновременно или поочередно. Исходное положение лежа на спине, руки по сторонам тела. Перемещение руки вперед выполняется под водой, как и в двух предшествующих упражнениях. Пловец перемещает руки под водой до уровня груди. Руки должны быть согнуты в локтях и расположены так, будто пловец только что закончил первое движение вверх. После этого он совершает движение руками вниз и вверх, как если бы он выполнял второе движение вниз и второе движение вверх. Это упражнение выполняется без помощи ног, чтобы пловец мог ощутить ускорение, придаваемое телу гребковыми движениями рук.

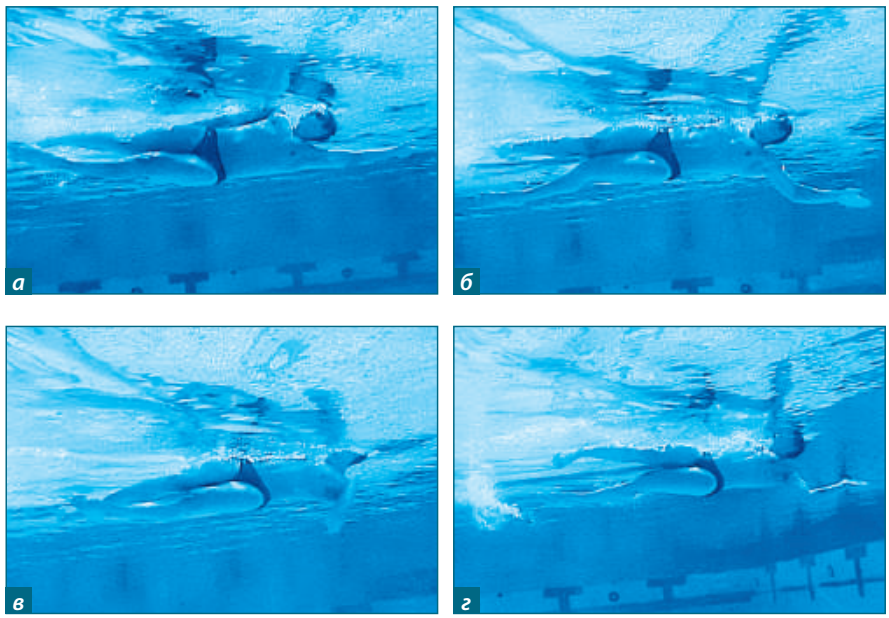


РИСУНОК 6.23 — Плавание на боку при помощи одной руки: *а* — скольжение вперед левой руки; *б* — положение для захвата левой руки; *в* — приведение левой руки к туловищу; *г* — перемещение руки вперед под водой перед началом выполнения следующего гребка

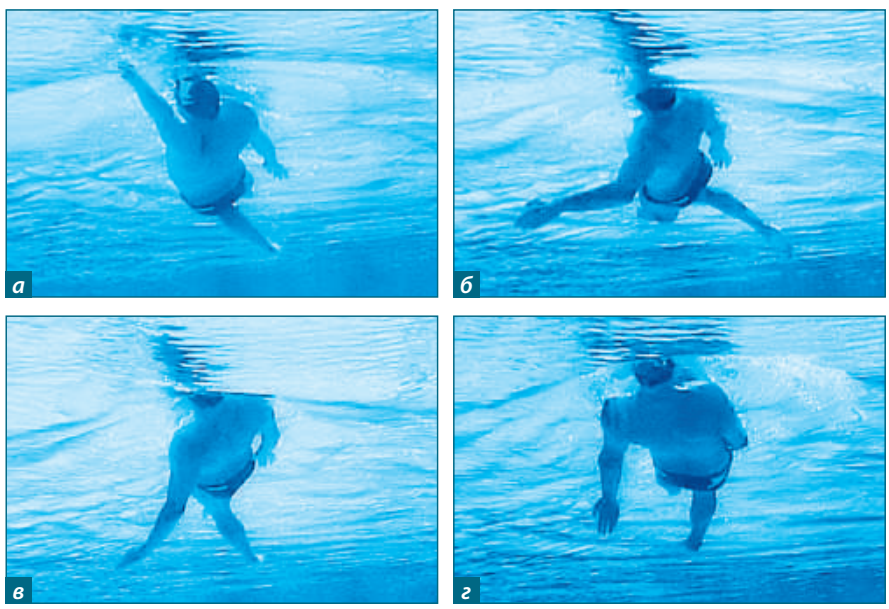


РИСУНОК 6.24 — Плавание на боку: *а* — исходное положение — левая рука вытянута вперед за голову (обратите внимание, что правая рука остается на своей стороне); *б* — захват левой рукой; *в* — второе движение вниз левой руки; *г* — второе движение вверх левой руки

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ РУК, СЖАТЫХ В КУЛАК

Это упражнение заключается в плавании при помощи рук, сжатых в кулак. Оно помогает научиться использовать руки для создания движущей силы и имеет несколько вариантов выполнения. При плавании кролем на спине спортсмен может плыть при помощи рук и ног, сжав обе руки в кулак. Другим вариантом является плавание при помощи одной руки, сжатой в кулак, вторая при этом располагается вдоль туловища. Можно также плавать обычным способом, сжав в кулак доминирующую руку, а второй выполнять гребок с открытой ладонью. Сжатая в кулак доминирующая рука стимулирует пловца к более эффективному использованию другой руки так же, как в кроле на груди или баттерфляе.

Упражнения для обучения выполнению проноса

Я рекомендую эти четыре упражнения для совершенствования техники проноса руки, поворотов тела и обучения правильному латеральному положению тела.

ПЛАВАНИЕ С ЗАДЕРЖКОЙ

Такая техника плавания не отличается от плавания кролем на спине за одним исключением: пловец делает задержку руки в средней части проноса и поворачивает ладонь наружу (сразу или через определенное время). Пловец должен сосредоточиться на задержке движения руки прямо над плечевым суставом, чтобы он смог повернуть ладонь наружу в нужный момент. Цель упражнения — научить пловца выполнять пронос вертикально над головой и затем чисто опускать руку в воду.

ПЛАВАНИЕ НА СПИНЕ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ГРЕБКОМ ОБЕИМИ РУКАМИ

Это упражнение предназначено для пловцов, которые склонны во время входа рук в воду чрезмерно смещать кисть руки внутрь. Им необходимо плавать кролем на спине с одновременным гребком обеими руками. В случае одновременного проноса обеих рук невозможно чрезмерно сместить кисти внутрь. Благодаря этому упражнение поможет им научиться ощущать положение руки в воде перед плечевым суставом. Кроме того, это прекрасное упражнение для обучения правильному использованию движений рук при выполнении гребка.

Упражнение для обучения технике проноса

Это упражнение будет полезно пловцам, выполняющим пронос низко и через сторону. Оно поможет отучить пловца проносить руку через сторону в первой половине проноса и затем смещать ее внутрь во второй половине. Для этого пловец должен целенаправленно выполнять смещение руки в противоположной последовательности. Это означает, что в первой части проноса он должен поднимать руку почти вертикально вверх, а во второй, когда она пройдет над головой и начнет опускаться вниз для входа, — смещать ее наружу.

ПЛАВАНИЕ ВДОЛЬ РАЗДЕЛИТЕЛЯ ДОРОЖЕК

Это упражнение предназначено для обучения вертикальному подниманию руки во время проноса. Спортсмен должен плыть, касаясь одним плечом разделителя дорожек. Это заставляет его поднимать руку вертикально при перемещении ее вперед, поскольку при проносе через сторону он будет цеплять рукой разделительную линию. Упражнение выполняется поочередно для обеих рук.

Упражнения для обучения движениям ног и поворотам туловища

ПЛАВАНИЕ НА БОКУ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Плавание на боку при помощи ног с одной рукой, вытянутой вперед, а второй — прижатой к туловищу, является прекрасным способом совершенствования техники основных рабочих и подготовительных движений ног по диагонали и поворотов туловища.

При выполнении упражнения спортсмен плывет с поворотом тела в сторону вытянутой вперед руки и должен выполнить в таком положении шесть, восемь или другое указанное количество попеременных движений ногами перед поворотом туловища на другую сторону.

Один из вариантов данного упражнения можно использовать для тренировки шестиударного ритма движений. Выполнение этого варианта упражнения начинается в горизонтальном положении с поворотом туловища в сторону руки, вытянутой вперед, вторая рука прижата к туловищу. Пловец выполняет два цикла движения ногами в каждую сторону перед поворотом туловища в другую сторону. Поворот туловища выполняется одновременно с изменением поло-

жения рук. При повороте в другую сторону пловец выполняет два удара ногами на одной стороне туловища, два удара — во время поворота и еще два удара — на другой стороне туловища, так что в целом получается шестиударный ритм движений. Сначала упражнение выполняется без гребка руками, за исключением изменения положения рук при каждом повороте туловища. После того как пловец освоит согласование движений ног и поворотов тела, ему следует сосредоточиться на правильном выполнении гребка руками.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ НОГ НА СПИНЕ

Это упражнение используют для развития силовой выносливости мышц ног и увеличения мощности основных ударных движений. Кроме того, оно прекрасно подходит для обучения пловца поддержанию горизонтального положения тела. При выполнении этого упражнения руки могут быть расположены вдоль тела или вытянуты вперед. Плавание при помощи только ног с руками, расположенными по бокам туловища, является хорошим способом улучшения положения тела, если пловец поворачивает плечи из стороны в сторону во время попеременных движений ног. Вместе с тем это и самый простой способ выполнения этого упражнения, которым могут воспользоваться новички и пловцы с очень слабыми ударами ног. Плавание с руками, расположенными за головой, сложнее. Однако этот вариант упражнения помогает пловцу поддерживать горизонтальное положение тела, в особенности, если оно чрезмерно погружено в воду. Руки вытянуты за голову и располагаются под водой, пальцы рук соединены, ладони повернуты вверх.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ НОГ И С ОДНОЙ РУКОЙ, ПОДНЯТОЙ ВВЕРХ

В этом упражнении спортсмен плывет на боку, одна его рука поднята над водой непосредственно над плечевым суставом, другая прижата к туловищу сбоку. Тело пловца повернуто в сторону руки, прижатой к туловищу, так, что плечо поднятой руки также находится над водой. Пловец меняет положение туловища после выполнения определенного количества движений ног.

Упражнение развивает выносливость и увеличивает мощность основных рабочих движений ног, поскольку пловцу приходится использовать их силу для удержания руки над головой.

ПЛАВАНИЕ С ПЛАВАТЕЛЬНОЙ ДОСКОЙ ПРИ ПОМОЩИ НОГ

Это упражнение позволяет устранить педалирующие движения ног. Спортсмен плывет при помощи ног, удерживая плавательную доску вдоль тела поверх бедер. Подпрыгивания доски свидетельствуют о педалирующих движениях ног, при которых пловец толкает ее бедрами и коленями. При правильном выполнении основных и вспомогательных движений ног плавательная доска должна оставаться неподвижной.

УПРАЖНЕНИЕ С ГУБКОЙ

Это упражнение применяется, чтобы научить пловца удерживать голову в неподвижном положении. Спортсмен помещает небольшую губку на лоб и плывет на спине вдоль бассейна, стараясь, чтобы она не упала. В случае отсутствия губки можно использовать монеты или кольца диаметром 5—10 см.

Плавание под водой при помощи ног способом дельфин

Спортсмены, которые собираются преодолевать часть дистанции под водой при помощи гребковых движений ногами способом дельфин, должны освоить правильную технику, а также научиться оставаться под водой как можно дольше в пределах разрешенных правилами 15 м. Ниже предлагаются несколько упражнений, которые помогут развить эти умения.

ПРОПЛЫВАНИЕ ДИСТАНЦИЙ С МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ 25, 50 И 75 С

Это упражнение может выполняться в ластах и без них. Ласты помогают пловцу отработать быстрые движения ногами с небольшой амплитудой и характерные движения тела (шимми), имеющие столь важное значение для обеспечения скорости при плавании под водой при помощи ударных движений ногами способом дельфин. Кроме того, данное упражнение развивает способность дольше оставаться под водой. После овладения этими навыками с использованием ласт, пловец должен начать выполнение этих упражнений без них, поскольку они представляют собой только вспомогательное средство для обучения технике ударных движений ногами, применяющейся в условиях реальных соревнований. Упражнение следует выполнять сериями из 10—12 заплывов под водой по 25 с, 6—8 —

по 50 с и 3—4 — по 75 с. Интервалы для отдыха между повторениями должны составлять от 1 до 5 мин, чтобы пловец имел достаточно времени для восстановления и полноценного выполнения следующих повторений.

УПРАЖНЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИКЕ ВЫХОДА ИЗ ВОДЫ ПОСЛЕ ПЛАВАНИЯ ПОД ВОДОЙ

Это упражнение может выполняться в виде серий повторяющихся заплывов на любую дистанцию. Спортсмен проплывает под водой 15 м после каждого поворота при помощи движений ногами способом дельфин, а затем выходит на поверхность, используя попеременные движения ногами. Пловец должен обратить внимание на использовании последних двух-трех подводных ударов ногами способом дельфин для постепенного подъема к поверхности, непосредственно перед выходом на поверхность он должен начать попеременные движения ногами. Выход на поверхность необходимо выполнять так, чтобы пловец не ощутил заметного нарушения ритма кроме естественного снижения скорости, которое происходит при переходе от ударных движений ногами способом дельфин к попеременным движениям.

ПЛАВАНИЕ ПОД ВОДОЙ ДО КОНТРОЛЬНОЙ ОТМЕТКИ

Это упражнение позволяет развивать способность оставаться дольше под водой во время соревнований. Резиновый шнур натягивается поперек дорожки посредине бассейна длиной 25 м. Спортсмен должен проплыть серию повторений от 50 до 100 м, преодолевая под водой при помощи движений ногами способом дельфин первую часть дистанции до натянутого шнура.

Глава 7

Брасс

Брасс как способ спортивного плавания имеет богатую историю. Это, пожалуй, самый давний из используемых ныне стилей плавания. Участники первых олимпийских соревнований плыли преимущественно способом брасс. Все остальные способы развились на его основе. Было время, когда правила соревнований разрешали спортсменам плыть под водой. Однако это оказалось слишком опасным. Известно достаточно много случаев, когда спортсмены погибали из-за слишком продолжительного пребывания под водой. В конце 1950-х годов в правила были внесены изменения, согласно которым пловец должен преодолевать бóльшую часть дистанции не погружаясь под воду. В настоящее время при плавании брассом пловцу разрешается оставаться под водой в течение одного цикла гребка после старта и после каждого поворота. После этого определенные части тела, обычно это голова, должны появляться над поверхностью воды в каждом цикле гребка. При плавании брассом пловец выполняет короткие полукруговые гребки руками и резкие толчковые движения ногами.

Брасс — это самый медленный способ спортивного плавания, причиной чего являются значительные колебания скорости в течение каждого цикла гребка. Хотя пловцы брассом во время толчковой фазы каждого цикла гребка и создают большую движущую силу, их движение столь же значительно замедляется каждый раз, когда они подтягивают ноги вперед для подготовки к следующему циклу гребка. В других способах спортивного плавания скорость пловца при перемещении конечностей вперед для следующего гребка снижается лишь на одну треть, тогда как в брассе при подтягивании ног она падает почти до нуля. Поэтому в брассе, по сравнению с другими способами плавания, пловцу приходится прикладывать значительно бóльшую силу только для того, чтобы ускорять движение тела вперед в каждом цикле гребка, из-за чего этот способ плавания, с физической точки зрения, является наиболее тяжелым.

В прошлом большинство специалистов считали, что при плавании брассом тело должно оставаться в горизонтальном положении на протяжении всего цикла гребка. Способ плавания брассом с волнообразным движением тела, предложенный в 1970-х годах, предполагал выполнение дельфинообразных движений тела пловца, в значительной степени напоминающих движения спортсмена при плавании баттерфляем. Этот стиль, который называли *дельфинообразным брассом, европейским брассом* и др., а в настоящее время — преимущественно *волнообразным брассом*, приобретал популярность очень медленно. Однако не так давно в правила были внесены изменения, которые разрешили пловцу погружать голову под воду в каждом цикле гребка. Это ускорило распространение волнообразного брасса, поскольку пловцы обнаружили, что могут увеличить обтекаемость тела, опуская голову между руками при выполнении отталкивания ногами. Кроме того, была установлена возможность использования действия волны воды, сопровождающей пловца, для увеличения движущей силы в момент перемещения рук и ног вперед.

Ровный и волнообразный стили плавания брассом

Различия между двумя стилями плавания брассом показаны на последовательных схематических изображениях движений пловца на рисунке 7.1. Ровный стиль плавания брассом характеризуется тем, что пловец удерживает туловище в горизонтальном положении, при котором таз остается вблизи поверхности воды на протяжении всего цикла гребка. Пловец выполняет вдох, поднимая и опуская голову, положение туловища при этом не изменяется. В волнообразном стиле во время вдоха голова и плечи пловца поднимаются над водой, а во время подтягивания ног таз опускается глубже в воду.

Основные различия между двумя стилями показаны на рисунке 7.1 *в, г*. Плечи пловца при ровном стиле плавания во время вдоха остаются под водой, а таз около поверхности воды, точно так же сохраняется горизонтальное положение тела и при подтягивании ног вперед. И наоборот, плечи пловца в волнообразном стиле плавания брассом поднимаются над водой, бедра погружаются глубже, а тело во время вдоха и подтягивания ног приобретает наклон вниз кзади. В остальных фазах цикла гребка отличия в положении тела пловца практически отсутствуют. Во время толчковой фазы тело пловца в обоих случаях находится в обтекаемом горизонтальном положении (рис. 7.1, *а, б*). Во время толчкового движения ногами тело также остается в обтекаемом горизонтальном положении в обоих случаях (рис. 7.1, *д*). Еще одно отличие между стилями плавания брассом можно увидеть на рисунке 7.1, *е*, когда в волнообразном брассе пловец во время отталкивания ногами стремится сместить таз несколько выше, возможно, для создания обратной волны тела. Более подробно об обратной волне тела я расскажу далее.

Сторонники ровного стиля плавания отстаивают свое мнение приводя доводы о том, что отказ от излишних вертикальных движений туловища во время плавания позволяет пловцу снизить сопротивление формы и затраты энергии. Вместе с тем анализ скорости движения центра масс тела пловца показывает ошибочность этого аргумента. В действительности поднимание головы и туловища из воды при плавании волнообразным брассом значительно снижает сопротивление формы пловца. Таким образом, пловец уменьшает ударное сопротивление, создаваемое движением ног, а также снижает сопротивление формы, увеличивая обтекаемость тела в течение большей части перемещения конечностей вперед. Кроме того, как будет отмечено в подразделе, посвященном анализу динамики скорости движения пловца при плавании волнообразным брассом, он получает дополнительное ускорение под действием волны, когда поднимает голову и плечи над водой.

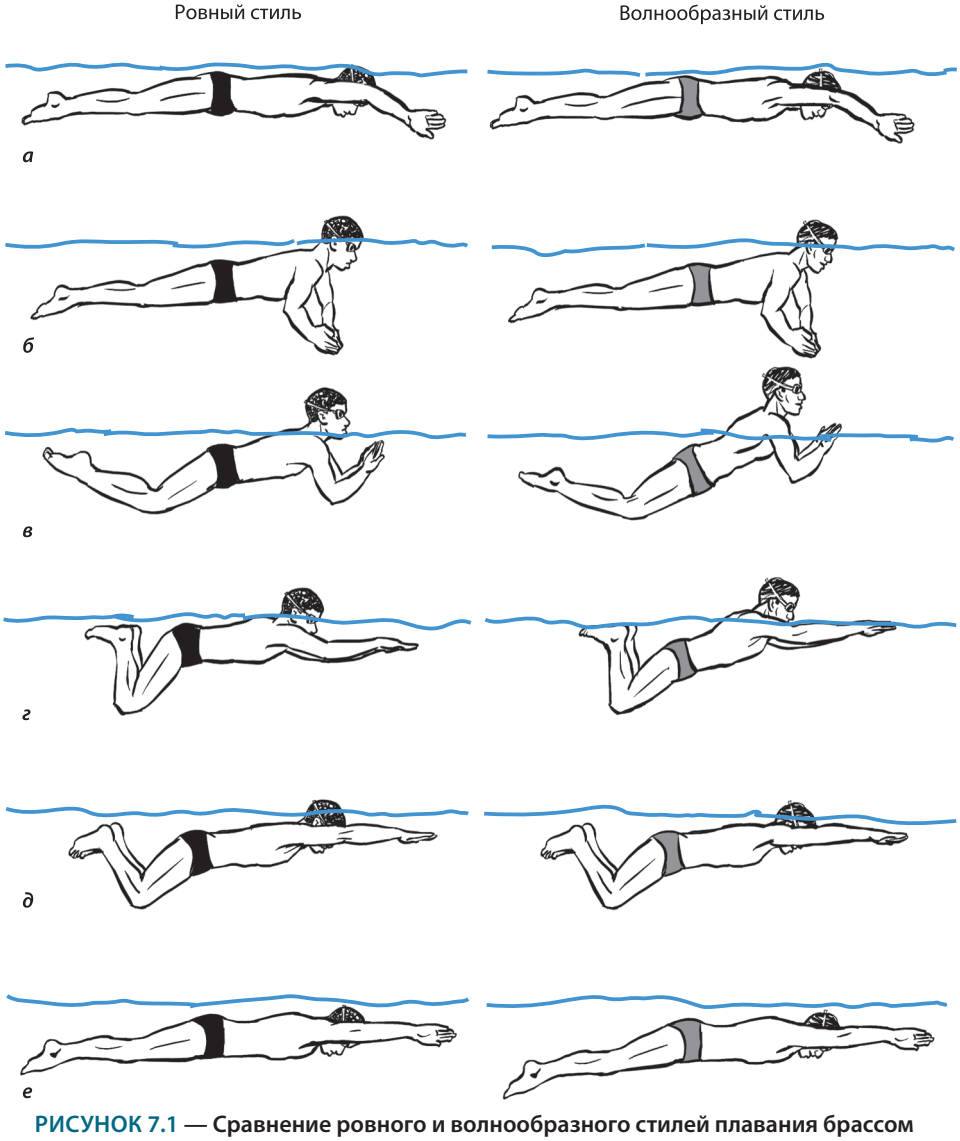


РИСУНОК 7.1 — Сравнение ровного и волнообразного стилей плавания брассом

На рисунке 7.2. показано, за счет чего происходит увеличение сопротивления воды при плавании ровным брассом и его уменьшение при плавании волнообразным брассом. Пловец ровным стилем (на рис. 7.2 слева) во время подтягивания ног создает значительное ударное сопротивление, поскольку он перемещает бедра вниз и вперед против движения потока воды. Вызванное этим замедление движения на графике отображается как значительное понижение скорости в конце подтягивания ног. Анализ скорости движения многих пловцов ровным брассом показывает существенное снижение их скорости движения

вперед при выполнении подтягивания ног таким способом. На самом деле многие спортсмены в этой фазе цикла гребка практически останавливаются (Maglischo, 1999).

При плавании волнообразным брассом спортсмен, показанный на рисунке справа, ослабляет ударное сопротивление благодаря опусканию таза во время подтягивания ног и перемещению голеней вперед без смещения бедер вниз. Голени имеют гораздо меньшую площадь и двигаются вперед позади туловища, поэтому выполнение подтягивания ног таким способом создает гораздо меньшее сопротивление, чем отталкивание воды вперед бедрами. График скорости движения спортсмена, плывущего волнообразным брассом, показывает, что скорость продвижения вперед при подтягивании ног у него снижается меньше и в течение менее продолжительного периода времени. Обратите внимание, что у спортсмена, плывущего ровным брасом, скорость падает до 0,2 м · с$^{-1}$, в то время как у спортсмена, плывущего волнообразным брассом, — только до 0,8 м · с$^{-1}$.

Сопротивление воды, создаваемое при плавании волнообразным брассом, меньше и за счет того, что пловец во время подтягивания ног сохраняет наклонное положение тела. Его тело слегка наклонено вниз от головы к коленям так, что при движении потоки воды могут постепенно изменять свое направление. Это показано на рисунке 7.2 стрелками под туловищем пловца, изображающими относительное направление потоков воды. Голова и плечи должны приподняться, чтобы таз погрузился глубже, а тело приобрело наклонное положение. Все это отчасти позволяет объяснить, почему многие квалифицированные пловцы брассом поднимают плечи над водой во время подтягивания ног вперед. В то же время при сохранении тела в горизонтальном положении во время подтягивания ноги образуют поперечную поверхность, препятствующую движению воды и создающую более значительную турбулентность. Вопреки распространенному мнению, пловец, который при подтягивании ног опускает таз глубже в воду, не увеличивает сопротивление формы за счет более глубокого погружения коленей.

Можно предположить, что пловец может еще больше ослабить сопротивление воды, не нарушая горизонтальное положение туловища, за счет отказа от движения бедер вперед. Однако такой компромисс невозможен. Если пловец попытается выполнить подтягивание ног таким способом, сохраняя горизонтальное положение тела, то его стопы поднимутся над водой. Когда бедра остаются около поверхности, пловец брассом при подтягивании ног вперед не может сохранить стопы под водой, если только он не перемещает бедра вниз и вперед. Вместе с тем погружение таза на большую глубину при плавании волнообразным брассом позволяет спортсмену сохранить стопы в воде во время подтягивания без перемещения бедер вниз и вперед.

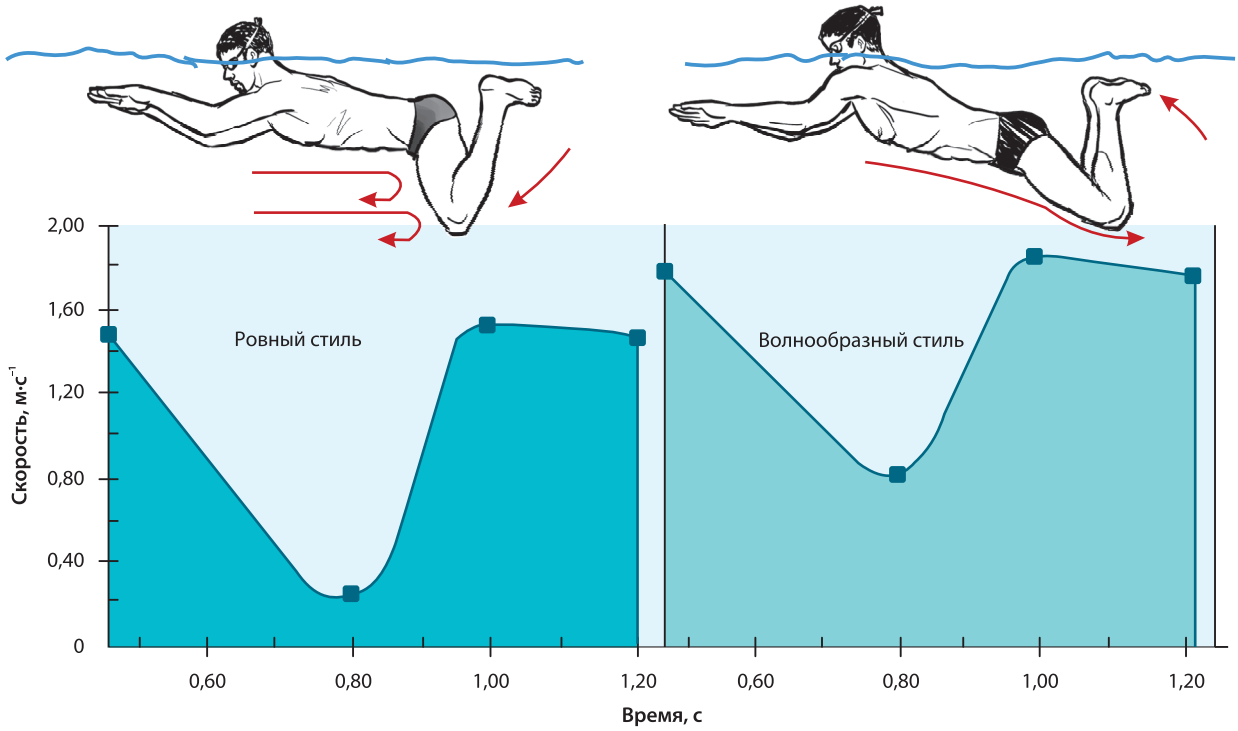


РИСУНОК 7.2 — Сравнение уровня сопротивления воды, создаваемого за счет подтягивания ног, при ровном и волнообразном стилях плавания брассом

Траектория гребка и динамика скорости

В этом подразделе мы сперва рассмотрим траектории гребка руками, используемые при плавании брассом, а затем траектории движения ногами. После этого опишем динамику скорости движения пловца и кисти, а также обсудим динамику скорости движения ногами, имеющую большое значение для создания движущей силы.

Траектория гребка руками

На рисунке 7.3 показан вид спереди, сбоку и снизу типичной траектории гребка руками при плавании брасом. Все траектории изображены относительно поверхности воды. Для удобства описания разделим гребок на четыре фазы: движение наружу, захват, движение внутрь[1], прекращение отталкивания воды и выведение рук вперед.

Во время движения наружу пловец брассом выполняет гребковое движение рук в стороны и вперед. Кроме того, некоторые пловцы направляют движение рук немного вверх. Это, в частности, относится к пловцам, которые при плавании волнообразно изгибают тело. Захват происходит после того, как руки расходятся в стороны, в положение, при котором ладони и предплечья повернуты назад. Движение внутрь представляет собой полукруговое движение, в результате которого руки пловца перемещаются под туловище. В первой части движения внутрь руки продолжают движение наружу для постепенного преодоления инерции, одновременно со смещением назад и вниз. Руки продолжают двигаться наружу и вниз до завершения первой половины движения внутрь, после чего начинают перемещаться вверх и внутрь. Движение внутрь заканчивается, когда руки, сблизившись под плечами, перестают двигаться назад и начинают движение вперед. Начиная с этого момента, руки продолжают движение вверх, внутрь и вперед, пока не достигнут поверхности и не выпрямятся вперед для начала следующего гребка.

Обратим внимание на три важные особенности траектории гребка, показанной на рисунке 7.3.

1. Вид траектории снизу показывает, что руки начинают движение наружу еще до полного выпрямления. Скольжение как таковое отсутствует. Хотя обычно пловцов обучают выполнять скольжение при плавании брассом, большинство пловцов мирового класса его не используют. В то же время есть период отдыха для рук в момент вытягивания их вперед и наружу для захвата. Пловец не прекращает движение рук при переходе от выведения рук вперед к движению наружу, чтобы преодолеть силу инерции, направленную вперед.

2. При рассмотрении траектории спереди создается впечатление, что кисти во время движения наружу немного смещаются вверх. Однако это впечатление ошибочно и смещение вверх не столь велико, как кажется. Причиной его появления на траектории является то, что она отображает движение среднего пальца руки. Смещение среднего пальца руки происходит естественным образом при повороте кисти наружу во время движения руки наружу, и из-за этого создается впечатление, что руки смещаются вверх сильнее, чем это происходит в действительности.

У большинства пловцов брассом движение рук в стороны происходит без смещения по вертикали. Однако пловцы, которые волнообразно изгибают тело, во время движения рук в стороны слегка направляют их вверх. Это происходит потому, что при движении таза вверх руки смещаются вниз. Поэтому во время движения наружу пловец направляет руки слегка вверх, чтобы выполнить захват около поверхности воды.

3. Вид траектории спереди и сбоку показывает значительное смещение кисти вниз в начале первой половины движения внутрь, которое для кого-то может оказаться до некоторой степени неожиданным. В этой фазе гребка пловец смещает руки вниз примерно на 60 см. Движение рук вниз преследует две цели: 1 — руки перемещаются под плечи, откуда их можно будет выдвинуть вперед с минимальным ударным сопротивлением; 2 — голова и плечи приподнимаются над водой, благодаря чему уменьшается ударное сопротивление при подтягивании ног вперед.

Разновидности гребка руками

Сегодня спортсмены мирового класса при плавании брассом применяют две основные разновидности гребка (Thayer et al., 1986). Часть пловцов в первой части гребка перемещают руки наружу и вперед, а затем, в заключительной части гребка, — внутрь и назад. Траектория такого гребка показана на рисунке 7.3. Результатом в данном случае является одно большое увеличение скорости пловца в течение гребка.

Вторая разновидность является почти полной противоположностью описанного выше варианта. Руки во время движения наружу перемещаются наружу и назад, а во время движения

[1] Движение внутрь соответствует фазе подтягивания основной части гребка.

внутрь — внутрь и вперед. Эта разновидность гребка, проиллюстрированная в правой части рисунка 7.4, также дает одно большое ускорение движения пловца вперед. Однако в данном случае увеличение скорости происходит гораздо раньше — в заключительной части движения наружу и в начале движения внутрь.

На рисунке 7.4 показано, каким образом происходит ускорение тела пловца в случае использования каждого из этих вариантов гребка. На графике в левой части рисунка показана динамика скорости в случае движения рук

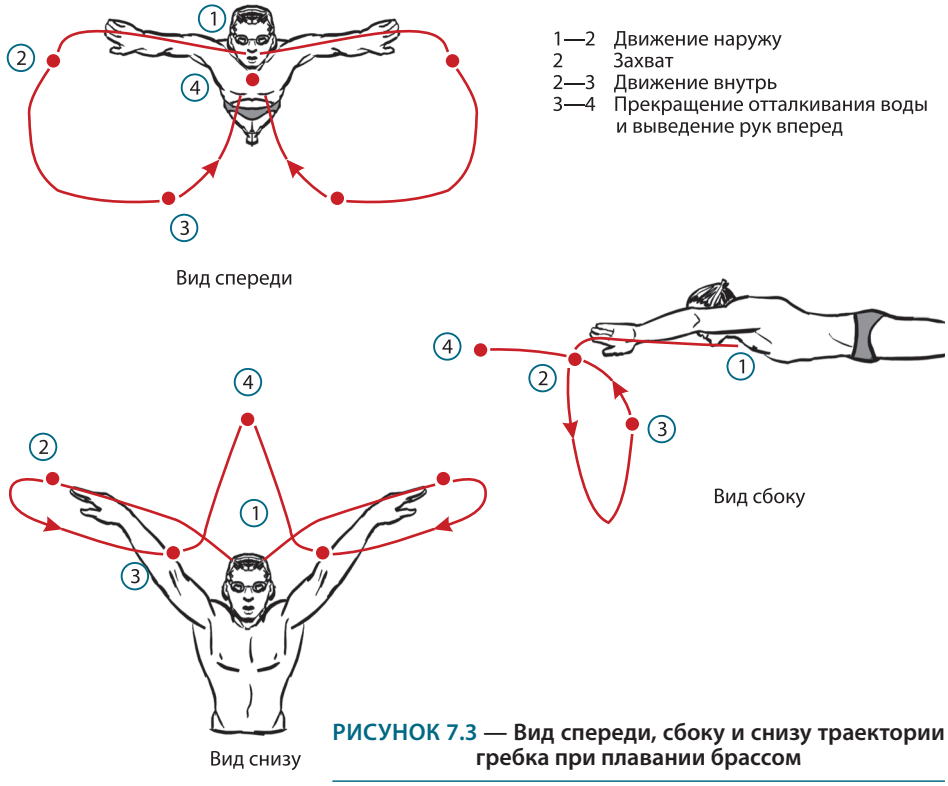


РИСУНОК 7.3 — Вид спереди, сбоку и снизу траектории гребка при плавании брассом

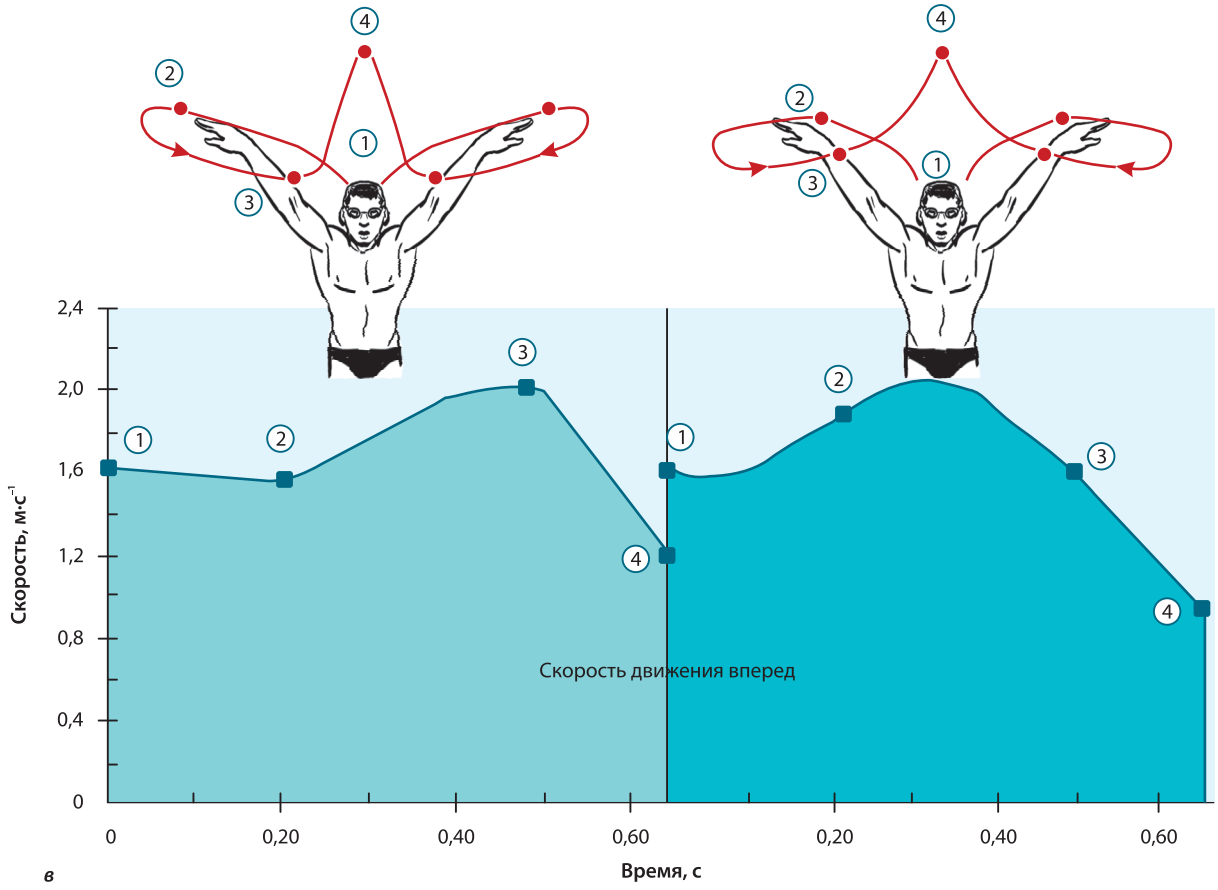


РИСУНОК 7.4 — Динамика скорости пловца при плавании брассом с использованием двух разных вариантов гребка руками. В левой части рисунка показана траектория гребка, в котором кисти пловца движутся вперед во время движения наружу и назад — во время движения внутрь. В правой части рисунка показана траектория другого распространенного варианта гребка, в котором руки движутся назад во время движения наружу и вперед — во время движения внутрь

вперед и наружу во время движения наружу, и назад и внутрь — во время движения внутрь. Увеличение скорости пловца начинается в конце движения рук наружу и продолжается в течение всего движения внутрь.

На графике в правой части рисунка показана динамика скорости пловца в случае движения его кистей наружу и назад во время движения наружу, и внутрь и вперед — во время движения внутрь. Увеличение скорости движения пловца вперед в этом случае начинается раньше, однако и заканчивается оно раньше. Как видно из графика, наибольшее увеличение скорости происходит в конце движения рук наружу и в самом начале движения рук внутрь, когда руки отталкивают воду назад. Вместе с тем в течение большей части движения рук внутрь, после того как руки начинают двигаться вперед, скорость пловца снижается.

С точки зрения создания движущей силы, различия между двумя разновидностями гребка руками, показанными на рисунке 7.4, состоят в следующем.

1. У пловца слева движение рук наружу не создает движущей силы, поскольку его руки в этот момент движутся вперед и наружу, т. е. выполняют подготовительные движения. Вместе с тем в течение всего движения рук внутрь продвижение пловца ускоряется, поскольку его руки движутся внутрь и назад, пока не окажутся между плечами.

2. Для пловца справа основной частью гребка является вторая половина движения наружу, т. е. начало выполнения фазы подтягивания, поскольку в этой фазе начинается движение рук назад. Создание движущей силы происходит и в самом начале движения рук внутрь, однако это продолжается недолго, поскольку руки пловца начинают перемещаться вперед.

Оба варианта гребка руками могут быть достаточно эффективными. И это подтверждено на практике, поскольку разные пловцы мирового класса используют разные варианты гребка. Тем не менее я считаю, что гребок, показанный на рисунке слева, потенциально обладает большей эффективностью. Это обусловлено тем, что пловец достигает максимальной скорости как раз перед завершением гребка руками и началом подтягивания ног.

При этом следует отметить, что большинство пловцов предпочитают использовать гребок руками, представленный в правой части рисунка. Вероятно, эти пловцы перемещают руки внутрь и вперед вследствие повышенного внимания тренеров на скорость движения рук вперед во время выведения. Под влиянием этого многие пловцы начинают перемещение рук вперед почти сразу после начала их движения внутрь. Я считаю, что это является серьезной технической ошибкой, вследствие которой многие пловцы теряют скорость и сокращают шаг гребка. Пловцам следует рекомендовать во время движения внутрь перемещать руки внутрь и назад, чтобы они могли использовать эту фазу гребка для создания движущей силы. Дополнительная движущая сила, создаваемая благодаря такому изменению траектории гребка, с избытком восполнит потери движущей силы во время движения рук наружу. Кроме того, перемещение рук вперед во время их движения внутрь лишь увеличит торможение. В конце движения рук внутрь пловец должен двигаться вперед с наибольшей скоростью, чтобы после подтягивания ног вперед сохранить достаточно высокую скорость.

Траектория движений ногами

Вид спереди, сбоку и снизу траектории движения ногами на рисунке 7.5 показывает, каким образом пловец выполняет толчковые движения ногами при плавании брассом. Движение ногами можно разбить на следующие фазы: подтягивание, движение наружу[1], захват[2], движение внутрь[3], поднятие вверх и скольжение[4].

Подготовительное движение ногами начинается, когда пловец подтягивает стопы и голени вперед. Когда они приближаются к ягодицам, стопы начинают движение наружу и вперед, пока расстояние между ними не превысит ширину плеч и стопы не повернутся назад. Здесь пловец выполняет захват, и его движение вперед начинает ускоряться за счет отталкивания воды назад. Вид спереди траектории толчкового движения ногами показывает, что толчковая фаза движения ногами — это круговое движение. После выполнения захвата пловец перемещает ноги наружу, назад и внутрь, а затем вниз, пока ноги не выпрямятся почти полностью в коленях и не сблизятся. С этого момента ноги начинают движение вверх до уровня туловища и сохраняют обтекаемое положение в течение выполнения основной фазы гребка руками.

Траектории движения ногами на рисунке 7.5 показывают три важных технических момента. Первый — это расстояние, на которое ноги смещаются во время движения вниз — 50—60 см. Однако в действительности это расстояние при-

[1] Движение наружу — разворот стоп в стороны.
[2] Захват — создание опоры о воду развернутых назад стоп.
[3] Движение внутрь — отталкивание.
[4] Поднятие вверх и скольжение — завершающая фаза перед подтягиванием.

мерно в 2 раза меньше. Такое различие обусловлено тем, что траектория отталкивания является отображением движения больших пальцев ног. В начале движения внутрь, когда ноги согнуты в коленях, а стопы развернуты наружу и подтянуты вперед к лодыжкам, большие пальцы располагаются у поверхности. Затем одновременно с разгибанием ног назад происходит поворот стопы вниз. Поэтому, в зависимости от длины ноги и размера стопы, расстояние, на которое стопа смещается вниз, увеличивается на 15—30 см только за счет ее поворота вниз во время движения внутрь.

Второй технический момент, который показывают приведенные траектории и который может ввести в заблуждение, это слишком короткое расстояние перемещения ног назад во время движения внутрь. На основании того что отталкивание воды назад является основным источником поступательного движения вперед, можно было бы ожидать, что ноги во время движения внутрь должны перемещаться назад гораздо дальше. Нельзя с полной уверенностью объяснить, почему движение ногами назад столь невелико.

Наиболее очевидной причиной может быть примерно равный вклад подъемной силы и силы сопротивления в движущую силу, создаваемую толчковыми движениями ногами. На рисунке 7.6 показано, как пловец использует подъемную силу и силу сопротивления воды для создания движущей силы. Векторный анализ участка толчкового движения ноги, отмеченного на траектории двумя горизонтальными линиями, показывает возможность создания значительной движущей силы за счет толчкового движения ногами, несмотря на то что в этой фазе оно направлено преимущественно вниз, а не назад. Помимо того, что подъемная сила в сочетании с сопротивлением воды позволяет пловцу создавать достаточно большую движущую силу, она также приводит к заметному смещению таза вверх. Это может объяснить, почему многие пловцы брассом немного приподнимают вверх таз в этой фазе толчкового движения ногами.

Последней технической особенностью рассматриваемых траекторий движений ногами, которую хотелось бы прокомментировать, является

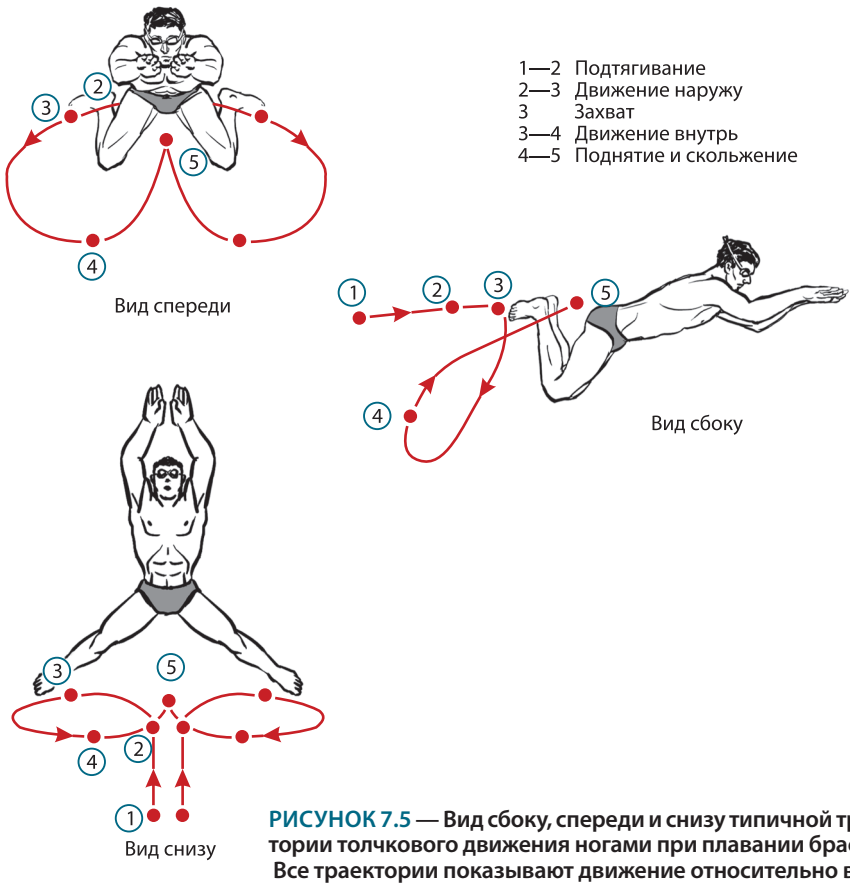


РИСУНОК 7.5 — Вид сбоку, спереди и снизу типичной траектории толчкового движения ногами при плавании брассом. Все траектории показывают движение относительно воды

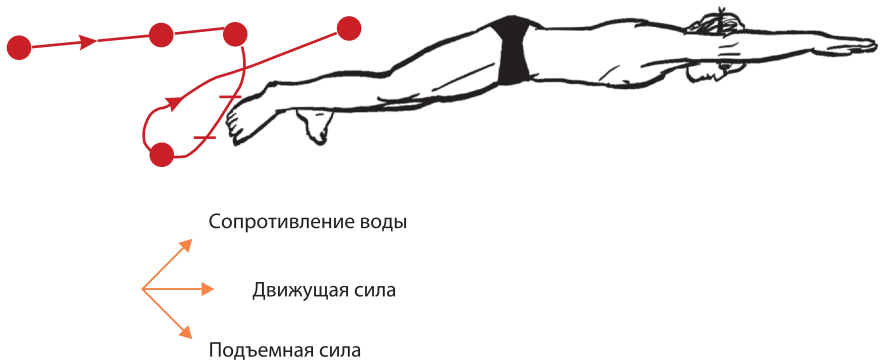


РИСУНОК 7.6 — Схема, которая показывает механизм поступательного движения пловца под действием силы сопротивления воды и подъемной силы, создаваемых во время движения ногами внутрь

некоторое отличие в движении правой и левой ног. Вид траектории движения ногами снизу показывает, что путь движения правой ноги длиннее и шире, чем левой. Асимметрия такого рода типична для большинства пловцов брассом (Czabanski, Koszyczyc, 1979). Точно так же, как руки отличаются по своей эффективности гребка, ноги пловца имеют различную эффективность толчковых движений. Левая нога обычно более слабая (Czabanski, 1975).

Можно предположить три возможных причины асимметрии движения ног у пловцов брассом: 1 — различия в уровне мышечной силы; 2 — различия в длине; 3 — различия в степени подвижности суставов. Экспериментальные данные показывают, что последняя причина наиболее вероятна. Было установлено отсутствие отличий в величине мышечной силы ног в двух группах пловцов — с эффективным и неэффективным толчковым движением ногами (Czabanski, 1975). В то же время в другой работе были показаны отличия величины сгибания коленного сустава и эверсии (вращения наружу) стопы в голеностопном суставе (Nimz et al., 1988). Наряду с этим не удалось обнаружить достоверных отличий в длине, ширине или обхватных размерах ног. Эти данные говорят о том, что упражнения для увеличения диапазона подвижности коленного и голеностопного суставов позволяют повысить эффективность толчковых движений ногами.

Динамика скорости движения кисти, стопы и пловца

На рисунке 7.7 показаны типичные графики динамики скорости движения пловца, а также кисти и стопы при плавании брассом. Далее опишем каждый из них, начиная с динамики скорости движения пловца.

Динамика скорости движения пловца

Динамика скорости центра масс пловца в течение одного полного цикла гребковых движений показана на рисунке 7.7. Данные для построения графика были собраны во время заплыва на дистанцию 200 м. График начинается с точки «0 с» на оси времени, которая соответствует началу движения рук наружу после их выведения. В этот момент пловец движется со скоростью около 1,6 м · с$^{-1}$, которую обеспечивает заключительная часть выполнения отталкивания ногами, когда они сходятся вместе. После завершения толчковой фазы движения ног, когда пловец перемещает руки в положение для захвата, его скорость падает до 1,3 м · с$^{-1}$. Захват выполняется примерно через 0,18 с после начала гребка руками.

После выполнения захвата руки пловца движутся наружу, вниз и внутрь. После того, как он прекращает отталкивать воду руками в конце движения внутрь, его скорость возрастает при-

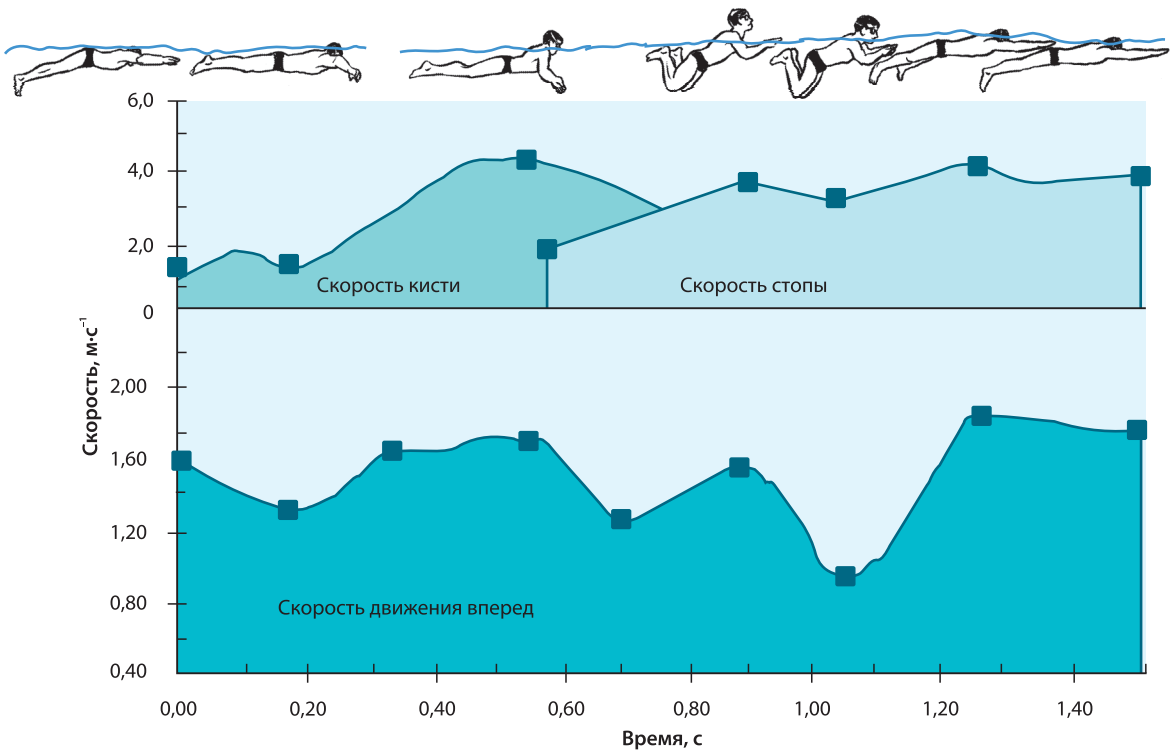


РИСУНОК 7.7 — Типичная динамика скорости движения пловца брассом Гленна Д. Миллса, а также его кисти и стопы

мерно до 1,7 м · с$^{-1}$. Толчковая фаза движения рук внутрь происходит примерно через 0,55 с после начала гребка. После движения рук внутрь скорость пловца снижается на короткое время, когда его руки перемещаются вверх к поверхности воды, а ноги начинают подтягиваться вперед. Вместе с тем обратите внимание, что вскоре после начала выведения рук вперед, его скорость снова начинает возрастать, и движение с ускорением продолжается примерно до 0,90 с в цикле гребкового движения. Это ускорение обусловлено толчковым действием волны воды.

После прекращения действия волны воды скорость пловца резко снижается до 1 м · с$^{-1}$, когда его руки движутся вперед, а ноги во время подтягивания сгибаются еще больше. Снижение скорости пловца продолжается примерно до 1,10 с в цикле гребкового движения. Торможение пловца происходит очень быстро и заметно, поскольку он перемещает обе ноги и руки вперед. Скорость движения большинства пловцов мирового класса в это время падает примерно до 1 м · с$^{-1}$ (Thayer et al., 1986). В то же время менее квалифицированные пловцы в конце подтягивания ног могут останавливаться практически полностью (Craig, Boomer, Skehan, 1988).

После начала основной рабочей фазы движения ногами скорость пловца очень быстро возрастает. Он достигает максимальной скорости, которая составляет около 1,8 м · с$^{-1}$, примерно посередине движения ног внутрь, т. е. в середине фазы отталкивания ногами. Скорость пловца остается почти на том же уровне, пока он не прекратит отталкивать воду стопами назад в конце фазы отталкивания. Отталкивание воды назад ногами прекращается примерно через 1,49 с после начала выполнения полного цикла гребка.

Большинство пловцов мирового класса достигают сравнимой по величине наибольшей скорости при помощи движений руками и ногами. Вместе с тем ускорение движения вперед за счет гребка руками у них продолжается дольше, чем в результате толчкового движения ногами. Тем не менее это движение остается основным источником движущей силы в этом способе плавания. В результате движения ног скорость пловца увеличивается почти на 0,9 м · с$^{-1}$, тогда как в результате гребка руками она возрастает всего на 0,4 м · с$^{-1}$. Поэтому пловец не способен при помощи гребка руками придать телу такое же ускорение, как при помощи толчкового движения ногами, несмотря на почти одинаковую максимальную скорость в обеих фазах цикла гребка. Это обусловлено тем, что ускорение движения вперед под действием основного рабочего движения ног начинается в момент, когда скорость пловца имеет наименьшее значение за весь полный цикл гребка, тогда как ускорение под действием гребка руками происходит, когда он движется гораздо быстрее.

Анализ двух параметров динамики скорости движения пловца вперед, показанной на рисунке 7.7, позволяет получить важную информацию о технике плавания брассом. Первый параметр — период замедления во время подтягивания ног и выведения рук. Одно из наиболее важных различий между пловцами мирового класса и менее успешными спортсменами связано с этой фазой гребка. У пловцов мирового класса снижение скорости движения вперед и продолжительность периода торможения существенно меньше. У лучших пловцов скорость в этой фазе не снижается более чем на 1,0 м · с$^{-1}$, а продолжительность периода торможения не превышает 0,30 с. У менее опытных пловцов брассом скорость часто снижается на 1,5 м · с$^{-1}$ и более, а продолжительность периода торможения до завершения подтягивания ног может составлять от 0,40 до 0,60 с.

Второй параметр относится к третьей толчковой фазе цикла гребка, в которой источником ускорения является действие волны воды, увлекаемой за собой пловцом. Во время гребка руками пловец ускоряет движение тела вперед, преодолевая сопротивление воды, в результате часть окружающей его воды также начинает перемещаться за ним. После резкого снижения скорости пловца в конце гребка руками эта волна воды догоняет пловца и подталкивает его вперед, придавая телу ускорение. Величина ускорения под действием волны воды обычно сопоставима по величине с величиной ускорения в результате гребка руками, хотя его продолжительность и не столь велика.

Только волнообразный стиль плавания брассом позволяет пловцу добиться такой величины ускорения, которая показана на рисунке 7.7. У пловцов брассом, которые не используют волнообразных движений тела, такого значительного ускорения во время подтягивания ног и выведения рук не отмечается.

Очевидно, что движение под действием волны воды может оказаться большим преимуществом для пловца брассом. С одной стороны, еще одна толчковая фаза существенно увеличивает среднюю скорость пловца в полном цикле гребка. С другой стороны, толчок волны воды, действие которого происходит в момент подтягивания ног и выведения рук вперед, сокращает время и степень торможения пловца в этой фазе цикла гребка. И наконец, движение под действием волны воды позволяет сберечь силы, поскольку для его использования не требуется значительных мышечных усилий.

Еще одна динамика скорости, показывающая действие волны воды, приведена на рисунке 7.8. На графике представлены данные Силке Хорнер, бывшей рекордсменки мира по плаванию брассом на дистанции 100 м. Обратите внимание на фазу гребка, в которой проявляется действие волны воды. Ускорение начинается сразу после начала подтягивания ног и выведения рук вперед. В этот момент тело находится в наивысшей точке над водой, а руки готовятся начать движение вперед. Движение под действием волны воды показано на графике затемненной областью. Положение тела спортсменки в этой фазе гребка видно на фрагменте.

Время начала движения под действием волны воды ясно показывает, что его причиной не является ныряние в момент выпрямления рук вперед. Ускорение спортсменки начинается несколько раньше, еще до начала выведения рук ее скорость уже начинает снижаться. Вполне возможно, что ныряние вперед позволяет спортсменке ослабить торможение в момент выведения рук вперед. Однако увеличение скорости движения вперед у Силке Хорнер в этой фазе гребка обусловлено другими причинами, вероятнее всего, это толчок волны воды в момент снижения скорости продвижения после завершения фазы отталкивания ногами.

Динамика скорости движения кисти и стопы

Динамика скорости кисти показана на графике в верхней части рисунка 7.7, область под которым имеет более темный фон. В начале цикла гребка кисти пловца движутся почти с такой же скоростью, что и тело. Во время движения наружу их скорость несколько возрастает, а затем снова снижается до скорости тела в момент захвата примерно через 0,20 с после начала гребка.

Таким образом, во время движения наружу скорость рук пловца очень невелика, а перед захватом и началом движения внутрь она падает практически до нуля. После выполнения захвата скорость рук быстро возрастает в течение движения внутрь до момента прекращения отталкивания воды назад примерно через 0,55 с после начала выполнения гребка.

Кисти пловца достигают максимальной скорости во время движения внутрь — в это время она превышает скорость во время захвата более чем в 2 раза (1,30 и 4,00 м · с$^{-1}$). После начала движения рук вперед их скорость начинает снижаться, такое снижение продолжается до момента захвата в следующем цикле гребка. Как и в других способах спортивного плавания, изменения скорости движения кисти отражают изменения скорости движения пловца.

Динамика скорости стоп пловца показана на графике в верхней части рисунка 7.7, область под которым имеет светло-голубой фон. Во время выполнения гребка руками ноги пловца скользят в воде без движения, о чем свидетельствует их скорость, которая в это время равна скорости движения туловища пловца. Подтягивание ног начинается сразу же после завершения толчковой фазы гребка руками, примерно через 0,55 с после начала цикла гребка, и происходит с большой скоростью. Скорость движения стоп

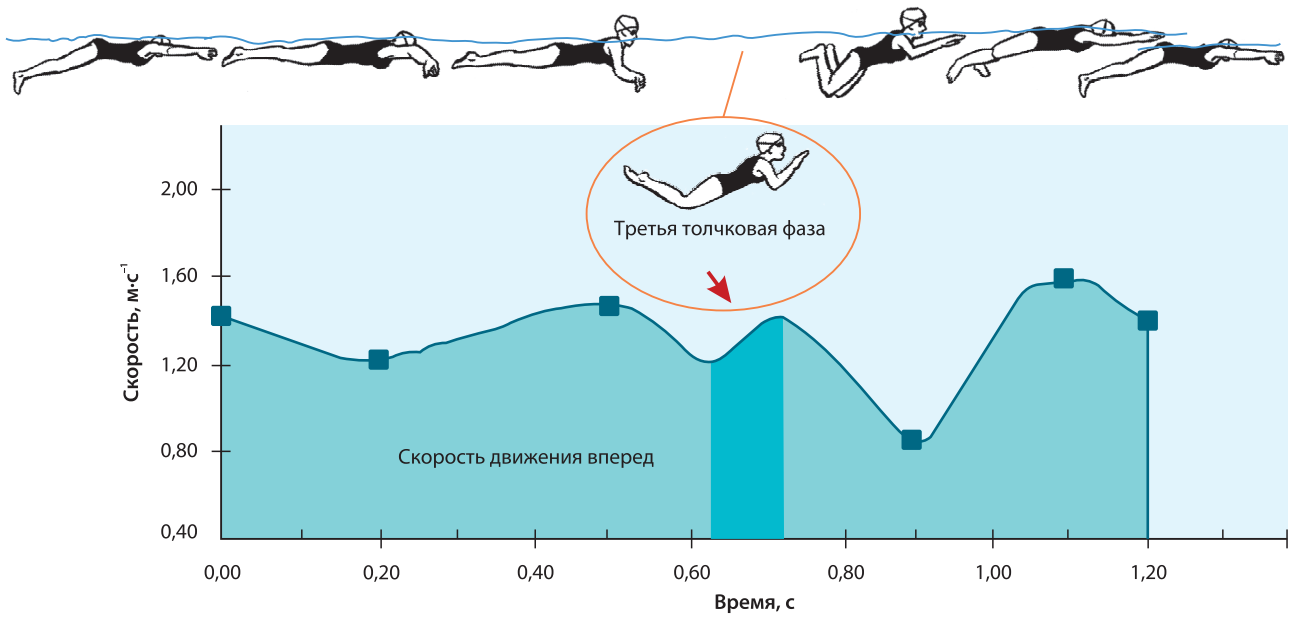


РИСУНОК 7.8 — Динамика скорости движения рекордсменки мира по плаванию брассом на дистанции 100 м Силке Хорнер

Адаптировано из Mason, Paton, Newton, 1989

достигает примерно 3 м · с$^{-1}$ перед началом движения в стороны, т. е. выполнением разворота для проведения захвата. Затем движение ног несколько замедляется. После начала толчковой фазы скорость движения стоп быстро возрастает и продолжает увеличиваться на протяжении выполнения движения ног — в стороны, назад и вниз, достигая примерно 4 м · с$^{-1}$ в момент полного выпрямления ног.

Во время изменения направления движения скорость стоп несколько снижается, а затем снова возрастает до момента завершения движения внутрь примерно через 1,48 с после начала цикла гребка. После окончания фазы отталкивания скорость стоп снижается до скорости тела пловца одновременно с подъемом к поверхности воды в обтекаемое положение для скольжения.

Наиболее поразительным аспектом рассмотренной динамики скорости стоп является быстрота их движения во время подтягивания вперед. Несомненно, это обусловлено стремлением пловца сократить продолжительность периода торможения во время подтягивания ног и выведения рук вперед. Большая скорость движения ногами во время подтягивания, по всей видимости, ведет к увеличению ударного сопротивления, а значит и к более значительному, по сравнению с обычным, снижению скорости движения вперед. Тем не менее пловцы брассом предпочитают резко снизить скорость на короткое время за счет быстрого подтягивания ног, а не снижать ее постепенно в течение более продолжительного времени за счет медленного подтягивания. Этот выбор должен быть достаточно рациональным с точки зрения обеспечения наибольшей средней скорости в течение цикла гребка, в противном случае они не выполняли бы подтягивание ног с большой скоростью.

Вместе с тем следует отметить, что пловец брассом должен постараться ослабить ударное сопротивление, создаваемое при подтягивании ног вперед. Для этого он должен придать им наиболее обтекаемое положение.

Еще один важный аспект динамки скорости стоп связан с координацией движений ног при подтягивании. Обратите внимание, что пловец не начинает подтягивание ног вперед до завершения толчковой фазы гребка руками. Это не означает, что он задерживает подтягивание ног до момента, когда руки будут вытянуты вперед под поверхностью воды. Толчковая фаза гребка руками заканчивается, когда кисти рук сходятся вместе под туловищем. Одновременно пловец должен начать подтягивание ног вперед, чтобы максимально сократить задержку между окончанием основной части гребка руками и началом толчковой фазы движения ногами.

Одни пловцы слишком сильно задерживают начало подтягивания ног после завершения толчкового движения рук, другие начинают его преждевременно. Многие пловцы ошибочно полагают, что могут сократить период торможения между выполнением основной части гребка руками и толчковым движением ногами, если начнут подтягивание ног, пока руки обеспечивают их движение с ускорением вперед. Они не понимают, что при подтягивании ног возникает ударное сопротивление, которое уменьшает действие движущей силы, создаваемой при гребке руками. В результате этого происходит большее снижение скорости движения пловца вперед во время гребка руками и соответственно средней скорости в течение цикла гребка, чем при небольшом торможении пловца в промежутке между выполнением основной части гребка руками (движение внутрь) и толчковым движением ногами. Очевидно, это происходит именно так, поскольку все пловцы брассом мирового класса, которых мы исследовали, предпочитают начинать подтягивание ног вперед только после завершения основной рабочей фазы гребка руками (Thayer et al., 1986).

Гребок руками

Гребок руками для удобства описания можно разделить на четыре фазы: 1 — движение наружу; 2 — захват; 3 — движение внутрь; 4 — выведение рук вперед. Вид сбоку гребка руками показан на серии последовательных фотографий на рисунке 7.9, а вид спереди — на рисунке 7.10.

Движение рук наружу

Движение рук наружу показано на рисунках 7.9 и 7.10, *а—в*. Спортсменка начинает движение наружу скольжением рук в стороны и вперед, когда они уже почти выпрямились в локтях в конце выведения вперед. Руки описывают полукруговую траекторию, перемещаясь наружу, вперед и немного вверх, пока не окажутся снаружи плеч, где и произойдет захват. Перемещая руки наружу, спортсменка должна согнуть их в локтях, чтобы как можно быстрее развернуть назад внутренней поверхностью предплечий и ладоней. Движение рук наружу не придает телу спортсменки ускорения. Его основное предназначение — поместить руки в положение для отталкивания воды назад, которое произойдет во время последующего движения внутрь.

После вытягивания рук вперед спортсменка не должена выполнять ими скольжение. Это только приведет к дополнительному увеличению

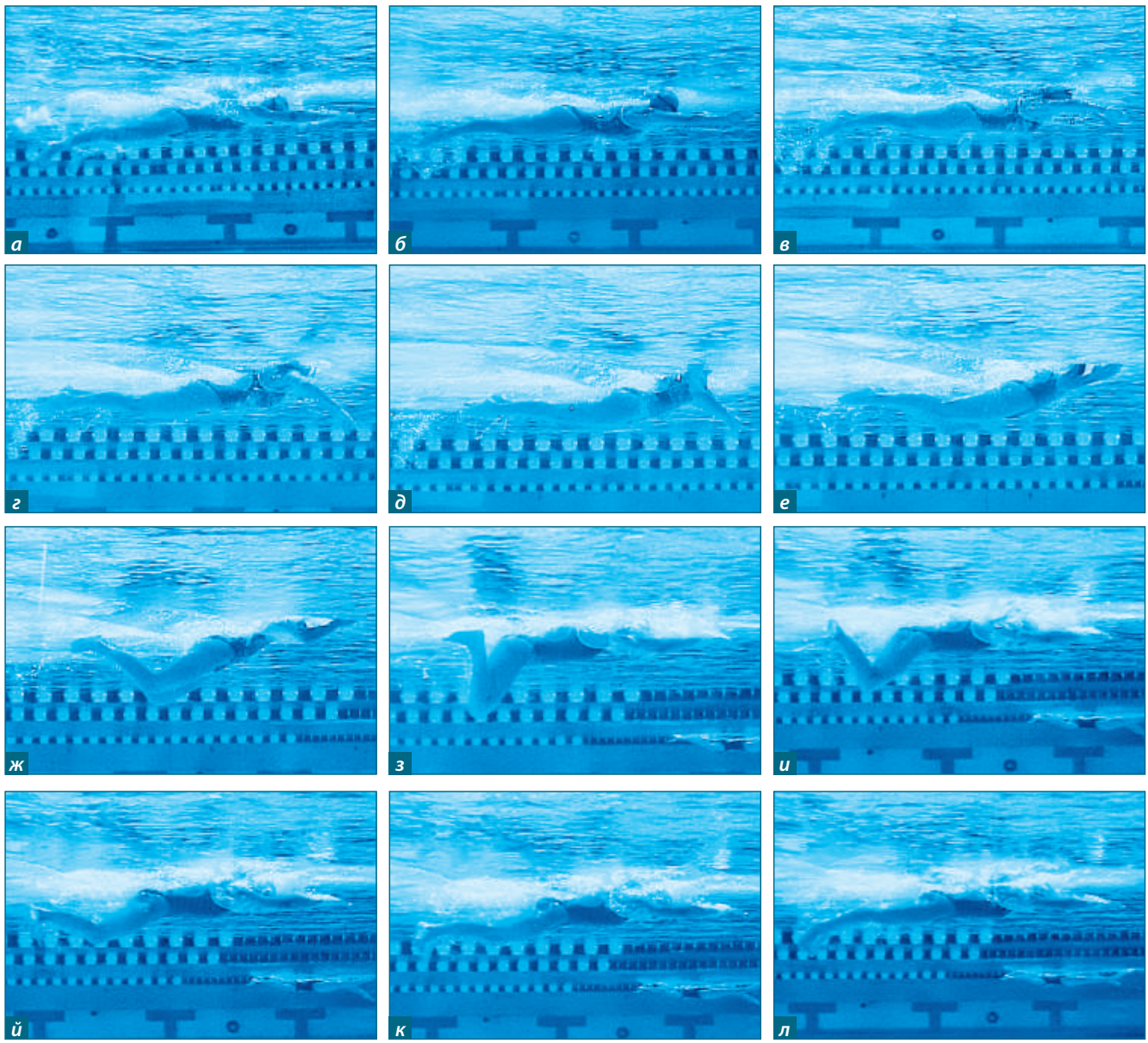


РИСУНОК 7.9 — Анита Нолл, рекордсменка мира по плаванию брассом на дистанцию 200 м (вид сбоку): *а* — начало цикла гребка; завершение движения ног внутрь; начало движения рук наружу; *б* — поднятие ног в обтекаемое положение; продолжение движения рук наружу; начало поднятия головы вверх к поверхности; *в* — выполнение захвата руками; начало движения рук внутрь; *г* — средняя часть движения рук внутрь; *д* — начало подтягивания ног и выведения рук вперед; вдох; *е* — выход рук к поверхности воды; фаза ускорения под действием волны воды; *ж* — поворот ладоней плашмя, начало выпрямления рук вперед вдоль поверхности воды; опускание головы к поверхности воды, начало сгибания ног в тазобедренном суставе во время подтягивания; завершение ускорения под действием волны воды; *з* — выпрямление рук вперед; продолжение подтягивания ног, ноги движутся наружу, подготавливаясь к выполнению захвата; *и* — движение ногами наружу, стопы отталкивают воду назад и в стороны; руки остаются вытянутыми вперед, голова опущена вниз в обтекаемом положении; *й* — завершение движения ногами наружу и начало их движения внутрь; руки по-прежнему выпрямлены, голова опущена вниз в обтекаемом положении; *к* — продолжение движения ногами внутрь; руки по-прежнему выпрямлены, голова опущена вниз в обтекаемом положении; *л* — окончание толчковой фазы движения ногами; начало движения ногами вверх; продолжение движения рук наружу

периода торможения в промежутке между завершением фазы отталкивания ногами и началом основной фазы движения руками — движения внутрь. Скорость спортсменки не начинает увеличиваться сразу же после начала движения рук в стороны. Ее скорость во время движения рук наружу продолжает снижаться, пока предплечья и ладони не развернутся назад снаружи плеч и не будут готовы для отталкивания воды назад. Поэтому, когда спортсменка выпрямляет руки вперед и перемещает их в стороны без скольжения, она сокращает период торможения, наступающий после окончания фазы отталкивания ногами.

РИСУНОК 7.10 — Анита Нолл, плывущая брассом (вид спереди): *а* — начало цикла гребка; завершение толчкового движения ногами внутрь; начало движения рук наружу; *б* — поднятие ног в обтекаемое положение; продолжение движения рук наружу; начало поднятия головы вверх к поверхности; *в* — выполнение захвата руками; начало движения рук внутрь; *г* — средняя часть движения рук внутрь; *д* — начало подтягивания ног и выведения рук вперед; вдох; *е* — выход рук к поверхности воды; фаза ускорения под действием волны воды; *ж* — поворот ладоней вниз, начало выпрямления рук вперед вдоль поверхности воды; опускание головы к поверхности воды, начало сгибания ног в тазобедренном суставе во время подтягивания; завершение ускорения под действием волны воды; *з* — выпрямление рук вперед; продолжение подтягивания ног; *и* — разворот стоп и движение ногами наружу, стопы отталкивают воду назад и в стороны; руки остаются вытянутыми вперед, голова опущена вниз в обтекаемом положении; *й* — движение ногами наружу завершается; руки по-прежнему выпрямлены, голова опущена вниз в обтекаемом положении; *к* — продолжение движения ногами внутрь; руки по-прежнему выпрямлены, голова опущена вниз в обтекаемом положении; *л* — ноги движутся внутрь; руки начинают движение наружу

В начале движения наружу руки должны быть повернуты ладонями вниз. В таком положении они остаются до момента, когда расстояние между ними будет больше ширины плеч. Для уменьшения сопротивления воды кисти рук рассекают воду ребром так, чтобы мизинец располагался впереди. После того как руки будут разведены в стороны за пределы плеч, спортсменка начинает сгибать их в локтях и поворачивать ладони наружу, чтобы они оказались повернуты назад в положении для захвата. Хотя пловцы могут сгибать руки в запястье в начале их движения наружу, в момент захвата рука в запястье должна быть прямой.

Во время перехода от выведения рук вперед к движению наружу кисти движутся быстрее туловища, однако в течение движения наружу они постепенно замедляют движение почти до полной остановки в момент захвата.

Захват

Момент захвата показан на рисунках 7.9, *в* и 7.10, *в*. Захват происходит, когда ладони и предплечья разведены шире плеч и повернуты назад. В это время руки должны быть согнуты в локтях почти под прямым углом.

Движение рук внутрь

Движение рук внутрь показано на рисунках 7.9, *в*, *г* и 7.10, *в*, *г*. Движение внутрь — единственная толчковая фаза гребка руками — начинается, когда руки, расположенные шире плеч, выполняют захват. После этого спортсменка делает руками большое полукруговое движение, во время которого руки перемещаются назад, вниз, внутрь и вверх, пока предплечья не окажутся позади плеч, а кисти не пройдут под плечами.

Данное утверждение во многом противоречит традиционным представлениям о гребке руками в брассе. Десятилетиями пловцов предостерегали не отводить кисти назад за плечи во время движения рук внутрь. Причиной этого стало убеждение в том, что под туловищем происходит задержка рук, которая увеличивает длительность перехода между толчковой фазой гребка руками, т. е. подтягиванием, и выведением рук вперед, в течение которого скорость пловца заметно падает. Многие считали, что гребковое движение рук прямо внутрь позволяет создать равную по величине движущую силу и при этом избежать задержки при переходе от движения рук внутрь к выведению вперед. Но я не согласен с такой точкой зрения. Я убежден в том, что во время движения рук внутрь пловец должен перемещать их по диагонали назад под туловище, отталкивая воду назад ладонями и предплечьями. Рисунок 7.11 иллюстрирует нашу точку зрения на механизм создания движущей силы при движении рук внутрь при плавании брассом.

РИСУНОК 7.11 — Движение рук внутрь при плавании брассом

Как показано на схеме, захват происходит, когда руки разведены в стороны настолько, что внутренняя поверхность предплечий и ладоней может быть повернута назад. Руки располагаются шире плеч около поверхности воды и в момент захвата начинают сгибаться в локтях. Начиная с этого момента, пловец должен отталкивать воду назад ладонями и внутренней поверхностью предплечий, пока предплечья не окажутся позади плеч, движущимися в направлении грудной клетки. В это время кисти располагаются под туловищем между плечами.

Ладони, повернутые наружу и назад во время захвата в конце движения внутрь, разворачиваются внутрь и несколько вверх. Однако пловец не должен специально для этого поворачивать их в запястье. Рука должна оставаться прямой в запястье так, чтобы в начале движения внутрь ладонь была повернута наружу, как показано на рисунке 7.9, *г* и 7.10, *г*. Позднее, во время движения рук внутрь, ладони повернутся внутрь, к бокам туловища. Руки, начиная с момента захвата и на протяжении всего движения внутрь, должны двигаться с ускорением.

Это гребковое движение описать гораздо сложнее, чем выполнить. Попросту говоря, пловец должен выполнять захват, когда его руки находятся в положении, описанном выше. После этого он должен отталкивать воду назад, вниз и внутрь в направлении грудной клетки, пока кисти не окажутся почти рядом между плечами.

Выведение рук вперед

Выведение рук вперед показано на рисунках 7.9, *д—з* и 7.10, *д—з*. Выведение рук вперед следует начинать, когда кисти рук перемещаются внутрь под плечами. В это же время пловец прекращает отталкивать воду руками и перемещает предплечья и кисти вниз и внутрь под плечи. Такое движение локтей помогает преодолеть направленную назад силу инерции кистей и начать их движение вверх и вперед в положение для начала следующего гребка.

Руки должны продолжать движение вверх и вперед, пока кисти не окажутся около поверхности воды перед лицом пловца. Кисти должны достичь поверхности одновременно, ладони при этом слегка повернуты вверх, как показано на рисунках 7.9, *е* и 7.10, *е*. Затем пловец поворачивает ладони вниз и перемещает предплечья к поверхности перед тем, как начать выпрямление рук вперед (рис. 7.9, *ж*, 7.10, *ж*). После этого пловец выпрямляет руки вдоль поверхности воды, пока они не будут полностью вытянуты вперед. Движение рук вперед вдоль поверхно-

сти воды позволяет ослабить ударное сопротивление по сравнению с их движением под водой.

В конце выведения вперед руки пловца не должны оставаться в выпрямленном состоянии. Вместо этого, когда руки будут выпрямлены вперед, пловец должен начать их плавное перемещение наружу. Это поможет сократить усилие на преодоление направленной вперед инерции рук и перейти к движению наружу для следующего цикла гребка с минимальными усилиями.

При выведении вперед руки могут создавать значительное ударное сопротивление. Поэтому пловец должен перемещать их вперед быстро, но плавно, придавая им наиболее обтекаемую форму.

Спорные аспекты выведения рук вперед

Техника выведения рук вперед при плавании брассом служит источником наиболее жарких дискуссий. Одни специалисты рекомендуют выполнять выведение рук над водой. Другие считают, что пловец не должен поворачивать руки ладонями вверх. Третьи утверждают, что при выведении рук пловец должен нырять вперед.

Приведенные выше сведения о снижении ударного сопротивления могут подтолкнуть некоторых читателей к мысли о том, что выведение рук вперед должно происходить над водой. Тем не менее я не рекомендую эту технику вопреки тому, что ее используют многие пловцы брассом, добившиеся значительного успеха. Фотография спортсменки, выполняющей выведение рук над водой, приведена на рисунке 7.12.

Эта техника выведения рук не рекомендуется, поскольку в действительности перемещение рук над водой не позволяет избежать или хотя бы ослабить ударное сопротивление. Правила требуют, чтобы локоть на протяжении всего гребка оставался под водой и чтобы предплечья перемещались вперед под водой, даже если кисти подняты над поверхностью. Из-за плохой обтекаемости любые попытки выполнять выведение рук над водой приведут только к увеличению ударного сопротивления по сравнению со скольжением кистей вдоль поверхности воды.

Тренеры часто спорят о том, должен ли пловец поворачивать руки ладонями вверх во время выведения вперед. Хотя поворот ладоней вверх сам по себе никак не влияет на величину создаваемой при гребке движущей силы, он представляет собой естественное движение, свидетельствующее о правильности выполнения гребкового движения рук внутрь.

Если во время выполнения подтягивания движение рук внутрь выполняется правильно, незадолго до его завершения ладони очень быстро поворачиваются внутрь и вверх. Поэтому в начале выведения рук вперед кисти под действием силы инерции продолжат поворачиваться в том же направлении, пока в момент выхода на поверхность не окажутся повернутыми вверх. Так должно происходить в случае, если пловец стремится создать наибольшую движущую силу в заключительной части движения рук внутрь. Единственный способ, позволяющий изменить направление поворота ладони на противоположное после начала выведения вперед, — замедление рук в конце движения внутрь. Это, конечно же, приведет к снижению движущей силы, создаваемой в этой фазе гребка. Во время выведения вперед руки поворачиваются и должны поворачиваться ладонями вверх. Однако прежде чем руки начнут движение вперед вдоль поверхности воды, они должны повернуться ладонями вниз.

РИСУНОК 7.12 — Спортсменка, выполняющая выведение рук над водой. Обратите внимание на турбулентность, возникающую вокруг предплечий при продвижении в воде

Многих пловцов обучали выполнять выведение рук вперед с ускорением. Такая техника получила название *выпада*. Хотя мне не доводилось анализировать влияние использования этой техники на динамику скорости пловца, данные исследований с участием членов олимпийской сборной по плаванию США 1984 г. показывают, что они не ускоряют движения рук в этой фазе гребка. Возможно, мнение о том, что пловец делает выпад вперед во время выведения рук, сформировалось из-за его ускорения в начале толчковой фазы движения ногами, происходящего одновременно с вытягиванием рук вперед. В действительности у квалифицированных пловцов никакого ускорения движения рук в момент их выведения не происходит, поскольку это только увеличивает ударное сопротивление.

Упрощенный вариант гребка руками

Многим пловцам очень трудно выполнить переход от перемещения рук наружу во время захвата к перемещению внутрь во время выпол-

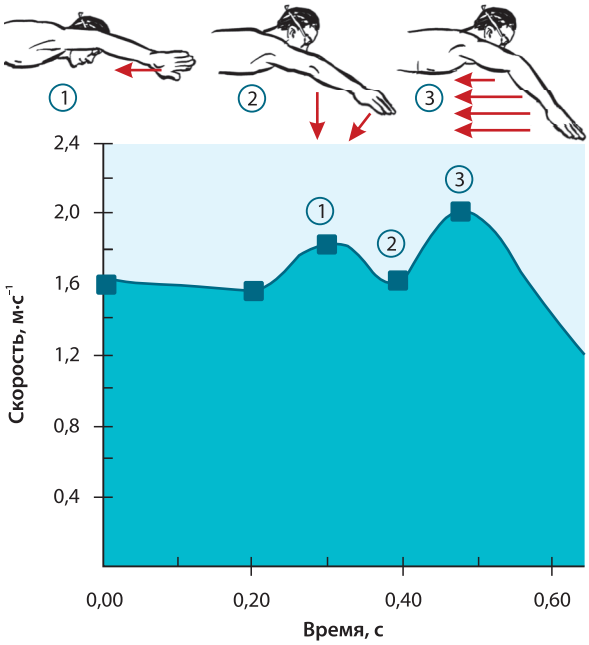


РИСУНОК 7.13 — Динамика скорости пловца при использовании гребка руками, обеспечивающего два пика ускорения

нения подтягивания, не опуская при этом локоть и не отталкивая воду вниз. Меньше всего трудностей возникает у пловцов брассом, которые выполняют движение внутрь за счет приведения руки в плечевом суставе. В то же время у пловцов, которых обучали выполнять гребок в брассе как единое целое, наблюдается тенденция, характеризующаяся переходом от перемещения рук наружу к перемещению внутрь только за счет поворота ладони вниз и отталкивания воды вниз. Результатом этого однозначно будет замедление движения вперед. Пловцы, совершающие такую ошибку, все же могут показывать хороший результат, если перед началом движения внутрь будут коротко отталкивать воду руками назад.

Такой способ выполнения гребка дает два меньших по величине пика ускорения вместо одного большого, наблюдаемого при использовании способа, описанного ранее. Динамика скорости пловца при таком гребке показана на рисунке 7.13.

Три схематических изображения в верхней части рисунка показывают пловца в момент отталкивания воды назад в начале движения рук внутрь, в момент отталкивания воды вниз в средней части движения внутрь и в момент отталкивания воды назад в заключительной части движения внутрь.

Первое ускорение движения пловца вперед происходит в результате отталкивания воды назад и наружу в конце движения рук наружу перед выполнением захвата. За этим следует снижение скорости пловца, когда он отталкивает воду вниз в момент изменения направления перемещения рук, после чего следует второе увеличение скорости в течение заключительной части движения рук внутрь. Серия последовательных фотографий на рисунке 7.14 показывает вид сбоку пловчихи, гребок которой обеспечивает два пика ускорения. Когда руки спортсменки оказываются расположены шире плеч и повернуты поверхностью предплечий и ладонями назад, она первый раз ускоряет свое движение вперед за счет короткого отталкивания воды назад. После этого ее кисти скользят вниз, опускаясь ниже предплечий, пока руки не окажутся в классическом положении с поднятым локтем. После этого спортсменка выполняет приведение рук к сторонам туловища, увеличивая свою скорость второй раз во время окончания фазы подтягивания.

Считаю, что гребок, выполняемый за счет приведения руки в плечевом суставе, описанный выше, намного лучше способа гребка, обеспечивающего два пика ускорения, поскольку при его использовании скорость пловца не снижается в средней части гребкового движения руки внутрь. При этом следует отметить, что многие пловцы брассом мирового класса успешно используют способ гребка с двумя пиками ускорения.

РИСУНОК 7.14 — Спортсменка, выполняющая гребок руками, обеспечивающий два пика ускорения. Обратите внимание на отталкивание воды наружу и назад, которое является источником первого ускорения пловца (*а*). После этого руки спортсменки скользят в положение для захвата с поднятым локтем (*б*, *в*), после чего она приводит их назад к сторонам туловища, благодаря чему скорость снова возрастает

Движение ногами при плавании брассом

До 1960 г. пловцов обучали клиновидному толчковому движению ногами. Пловец выпрямлял ноги назад и наружу в стороны в форме перевернутой буквы V, а затем за счет сведения ног вместе выталкивал клин воды назад. Дж. Каунсилмен установил ошибочность клиновидного движения ногами, когда показал, что окрашенная вода, располагающаяся между ногами пловца, выталкивается не назад при их сведении, а вверх и вниз. Тренер Дж. Каунсилмен и пловец Чет Ястремски революционизировали толчковое движение ногами при плавании брассом, в частности, первыми использовали узкое резкое движение ногами, при помощи которого сегодня плавают большинство пловцов. Такой способ движения ногами называют хлыстообразным.

Хлыстоообразный способ движения ногами, которым пользуется большинство современных пловцов брассом мирового класса, в действительности представляет собой диагональное и полукруговое движение ногами назад, во время которого стопы перемещаются наружу, назад, вниз и внутрь, пока не соединятся вместе. Основной поверхностью для отталкивания воды являются подошвы, которые пловец использует в качестве лопастей весла для перемещения воды назад. Техника выполнения толчкового движения ногами при плавании брассом показана на рисунках 7.9 (вид сбоку) и 7.10 (вид спереди). Для удобства описания разделим движение ногами на пять фаз: 1 — подтягивание; 2 — захват; 3 — движение наружу; 4 — движение внутрь; 5 — поднятие вверх и скольжение.

Подтягивание

Подтягивание включает две части: сгибание ног в коленях и в тазобедренных суставах. После завершения основной рабочей фазы гребка руками пловец должен согнуть ноги в коленях и переместить голени вверх и вперед, используя для этого ускорения волну воды, подталкивающую его при резком снижении скорости во время подтягивания ног и выведения рук вперед. Эта часть подтягивания ног (см. вид сбоку на рис. 7.9, *д*, *е*) продолжается, пока руки не будут вытянуты вперед, а голова не опустится к поверхности воды. В этот момент пловец для завершения подтягивания сгибает ноги в тазобедренных суставах. Он продолжает подтягивать стопы вверх, пока они не окажутся вблизи ягодиц, после чего поворачивает стопы наружу и разводит ноги шире плеч в положение для захвата. Сгибание ног в тазобедренном суставе показано на рисунке 7.9, *ж*, *з*.

Следует уточнить, что подтягивание ног начинается, когда пловец прекращает отталкивание воды руками во время движения внутрь, а не когда руки достигнут поверхности. Подтягивание ног должно начаться сразу же после прекращения ускорения под действием гребка руками, чтобы сократить продолжительность периода торможения между окончанием фазы гребка руками внутрь и началом создания движущей силы за счет толчкового движения ногами. Стопы должны перемещаться почти прямо вперед, оставаясь в пределах очертаний таза, пока они не достигнут поверхности воды. Для снижения сопротивления воды во время выполнения подтягивания большие пальцы ног должны быть повернуты назад (стопа разогнута) и располагаться вблизи друг друга, а голени не должны выступать за пределы очертаний плеч.

Во время подтягивания ног вперед колени следует слегка развести. Это поможет удерживать голени и стопы в пределах очертаний туловища во время их движения вперед. Вместе с тем расстояние между коленями не должно превышать ширины плеч, иначе это приведет к увеличению сопротивления воды.

Во время сгибания ног в коленях таз должен погрузиться в воду глубже, чтобы тело приобрело наклон вниз от головы к тазу, благодаря чему пловец во время подтягивания мог удерживать ноги под водой, не сгибая их в тазобедренном суставе. Если пловец будет перемещать ноги вперед, не сгибая их в тазобедренном суставе, то в первой части подтягивания его скорость будет увеличиваться под действием волны воды. Однако если он одновременно с поднятием голеней и стоп вверх начнет сгибать их в тазобедренном суставе, то это только замедлит его движение. Сгибание ног в тазобедренных суставах вызывает резкое и существенное снижение скорости движения вперед, поскольку пловец при этом опускает бедра вниз и вперед, создавая дополнительное сопротивление воды.

В начале подтягивания тело пловца должно быть наклонено кзади-вниз под углом около 45°. Такая степень наклона достигается благодаря перемещению рук вниз во время их движения внутрь, за счет чего голова и плечи пловца поднимаются над водой, а таз опускается глубже.

Во время подтягивания вперед ноги должны перемещаться достаточно быстро, чтобы сократить продолжительность периода торможения между концом фазы гребка руками и началом толчковой фазы движения ног. Вместе с тем движение ног вперед должно происходить очень

плавно, так, чтобы свести до минимума сопротивление воды. После того как ступни приблизятся к ягодицам, они должны начать движение наружу.

Может показаться, что сгибание ног в тазобедренном суставе в фазе подтягивания противоречит нашим прежним рекомендациям, в которых я предлагал выполнять подтягивание без сгибания ног в тазобедренном суставе. Однако это не так. Почему пловец должен сгибать ноги, если это так сильно тормозит его движение? Причиной является увеличение усилия, создаваемого при разгибании ног в следующей фазе движения ног, за счет их сгибания в тазобедренных и коленных суставах. Материалы подводной видеосъемки показывают, что практически все пловцы брассом мирового класса во время подтягивания ног сгибают их в тазобедренном суставе, несмотря на то что это действие тормозит их движение вперед. Очевидно, такой компромисс дает хорошие результаты, поскольку увеличение скорости пловца при последующем движении ног наружу и внутрь существенно превышает ее снижение во время фазы подтягивания. Это обусловлено тем, что для выполнения движения внутрь пловец использует две крупные группы мышц вместо одной: мышцы-разгибатели голени и мышцы-разгибатели бедра. Если же пловец не будет сгибать ноги в тазобедренном суставе, то он сможет использовать для толчкового движения ног только силу мышц-разгибателей голени.

Хотя сгибание бедер имеет важное значение для мощного движения ног внутрь, не нужно и нежелательно сгибать бедра слишком сильно во время этого движения. Было показано, что толчковое движение ногами назад, когда бедра согнуты под углом 40°, создает большую движущую силу, чем когда они согнуты под углом 90° (Belokovsky, Ivanchenko, 1975). Те же авторы сообщают, что диапазон сгибания ног в тазобедренном суставе у пловцов, использующих волнообразный брасс, составляет 34—50°. Для группы пловцов брассом международного уровня из Новой Зеландии он составлял 54—68° (Sanders, 1996).

Захват

Движение ног наружу следует начинать, когда стопы приблизятся к ягодицам. Разворот стоп в стороны должен продолжаться, пока они не развернутся подошвами назад и не смогут начать отталкивание воды. В этот момент происходит захват.

Чтобы пловец мог развернуть стопы как можно раньше в положение для захвата, он должен согнуть их в тыльном направлении и повернуть наружу в голеностопном суставе. Захват происходит во время движения стоп наружу, когда они повернутся подошвой назад. В это время угол сгибания ног в тазобедренном суставе составляет 40—50°, и в коленном — 60—70°.

Ноги должны быть согнуты в коленях как можно больше, чтобы они были подтянуты как можно ближе к ягодицам для выполнения мощного кругового движения наружу. В идеале во время движения ног наружу пловец должен описывать стопами дугообразную траекторию. Благодаря этому он сможет выполнить *высокий захват*. Это означает, что он сможет начать отталкивать воду назад стопами, когда его голени будут находиться впереди почти на уровне таза.

Движение наружу

Толчковое движение наружу представляет собой разгибание ног назад и несколько наружу в тазобедренном и коленном суставах. Эта фаза движения ног показана на рисунках 7.9, *и*, *й* и 7.10, *и*, *й*. После почти полного выпрямления ног и начала следующей фазы толчкового движения ногами, а именно движения внутрь, стопы начинают поворачиваться вниз и внутрь.

Движение внутрь

В момент завершения разгибания ног пловец должен повернуть ноги вниз подошвами друг к другу. Затем необходимо переместить стопы внутрь так, чтобы они оказались на расстоянии меньше ширины плеч. Движение ног внутрь показано на рисунках 7.9, *й—л* и 7.10, *й—л*. Спортсменка поворачивает подошвы стоп вниз и внутрь, пока они не окажутся наклоненными внутрь, до завершения движения внутрь ноги остаются согнутыми в голеностопном суставе.

Движение внутрь завершается после полного выпрямления ног, когда они окажутся рядом. В этот момент голени и стопы прекращают отталкивать воду назад, а ноги после соединения продолжают движение вверх к поверхности воды по инерции. В момент захвата ноги почти полностью прекращают движение, а после этого быстро ускоряются до завершения отталкивания воды ногами. Во время движения наружу и движения внутрь скорость стоп достигает 4—5 $м \cdot с^{-1}$.

Одна из основных ошибок пловцов в этой фазе движения — выпрямление ноги в голеностопном суставе до завершения движения внутрь. Из-за этого пловец в конце движения внутрь отталкивает воду вверх, а не назад. В ходе исследования 178 пловцов было обнаруже-

но, что спортсмены с наиболее эффективным отталкиванием сохраняют стопу в согнутом положении повернутой наружу дольше других спортсменов (Vervaecke, Persyn, 1979). Спортсмены со слабым отталкиванием во время движения внутрь выпрямляют ногу в голеностопном суставе намного раньше. Таким образом, чтобы в полной мере использовать движение ногами внутрь для создания движущей силы, пловец должен удерживать стопы согнутыми в голеностопном суставе и повернутыми внутрь, пока ноги сближаются на расстояние меньше ширины плеч. На рисунке 7.15 показаны последствия описанной выше ошибки.

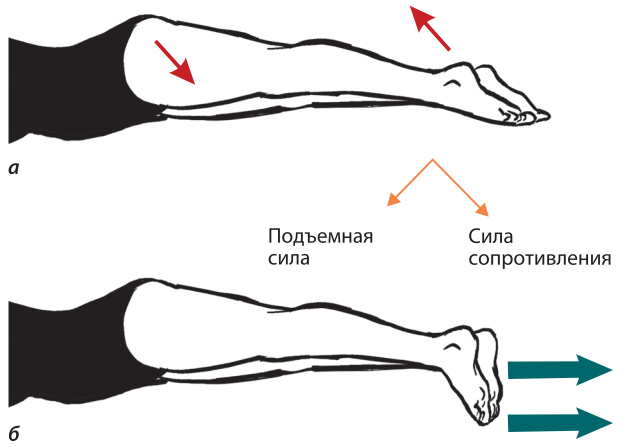


РИСУНОК 7.15 — Завершающая часть движения внутрь. Спортсменка на схеме *а* совершает распространенную ошибку, выпрямляя ноги в голеностопном суставе в конце движения ногами внутрь. Результатом этого является отталкивание воды стопами вверх. Спортсменка на схеме *б* завершает движение ногами внутрь правильно. Она удерживает стопы в согнутом положении и может отталкивать воду назад, пока ноги сходятся вместе

Поднятие ног вверх и скольжение

Поднятие ног является еще одним примером завершающего движения. После окончания движения внутрь пловец использует инерцию движения ног для постепенного перехода к движению вверх. Он делает это на последних 10 см перед их сближением. После изменения направления движения пловец продолжает перемещать ноги вверх, пока они не окажутся под самой поверхностью воды несколько выше туловища.

Движение ногами вверх происходит одновременно с движением рук в стороны, а после этого ноги остаются в таком обтекаемом положении, чтобы уменьшить сопротивление воды на протяжении оставшейся части гребка. Вид сбоку и спереди поднятия ног и скольжения показан на рисунках 7.9, *б—г* и 7.10, *б—г*.

Во время скольжения ноги должны быть полностью выпрямлены в тазобедренном и коленном суставах, а стопы — разогнуты назад. При этом ноги располагаются вместе на одной линии с туловищем с небольшим подъемом кзади.

Хотя некоторые специалисты станут возражать, я не считаю поднятие ног фазой толчкового движения ног. Вид сбоку траектории движения ног на рисунке 7.5, который является типичным для пловцов, участвовавших в моих исследованиях, показывает, что ноги во время поднятия к поверхности воды движутся не только вверх, но и вперед. Маловероятно, что движение ногами вверх сможет создать ощутимую движущую силу, если они при этом движутся еще и вперед. Энергичное движение ног в это время приведет лишь к погружению таза вниз, но не ускорит движение пловца вперед.

Векторная диаграмма на рисунке 7.15, *а* показывает также, что во время поднятия ног и подъемная сила и сила сопротивления воды будут направлены вниз. Сила сопротивления воды будет направлена вниз и назад, результатом ее воздействия будет погружение таза пловца, а подъемная сила будет ориентирована вниз и вперед, и ее действие также приведет к погружению таза. Даже если сочетание этих сил и давало бы какую-то движущую силу, ее бы свели на нет намного большие по величине компоненты исходных сил, направленные назад и вниз. Поэтому я предлагаю пловцам плавно поднимать ноги вверх, придавая им как можно более обтекаемое положение, чтобы по возможности уменьшить сопротивление воды в это время.

Подвижность голеностопного и тазобедренного суставов

Несколько аспектов подвижности голеностопного и тазобедренного суставов важны для эффективного движения ног в брассе. Для поворота стопы и голени при выполнении захвата ногами, согнутыми в коленях, при плавании брассом пловцу требуется хорошая подвижность некоторых суставов. В частности, они нуждаются в выше средней подвижности тазобедренных суставов для поворота бедер и коленных суставов для поворота голени. Кроме того, они должны тянуть носки на себя (тыльное сгибание стопы) и поворачивать стопу наружу лучше, чем это способен сделать среднестатистический человек.

К сожалению, у многих пловцов брассом, включая и спортсменов мирового класса, диапазон подвижности в этих суставах не превышает средних значений. Поэтому им приходится перемещать ноги на короткое расстояние наружу и назад, чтобы расположить стопы подошвами назад. Упражнения, увеличивающие подвижность тазобедренного и коленного суставов в

указанных направлениях, могут значительно повысить эффективность движения ногами пловца брассом.

Боли в коленных суставах

Тренерам и пловцам брассом известно, насколько серьезной проблемой могут стать боли в коленях. В лучшем случае отрицательные последствия ограничатся пропущенными тренировками в моменты обострения, в худшем — травма коленей станет концом карьеры пловца.

Причиной болей в коленях обычно является хроническое воспаление внутренних боковых связок и внутренних менисков коленных суставов. Увеличенный вид этих структур показан на фрагменте с изображением коленного сустава на рисунке 7.16.

Внутренняя боковая связка соединяет бедро и голень. Медиальный мениск соединен с внутренней боковой связкой и располагается между бедренной костью и большеберцовой костью. Он сформирован хрящевой соединительной тканью и смягчает сочленение этих двух костей.

Во время движения ног наружу и в первой части движения внутрь при плавании брассом названные структуры подвергаются значительной нагрузке, поскольку диапазон вращения голени наружу в коленном суставе очень ограничен. На самом деле, вращение голени наружу возможно только при согнутой в колене ноге и только в небольшом диапазоне. Поэтому при попытке пловца повернуть голень наружу конец бедренной кости смещается внутрь, а конец большеберцовой кости — наружу по отношению к мениску и внутренней медиальной связке. Со временем постоянная нагрузка приводит к раздражению и воспалению мениска и связки, что и является источником болевых ощущений пловца брассом при выполнении толчковых движений ногами. В тяжелых случаях может произойти разрыв боковой связки. В то же время внутренний мениск может быть сжат до такой степени, что это приведет к его отрыву от боковой связки. На рисунке 7.10, *и* — Анита Нолл в момент, когда ее нога поворачивается наружу для выполнения захвата. Именно в этой фазе движения ног вероятность деформации мениска и внутренней боковой связки колена наиболее велика.

Перед пловцом стоит дилемма, которая заключается в том, что вращение голени наружу в коленном суставе очень важно для эффективного толчкового движения, в то же время оно увеличивает вероятность травмы из-за ограниченного диапазона подвижности коленных суставов. Удача, если пловец способен выполнять ногами движение без болезненных ощущений. Остальным пловцам приходится ограничивать движение ног при первых же признаках боли до ее исчезновения. Вместе с тем есть возможность уменьшить вероятность появления болей в коленных суставах.

Пловец, подверженный болям в коленном суставе, может модифицировать движение ног так, чтобы ослабить нагрузку на внутреннюю боковую связку и внутренний мениск. Один из способов — уменьшение ширины движения ногами наружу во время выполнения отталкивания. В этой фазе он может в большей степени перемещать ноги назад и в меньшей — в стороны. Благодаря этому пловец снижает нагрузку на коленные суставы, а также увеличивает время, необходимое для приведения стоп в положение для захвата. Это уменьшает длину движения внутрь и создаваемое движением ногами движущее усилие. Тем не менее такое изменение движения позволяет пловцу продолжить тренировки при наличии склонности к возникновению болей в коленях.

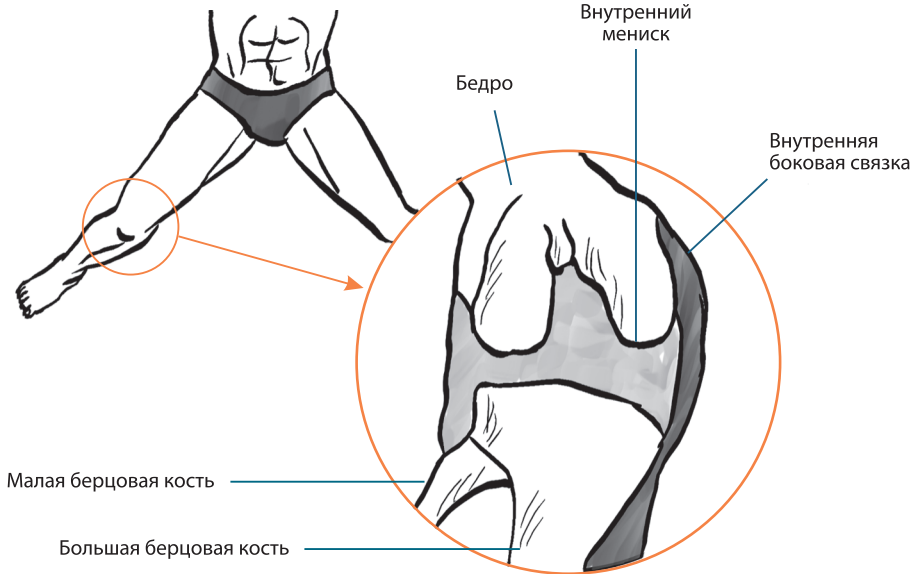


РИСУНОК 7.16 — Схема строения коленного сустава с изображением мениска и внутренней боковой связки

Существует еще один подход, которым можно воспользоваться для уменьшения вероятности возникновения болей в коленях, не сни-

жая существенно создаваемой движущей силы толчкового движения ногами. Он заключается в выполнении подтягивания с коленями, раздвинутыми несколько шире, чем мы рекомендовали выше. При таком положении ног пловец сможет увеличить угол поворота бедер в тазобедренных суставах, а это, в свою очередь, позволит ему уменьшить угол поворота в коленных суставах. Кроме того, это ведет к увеличению сопротивления формы во время подтягивания ног, но это лучше, чем необходимость переносить боли в коленях. Понятно, что пловец не должен раздвигать колени шире, чем это необходимо для эффективного выполнения движения ног наружу без болевых ощущений.

Согласование движений рук и ног

Различные специалисты по плаванию предлагают использовать три основных способа согласования движений рук и ног: *непрерывный*, *скользящий* и «*наслаивающийся*». При непрерывном согласовании пловец начинает движение рук наружу сразу после того, как ноги сойдутся вместе. При скользящем согласовании существует короткий интервал между завершением толчкового движения ногами и началом гребка руками, в течение которого пловец движется или скользит по инерции с руками и ногами, вытянутыми в обтекаемом положении. В случае «наслаивающегося» согласования пловцы начинают движение рук наружу до того, как ноги сойдутся вместе. Последний способ согласования используют сегодня большинство пловцов брассом мирового класса (Miyashita, 1997). В то же время большинство тренеров и инструкторов плавания предлагают использовать скользящее согласование движений рук и ног. Далее я постараюсь объяснить, почему «наслаивающееся» согласование лучше скользящего и непрерывного.

При скользящем согласовании сопротивление воды приводит к заметному снижению скорости пловца при скольжении по инерции независимо от обтекаемости его тела. Вопреки распространенному мнению, толчковая фаза движения ногами заканчивается еще до сведения ног вместе, а толчковая фаза гребка руками не начинается, пока руки не будут разведены в стороны шире плеч. Поэтому движение пловца будет замедляться не только во время скольжения, но также во время сведения ног вместе и в начале движения рук в сторону для захвата. Скольжение приводит к увеличению времени замедления между двумя циклами гребка с 0,20 до 0,30—0,40 с. Динамика скорости пловца при скользящем согласовании движений рук и ног показана на рисунке 7.17.

Обратите внимание на снижение скорости, происходящее на участке графика, область под которым выделена более темным цветом. Это промежуток времени между завершением цикла движения ногами и началом цикла движения руками, в течение которого пловец движется по инерции. В это время его скорость снижается с 1,60 примерно до 1,22 м · с$^{-1}$. Во время движения рук в стороны движение пловца замедляется до 1,18 м · с$^{-1}$. В сумме, учитывая время скольжения по инерции и движения рук наружу в нашем примере, продолжительность интервала времени

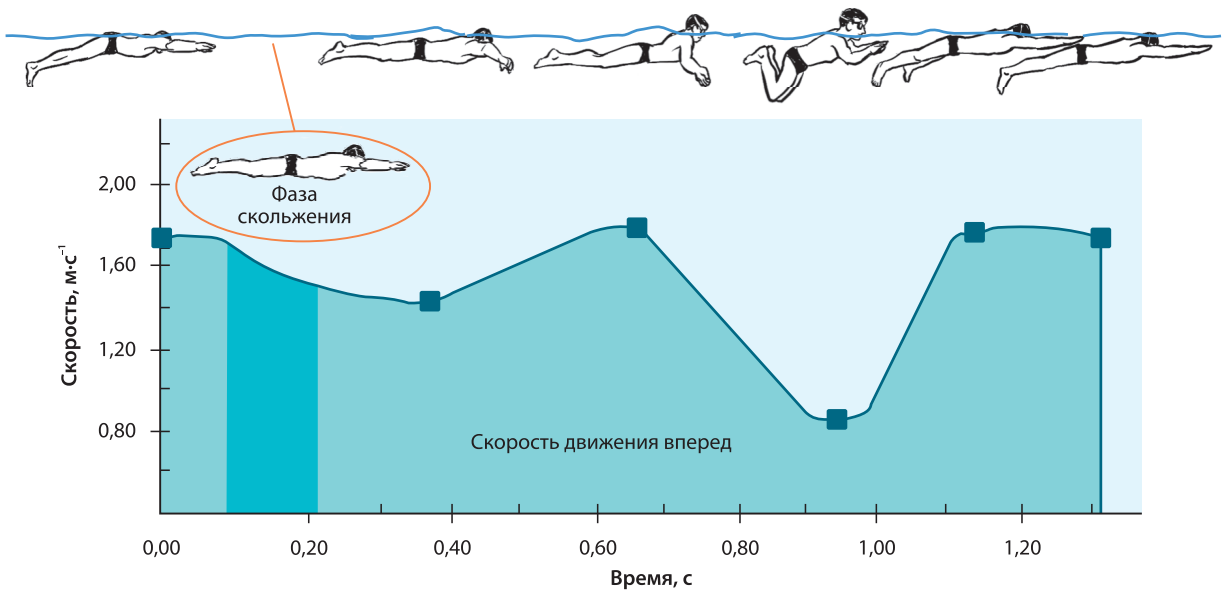


РИСУНОК 7.17 — Динамика скорости движения пловца при скользящем согласовании движений рук и ног

между концом толчковой фазы движения ногами и началом гребка руками составит около 0,40 с.

Непрерывное согласование в том виде, в котором ему обычно обучают, является еще одним примером скользящего согласования с сокращенной фазой скольжения. Пловцов учат не начинать движения рук в сторону, пока ноги не сойдутся вместе. Это позволяет исключить фазу скольжения, однако движение пловца попрежнему будет замедляться дольше, чем это необходимо между циклами гребка. Это происходит потому, что промежуток времени между завершением толчковой фазы движения ногами и началом гребка руками все еще будет больше, чем нужно.

Наилучшим способом сократить этот период торможения является использование «наслаивающегося» согласования. На рисунке 7.18 показана динамика скорости движения пловца в течение одного цикла гребка при использовании «наслаивающегося» согласования. Перерыв между завершением ускорения в результате толчкового движения ногами и началом ускорения при гребке руками значительно уменьшился, поскольку пловец начинает движение рук в стороны сразу после завершения фазы отталкивания ногами. Иначе говоря, пловец начинает движение рук наружу одновременно со сведением ног вместе. Именно поэтому я и назвал этот способ согласования «наслаивающимся». Благодаря его использованию пловец сокращает временной интервал между концом ускорения в результате движения ног и началом ускорения в результате гребка руками до менее чем 0,20 с, как это и должно быть, т. е. длительность и степень его торможения во время движения рук наружу сокращаются.

Пловцам брассом с более слабым толчком ногами может понадобиться начинать гребок руками раньше. Это обусловлено тем, что скорость пловца со слабым отталкиванием ногами обычно начинает снижаться во время движения ног внутрь раньше. Поэтому ему следует несколько раньше начинать движение рук наружу, чтобы иметь возможность выполнить захват до того как его движение замедлится слишком сильно. Это приведет к увеличению темпа движений и затрат энергии.

Тем не менее увеличение количества гребков в минуту обеспечит увеличение средней скорости пловца в течение цикла гребка, тогда как медленный темп движений хотя и позволит сохранить энергию, но приведет к снижению скорости.

Основным доводом против «наслаивающегося» согласования движений рук и ног является то, что скольжение в обтекаемом положении по инерции после завершения толчковой фазы позволяет пловцу сберечь силы. Этот довод предполагает, что сохранение энергии важнее, чем предотвращение значительной потери скорости во время скольжения пловца. Однако я уверен, что предотвращение существенного падения скорости пловца важнее. То, что нам известно о значении почти непрерывного создания движущей силы из других способов спортивного плавания, несомненно, подтверждает эту точку зрения. К тому же, «наслаивающееся» согласование не приведет к существенному увеличению затрат энергии пловца, если его руки во время движения наружу будут расслаблены, а само движение будет выполняться плавно. Это позволит рукам отдохнуть, как и во время движения по инерции.

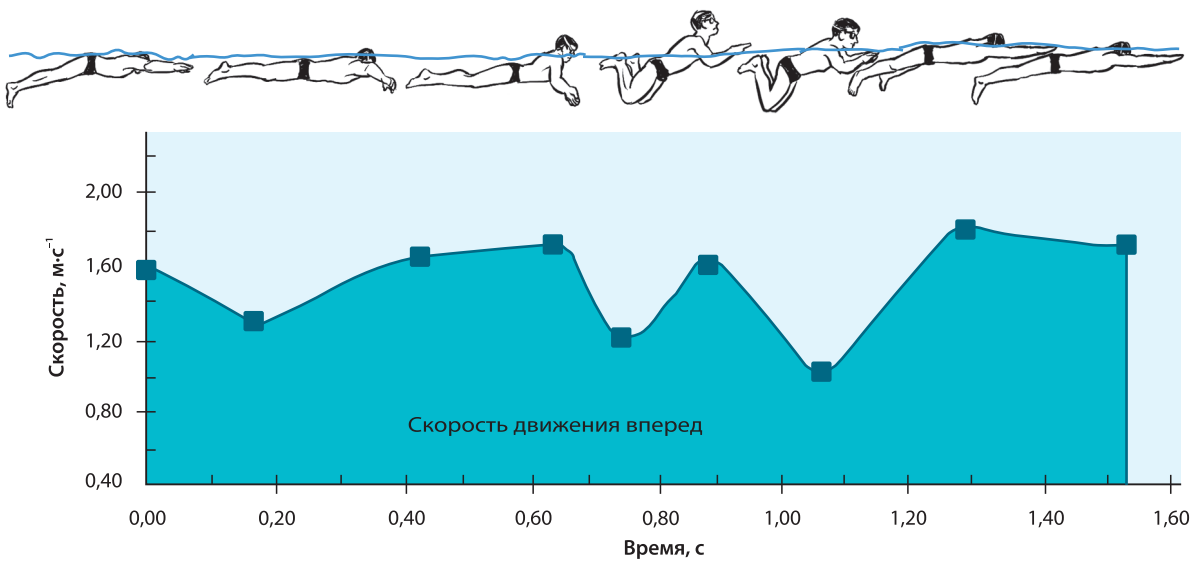


РИСУНОК 7.18 — Пример динамики скорости движения пловца при «наслаивающемся» согласовании движений рук и ног

Положение тела и дыхание

В настоящее время большинство пловцов и тренеров считают, что «ровный» способ плавания брассом является устаревшим. Спортсменам рекомендуется приподнимать голову и туловище из воды во время вдоха, чтобы создать условия для ускорения тела под действием волны воды и уменьшения сопротивления воды во время подтягивания ног. В то же время вопрос об использовании волнообразного движения тела для ускорения движения тела пловца остается предметом дискуссий. Противники такого способа движения тела убеждены в том, что волнообразное движение тела увеличивает сопротивление формы, тогда как сторонники утверждают, что оно ускоряет движение пловца вперед. Обе стороны приводят в свою пользу достаточно убедительные аргументы.

Движение тела способом дельфин: положительные и отрицательные аспекты

Если волна тела и обратная волна тела способны увеличивать движущую силу при плавании баттерфляем, есть все основания считать, что они могут обладать тем же действием и при плавании брассом. Волна тела, создаваемая при движении рук вниз, за которым следует направленное вниз волнообразное движение головы и плеч, и направленное вверх движение таза может создавать силы, способные обеспечить дополнительную движущую силу во время движения ног внутрь. Использование этой силы было показано для дельфинообразного движения ногами при плавании способом баттерфляй (Sanders, Cappaert, Devlin, 1995). Тем не менее я сомневаюсь в том, что волна тела обеспечивает движение пловца вперед при плавании брассом так же, как и в случае плавания баттерфляем.

Я думаю, что движение пловца в баттерфляе обеспечивает обратная волна тела и что она вносит подобный вклад в создание движущей силы и при плавании брассом. В брассе обратная волна тела обеспечивает возможность использования сил тяжести для поддержания высокой скорости движения пловца вперед после завершения толчковой фазы движения ногами, когда таз достигает наивысшей точки своего движения вверх и начинает двигаться вниз.

С другой стороны, можно возразить, что при плавании под водой волнообразное движение тела следует ограничить до минимума. Основным компонентом толчковой фазы движения ногами при плавании брассом является отталкивание воды назад. Для дельфинообразного движения ногами, при котором ноги в большей степени движутся вниз, а не назад, справедливо противоположное. Поэтому при плавании брассом нет никакой необходимости предлагать пловцу

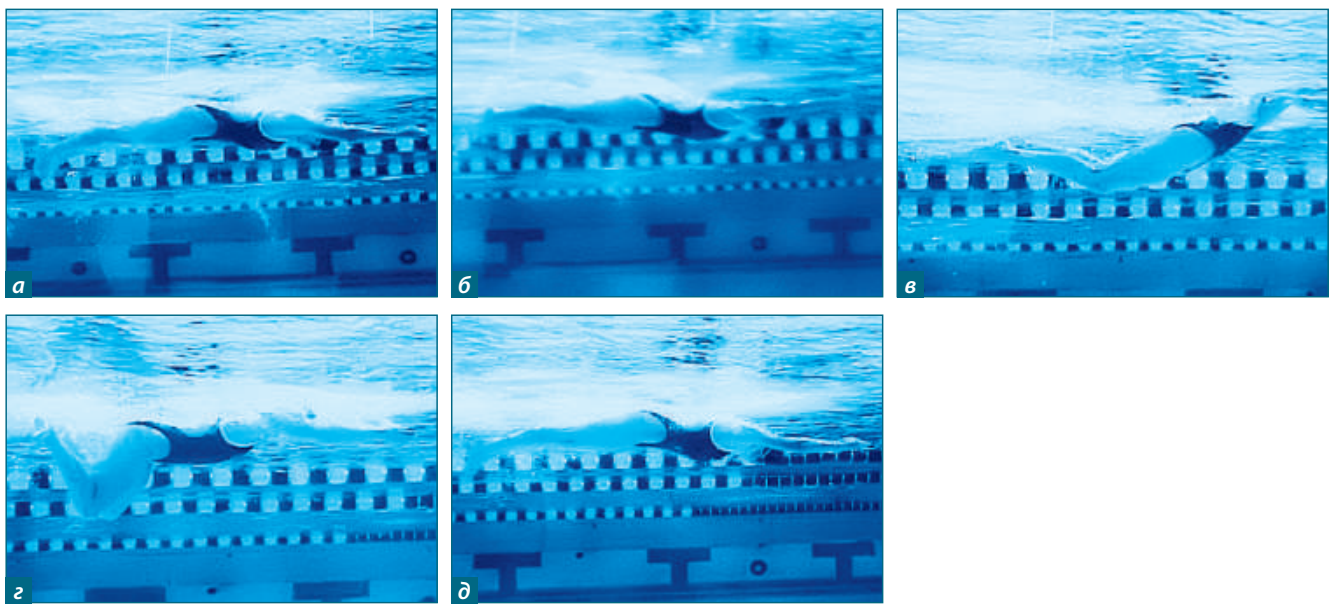


РИСУНОК 7.19 — Дельфинообразный способ плавания брассом Райли Мантс из Аризонского университета, победительницы Панамериканских игр NCAA по плаванию брассом: *а* — завершение движения ногами внутрь (обратите внимание на слегка приподнятый таз); *б* — поднятие ног в обтекаемое положении; *в* — фаза ускорения под действием волны воды (обратите внимание, что голова и плечи приподняты над водой, бедра опущены, а ноги начинают сгибаться в коленях); *г* — возврат в обтекаемое положение (обратите внимание, что руки вытянуты вперед, а лицо опущено вниз между руками, в подготовке к толчковой фазе движения ногами); *д* — завершение толчкового движения ногами с дельфинообразным движением

выполнять волнообразное движение вверх во время отталкивания ногами воды назад. Еще одним аргументом против волнообразного движения тела является увеличение движущей силы, создаваемой руками и ногами, если тело пловца остается в течение цикла гребка в горизонтальном положении. Кроме того, волнообразное движение тела увеличивает сопротивление формы.

Уверенность в том, что волнообразное движение тела способно увеличивать движущую силу, вероятно, связана с общепринятой точкой зрения на волну тела или обратную волну тела как механизм поступательного движения пловца. Поскольку я считаю, что существует высокая вероятность существования значительного вклада обратной волны тела в движение пловца вперед, я рекомендую использовать волнообразный стиль плавания брассом. Серия последовательных фотографий спортсменки, плывущей волнообразным брассом, показана на рисунке 7.19.

Для начала волнообразного движения пловец во время отталкивания воды назад должен выполнить легкое движение ногами вниз, чтобы таз переместился вверх. В это же время он должен послать руки вперед и немного вниз. Голова при этом располагается между руками, лицо опущено вниз. Этот момент показан на рисунке 7.19, *а*. После того как таз пройдет наивысшую точку своего подъема и начнет движение вниз, пловец должен приподнять голову и направить руки вверх в горизонтальное положение, чтобы преобразовать движение туловища и таза вниз в движение тела в целом вперед (рис. 7.19, *б*). Как и в других стилях плавания брассом, во время выполнения основной рабочей фазы гребка руками (рис. 7.19, *б*) и фазы отталкивания ногами (рис. 7.19, *г*) тело пловца должно находиться в обтекаемом горизонтальном положении. Кроме того, для использования движущей силы волны воды тело пловца в начале подтягивания ног вперед должно находиться в наклонном положении с приподнятыми над водой головой и плечами (рис. 7.19, *в*).

Следует предупредить о негативных последствиях излишне сильного волнообразного движения тела. Так, амплитуда вертикальных перемещений тела должна быть значительно меньше по сравнению с баттерфляем. Причина этого уже упоминалась выше и заключается в том, что при плавании брассом наибольшую эффективность движения ног обеспечивает отталкивание воды назад, а не вниз. Увеличение амплитуды движения ног вниз лишь увеличит размах вертикальных движений таза и снизит создаваемую ногами движущую силу. При плавании брассом пловец должен сосредоточиться на отталкивании ногами воды назад. Происходящего при этом естественного движения ног вниз вполне достаточно для поднятия таза вверх. Пловец не должен стараться дополнительно увеличить амплитуду движения таза вверх.

При поднимании головы и плеч над водой для вдоха таз пловца будет и должен погружаться в воду. Причины этого обсуждались ранее в этой главе. Благодаря такому движению таза снижается лобовое сопротивление тела пловца и усиливается толчковое действие волны воды при подтягивании ног вперед. Вместе с тем движение головы и плеч вверх, а таза вниз не должно быть чрезмерным. Приведенные ниже рекомендации помогут определить, насколько оптимальна амплитуда движений головы, плеч и таза пловца брассом при вдохе.

1. Амплитуда вертикальных движений частей тела чрезмерна, когда голова и плечи смещаются вверх и вниз сильнее, чем вперед. Пловец не должен изгибать спину назад во время поднимания головы и плеч над водой. В группе пловцов брассом международного класса из Новой Зеландии угол наклона туловища при поднимании над водой для вдоха составил 39—46° (Sanders, 1996). При этом голова поднималась над водой в среднем на 46—64 см, а плечи — на 32—50 см. До появления новых экспериментальных данных эти цифры могут представлять должный диапазон поднимания туловища, плеч и головы над водой при плавании брассом.

2. Волнообразное движение имеет чрезмерную амплитуду, если таз во время толчкового движения ног назад поднимается больше, чем на 5—7 см. Движение ног вниз должно приподнимать таз к поверхности или чуть выше, но не над водой. Амплитуда волнообразного движения таза не должна превышать 14—17 см (Sanders, 1996).

3. Волнообразное движение имеет чрезмерную амплитуду, если во время вытягивания рук вперед кисти и голова уходят под воду больше чем на 5—7 см. В случае чрезмерно глубокого погружения кистей и головы во время движения ног назад пловцу приходится тратить дополнительные усилия и энергию для их последующего перемещения обратно к поверхности. Пловец должен погружать голову чуть ниже поверхности воды и вытягивать руки главным образом вперед лишь с небольшим наклоном вниз так, чтобы они находились на одной линии с туловищем и ногами.

4. Волнообразное движение туловища имеет недостаточную амплитуду, если во время вдоха плечи и часть туловища не поднимаются над водой. В момент достижения наивысшей точки подъема при выполнении вдоха линия воды

должна располагаться на уровне поясницы при рассмотрении пловца сзади и как раз под грудью — спереди.

5. Волнообразное движение туловища имеет недостаточную амплитуду, если бедра во время завершения движения ног внутрь не поднимаются до поверхности воды.

6. Волнообразное движение туловища имеет недостаточную амплитуду, если все тело, включая голову, не погружается под воду во время гребкового движения ног внутрь.

Дыхание

При плавании брассом пловец в течение цикла гребка должен делать один вдох независимо от длины дистанции. Дыхание является столь органичной частью движений пловца при плавании брассом, что оно скорее способствует, а не препятствует движению пловца вперед. Если пловец не выполняет вдох, то это приводит к нарушению ритма его движений. Более того, пловцу необходимо поднимать над водой голову и плечи, чтобы правильно выполнять подтягивание ног. Правильная последовательность движений при выполнении вдоха показана на рисунке 7.20.

При вытягивании ног назад в фазе отталкивания спортсменка удерживает голову под водой. Лицо должно быть обращено вниз ко дну бассейна (рис. 7.20, *а*).

В момент начала движения рук наружу спортсменка должна поднять лицо вверх и продолжить движение головы и плеч к поверхности воды одновременно с движением рук внутрь. В конце движения рук внутрь спортсменка должна приподнять голову и плечи над водой и сделать вдох одновременно с выходом кистей на поверхность (рис. 7.20, *б*). После начала движения рук вперед спортсменка снова опускает голову в воду (рис. 7.20, *в*).

Пловец должен понять, что во время дыхания он продолжает движение вперед. Поэтому ему не следует для вдоха поднимать голову вверх и назад. Голова должна оставаться в своем привычном положении с подбородком, наклоненным к груди, и подниматься к поверхности для вдоха вместе с туловищем. Пловец, поднимая лицо из воды для вдоха, должен удерживать взгляд на поверхности воды прямо перед собой (рис. 7.20, *б*).

Голова, плечи и туловище должны подниматься к поверхности постепенно по наклонной траектории так, чтобы движение головы вверх для вдоха происходило одновременно с ее движением вперед. При поднятии головы из воды для вдоха пловец не должен изгибать спину, вытягивать подбородок вперед или отводить голову назад.

Еще один прием, используемый в плавании способом брасс для сохранения скорости движения вперед после выхода головы и плеч на поверхность, заключается в движении плеч вперед одновременно с началом вытягивания рук вперед. Наряду с поддержанием скорости движения этот прием обеспечивает также увеличение обтекаемости тела пловца в момент погружения плеч в воду.

Для успешного плавания волнообразным брассом важное значение имеет взаимосвязь между подтягиванием ног и опусканием головы. Пловец может существенно снизить сопротивление воды во время подтягивания ног благодаря постепенному опусканию головы и плеч к поверхности. Это помогает ему удерживать бедра в воде и благодаря этому немного увеличить расстояние, на которое он может подтянуть ноги вперед без сгибания их в тазобедренном суставе.

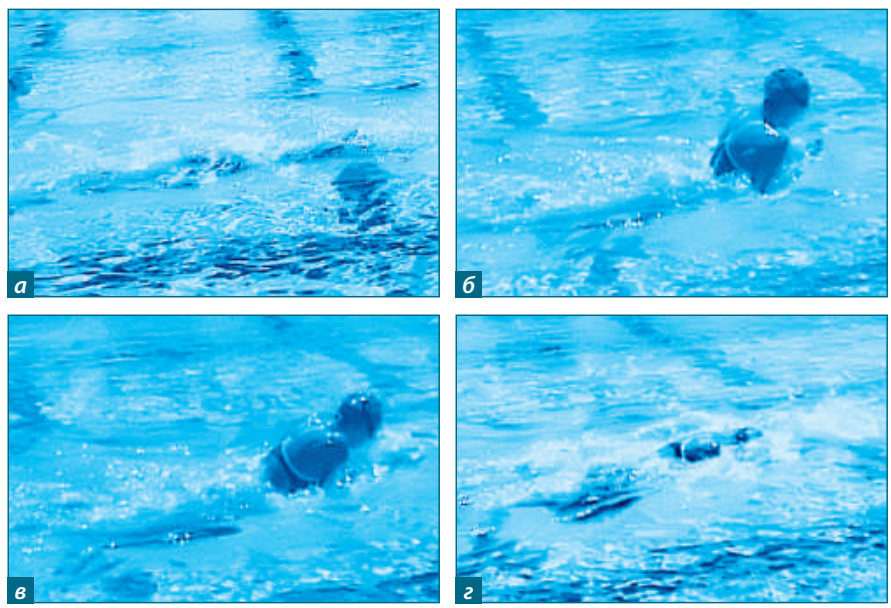


РИСУНОК 7.20 — Надводная фотосъемка Аниты Нолл, плывущей брассом, во время вдоха: *а* — завершение толчковой фазы ногами (обратите внимание, что тело полностью погружено в воду в обтекаемом положении); *б* — фаза ускорения под действием волны воды; вдох начинается, когда руки во время выведения вперед подходят к поверхности воды; в момент начала подтягивания ног голова и плечи приподняты над водой, а таз погружен глубже в воду; *в* — движение рук вперед одновременно с опусканием головы и туловища к поверхности воды; подтягивание ног продолжается; фаза ускорения под действием волны воды закончилась; *г* — руки почти полностью вытянуты вперед, ноги готовы начать отталкивание воды назад

Результатом является увеличение продолжительности фазы ускорения под действием волны воды и величины приобретаемого ускорения.

Некоторые пловцы во время подтягивания ног и выведения рук любят выполнять нырок вперед и вниз. Однако из-за этого им приходится сгибать ноги в тазобедренном суставе, перемещать бедра вниз и вперед, что в целом прекращает действие волны воды. На рисунке 7.21 показано, как пловец может сохранять более обтекаемое положение тела при подтягивании ног и выведении рук вперед.

Пловец на рисунке 7.21, *а* опускает плечи в воду во время подтягивания ног слишком рано, из-за чего его таз выталкивает вверх к поверхности и ему приходится подтягивать ноги вперед за счет сгибания их в тазобедренном суставе. При таком способе подтягивания ног скорость пловца существенно снижается. Напротив, пловец на рисунке 7.21, *б* во время подтягивания удерживает плечи над водой, благодаря чему его тело остается в наклонном положении. Поскольку таз пловца в этом случае погружен в воду ниже поверхности воды, он может выполнить подтягивание за счет перемещения вперед голени без сгибания ног в тазобедренном суставе. Это позволяет снизить сопротивление воды в этой фазе подтягивания ног.

Выведение рук на поверхность воды — еще один прием, который во время подтягивания ног помогает пловцу сохранить плечи над водой, а таз — ниже поверхности. В противоположность этому при выведении рук под водой повышается вероятность погружения головы и плеч под воду еще до завершения движения ног вперед.

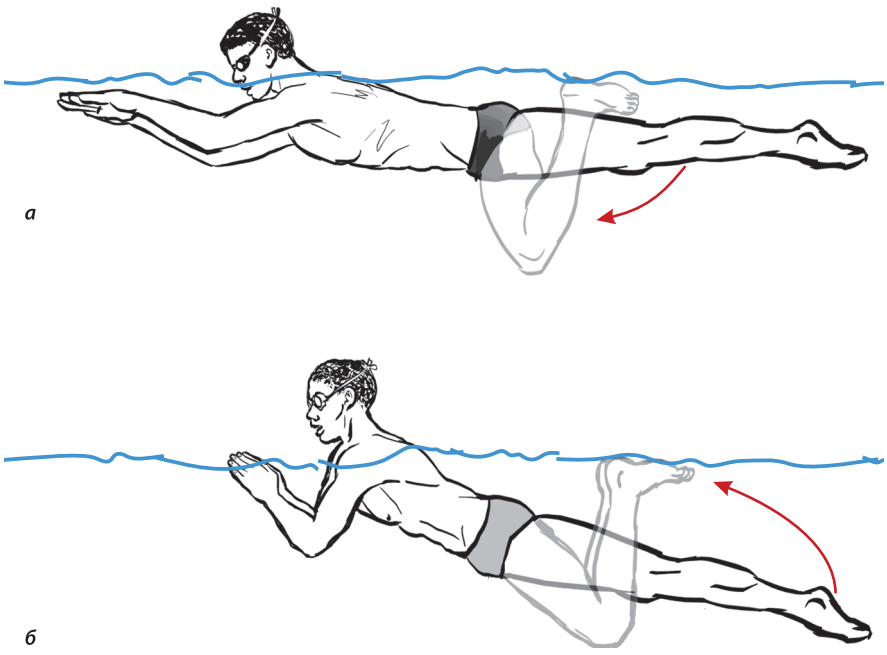


РИСУНОК 7.21 — Два способа подтягивания ног при плавании брассом. Пловец на схеме *а* неправильно выполняет подтягивание ног, поскольку при подтягивании ног его бедра перемещаются вниз и вперед. Пловец на схеме *б* подтягивает ноги вперед только за счет сгибания в коленях. Это позволяет уменьшить количество воды, отталкиваемое ногами вперед

Гребок руками под водой

Правила позволяют пловцу брассом делать всего один гребок руками под водой на каждом отрезке длины бассейна, и он использует эту возможность сразу после старта и каждого поворота. После завершения гребка под водой голова пловца должна появиться над поверхностью воды до того, как руки начнут движение внутрь в следующем цикле гребка руками. Длинный гребок руками под водой значительно более эффективный по сравнению с короткими гребками на поверхности, поэтому пловец должен освоить этот прием настолько, чтобы с максимальной степенью использовать его возможности для своего движения вперед.

Гребок под водой в брассе напоминает увеличенный гребок руками в баттерфляе. Он состоит из движения наружу, захвата, движения внутрь и движения вверх. Кроме того, есть еще два скольжения: одно — перед началом гребка, другое — после его завершения. За вторым скольжением следует толчковое движение ног, выводящее пловца на поверхность. Это гребковое движение похоже на описанное ранее в этой главе. Движение наружу не придает пловцу ускорения и используется для размещения рук в положении для отталкивания воды назад. Толчковыми фазами гребка под водой в брассе являются движение рук внутрь и движение вверх. Техника выполнения подводного гребка руками показана на серии фотографий на рисунке 7.22 (вид сбоку).

Первое скольжение

После отталкивания от стенки бассейна или выполнения старта пловец скользит в воде в обтекаемом положении, пока его скорость не снизится до обычной во время заплыва на дистанцию. Руки во время скольжения вытянуты вперед рядом друг с другом, одна кисть положена сверху на другую. Голова находится между руками, туловище в пояснице прямое. Ноги сдвинуты вме-

сте, стопы разогнуты носками назад (рис. 7.22, *а*). Обратите внимание на наклон тела Аниты Нолл вниз кпереди. При отталкивании от стенки движение тела должно быть направлено немного вниз, чтобы увеличить глубину погружения во время длинного гребка руками под водой.

Движение рук наружу и захват

Когда скорость пловца приблизится к предполагаемой для заплыва на дистанцию, он должен начать движение рук в стороны, вперед и вверх, пока они не окажутся в положении для захвата на расстоянии больше ширины плеч. Момент завершения движения рук наружу и выполнения захвата показан на рисунке 7.22, *б*, *в*. Движение рук направлено немного вверх, чтобы получить возможность выполнить последующее движение рук внутрь на уровне тела. После того как руки окажутся на расстоянии шире плеч, пловец должен начать постепенно их сгибать, чтобы повернуть поверхностью ладоней назад и привести в положение для захвата как можно раньше. Движение рук наружу должно быть

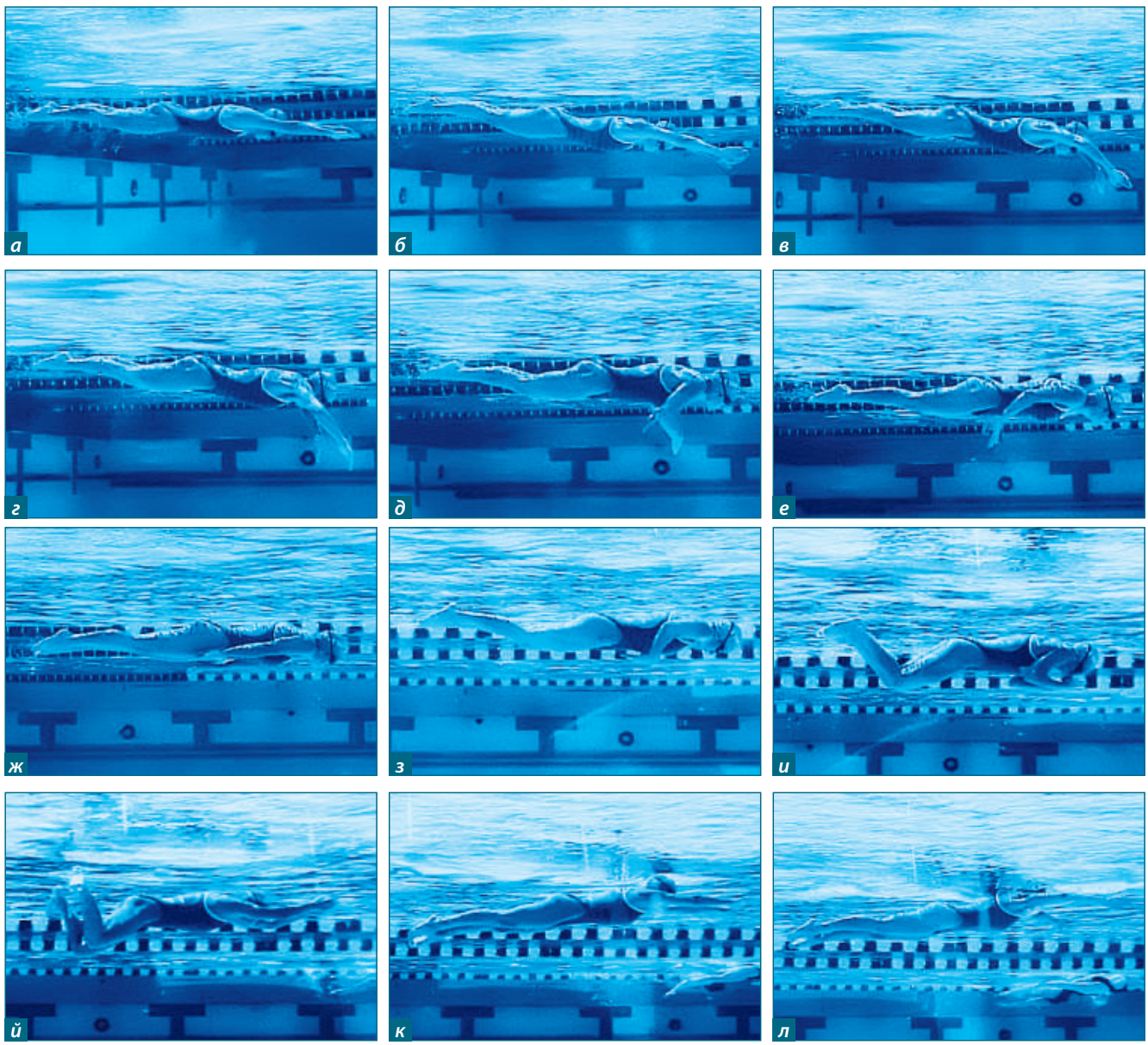


РИСУНОК 7.22 — Анита Нолл, выполняющая гребок под водой при плавании брассом: *а* — первое скольжение (обратите внимание на наклон тела вниз кпереди); *б* — начало движения рук наружу; *в* — выполнение захвата руками; *г* — средняя часть движения рук внутрь; *д* — конец движения рук внутрь; начало движения рук вверх; е — продолжение движения рук вверх; *ж* — второе скольжение; *з* — выведение рук вперед; *и* — продолжение выведения рук вперед; подтягивание ног вперед; *й* — вытягивание рук к поверхности воды; *к* — начало движения рук в стороны (обратите внимание, что голова приближается к поверхности воды); завершение толчковой фазы движения ног; *л* — момент наибольшего расстояния между руками во время гребка (обратите внимание, что голова находится над водой)

плавным. Руки при этом не должны отталкивать воду в сторону.

В начале движения рук наружу они повернуты ладонями вниз и должны оставаться в таком положении, пока не окажутся на расстоянии шире плеч. После этого пловец поворачивает ладони наружу так, чтобы в момент захвата и в начале движения внутрь они были повернуты наружу и назад. Во время движения рук наружу скорость кисти слегка возрастает, а к моменту захвата — снова снижается.

Движение рук внутрь

После выполнения захвата пловец должен перемещать руки широким приводящим движением наружу, назад, вниз и внутрь так, чтобы в конце движения они оказались вблизи грудной клетки. Выполнение движения рук внутрь показано на рисунке 7.22, *в—д*. Руки на протяжении этой фазы гребка должны оставаться согнутыми в локтях. Это необходимо, чтобы пловец мог отталкивать воду назад внутренней поверхностью плеч и предплечий, а также ладонями. Скорость движения кисти постепенно возрастает от начала к концу движения рук внутрь.

Движение рук вверх

Переход к движению рук вверх должен начаться после сближения рук под туловищем (см. рис. 7.22, *д*). Сразу после завершения движения рук внутрь пловец должен быстро повернуть их наружу и начать отталкивать ими воду назад, в стороны и вверх по направлению к поверхности воды до полного их выпрямления вдоль бедер. Движение рук вверх показано на рисунке 7.22, *д—ж*. Пловец должен отталкивать воду назад ладонями и внутренней поверхностью предплечий. Чтобы сохранить руки повернутыми ладонями и предплечьями назад как можно дольше, они должны оставаться согнутыми в локтях на протяжении большей части движения вверх (рис. 7.22, *е*).

Когда пловец уже не сможет поддерживать руки повернутыми предплечьями назад, он должен резко выпрямить руки в локтях, пока они не разогнутся полностью вдоль бедер. В конце движения вверх руки, повернутые ладонями наружу, должны располагаться вдоль бедер. Это позволит пловцу в финальной части движения рук вверх естественным завершающим движением направить воду назад и вверх мимо ног. На рисунке 7.22 это движение не показано.

Движение рук вверх обеспечивает пловцу наибольшее ускорение. Движение кисти замедляется в момент перехода от движения внутрь к движению наружу, а затем снова быстро ускоряется до конца движения. Во время движения рук вверх скорость кисти должна быть максимальной.

Второе скольжение

После завершения движения рук вверх пловец должен повернуть руки ладонями внутрь и расположить их вдоль бедер, чтобы придать телу обтекаемую форму во время скольжения (рис. 7.22, *ж*). Ноги должны быть выпрямлены в коленях и сведены вместе, стопы разогнуты носками назад. Голова расположена на одной линии с туловищем, туловище в пояснице не сгибается.

Пловец сохраняет такую обтекаемую форму тела в течение очень короткого промежутка времени, поскольку его скорость очень быстро снижается. Когда движение после гребка под водой начнет замедляться, пловцу необходимо вывести руки вперед и толчковым движением ногами направить движение тела к поверхности.

Выведение рук и движение ног, направляющее тело к поверхности

После завершения второго скольжения пловец из обтекаемого положения должен вывести руки вперед под туловищем. Когда руки будут вытянуты вперед, он при помощи толчкового движения ногами направляет тело вверх к поверхности воды.

Для снижения ударного сопротивления пловец брассом должен перемещать руки вперед под туловищем, сгибая их в локтях так, чтобы плечи и локти оставались прижатыми к бокам туловища. Чтобы снизить сопротивление воды, руки во время движения вперед повернуты ладонями вверх и большими пальцами вперед (рис. 7.22, *з, и*).

Пловец начинает выпрямлять руки вперед, когда они пройдут мимо головы (рис. 7.22, *и*). Он поворачивает кисти ладонями вниз и выпрямляет руки вперед в обтекаемом положении с локтями, сдвинутыми вместе, пока руки не выпрямятся полностью впереди тела. Когда руки проходят мимо головы и начинают выпрямляться вперед, пловец должен подтянуть ноги вперед. После этого он выполняет мощное толчковое движение ногами, направляющее его тело к поверхности. Во время гребка руками под водой и на протяжении большей части выведения рук голова должна быть опущена вниз и располагаться на одной линии с туловищем. Однако после выпрямления рук в сторону поверхности воды пловец должен приподнять лицо вверх.

Подтягивание ног с целью снижения ударного сопротивления должно выполняться как можно более плавно. Пловец подтягивает ноги вперед, не сгибая их в тазобедренных суставах, пока они не начнут движение в стороны в положение для захвата. Кроме того, колени пловца во время подтягивания должны оставаться в пределах очертаний туловища.

После мощного толчкового движения ногами тело пловца должно подниматься к поверхности постепенно, по наклонной траектории так, чтобы в момент выхода движение вперед на поверхность воды преобладало над движением вверх. Подъем к поверхности не должен происходить путем скольжения, поскольку это приведет к существенному снижению скорости пловца перед началом первого гребка руками. Поэтому пловец после завершения толчковой фазы движения ногами, когда они сойдутся вместе, должен начать движение рук наружу (рис. 7.22, *к*). Движение рук наружу начинается, когда голова все еще остается под водой. Благодаря этому почти сразу же после выхода головы из воды руки будут готовы к захвату и пловец сможет начать ускорять движение тела вперед (рис. 7.22, *л*).

Когда голова пловца появится над водой, он должен сделать вдох, как обычно в соответствующей фазе гребка руками, а именно, после завершения фазы подтягивания и начала движения рук к поверхности. Для выполнения вдоха пловец не должен задерживать движение рук наружу или внутрь, поскольку это существенно замедлит его движение. Пловец выполняет первый гребок одновременно с выходом на поверхность. Ему не следует скользить к поверхности, делать вдох и только потом начинать отталкивание воды руками назад.

Такая техника подводного плавания и выхода на поверхность требует четкого согласования всех движений. Пловец должен завершить движение рук наружу одновременно с выходом на поверхность. Однако ему не следует начинать движение рук внутрь до выхода головы из воды, поскольку он будет дисквалифицирован. Со временем пловец должен научиться использовать эту технику без страха дисквалификации и она значительно повысит его результативность. Наши собственные результаты тестирования нескольких пловцов из команды колледжа показывают увеличение скорости выполнения участка поворота. Время от касания стенки бассейна до точки середины плавательной дорожки сократилось в среднем на 0,3 с по сравнению с выходом к поверхности путем скольжения до первого гребка руками. Там, где на дистанции 100 и 200 м пловец делает три поворота, это означает улучшение результата почти на 1 с. В случае выполнения семи поворотов на дистанции 200 м время может улучшиться на 2 с.

Распространенные ошибки при плавании брассом

Далее перечислены некоторые наиболее частые ошибки, которые допускают пловцы при плавании брассом. Сначала описаны ошибки, совершаемые во время гребка руками, затем при движениях ног, а в заключение — ошибки, связанные с поддержанием обтекаемой формы тела и дыханием. Кроме того, описаны ошибки в различных фазах гребка руками под водой и толчкового движения ногами при выходе на поверхность.

Ошибки при выполнении гребка руками

В этом подразделе будут рассмотрены основные ошибки, совершаемые пловцом во время движения рук наружу, движения рук внутрь и выведения рук вперед.

Ошибки при движении рук наружу

Среди наиболее распространенных ошибок при движении рук наружу: 1 — недостаточное движение рук в стороны; 2 — чрезмерное движение рук в стороны; 3 — движение рук наружу с чрезмерным усилием.

1. В случае слишком короткого движения рук в стороны пловец поворачивает кисть ладонью вниз и начинает отталкивать воду до того, как руки разойдутся в стороны настолько, чтобы повернуться своей поверхностью назад. В итоге пловец отталкивает воду вниз в классическом положении с опущенным локтем. До начала движения рук внутрь пловец должен дождаться, пока его руки не переместятся в стороны настолько, чтобы он мог отталкивать воду назад.

2. Вторая ошибка наблюдается, когда пловец прежде чем начать движение внутрь разводит руки в стороны слишком сильно. Пловцы, которые разводят руки в стороны слишком широко, обычно во время движения наружу перемещают руки в стороны и назад, а во время движения внутрь — внутрь и вперед. Хотя такой тип гребка встречается у многих квалифицированных пловцов брассом, мы считаем, что он во многом уступает типу гребка, при котором руки во время движения наружу движутся в стороны и вперед, а во время движения внутрь — внутрь и назад.

3. Еще одна ошибка, которую совершают пловцы во время движения рук наружу, — это отталкивание руками воды в стороны. Как уже

говорилось, это только замедляет движение пловца. Во время движения рук наружу пловец не должен отталкивать воду в стороны ладонями или предплечьями. Ему следует дождаться, пока они окажутся на расстоянии шире плеч и повернутся своей рабочей поверхностью назад, и лишь потом начинать отталкивать воду.

Ошибки при движении рук внутрь

Самая частая ошибка в этой фазе гребка уже упоминалась — это движение кистей вперед. Перемещение рук вперед во время гребкового движения внутрь существенно снижает скорость пловца. Из-за этого он заканчивает движение рук внутрь раньше времени или же тратит время и силы на выполнение движения, не придающего ему ускорения. На рисунке 7.23 показано, почему пловец не получает ускорения, когда его руки движутся вперед. При движении рук вперед и внутрь возникает сила сопротивления, направленная назад и наружу, и подъемная сила, направленная вперед и наружу. В случае движения кистей вперед во время движения рук внутрь скорость пловца будет падать, поскольку возникающий при этом мощный компонент силы сопротивления воды, направленный назад, сведет на нет любые компоненты силы, направленные вперед.

Две ошибки, которые приводят к уменьшению движущей силы, создаваемой при движении рук внутрь: 1 — локоть перемещается назад за плечом; 2 — излишнее стремление быстро переместить руки вперед при выведении.

1. Многие годы мы говорили о том, что во избежание ошибки опускания локтя во время движения рук внутрь локоть не должен двигаться за плечом. В результате многие пловцы во время движения рук внутрь перемещают кисть вперед, чтобы не дать локтю уйти назад позади плеча в этой фазе гребка. На самом деле, пловец не может оттолкнуть воду назад во время движения рук внутрь, когда локти движутся позади плеч. Однако это не обязательно означает, что он опускает локоть. Локоть опускается только если пловец отталкивает воду назад во время движения рук внутрь. Если же он выполняет движение внутрь за счет приведения плеча, при котором руки перемещаются назад до завершения этой фазы гребка, то он не опускает локоть. Если пловец выполняет гребок таким образом, то во время движения внутрь его руки движутся и должны двигаться несколько позади плеч.

РИСУНОК 7.23 — Последствия перемещения кистей вперед во время движения рук внутрь

2. Еще одна ошибка, в результате которой пловец вынужден перемещать руки вперед во время движения внутрь, — это попытка быстро переместить их вперед после выведения. Пловцов часто учат ускорять движение рук вперед во время выведения, чтобы предотвратить задержку движения кисти под подбородком. К сожалению, это ведет к тому, что многие пловцы брассом во время движения рук внутрь начинают с ускорением перемещать их вперед. Хотя это и позволяет быстро вывести руки вперед, но также приводит к потере движущей силы, создаваемой во время движения рук внутрь.

Для выведения рук пловец может воспользоваться другим способом, в частности, приводить руки назад в плечевом суставе без задержки движения, как это было описано ранее в этой главе, в подразделе, посвященном движению рук внутрь. Он может быстро переместить локти вниз и вперед после того, как кисти пройдут под плечами, и это позволит ему без задержки перейти от перемещения рук назад к их перемещению вперед.

Ошибки при выведении рук вперед

При выведении рук вперед пловец чаще всего совершает такие ошибки: 1 — перемещает руки вперед с чрезмерным усилием и не придает им обтекаемой формы; 2 — при выпрямлении рук вперед слишком опускает их вниз.

1. Перемещение рук вперед с чрезмерным усилием при отсутствии у них обтекаемой формы увеличивает ударное сопротивление, направленное назад и дополнительно снижающее скорость движения пловца вперед. Одна из самых частых ошибок в этой фазе — отсутствие обтекаемой формы у кистей при выведении рук вперед (рис. 7.24, *б*).

Пловец начинает движение рук вперед, хотя они находятся еще слишком глубоко в воде. В результате при выпрямлении рук к поверхности он отталкивает воду вперед предплечьями и плечами.

Чтобы начать выпрямление рук вперед, пловец должен переместить их к поверхности. После этого он должен повернуть руки ладонями вниз и скользить кистями и предплечьями вдоль поверхности воды, придавая кисти наиболее обтекаемую форму с кончиками пальцев впереди. Пловец, который выводит руки таким способом, показан на рисунке 7.24, *а*.

2. Еще одна ошибка — чрезмерное опускание рук вниз при выпрямлении их вперед. Пловец должен вытягивать руки вперед по линии наклона туловища. В случае волнообразного брасса руки направлены вперед и немного вниз. На рисунке 7.25 показан пловец, который при вытягивании рук вперед слишком сильно опускает их вниз. Обратите внимание, что его руки наклонены вниз гораздо сильнее туловища.

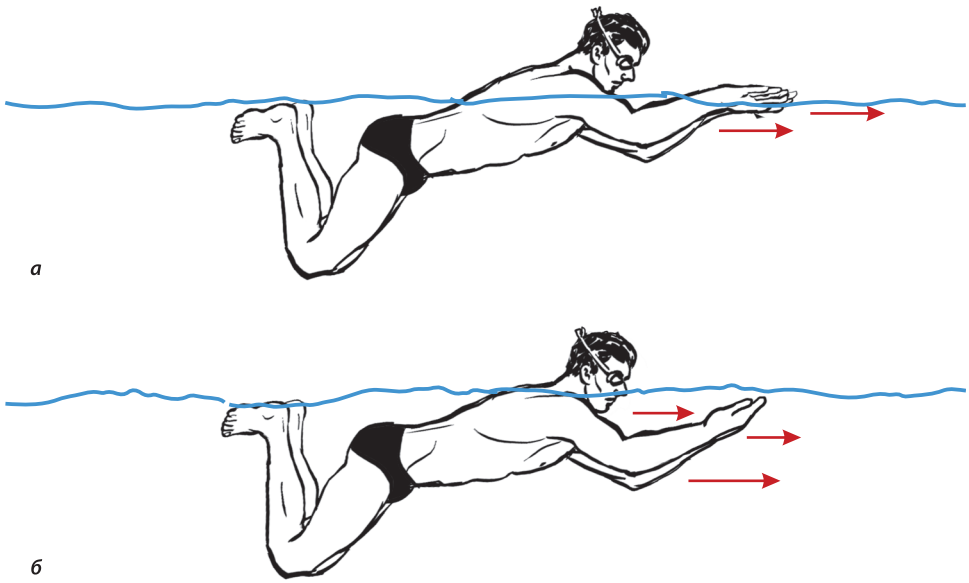


РИСУНОК 7.24 — Спортсмен на схеме *а* выполняет выведение рук вперед правильно, тогда как пловец на схеме *б* совершает ошибку, проталкивая руки к поверхности для вывода их вперед. Это существенно увеличивает сопротивление воды

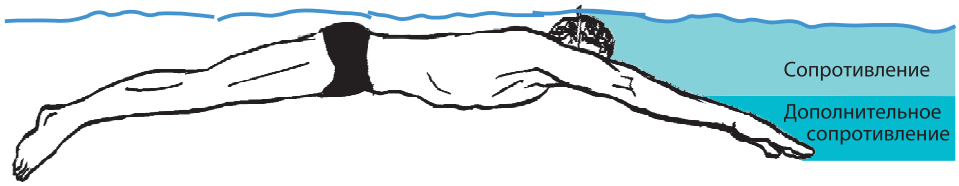


РИСУНОК 7.25 — Чрезмерное опускание рук вниз при выведении. Движение рук вперед и вниз увеличивает сопротивление формы, поскольку руки пловца при этом отталкивают воду вперед ниже линии его туловища

При выведении рук вперед таким образом пловец отталкивает воду вперед верхней поверхностью рук. Помимо того, это увеличивает сопротивление формы пловца. И в довершение всего, при движении рук в стороны пловцу понадобится больше времени для перемещения рук вверх в положение для захвата. Залитый темным серым фоном участок впереди пловца показывает область дополнительного сопротивления, возникающего в случае чрезмерного опускания рук вниз.

Ошибки при движениях ногами

В этом подразделе описаны ошибки, совершаемые пловцом при подтягивании ног вперед, толчковом движении наружу, движении внутрь и поднятии вверх.

Ошибки при подтягивании ног вперед

Одна из наиболее частых ошибок в этой фазе движения уже была описана в этой главе ранее. Она проявляется в том, что пловец перемещает бедро вниз и вперед, увеличивая сопротивление формы. К числу других распространенных ошибок относятся: 1 — слишком большое расстояние между коленями; 2 — не обтекаемое положение ног при подтягивании; 3 — недостаточная гибкость суставов для выполнения высокого захвата; 4 — неправильное положение стопы в положении для захвата перед началом выпрямления ног.

1. Одной из ошибок является чрезмерное разведение коленей при подтягивании ног вперед, как при клиновидном толчковом движении ногами. Это ведет к увеличению сопротивления формы и ударного сопротивления. Во время подтягивания ног расстояние между коленями не должно превышать ширину плеч.

2. Некоторые пловцы при подтягивании ног вперед не придают стопам обтекаемой формы. Это тоже увеличивает сопротивление формы и ударное сопротивление. Стопа во время подтягивания должна иметь обтекаемую форму, носок направлен назад и внутрь до завершения подтягивания и начала их движения наружу.

3. Еще одна ошибка происходит, когда пловец выполняет движение ног наружу и разворот стоп в положение для захвата. У некоторых пловцов

диапазон подвижности тазобедренных, коленных и голеностопных суставов не позволяет развести стопы и повернуть их наружу настолько, чтобы можно было выполнить высокий захват. Чтобы придать стопе положение для захвата, им приходится перемещать ноги назад. Это ведет к укорочению толчковой фазы движения ног. В такой ситуации пловец должен выполнять специальные растягивания для увеличения подвижности суставов ног.

4. Последняя ошибка, которую совершают некоторые пловцы, — это неправильное положение стопы при отталкивании ногами воды назад. Пловец должен выполнить плавное полукруговое движение ногами (наружу — в стороны—назад) с минимальным смещением назад в конце подтягивания ног и не начинать выпрямлять ноги назад, пока стопы не развернутся подошвами назад.

Ошибки при толчковом движении ногами наружу

В числе распространенных ошибок, совершаемых пловцами при толчковом движении ногами наружу: 1 — чрезмерное погружение ног; 2 — недостаточно глубокое погружение ног без полукругового движения наружу; 3 — подошвенное сгибание стопы (носок отведен назад) вместо тыльного при выполнении движения ногами наружу.

1. Толчковое движение ноги наружу содержит небольшой компонент движения вниз, когда пловец при выпрямлении ног назад опускает их до уровня туловища. Однако чрезмерное опускание ног вниз вызовет уменьшение движущей силы. Пловец должен чувствовать, что он выпрямляет ноги прямо назад на уровне туловища.

2. Некоторые пловцы недостаточно разводят колени и при выпрямлении ног назад держат стопы слишком близко. Это ограничивает эффективный диапазон отталкивания ногами и уменьшает движения внутрь настолько, что приводит к потере движущей силы. Кроме того, если пловец во время отталкивания воды назад недостаточно разводит колени в стороны, это может стать причиной возникновения болей в коленях.

3. Некоторые пловцы при движении ногами наружу не сгибают стопу в тыльном направлении. Вместо этого они направляют носки назад, из-за чего их стопы скользят в воде, практически не создавая никакой движущей силы при разгибании ног назад. Пловец должен тянуть носки вверх, сгибая ноги в голеностопных суставах и удерживая их в согнутом положении до завершения толчковой фазы движения ногами.

Ошибки при движении внутрь и поднятии ног

Наиболее частые ошибки в этой фазе движения ногами: 1 — выпрямление стоп назад до завершения движения внутрь; 2 — отсутствие поднятия ног после завершения движения внутрь; 3 — слишком малое расстояние между ногами.

1. Наиболее распространенная ошибка в этой фазе движения ног — выпрямление стоп назад до завершения движения ногами внутрь. Пловец не должен направлять носки назад и поднимать ноги к поверхности воды, пока его стопы не соединятся вместе. Вместо этого ему следует удерживать стопы согнутыми внутрь на протяжении всего движения внутрь и вниз.

2. Еще одна распространенная ошибка пловцов — задержка перед поднятием ног к поверхности воды после завершения их движения внутрь. Эту ошибку иллюстрирует схема на рисунке 7.26: пловец не поднимает ноги после завершения движения внутрь. Из-за этого они остаются ниже туловища, увеличивая сопротивление формы и снижая его скорость во время последующего гребка руками.

3. Еще одна ошибка, которая касается движения ногами в целом, состоит в том, что пловец при выпрямлении ног назад держит их слишком близко друг к другу. При таком расположении ног многие пловцы не могут развернуть стопы подошвой назад для выполнения захвата, пока они немного не выпрямят ноги назад, но это укорачивает толчковую фазу. Кроме того, если ноги сдвинуты вместе, то это ведет к увеличению нагрузки на связки и внутренние мениски коленных суставов во время поворота голени наружу в положение для захвата. Расстояние между ногами, которое

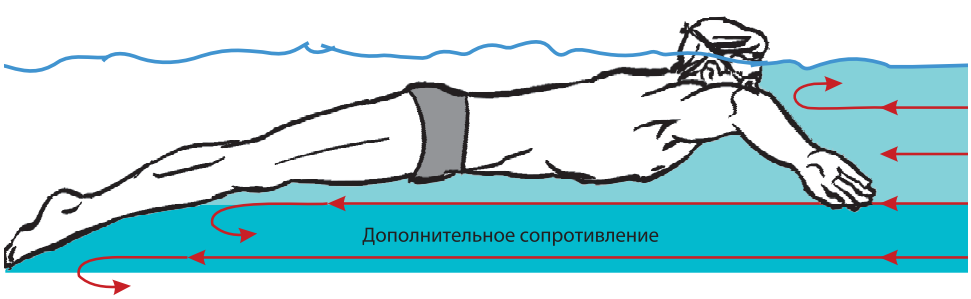


РИСУНОК 7.26 — Ошибка, которая заключается в том, что пловец не поднимает ноги вверх после завершения фазы отталкивания ногами. Это ведет к увеличению сопротивления формы, поскольку ноги пловца находятся ниже туловища

позволяет снизить вероятность травм коленей и избежать снижения движущей силы и в то же время не слишком велико, при подтягивании должно примерно соответствовать ширине плеч. Во время отталкивания и в первой части движения внутрь пловец должен повернуть стопы так, чтобы расстояние между ними превышало ширину плеч, однако после полного выпрямления ног это расстояние снова должно уменьшиться и находиться в пределах ширины плеч.

Ошибки, связанные с согласованием движений и дыханием

В этом подразделе описаны ошибки, связанные с координацией движений рук и ног, положением тела и дыханием.

Нарушения согласования движений

Основные ошибки, связанные с нарушением согласования движений, которые были описаны ранее в этой главе, включают использование скольжения или непрерывного согласования движений вместо «наслаивающегося» согласования движений рук и ног. Не упоминавшаяся ранее ошибка заключается в том, что некоторые пловцы пытаются подтягивать ноги во время выполнения толчковой фазы гребка руками. В таком случае ноги выступают в роли тормозов, снижая скорость движения вперед. Пловец должен начинать подтягивание ног только после завершения движения рук внутрь.

Ошибки, связанные с дыханием

Распространенные ошибки, связанные с дыханием: 1 — преждевременный вдох; 2 — выход к поверхности для вдоха под слишком большим углом; 3 — удерживание головы над водой во время толчкового движения ног.

1. Самая частая ошибка среди пловцов брассом — преждевременный вдох. Они делают вдох одновременно с движением рук наружу, которое само по себе снижает обтекаемость пловца, когда его скорость уже начала снижаться. Выполнение вдоха в этот момент заставляет пловца при движении рук наружу перемещать их вниз, чтобы обеспечить дополнительную опору для головы. Пловец должен выполнять вдох в конце гребкового движения внутрь. Голова и плечи в этой фазе гребка находятся в наивысшем положении, поэтому она идеально подходит для вдоха.

2. Еще одна ошибка — выход на поверхность для вдоха под слишком большим углом. Пловец поднимает голову, отклоняя ее назад и прогибая спину, чтобы поднять лицо над водой. Это снижает скорость движения вперед. Тело пловца должно выходить на поверхность по наклонному пути, который при выполнении вдоха обеспечивает движение вверх наряду с движением вперед.

3. Некоторые пловцы держат голову над водой при отталкивании воды ногами назад. Как отмечалось ранее, новые правила позволяют пловцу в течение большей части гребка руками перемещаться удерживая голову под водой. Пловец должен использовать преимущества такой возможности для увеличения своей обтекаемости и при выполнении толчкового движения ногами размещать голову под водой на одной линии с руками. Вместе с тем не следует опускать голову слишком сильно вниз между руками либо специально нырять, чтобы голова оказалась под водой.

Ошибки при гребке руками под водой

Пловец может и часто совершает ошибки в каждой фазе гребка руками. Рассмотрим некоторые общие ошибки во время скольжения перед началом и после завершения гребка руками под водой.

Ошибки во время первого и второго скольжения

Многие пловцы чрезмерно затягивают скольжение, чтобы максимально увеличить расстояние, преодолеваемое под водой. Однако при этом не следует продолжать скольжение после того, как их скорость снизится ниже предполагаемой скорости во время заплыва на дистанцию. В этом случае они лишь увеличат время проплывания дистанции.

И наоборот, бессмысленно начинать гребок руками под водой, пока пловец движется со скоростью, превышающей предполагаемую во время заплыва на дистанцию. Пловец должен научиться определять момент начала гребка под водой. Он должен укоротить скольжение во время заплывов на короткие дистанции и немного увеличить его для заплывов на длинные дистанции, поскольку в последнем случае предполагаемая скорость будет несколько ниже.

Ошибки во время гребка руками под водой

Четыре самых частых ошибки, совершаемых пловцом во время гребка под водой: 1 — узкое движение рук наружу; 2 — широкое движение рук внутрь; 3 — чрезмерное отталкивание воды вверх; 4 — недостаточное отталкивание воды вверх.

1. При гребке руками под водой пловец совершает ту же ошибку, которая была описана для обычного гребка при плавании брассом, и заключается в том, что он не разводит руки достаточно широко, чтобы иметь возможность повернуть их рабочей поверхностью назад перед началом отталкивания воды. Вместо этого он отталкивает воду вниз, выталкивая тело на поверхность, но не сообщая ему ускорения вперед.

2. Некоторые пловцы во время движения рук внутрь перемещают их слишком далеко назад и недостаточно внутрь. Движение рук внутрь при подводном гребке — это пример приведения рук в плечевых суставах. Во время этого гребкового движения пловец должен перемещать плечи назад, вниз и внутрь в направлении грудной клетки. При завершении движения внутрь кисти должны сблизиться под средней линией туловища.

3. Пловец, который во время движения рук наружу отталкивает воду слишком сильно вверх, преждевременно выпрямляет руки. В результате руки выпрямляются, когда они еще находятся под туловищем. В таком положении пловец отталкивает предплечьями воду вверх, и это тормозит его движение вперед.

4. Многие пловцы склонны совершать во время движения рук вверх другую ошибку. Это означает, что они в конце этого движения отталкивают воду вверх недостаточно сильно. Они прекращают подводный гребок руками до того, как кисти пройдут над ногами. В такой ситуации при выполнении второго скольжения их тело выйдет на поверхность слишком быстро. Пловец всегда должен заканчивать движение рук вверх так, чтобы кисти находились над бедрами.

Ошибки при подтягивании и выполнении толчкового движения ногами, выводящего пловца на поверхность

Одна из самых распространенных ошибок в этой фазе — скольжение к поверхности, последствия которого уже были описаны ранее в этой главе. К числу других ошибок относятся: 1 — плохая обтекаемость рук при выведении; 2 — преждевременное подтягивание ног; 3 — чрезмерное сгибание ног в тазобедренных суставах; 4 — слишком энергичное движение рук и ног вперед.

1. Некоторые пловцы при выведении рук вперед располагают их в стороне от туловища и не придают им обтекаемого положения. Это увеличивает площадь поверхности рук, которая отталкивает воду вперед. Руки при выведении вперед должны располагаться рядом друг с другом, недалеко от туловища, кисти должны рассекать воду ребром.

2. Некоторые пловцы подтягивают ноги вперед одновременно с движением рук вперед к поверхности. Как следствие, они подтягивают ноги медленно в течение длительного времени, и это приводит к более быстрому снижению скорости пловца в данной фазе гребка под водой. Пловец не должен начинать подтягивание ног, пока руки не пройдут на уровне плеч и не начнут вытягиваться вперед. У него останется достаточно времени для перемещения ног в положение для выполнения толчкового движения, направляющего его к поверхности, даже если он начнет его, когда руки преодолеют половину своего пути вперед. Подтягивание ног следует выполнять быстро, но плавно с минимальным сгибанием в тазобедренном суставе до начала их движения в стороны.

3. Подтягивание ног во время гребка под водой должно происходить так же, как обычно при плавании брассом, т. е. пловец должен переместить вперед голени, сгибая ноги только в коленях до момента, когда он будет готов начать их движение в стороны для захвата. Сгибание ног в тазобедренном суставе при подтягивании может привести к полной остановке продвижения пловца.

4. Некоторые пловцы перемещают руки и ноги вперед слишком энергично. Все движения рук и ног вперед необходимо выполнять быстро, но плавно. Площадь поверхности рук и ног, отталкивающей воду вперед, должна быть минимальной, а само усилие не следует выполнять с большим усилием.

Упражнения для совершенствования техники плавания брассом

В этом разделе приведены лучшие упражнения, предназначенные для совершенствования техники плавания брассом. Сюда включены упражнения для тренировки гребка руками и толчкового движения ногами, упражнения для обучения технике согласования движений рук и ног, а также дыхания.

Упражнения для обучения гребку руками

Для обучения технике гребка руками можно использовать упражнение «Увеличенный гребок, используемый при плавании брассом», описанное в главе 3. Далее описаны еще несколько упражнений.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОЙ РУКИ

Пловец может плавать брассом, используя для гребка только одну руку, при помощи ног или без них. Другая рука должна быть вытянута впереди. Это упражнение благодаря использованию только одной руки помогает пловцу сосредоточиться на технике выполнения гребка. Кроме того, это упражнение помогает улучшить технику гребка недоминирующей руки.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ РУК, СЖАТЫХ В КУЛАК

Это упражнение призвано помочь пловцу научиться более эффективно использовать руки во время гребка. Пловец проплывает повторно несколько дистанций любой длины при помощи ног или без них, используя для гребка сжатые в кулак руки. Это упражнение можно использовать и для улучшения техники гребка недоминирующей руки, если пловец во время плавания сожмет в кулак кисть доминирующей руки. Поскольку это ограничивает способность доминирующей руки создавать движущую силу, пловцу приходится более эффективно использовать недоминирующую руку.

ПЛАВАНИЕ С МЕДЛЕННЫМ ДВИЖЕНИЕМ РУК НАРУЖУ И БЫСТРЫМ ДВИЖЕНИЕМ РУК ВНУТРЬ

Это упражнение также можно выполнять в виде плавания при помощи ног или без них. Пловец медленно и плавно выполняет движение рук наружу, пока не сможет начать отталкивание воды руками назад, а затем быстро и энергично выполняет движение рук внутрь. Это прекрасное упражнение для обучения правильной технике выполнения захвата, которое акцентирует внимание пловца на ту фазу гребка, в которой он происходит, — на движение рук внутрь.

Упражнения для обучения движениям ногами

Здесь описаны пять упражнений, предназначенных для улучшения техники движения ногами при плавании брассом.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ НОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ТОЛЧКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ

Пловец старается проплыть бассейн с минимальным количеством толчковых движений ногами. Упражнение можно выполнять с плавательной доской или без нее. Упражнение стимулирует пловца в максимальной степени использовать толчковую фазу движения ногами, а также придавать туловищу и ногам обтекаемую форму во время скольжения. Следует напомнить пловцам о необходимости поднятии ног до уровня туловища во время скольжения.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ДВИЖЕНИЙ НОГАМИ СПОСОБОМ ДЕЛЬФИН

Упражнение также можно выполнять с плавательной доской или без нее. Тем не менее упражнение лучше выполнять с плавательной доской, поскольку это облегчает выполнение волнообразных движений тела. Спортсмен при каждом толчковом движении ногами перемещает бедра вверх и вперед. Следует предупредить пловца о том, что он не должен чрезмерно увеличивать амплитуду волнообразных движений.

ПЛАВАНИЕ НА СПИНЕ ПРИ ПОМОЩИ ТОЛЧКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ НОГ

В этом упражнении пловец несколько раз проплывает на спине при помощи толчковых движений ногами. Руки должны быть вытянуты за голову и повернуты ладонями вверх. Упражнение учит пловца подтягиванию ног без сгибания в тазобедренном суставе, поскольку при поднятии бедра колено будет подниматься над водой.

ПЛАВАНИЕ НА ГРУДИ ПРИ ПОМОЩИ ТОЛЧКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ НОГАМИ С КАСАНИЕМ КИСТЕЙ СТОПАМИ

Это, вероятно, лучшее упражнение для обучения технике подтягивания ног без сгибания в тазобедренном суставе. Упражнение также помогает обучить пловца опускать таз и поднимать голову и плечи при подтягивании ног. Упражнение выполняется без плавательной доски. Руки вытянуты назад, кисти расположены по бокам туловища около поверхности воды. При каждом подтягивании ног вперед пловец касается руками стоп.

Следует объяснить пловцу, что ноги не сгибаются в тазобедренном суставе, пока они не начнут движение наружу.

Во время подтягивания пловец должен поднимать голову над водой для вдоха, а таз погружать глубже, а перед началом толчковой фазы движения ногами ему следует опускать голову и

РИСУНОК 7.27 — Упражнение «Плавание на груди при помощи гребковых движений ногами с касанием кистей рук стопами» выполняет Минди Бах

плечи под воду, придавая им более обтекаемое положение. Выполнение этого упражнения показано на рисунке 7.27.

ПОДТЯГИВАНИЕ НОГ

Это упражнение заключается в плавании на груди при помощи ног без плавательной доски. Руки вытянуты вперед и соединены вместе. Пловец должен сосредоточиться на продолжении движения вперед во время подтягивания ног, вытягивая плечи вперед, когда ноги движутся вверх, и опускать туловище и голову под воду в обтекаемое положение при выпрямлении ног назад. Кроме того, пловец должен обратить внимание на правильное сгибание ног во время подтягивания вперед и их поднятие в обтекаемое положение во время скольжения.

В начале это упражнение следует выполнять с длинными скольжениями, чтобы пловец научился придавать своему телу обтекаемую форму во время движения ног внутрь и последующего скольжения. После этого пловец сможет перейти к плаванию с более короткими скольжениями для улучшения обтекаемости в ритме, приближенном к используемому на соревнованиях.

Упражнения для обучения волнообразным положениям тела и согласованию движений

В этом разделе описаны три лучших упражнения, предназначенных для совершенствования техники волнообразных движений тела и согласования движений рук и ног.

ТОЛЧОК НОГАМИ С ВЫТЯГИВАНИЕМ РУК ВПЕРЕД

Упражнение заключается в плавании при помощи ног без плавательной доски. После каждого толчкового движения ногами пловец выполняет половинный гребок руками. Вслед за движением рук наружу, без выполнения движения рук внутрь, пловец вытягивает руки вперед, чтобы тело оставалось в обтекаемом положении в течение подтягивания и выполнения толчкового движения ногами. Затем, одновременно с завершением движения ногами внутрь, пловец снова выполняет движение рук в стороны. Это упражнение прекрасно подходит для обучения «наслаивающемуся» согласованию.

ПЛАВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ДВИЖЕНИЯ НОГАМИ СПОСОБОМ ДЕЛЬФИН

Пловец должен проплыть несколько раз при помощи гребка руками и движения ногами способом дельфин без поплавка или плавательной доски. На каждое движение ногами приходится один гребок руками. Движение ногами выполняется одновременно с движением руками в стороны. Это упражнение помогает пловцу почувствовать технику волнообразного брасса. Дельфинообразное движение ногами не должно быть чрезмерным. Во время движения ногами вниз пловец не должен чересчур поднимать таз над водой, а во время вытягивания рук вперед — не должен опускать голову и руки слишком сильно вниз. Кроме того, пловец должен сосредоточиться на использовании для движения волны тела, создаваемой ударным движением ногами. Для этого он должен в момент прохождения тазом наивысшей точки поднять лицо вверх и начать движение рук в стороны и вверх.

ДВА ГРЕБКА РУКАМИ, ОДНО УДАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ НОГАМИ

Это упражнение является разновидностью предыдущего и применяется для той же цели. Пловец должен проплыть несколько раз, повторяя при этом серию из трех гребков руками брассом. Одновременно с первыми двумя гребками он выполняет ударное движение ногами способом дельфин, а одновременно с третьим — толчковое движение ногами как при плавании брассом.

Упражнения для совершенствования техники подводного гребка

Следующие три упражнения предлагаются для совершенствования техники выполнения гребка под водой с целью увеличения дистанции и скорости подводного плавания в заплывах на соревнованиях.

ДВА ГРЕБКА РУКАМИ ПОД ВОДОЙ

Спортсмен должен проплыть определенное расстояние, выполняя после каждого поворота по два подводных гребка руками перед выходом на поверхность. Это упражнение помогает развить способность полностью использовать возможность подводного гребка руками без наступления утомления.

ГРЕБОК ПОД ВОДОЙ НА ДАЛЬНОСТЬ

Пловец должен попытаться перед выходом на поверхность преодолеть наибольшее возможное расстояние после каждого гребка под водой. Это хорошее упражнение, которое поможет научиться полностью использовать движущую силу, создаваемую в подводном гребке руками, и придавать телу обтекаемую форму в фазе скольжения. Вместе с тем пловцов брассом следует предупредить о том, что во время соревнований они не должны оставаться под водой так же долго, поскольку из-за этого они потратят слишком много времени, перемещаясь с небольшой скоростью.

ГРЕБОК ПОД ВОДОЙ НА СКОРОСТЬ

Это упражнение применяется для предотвращения слишком длинного скольжения, к которому может развиться склонность в результате выполнения предыдущего упражнения. Необходимо отмечать время, которое пловец затрачивает от момента касания стенки бассейна руками для выполнения поворота до момента прохождения определенной точки на дорожке после поворота и подводного гребка. Обычно эта точка располагается на таком расстоянии, чтобы пловец уже находился на поверхности воды. Пловец должен постараться полностью использовать движущую силу, создаваемую гребком руками и толчковыми движениями ногами под водой, и в то же время найти оптимальную продолжительность скольжения, при которой его скорость не успеет снизиться слишком сильно. Кроме того, следует рассказать пловцу, что после гребка под водой его тело должно подниматься к поверхности воды по пологой наклонной траектории, а первый обычный гребок руками должен совпадать с выходом головы на поверхность.

Глава 8

Старт, поворот и финиш

В наше время массового спортивного плавания и рациональных тренировочных программ спортсмены очень мало времени уделяют совершенствованию техники старта, поворотов и финиша. Это серьезное упущение. Время выполнения старта составляет около 25 % общего времени преодоления дистанции 25 м, 10 % — дистанции 50 м и 5 % — дистанции 100 м на короткой воде. При плавании вольным стилем пловец тратит на выполнение поворотов от 20 до 38 % общего времени при преодолении дистанции от 50 до 1500 м, в том числе и на короткой воде. В заплывах брассом на дистанцию 200 м время на выполнение поворотов и гребка под водой составляет 39 % общего времени заплыва (Thayer, Hay, 1984).

Мои многолетние исследования показывают, что улучшение техники выполнения старта способно улучшить результат пловца минимум на 0,10 с, а улучшение техники выполнения поворотов — по крайней мере, на 0,20 с на каждый поворот. Многие пловцы совершают ошибки и во время финиша. Это могут быть лишние гребки руками или скольжение к стенке бассейна. Плохая координация движений на финише может ухудшить результат пловца на 0,10 с и более.

Всего несколько часов занятий в неделю помогут пловцу существенно улучшить технику старта, поворотов и финиша. Это означает, что незначительные затраты времени позволят ему улучшить время заплыва на дистанцию 50 м в бассейне на короткой воде не менее чем на 0,40 с. При заплыве на дистанцию 100 м на короткой воде эта величина составит уже 0,80 с из-за двух дополнительных поворотов. Улучшение времени заплыва на более длинных дистанциях может быть еще более значительным. Например, улучшение техники выполнения поворотов позволяет уменьшить время проплывания на 5 с на дистанции 1500 м на длинной воде и на 10—12 с на дистанции 1500 м или 1650 ярдов на короткой воде.

О значении такого улучшения результата свидетельствует тот факт, что на Олимпийских играх 1996 г. разница между первым и четвертым местами в женском заплыве вольным стилем на дистанцию 50 м составила всего 0,44 с. У мужчин на дистанции 1500 м первое и четвертое места разделяло 14 с. Вне всяких сомнений, время, затраченное пловцом на тренировку выполнения старта, поворотов и финиша, может принести ему большую пользу.

Старты

При плавании вольным стилем, баттерфляем и брассом спортсмены выполняют старт прыжком со стартового блока. При плавании на спине старт выполняется из воды. На протяжении истории спортивного плавания спортсмены использовали различные способы старта. Первоначально пловцы стартовали со стартового блока из исходного положения, когда руки были отведены назад. Однако вскоре было определено, что они могут ускорить движение после прыжка, если будут стартовать, когда руки вытянуты вперед, а затем выполнят ими мах назад. Эта техника получила название *старт из положения стоя с махом руками назад.* Позднее этот способ был вытеснен более *быстрым стартом с круговым махом руками назад*, при котором руки пловца описывают круговое движение вверх и назад над головой, а затем вниз и вперед одновременно с отталкиванием от стартового блока. Круговое движение позволяет пловцу преодолеть направленную назад силу инерции в первой части маха руками без остановки перед переходом к движению вперед во второй части маха. Это, в свою очередь, увеличило скорость движения вперед в фазе полета. В настоящее время старт с круговым махом руками назад заменили еще более быстрые способы выполнения старта: *старт с захватом* и *легкоатлетический старт.*

Старт с захватом впервые применил Эрик Ханауэр в конце 1960-х годов, после чего он быстро приобрел большую популярность. Сегодня в спортивном плавании его используют практиче-

ски все пловцы (Hanauer, 1967). В большинстве исследований, где проводилось сравнение старта с захватом с обычными способами выполнения старта, было подтверждено, что он обеспечивает бóльшую скорость старта (Bowers, Cavanaugh, 1975; Cavanaugh, Palmgren, Kerr, 1975; Jorgenson, 1971; Michaels, 1973; Roffer, Nelson, 1972; Thorsen, 1975; Van Slooten, 1973; Winters, 1968). Это обусловлено тем, что скорость, которую пловец способен развивать во время выполнения старта, выше, когда он отталкивается руками от края стартовой платформы, чем когда он выполняет мах руками вперед. Вместе с тем снижение скорости пловца при выполнении старта с захватом после отталкивания (дальность полета и скорость скольжения в воде) также происходит быстрее, поскольку отсутствует импульс, создаваемый за счет маха руками.

Тем не менее экспериментальные исследования показывают, что пловцы, использующие старт с захватом, как правило, быстрее входят в воду и выходят на поверхность, несмотря на значительное снижение скорости во время скольжения. Например, было показано, что хотя старт с круговым махом руками назад и обеспечивает более высокую горизонтальную скорость и угол вертикального отталкивания, старт с захватом позволяет сократить время входа в воду на 0,10 с (Thorsen, 1975). По данным других исследований, при использовании старта с захватом пловец отталкивается от платформы в среднем на 0,17 с быстрее, чем при старте с круговым движением рук назад (Bowers, Cavanaugh, 1975). Эти отличия и определяют разницу во времени на 10-метровой отметке при выполнении старта рассмотренными способами.

Сначала пловцы после старта с захватом выполняли вход в воду по очень пологой траектории под малым углом. Во время входа они соприкасались с поверхностью воды почти всем телом и сразу же начинали выполнять гребковые движения. Однако некоторое время спустя в плавании начали использовать новый способ выполнения старта со входом в воду под острым углом в одну точку.

При таком способе выполнения старта тело пловца описывает в воздухе высокую дугу, часто сгибаясь во время движения в пояснице, и входит в воду под достаточно большим углом. Основным преимуществом такого старта является уменьшение сопротивления при входе тела пловца в воду. Благодаря этому возрастает скорость скольжения под водой. Разница между двумя способами старта показана на рисунке 8.1.

В первом случае (схема слева) спортсменка входит в воду под малым углом по пологой траектории. При входе в воду она касается воды всей нижней поверхностью тела, что приводит к быстрому торможению ее движения. При альтернативном способе старта тело спортсменки входит в воду в одной точке, погружаясь в воду с гораздо меньшим сопротивлением. Благодаря этому ее скорость во время подводного скольжения снижается не так быстро.

Следует предостеречь об опасности, связанной с использованием старта со входом в воду в одну точку под большим углом, в частности в бассейнах с малой глубиной. Имеются сообщения о случаях удара пловца лицом или головой о дно бассейна. Некоторые из этих пловцов получили в результате удара серьезные травмы, которые повлекли за собой паралич. Таким образом,

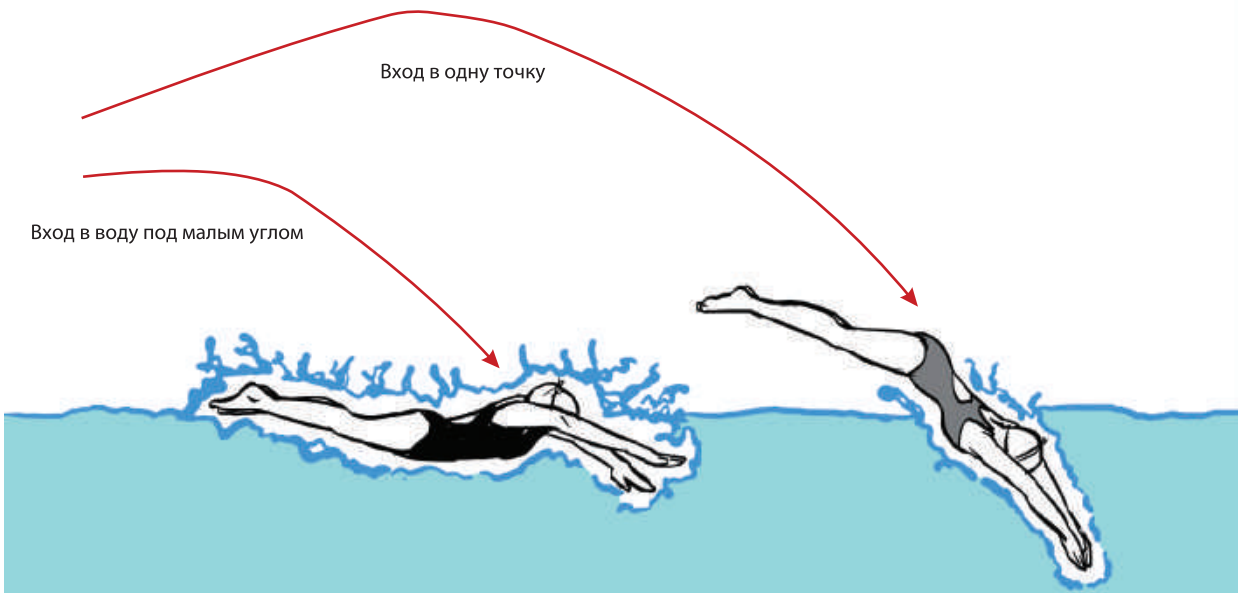


РИСУНОК 8.1 — Сравнение двух способов входа спортсмена в воду после старта

в бассейнах с глубиной менее 180 см использование этого способа старта недопустимо. По данным исследований, глубина погружения пловца при старте со входом в одну точку варьирует от 1 до 1,7 м (Counsilman et al., 1988).

Недавно появилась еще одна разновидность старта с захватом — легкоатлетический старт. Основное отличие этого способа от классического старта с захватом заключается в исходном положении пловца на стартовой платформе. При выполнении легкоатлетического старта пловец ставит одну ногу к заднему краю платформы, а другую выдвигает вперед. В случае обычного старта с захватом пальцы ног пловца выступают вперед за край платформы.

К настоящему времени сравнению эффективности этих двух способов старта посвящены отдельные исследования. В одном из них отличий в скорости преодоления первых 5, 10 и 12,5 м после старта обнаружено не было (Counsilman et al., 1988). По результатам другого, легкоатлетический старт позволяет пловцу быстрее оттолкнуться от стартовой платформы, однако после входа в воду его скорость снижается. Различий для двух разных способов старта во времени преодоления первых пяти метров после выполнения старта установить не удалось (Ayalon, Van Gheluwe, Kanitz, 1975). Еще одно исследование показало, что при выполнении легкоатлетического старта пловец покидает платформу быстрее (на 0,07 с) и сохраняет это преимущество на протяжении первых пяти метров дистанции (Welcher, George, 1998). Разница во времени преодоления первых пяти метров дистанции составила 0,06 с при абсолютных значениях 1,81 с для легкоатлетического старта и 1,87 с для обычного старта с захватом, что говорит о наличии достоверных отличий.

В четвертом исследовании время преодоления первых 5,5 м дистанции было больше при выполнении легкоатлетического старта (Zatsiorsky, Bulgakova, Chaplinsky, 1979). По данным пятой работы, легкоатлетический старт оказался намного быстрее (Guimares, Hay, 1985). В шестом исследовании не измеряли времени преодоления определенного расстояния после старта, но оценивали другие показатели. Время отталкивания от платформы было меньше при выполнении легкоатлетического старта, тогда как после обычного старта с захватом пловец преодолевал достоверно большее расстояние до входа в воду (Allen, 1997).

Таким образом, однозначного вывода в отношении эффективности легкоатлетического старта сделать пока не удалось. Пловцы, использующие этот способ, очевидно, быстрее отталкиваются от платформы, но входят в воду под более острым углом и теряют время в момент скольжения. С другой стороны, у пловцов, использующих обычный старт с захватом (обе ноги расположены на переднем крае платформы), момент отрыва от поверхности платформы происходит позднее, однако в воду они входят под углом, обеспечивающим более быстрое скольжение. По результатам двух исследований, скорость скольжения пловца после входа в воду является основным фактором, определяющим отличия во времени, затрачиваемом на выполнение старта (Guimares, Hay, 1985; Zatsiorsky, Bulgakova, Chaplinsky, 1979). Установлена достоверная корреляция (r = 0,94) между скоростью старта и скоростью выполнения скольжения (Bulgakova, Chaplinsky, 1979). В то же время корреляция между скоростью старта и временем отрыва от платформы составила всего 0,60.

Сегодня все большее количество спортсменов используют легкоатлетический старт несмотря на то, что в некоторых экспериментальных исследованиях было показано, что он уступает по результативности обычному старту с захватом. Очевидно, пловцы интуитивно ощущают, что этот способ более быстрый, или же предпочитают его по причине того, что он обычно дает меньше фальстартов. Более устойчивое положение пловца на платформе при легкоатлетическом старте уменьшает вероятность потери равновесия в случае преждевременного отталкивания руками. Поскольку до сих пор не установлено, какой из двух способов старта лучше, я опишу их оба. Кроме того, предложу для обоих способов некоторые модификации, которые помогут увеличить скорость старта.

Традиционный старт с захватом

Техника выполнения старта с захватом при плавании вольным стилем показана на рисунках 8.2 и 8.3. Для удобства описания старт с захватом разделен на следующие фазы: 1 — исходное положение; 2 — тяга за край стартовой платформы руками; 3 — отталкивание ногами от платформы; 4 — полет; 5 — вход в воду; 6 — скольжение под водой и выход.

Исходное положение

Перед стартом спортсмены находятся позади стартовой платформы, пока судья не даст разрешения занять исходное положение командой «Участникам занять места!». После этой команды спортсмены встают на платформу, захватывая ее передний край пальцами ног. Ноги должны располагаться примерно на ширине плеч. При таком положении ног пловец имеет больше возможностей использовать сильную ногу в качестве

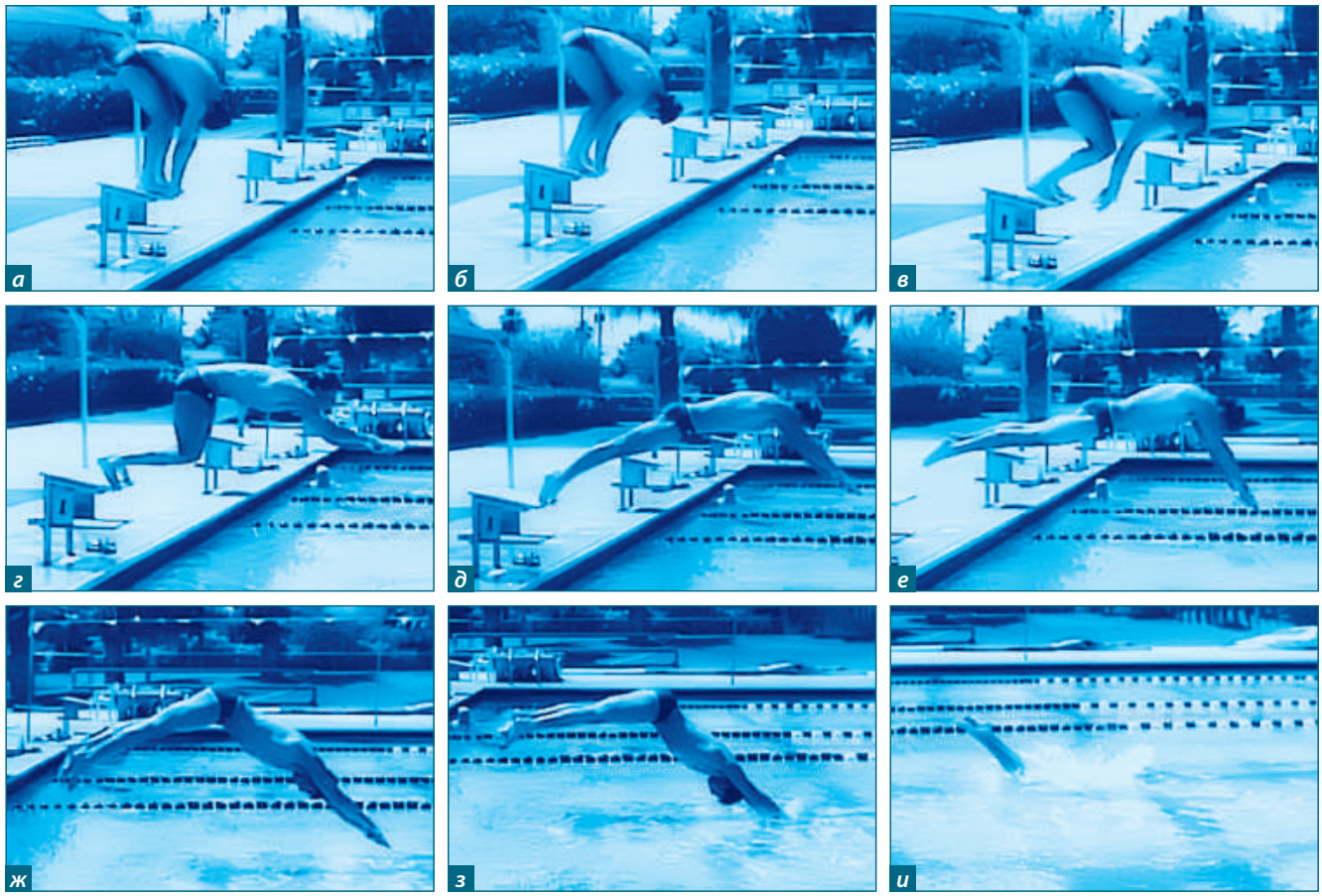


РИСУНОК 8.2 — **Старт с захватом Крейга Хатчисона, члена олимпийской сборной Канады 2000 г.: *а* — исходное положение; *б* — тяга руками вверх с захватом за нижнюю часть платформы после стартового сигнала; *в* — отрывание рук от платформы; начало разгибания ног; *г* — продолжение разгибания ног; *д* — вытягивание тела в положение для входа; завершение разгибания ног; *е* — полет; *ж* — сгибание туловища в пояснице; *з* — начало входа в воду руками; *и* — вход тела в воду**

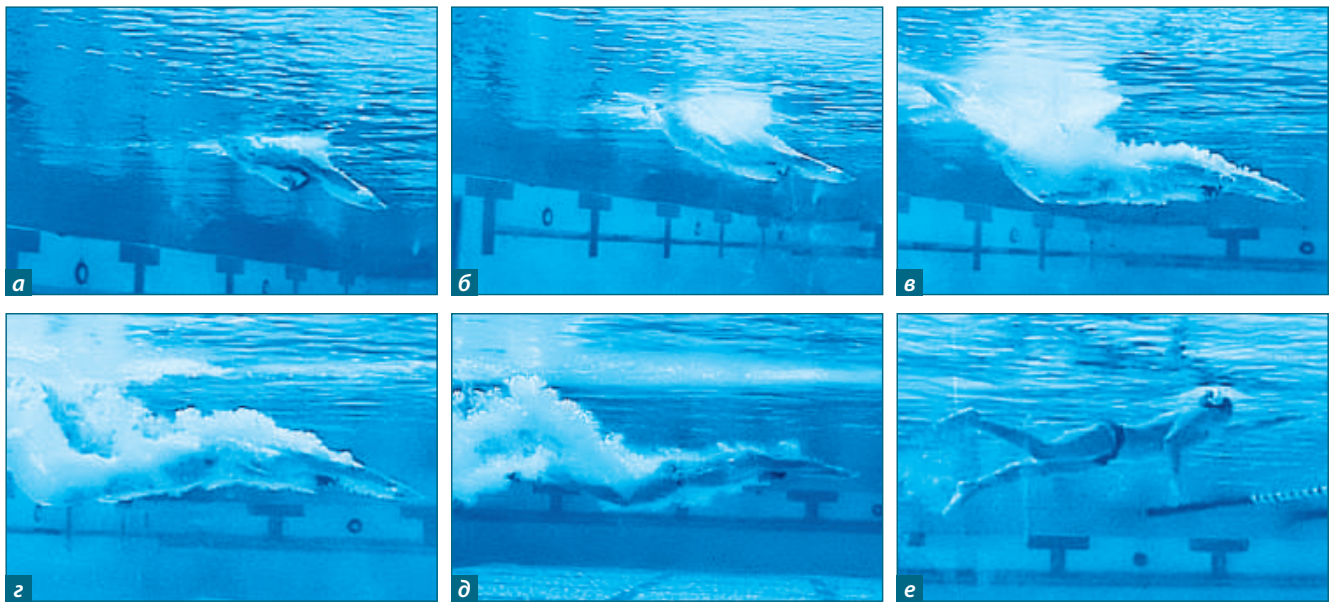


РИСУНОК 8.3 — **Серия последовательных фотографий, показывающих вход в воду и подводную часть старта с захватом Гильермо Диаза ДеЛеона, бывшего члена всеамериканской сборной NCAA от Аризонского университета: *а* — вход в воду с движением вниз и вперед; *б* — прогиб спины во время входа; изменение направления траектории с движения вниз на движение вперед; *в* — подготовка для выполнения первого удара ногами способом дельфин; *г* — завершение первого удара ногами способом дельфин; *д* — завершение дополнительного движения ногами способом дельфин; *е* — начало попеременного движения ногами и выполнение первого гребка руками**

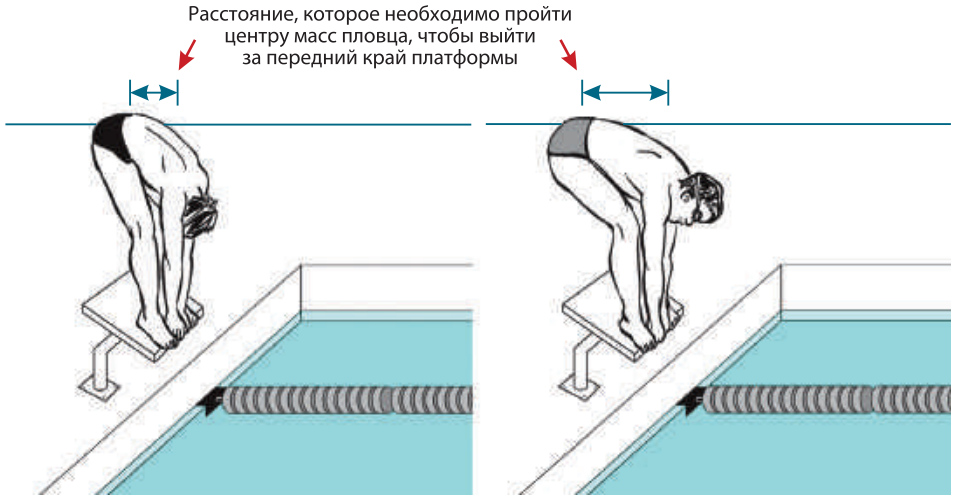


РИСУНОК 8.4 — Сравнение положения центра масс тела в двух вариантах исходного положения пловца при старте с захватом

Предлагаемое мною положение пловца и рекомендуемое обычно исходное положение с глубоким приседом показаны на рисунке 8.4. Схема справа показывает пловца в глубоком приседе. У пловца на левой схеме ноги согнуты гораздо меньше. Видно, что при использовании исходного положения с глубоким приседом центр масс больше сдвинут назад.

Положение головы также играет определенную роль в расположении центра масс ближе к переднему краю стартовой платформы. Когда голова опущена вниз, как показано на схеме в левой части рисунка 8.4, центр масс немного смещается вперед. Когда пловец смотрит вверх, как на схеме в правой части рисунка 8.4, положение центра масс смещается назад. Поэтому я рекомендую пловцам в исходном положении опускать взгляд вниз.

толчковой, чем когда ноги располагаются рядом или шире плеч. Пловец должен захватить передний край платформы первой и второй фалангами пальцев рук. Руки могут находиться между стопами или снаружи от них. Квалифицированные пловцы используют оба способа расположения рук, и исследования не позволяют отдать преимущество какому-то одному из них. Ноги должны быть согнуты в коленях под углом около 30—40°, руки слегка согнуты в локтях. Голова опущена вниз, взгляд направлен на воду перед платформой. В исходном положении пловец должен подать тело вперед и сохранять равновесие при помощи рук, удерживающихся за край платформы, как это показано на рисунке 8.2, *а*.

Положение ног и головы, описанное мною, отличается от обычно рекомендуемого. В исходном положении пловцов, как правило, учат сильнее сгибать ноги в коленях и держать голову выше. Однако для быстрого старта центр масс пловца должен располагаться как можно ближе к переднему краю платформы, поскольку пловец не может начать отталкивание вперед, пока центр его масс не переместится за передний край платформы. Поэтому если центр масс располагается вблизи от края платформы, то это уменьшает расстояние, на которое его потребуется переместить для отталкивания вперед после стартового сигнала. Пловец в исходном положении может сместить центр масс вперед, опустив голову вниз и незначительно согнув колени. При более глубоком приседе большая часть тела выдвигается вперед за пределы стартовой платформы, в результате чего пловцу приходится смещать центр масс в противоположную сторону, т. е. назад. В конечном итоге, для перемещения центра масс за передний край платформы после стартового сигнала потребуется дополнительное время.

Тяга за край стартовой платформы руками

После стартового сигнала пловец должен потянуть себя руками вниз, удерживаясь за край стартовой платформы. Это приведет к смещению таза и центра масс вниз и вперед за передний край стартовой платформы так, что он сможет направить движение тела вперед к поверхности воды. Кроме того, тяга руками вверх приведет к дополнительному сгибанию ног в коленях и тазобедренных суставах, благодаря чему возрастает усилие, создаваемое при их разгибании. Пловец не должен отталкиваться назад руками от края платформы. Тяга за край платформы ускоряет движение тела вперед (Guimares, Hay, 1985). Тяга руками показана на рисунке 8.2, *б*.

Пловец не должен выполнять длинную или мощную тягу, чтобы начать движение тела. Это не увеличит его скорость или силу отталкивания от платформы. Задача пловца состоит в том, чтобы переместить тело вперед, после чего начинает действовать сила тяжести. Для этого он выполняет короткую тягу вверх, используя в качестве опоры нижнюю часть поверхности стартовой платформы, а затем как можно быстрее отпускает руки.

Отталкивание ногами от стартовой платформы

После начала движения пловцу обычно необходимо 0,70—0,90 с, чтобы покинуть стартовую

платформу (Lewis, 1980; Bloom, Hosler, Disch, 1978). Он может сократить это время до минимума, если отпустит передний край платформы сразу же после начала движения тела вперед. Короткая тяга руками приведет тело в движение вперед и вниз уже под действием силы тяжести, пока колени пловца не согнутся под углом около 80°. В этот момент пловец должен выпрямить ноги, направляя движение тела вперед и вверх со стартовой платформы. Пловец приводит тело в движение мощным разгибанием ног в тазобедренных и коленных суставах, за которым следует разгибание стоп в голеностопных суставах. Момент отталкивания пловца от платформы показан на рисунке 8.2, *в—д*.

После отпускания руками стартового блока пловец должен выпрямить руки, перемещая их вперед по круговой траектории, пока они не будут направлены на точку, в которой произойдет вход в воду. Во время движения вперед пловец быстро сгибает руки, перемещая их вверх к подбородку. После этого одновременно с разгибанием ног он быстро выпрямляет руки вперед и вниз. Координация движений рук и ног напоминает таковую во время вертикального прыжка или прыжка в баскетболе. Если вы можете представить себя во время прыжка вверх для перехвата мяча, то сможете понять, как согласование движения рук вверх с разгибанием ног способно увеличить расстояние прыжка. Такое же согласование движений (рис. 8.2, *г, д*) способно увеличить дальность полета пловца при отталкивании от платформы во время старта.

Угол между поверхностью платформы и линией ног в момент их отрыва должен составлять примерно 30—40° (рис. 8.2, *д*). Отталкивание под таким углом обеспечивает пловцу дуговидную траекторию, необходимую для входа тела в одну точку.

Полет

После отрыва ног от стартовой платформы тело пловца перемещается по дуге, поднимаясь вверх в первой половине полета и опускаясь вниз к поверхности воды во второй. Чтобы обеспечить обтекаемую форму тела во время входа в воду, пловец в наивысшей точке подъема сгибает туловище в пояснице. Момент подготовки ко входу в воду показан на рисунке 8.2, *ж*.

Пловец должен придать телу обтекаемое положение еще до отрыва ног от стартовой платформы, поскольку иначе он не успеет этого сделать до входа в воду. Для этого он во время отталкивания перемещает руки вперед и вниз, а также опускает голову вниз. В результате этих действий верхняя часть туловища пловца начинает движение вниз, пока таз и ноги продолжают движение вверх через наивысшую точку траектории. Пловец должен правильно скоординировать движения головы так, чтобы во время движения вперед она была поднята вверх (рис. 8.2, *в, г*), а во время разгибания ног — опустилась вниз (рис. 8.2, *д*). Когда тело пройдет наивысшую точку траектории, пловец должен подтянуть ноги вверх на одну линию с туловищем, чтобы придать телу обтекаемую форму во время входа в воду (рис. 8.2, *з*).

Фаза полета обычно продолжается 0,30—0,40 с, и за это время пловец преодолевает по воздуху расстояние около 3—4 м (Spina, 1995; Lewis, 1980; Hanauer, 1972).

Вход в воду

Во время входа в воду стопы пловца должны войти в том же месте на поверхности воды, где перед этим вошли руки и голова. Момент входа показан на рисунке 8.2, *и*.

Скольжение под водой

На рисунке 8.3 показана фаза скольжения. Во время входа в воду тело пловца должно иметь обтекаемую форму. Руки полностью выпрямлены и соединены вместе, желательно одна кисть поверх другой, голова расположена между руками. Ноги прямые, сведены вместе, стопы разогнуты так, что пальцы ног выпрямлены назад. Туловище в пояснице прямое. Угол входа в воду составляет примерно 30—40° к поверхности воды (Spina, 1995; Counsilman et al., 1988; Beritzhoff, 1974). При таком угле тело пловца входит в воду с наименьшим сопротивлением. Однако тело пловца при этом погружается глубоко в воду, если только он не изменяет направления своего движения с направления вниз и вперед на направление вперед и вверх почти сразу после входа.

Для изменения направления движения пловец выполняет резкое движение обеими ногами вниз и одновременно прогибает спину, а также поднимает голову и руки к поверхности. Согласование этих действий может варьировать в зависимости от того, насколько быстро пловец хочет выйти на поверхность. В заплывах на короткие дистанции пловец начинает изменение направления движения тела в момент входа в воду, как это показано на рисунке 8.3, *б, в*. На длинных дистанциях пловец сначала дожидается почти полного погружения тела. Единственным исключением из этого является брасс, когда пловец целенаправленно погружается во время скольжения глубже, чтобы подготовиться к выполнению гребка под водой.

Ударное движение ногами вниз показано на рисунке 8.3, *в, г*. При плавании баттерфляем пловец перед выходом на поверхность обычно

выполняет два-три удара ногами способом дельфин. При плавании вольным стилем многие пловцы после входа в воду также делают два-три удара перед выполнением попеременных движений ногами и гребков руками. На соревнованиях по плаванию вольным стилем я рекомендую поступать именно так, поскольку ударные движения ногами способом дельфин более эффективны по сравнению с попеременными движениями ногами, и это позволяет пловцу в фазе скольжения после старта двигаться к поверхности быстрее. Определено, что время преодоления первых 10 м дистанции после выполнения старта при плавании вольным стилем в случае использования ударных движений ногами способом дельфин примерно на 0,20 с меньше, чем при попеременных движениях как при плавании кролем на груди.

Движения ногами способом дельфин после входа в воду следует выполнять в соответствии с указаниями для пловцов баттерфляем, изложенными в главе 5. То есть пловец должен использовать шимми — серии небольших чередующихся волнообразных движений руками по вертикали, которые сопровождают ударные движения ногами вверх и вниз.

Часть пловцов, специализирующихся на спринтерских дистанциях вольным стилем или баттерфляем, в настоящее время до выхода на поверхность и начала гребков руками проплывают разрешенные правилами 15 м под водой с помощью движений ногами способом дельфин. Выбор такого способа преодоления дистанции должен определяться необходимой скоростью продвижения каждого конкретного пловца при плавании под водой при помощи движений ногами способом дельфин. Я рекомендую делать так только в том случае, когда возможная скорость проплывания под водой выше, чем по поверхности.

Независимо от того, перемещается пловец только скольжением или выполняет движения ногами, ему следует уменьшить сопротивление формы после входа в воду за счет поддержания обтекаемого положения тела. Голова расположена между руками, руки вытянуты вперед за голову, кисти соединены вместе одна поверх другой. Во время скольжение туловище выпрямлено, ноги прямые и сведены вместе, пальцы ног вытянуты назад.

Выход

Движение к поверхности воды при помощи движений ногами должно происходить по наклонной траектории, чтобы в момент выхода скорость движения пловца вперед превышала скорость движения вверх. На соревнованиях по плаванию вольным стилем пловец должен начать попеременные движения ногами непосредственно перед первым гребком руками. Это позволит установить ритм и пловец сможет выйти на поверхность, выполняя гребок способом кроль на груди. Начало попеременного движения ногами и средняя часть гребка руками одновременно с выходом головы на поверхность показаны на рисунке 8.3, *е*.

Первый гребок руками начинается вблизи от поверхности воды, а в момент выхода головы на поверхность он должен уже завершаться. Это мощное гребковое движение назад одной рукой в кроле на груди или обеими руками в баттерфляе. Оно выводит тело вверх на поверхность, при этом скорость движения пловца вперед должна соответствовать предполагаемой для конкретной дистанции. Во время гребка руками под водой голова остается опущенной вниз и не поднимается до выхода на поверхность.

После выхода на поверхность пловец не должен прекращать движение для выполнения вдоха или визуального контроля за другими пловцами, а как можно скорее установить правильный ритм гребка. Выполнение вдоха или визуальный контроль — две наиболее частых ошибки, замедляющие движение пловца в момент выхода на поверхность. По этой причине пловцам на дистанциях вольным стилем или баттерфляем

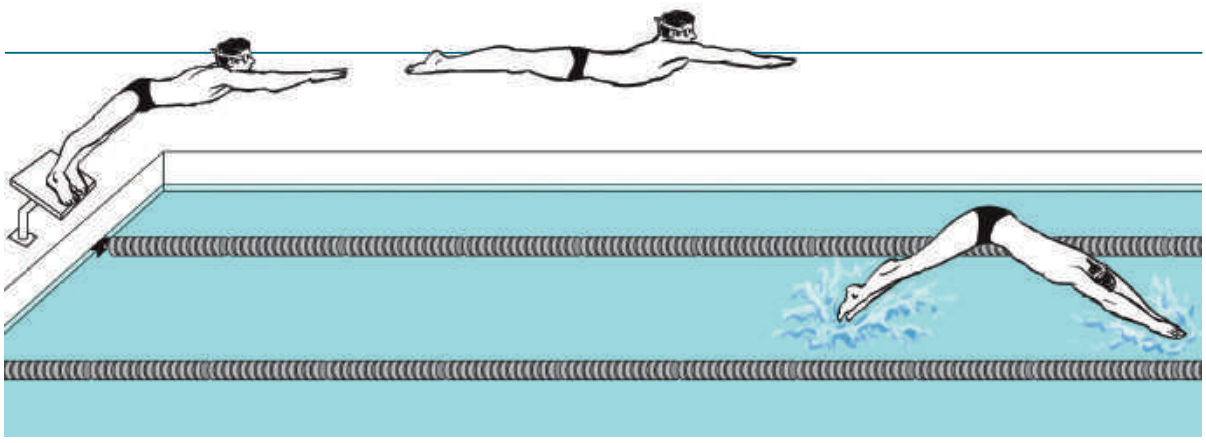


РИСУНОК 8.5 — Вход в воду пловца, который во время полета поднимает голову вверх и прогибает спину вниз

лучше отложить вдох до конца первого цикла гребка или даже до второго. Во время заплывов на короткие дистанции 25 или 50 м пловец должен выполнить до вдоха несколько гребков.

Понятно, что все это не касается пловцов, специализирующихся в плавании брассом. Пловец брассом после входа в воду скользит под водой дольше, пока его скорость не снизится до уровня необходимой для дистанции во время заплыва. После этого он выполняет только один гребок руками под водой и после небольшого скольжения — толчковое движение ногами, направляющее его тело к поверхности. Затем пловец должен вытолкнуть руками тело вперед и вверх так, чтобы его голова показалась на поверхности прежде, чем руки при выполнении первого гребка. Техника скольжения и гребка под водой после входа в воду была описана ранее в соответствующем подразделе главы 7, посвященной технике плавания брассом.

Я хотел бы подробно описать движения головы, которые следует выполнить пловцу при старте с захватом, поскольку это, вероятно, один из основных факторов, определяющих обтекаемое положение тела при входе в воду. Как уже отмечалось, в момент отрыва ног от стартовой платформы лицо пловца должно быть опущено вниз. Благодаря наклону головы вниз движение верхней части туловища во время полета направлено вниз так, что он может согнуть тело в верхней точке полета и вовремя поднять ноги, чтобы все тело вошло в воду в одной точке. Многие пловцы не могут согнуть тело и войти в воду правильно из-за того, что у них во время полета лицо поднято вверх, а спина прогнута вниз.

Эти ошибки во время входа в воду показаны на рисунке 8.5. Пловец во время полета поднимает голову и прогибает спину. В итоге он сгибает тело в пояснице только после прохождения верхней точки траектории. Из-за этого его тело входит в воду в частично согнутом положении — туловище и ноги входят в воду позади точки входа рук. Это ведет к увеличению сопротивления воды и быстрому снижению скорости сразу после входа в воду.

Легкоатлетический старт

Легкоатлетический старт показан на рисунке 8.6. Его основное отличие от обычного старта с захватом заключается в исходном положении и величине угла отталкивания от стартовой платформы. Исходное положение показано на рисунке 8.6, *а*. Видно, что одна нога расположена

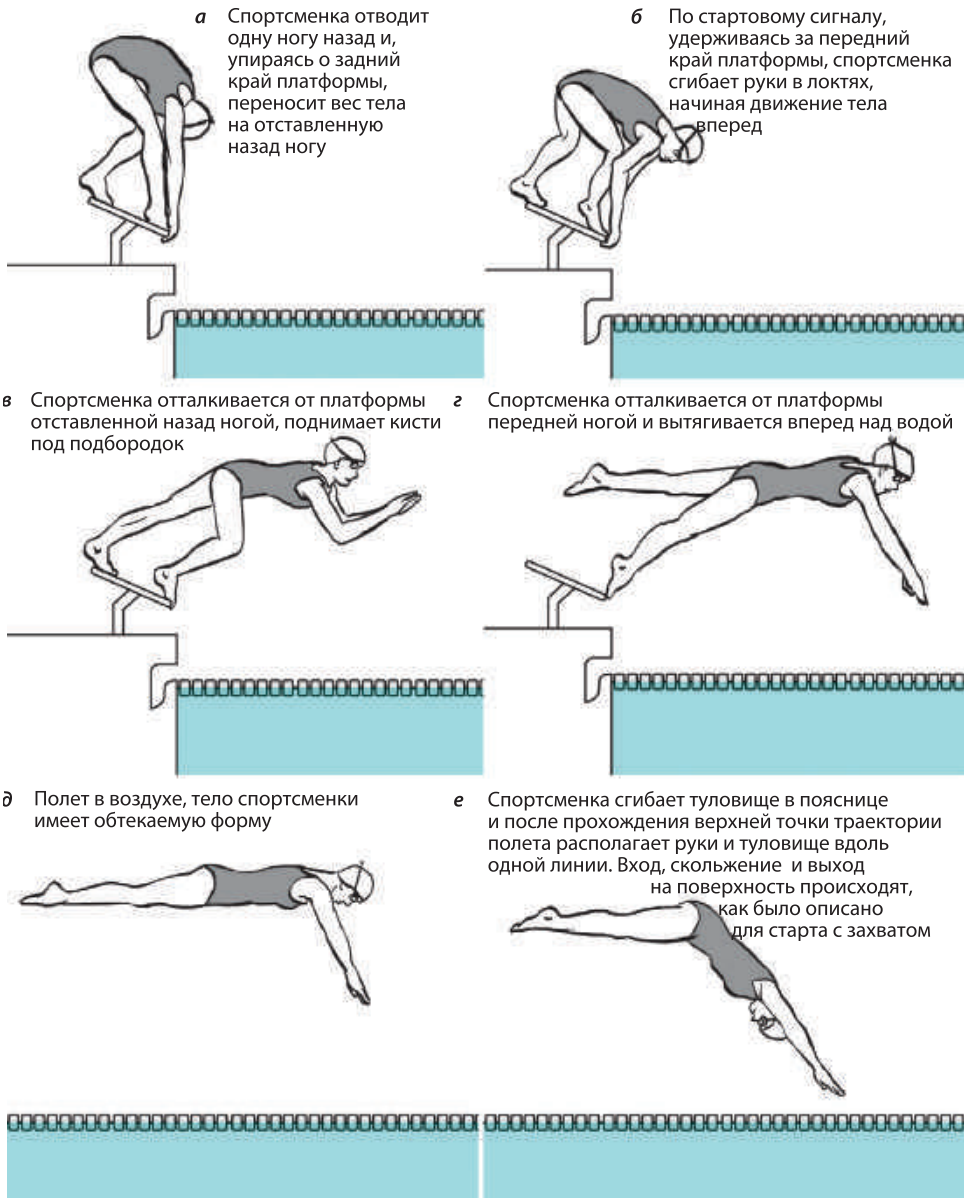


РИСУНОК 8.6 — Легкоатлетический старт

позади другой. Момент отталкивания от стартовой платформы показан на рисунке 8.6, *г*. Обратите внимание, что в этом случае траектория полета более пологая, чем при старте с захватом.

В момент ожидания стартового сигнала носок одной стопы располагается на переднем крае платформы, а вторая стопа отодвинута назад и упирается в наклонную поверхность платформы. Вторая стопа должна располагаться возле заднего края платформы, чтобы пловец мог использовать для толчка вперед ее наиболее приподнятую часть. Голова должна быть опущена вниз, обе руки держатся за передний край платформы. По стартовому сигналу пловец сгибает руки, наклоняя туловище вперед в направлении к воде. После этого он отпускает край платформы и выбрасывает руки вперед круговым движением, как это было показано для старта с захватом. Одновременно с этим он должен оттолкнуться от платформы ногами. Сначала ускорение тела вперед происходит за счет разгибания ноги, отставленной назад, за которым сразу же следует разгибание передней ноги. Первой от платформы отрывается отставленная нога.

При легкоатлетическом старте траектория полета более пологая, чем при традиционном старте с захватом. Тем не менее пловец должен постараться сделать ее как можно более дугообразной, не увеличивая при этом времени отталкивания от платформы. Как и в случае обычного старта с захватом, пловец во время сгибания рук должен поднять голову вверх, а во время отталкивания от платформы — опустить вниз. И точно так же, чтобы тело пловца вошло в воду под оптимальным углом, он должен во время полета согнуться в пояснице.

Один из спорных моментов выполнения легкоатлетического старта — должен ли пловец в исходном положении наклоняться вперед, смещая вес тела на выставленную вперед ногу, или же должен отклониться кзади. Я рекомендую использовать последний вариант. В случае использования легкоатлетического старта пловец начинает отталкиваться от платформы ногой, отставленной назад. Поэтому есть все основания перенести вес тела на эту ногу. Если же вес смещен вперед, то ему для отталкивания от платформы придется сначала отклониться назад.

Результаты, полученные двумя группами исследователей, показывают, что при переносе веса тела на «заднюю» ногу время отталкивания пловца от платформы увеличивается. В момент входа в воду, у него наблюдается бóльшая скорость, что позволяет догнать пловцов, которые в исходном положении располагают вес тела над передней ногой (Welcher, George, 1998; Vilas, Boas et al., 2000).

Использование маха руками при старте с захватом и легкоатлетическом старте

Исследования показывают, что выполнение маха руками при прыжке вверх позволяет увеличить высоту прыжка на 10—23 % за счет использования «упругой энергии» (Bosco, Komi, 1979, 1980). Вероятно, именно поэтому некоторые из пловцов интуитивно пытаются использовать мах руками при старте с захватом для увеличения скорости движения вперед в момент входа в воду. Обычно применяется один из двух способов. Первый представляет собой *прямой мах назад*, при котором пловец после стартового сигнала делает мах руками назад, а потом вперед.

Второй способ заключается в выполнении движения, напоминающего пронос рук в баттерфляе, — пловец после стартового сигнала делает круговое движение руками назад, вверх и вперед по часовой стрелке. Этот способ, называемый мах руками способом баттерфляй, представляет собой разновидность кругового маха руками назад, который широко применялся до появления старта с захватом. Круговое движение руками способом баттерфляй по часовой стрелке при старте с захватом и легкоатлетическом старте обладает большей эффективностью по сравнению с круговым махом назад, выполняемым против часовой стрелки. Мах руками способом баттерфляй позволяет пловцу сохранять руки в движении в течение всего времени, пока он не оттолкнется от стартового блока. При использовании кругового маха руками назад пловец после тяги за передний край платформы делает мах руками назад, и здесь перед движением рук вперед ему приходится их останавливать. Это увеличивает время, необходимое для отталкивания от платформы.

Мы провели исследование обоих способов маха руками в сочетании со стартом с захватом и легкоатлетическим стартом (Spina, 1995). Группу квалифицированных пловцов в течение 2 нед. обучали выполнению старта с прямым махом руками и махом способом баттерфляй. Все спортсмены на соревнованиях применяли старт с захватом или легкоатлетический старт без маха руками. Статистический анализ времени преодоления дистанции 11,3 м после выполнения старта не обнаружил достоверных отличий между тремя способами старта. Вместе с тем дополнительный анализ выявил несколько отличий в различных фазах старта, которые склоняют в пользу использования старта с прямым махом назад или махом способом баттерфляй.

Основные преимущества старта с махом руками по сравнению с традиционными способами старта с захватом и легкоатлетического старта

состоят в увеличении дальности полета и более обтекаемой форме тела в момент входа в воду. При выполнении маха способом баттерфляй дальность полета составила в среднем 345 см по сравнению с 332 см при старте с захватом или атлетическом старте без маха руками. Это различие является достоверным. Среднее расстояние полета при выполнении прямого маха руками назад также оказалось больше по сравнению с традиционными способами старта, хотя в данном случае различия оказались недостоверными. При использовании обоих способов маха руками наблюдалось увеличение угла входа пловца в воду, что можно объяснить увеличением дальности полета.

Несмотря на существование такой возможности, при использовании старта с любым типом маха руками и традиционным стартом не удалось обнаружить их различий по времени от стартового сигнала до отрыва от стартовой платформы. Хотя достоверных отличий в результатах преодоления расстояния первых 11,3 м при разных способах старта обнаружить не удалось, мы считаем, что использование маха руками при старте дает ряд преимуществ. Одна из возможных причин полученных результатов — продолжительность периода обучения — была недостаточной для овладения новой техникой старта, поскольку никто из спортсменов ранее ее не использовал. Следует заметить, что несколько пловцов из группы, принимавшей участие в исследовании, после его завершения продолжили тренироваться с использованием маха руками при старте. После шести месяцев тренировок все они при старте с махом руками показывали лучшее время, чем при обычном старте.

Выполнение прямого маха руками при обычном старте с захватом (обе ступни расположены на переднем крае стартовой платформы) показано на рисунке 8.7. Исходное положение ничем не отличается от описанного ранее. После стартового сигнала пловец энергично тянет тело вперед, удерживаясь руками за передний край платформы. После начала движения тела вперед он должен отпустить руки и, используя импульс, созданный при сгибании рук, продолжить их движение назад и вверх выше уровня плеч за спиной. После этого спортсмен выполняет резкий мах руками вниз и вперед до положения, в котором руки будут направлены в предполагаемое место входа пловца в воду. Представленная техника выполнения прямого маха назад с равной эффективностью может применяться при обычном старте с захватом и при легкоатлетическом старте.

На рисунке 8.8 показана техника выполнения маха руками способом баттерфляй при использовании варианта легкоатлетического старта. Здесь исходное положение пловца также не отличается от описанного для обычного легкоатлетического старта. Одновременно со стартовым сигналом пловец, удерживаясь за край платформы руками, должен согнуть руки в локтях и начать движение тела вперед и вниз. После этого он отпускает руки и, используя созданный импульс, продолжает их движение по круговой траектории назад, вверх, вперед и вниз до момента, когда они будут направлены на предполагаемое место входа в воду.

Я считаю, что выполнение маха руками способом баттерфляй происходит быстрее, чем прямого маха назад. Его преимущество заключается в том, что круговое движение позволяет пловцу увеличить импульс силы движения, поскольку он сохраняет руки в движении от момента отпускания края платформы до их вытягивания вперед. Это позволяет увеличить скорость движения

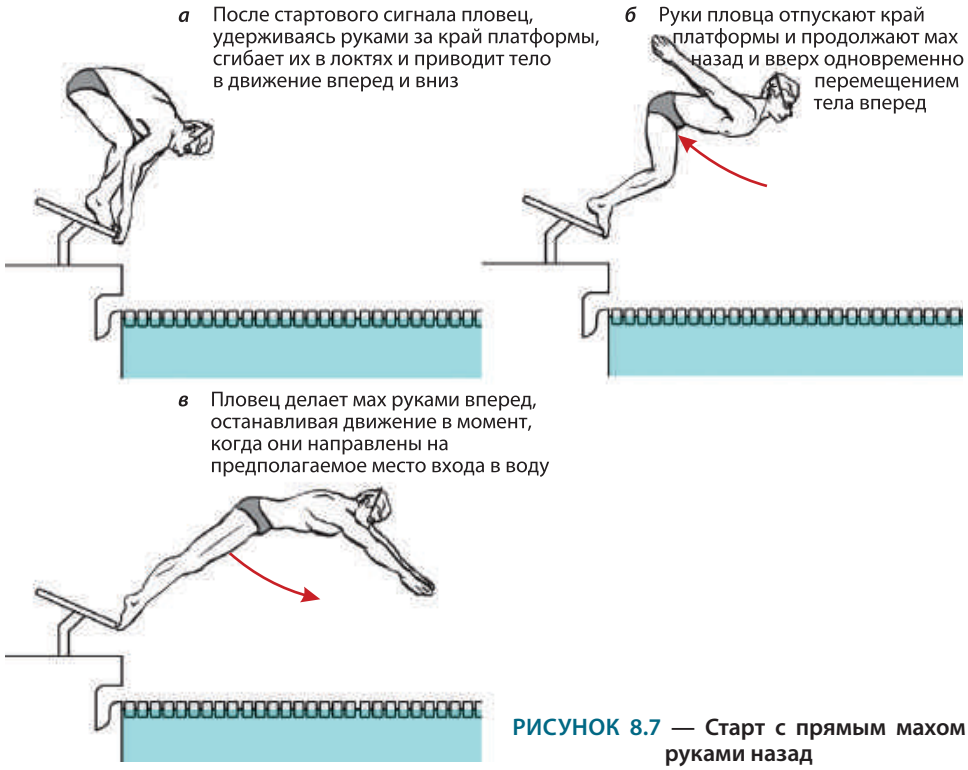


РИСУНОК 8.7 — Старт с прямым махом руками назад

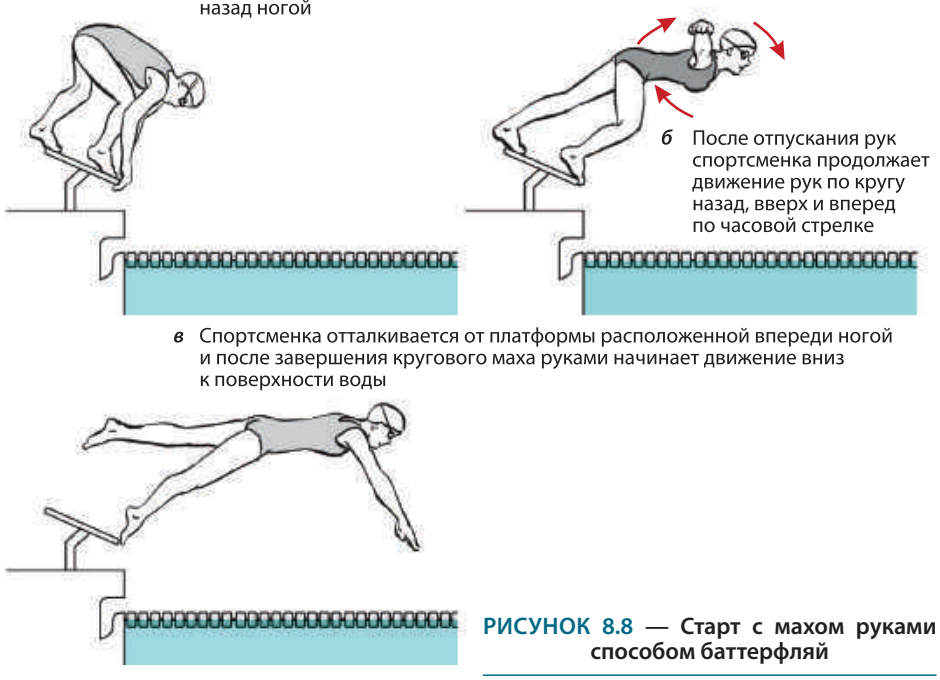


РИСУНОК 8.8 — Старт с махом руками способом баттерфляй

рук и, в свою очередь, увеличить горизонтальную скорость в момент отрыва ног от стартовой платформы, полета и входа в воду.

Мах руками способом баттерфляй применяют достаточно редко, а кроме того, техника его выполнения трудна для обучения. Тем не менее я считаю, что пловцы, которые найдут время для его изучения, смогут существенно увеличить скорость выполнения старта. Несмотря на возможность эффективного использования при обычном старте с захватом, мах руками способом баттерфляй может оказаться более результативным при легкоатлетическом варианте старта.

Время реакции

Время реакции — это промежуток между стартовым сигналом и началом движения пловца. Это время можно сократить с помощью простого приема, заключающегося в том, что пловец обращает внимание прежде всего на стартовый сигнал, а не на свои движения во время старта.

В основу этого утверждения положены данные исследований, в ходе которых удалось установить, что концентрация внимания спортсмена на стартовом сигнале, а не на движениях во время старта, сокращает время реакции (Henry, Rogers, 1960). Предполагается, что причиной этого является увеличение времени формирования нервных импульсов в головном мозге при увеличении объема информации, требующей обработки. Иными словами, время реакции пловца увеличивается, когда он думает о разнообразных движениях, которые собирается выполнять во время старта. С другой стороны, если пловец сосредоточен только на стартовом сигнале, время возникновения нервных импульсов, заставляющих мышцы сокращаться, уменьшается. Исследования с участием группы спортсменов показывают, что сосредоточенность на стартовом сигнале, а не на предстоящих движениях, позволяет сократить время реакции на 0,03—0,06 с.

Для успешного использования этого приема пловец должен в совершенстве овладеть техникой старта, чтобы выполнять все необходимые движения автоматически без участия сознания. Короткое время реакции в сочетании с плохой техникой выполнения старта также не дадут хороших результатов. Неправильная техника полета, низкая скорость во время входа в воду или скольжения, плохая обтекаемость тела сведут на нет любой выигрыш во времени реакции. Поэтому пловцу не следует использовать этот прием, пока он не научится правильно выполнять движения во время старта. Со временем пловец сможет улучшить время реакции за счет сокращения количества контроля сознания до оптимального минимума, необходимого для правильного старта. Хотя в таком случае скорость пловца во время старта и не достигнет максимально возможной, время реакции все-таки сократится за счет того, что пловцу будет необходимо сосредоточиться только на отдельных элементах старта, которые он еще не довел до автоматизма, а не на всей последовательности движений.

Упражнения для совершенствования техники выполнения старта

Результаты ряда исследований показывают, что вход в воду и подводная часть старта представляют собой те две фазы, особенности в выполнении которых определяют скорость старта (Arellano et al., 1996). Поэтому ниже я опишу три упражнения, предназначенные для обучения правильному выполнению именно этих элементов старта.

НЫРЯНИЕ С БОКОВОЙ СТЕНКИ БАССЕЙНА ПОПЕРЕК ДОРОЖЕК

В этом упражнении пловец должен нырнуть в воду с боковой стенки бассейна через ближайший разделитель дорожек, проплыть при помощи движений ногами под двумя следующими разделителями и вынырнуть на четвертой от края дорожке. Это упражнение предназначено для обучения точному входу в воду и быстрому изменению направления движения тела после входа с движения вниз на движение вперед. Юным и начинающим пловцам может быть сложно перелететь через ближний разделитель дорожек. В таком случае его следует на время передвинуть чуть ближе к стенке бассейна.

НЫРЯНИЕ С ПРЫЖКОМ ЧЕРЕЗ ПРЕПЯТСТВИЕ

Тренер держит шест перед стартовой платформой на небольшом расстоянии от нее примерно на уровне пояса. Пловец, оттолкнувшись от платформы, должен перелететь через шест и правильно войти в воду. Это упражнение помогает пловцу научиться выполнять прыжок в воду по дугообразной траектории и сгибать туловище во время полета. Одновременно с этим пловец должен отрабатывать технику выхода на поверхность. Для этого он выполняет два-три ударных движения ногами под водой и выныривает на поверхность после одного-двух гребков.

НЫРЯНИЕ ЧЕРЕЗ ОБРУЧ

Пластиковый гимнастический обруч помещают на поверхности воды в том месте, где пловец предполагает войти в воду. Он должен войти в воду, стараясь не задеть обруч. Упражнение предназначено для обучения входу в воду в одной точке. Как и в других упражнениях, пловец должен правильно выполнить скольжение, сохраняя обтекаемую форму тела, затем сделать несколько движений ногами и выйти на поверхность. Это и предшествующее упражнение следует отрабатывать на глубокой воде, поскольку при отработке старта пловец может входить в воду под большим углом.

Старт в эстафетном плавании

При выполнении старта в эстафетном плавании правила разрешают второму, третьему и четвертому пловцам начинать подготовку к отталкиванию от стартовой платформы до того как финиширует на своем отрезке дистанции предыдущий пловец. Вместе с тем пока финиширующий пловец не коснется стенки бассейна, стопы принимающего эстафету пловца не должны отрываться от платформы. Начало движения, необходимого для выполнения старта, до момента касания напарником по команде стенки бассейна позволяет улучшить результат на 0,60—1,00 с. В целом три пловца с хорошей техникой выполнения старта в эстафете способны улучшить общий результат команды на 2—3 с по сравнению с суммой лучшего времени выполнения самостоятельных, отдельных стартов. Сегодня на соревнованиях в эстафетном плавании это соответствует разнице во времени между двумя или большим количеством мест. Поскольку в соревнованиях обычно проводят по пять эстафет, количество очков, набранных командой благодаря хорошему старту в эстафете, может оказаться весьма существенным. Хороший старт в эстафете часто является решающим фактором победы. По этой причине пловец должен отрабатывать старт в эстафете, пока не научится постоянно отталкиваться от платформы как можно раньше без дисквалификации.

В эстафетном плавании не следует применять обычный старт с захватом или легкоатлетический старт, за исключением первого пловца. Предпочтительно использование старта с круговым махом руками назад, поскольку дополнительный импульс от маха руками обеспечивает большую скорость при движении в воздухе и воде. Руки должны описать круг вверх, назад и затем вперед против часовой стрелки. На рисунке 8.9 показано выполнение кругового маха руками назад.

Правильное согласование выполнения кругового движения руками имеет важное значение, поскольку это позволяет пловцу получить максимальное преимущество от движения рук, происходящего без отталкивания от платформы до момента касания предыдущим пловцом стенки бассейна. Поэтому стартующий спортсмен должен принимать решение о начале движения рук с учетом скорости приближающегося партнера по команде и его расстояния до стенки бассейна. В эстафете обычной практикой является начало кругового движения рук после того, как голова финиширующего пловца пересечет поперечину Т-образной отметки дорожки на дне бассейна. Однако более простой способ определения момента начала движения рук — дождаться, пока финиширующему пловцу останется выполнить один пронос рук перед касанием стенки бассейна. После этого пловцу необходимо около 0,60 с, чтобы коснуться стенки, и обычно столько же, чтобы оттолкнуться от платформы после начала кругового маха руками назад.

Согласование маха руками стартующего пловца и проноса руки финиширующего спортсмена должно осуществляться следующим

образом. При плавании брассом, баттерфляем и вольным стилем стартующий пловец должен установить ритм проноса руки финиширующего пловца, раскачивая руки вперед и назад одновременно с выполнением проноса руки финиширующим пловцом по мере его приближения к стенке бассейна. Когда пловец уловит ритм, он должен согласовать круговое движение рук назад с заключительным проносом рук финиширующего пловца, начав мах сразу после выхода его руки из воды. В результате стартующий пловец должен выполнить мах руками и начать разгибание ног одновременно с касанием руки финиширующего пловца стенки бассейна.

При этом пловец, который будет плыть баттерфляем, должен несколько откорректировать согласование движений, поскольку финиширующий пловец брассом последний пронос рук выполняет под водой. Из-за сложности определения положения рук пловца под водой, стартующий пловец в этом случае должен согласовывать свой мах руками с моментом вдоха. Стартующий пловец баттерфляем должен дождаться, когда голова финиширующего пловца брассом во время последнего вдоха перед касанием стенки поднимется до высшей точки. Кисти пловца брассом в это время находятся под подбородком, готовые вытянуться вперед и коснуться стенки. Поэтому если стартующий пловец в это время начнет выполнение маха руками, он сможет завершить его и оттолкнуться от платформы в момент касания партнером по команде стенки бассейна.

Недавним усовершенствованием эстафетного старта стало использование способа *старта с подходом*, когда пловец перед отталкиванием от края платформы выполняет один или два небольших шага. Результаты исследований прыгунов в высоту показывают, что один или несколько шагов перед прыжком достоверно увеличивают высоту прыжка по сравнению с прыжком с места (Enoka, 1971; Healy, 1977; Kayambashi, 1977; Maxwell, Bratton, Fisher,

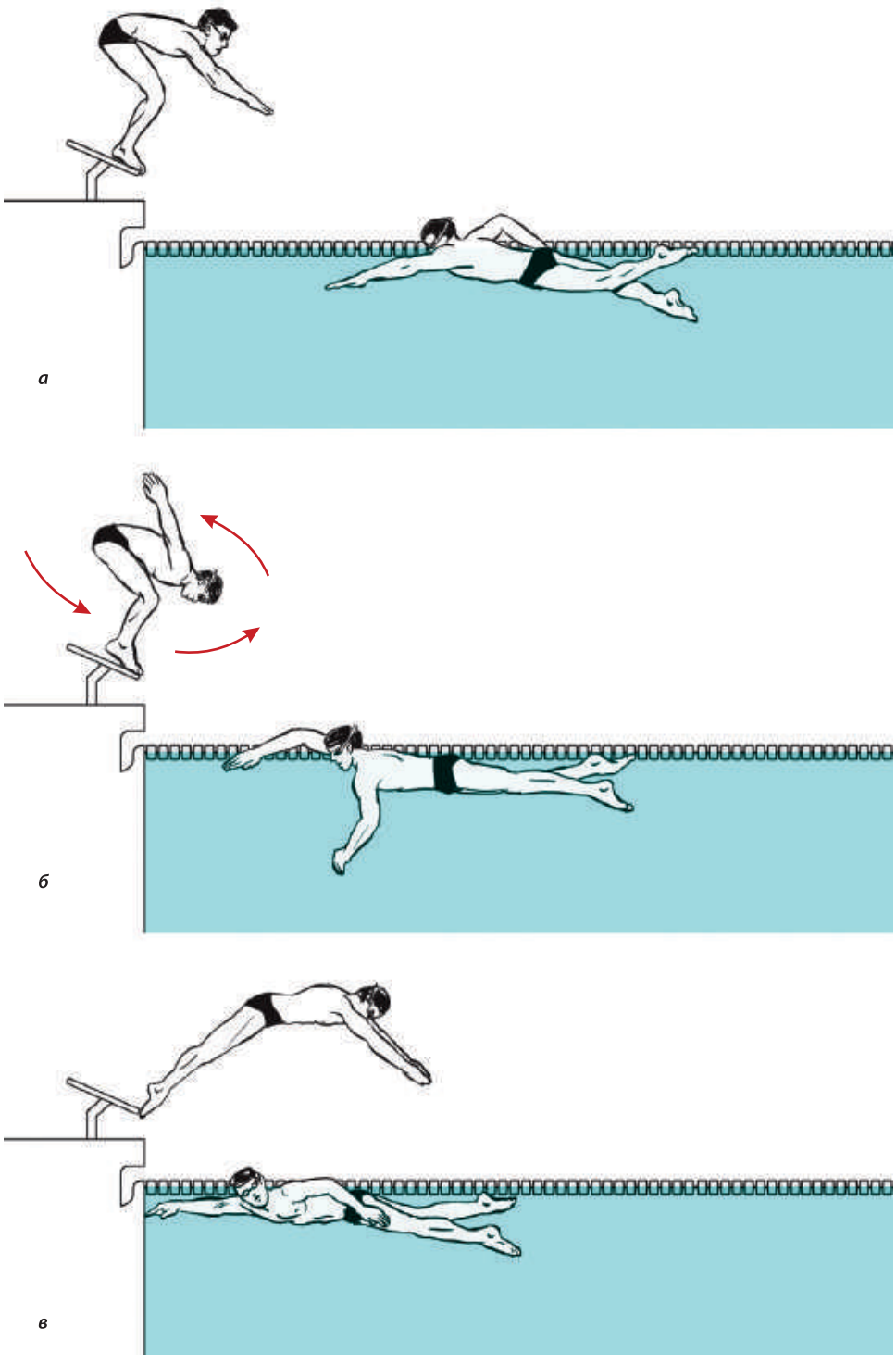


РИСУНОК 8.9 — Круговое движение рук назад во время выполнения старта в эстафете

1980). Это было справедливо даже когда количество шагов при подходе было ограничено одним или двумя (Enoka, 1971; Healy, 1977). Поэтому кажется обоснованным предполагать, что при эстафетном старте один-два небольших шага-подхода способны увеличить дальность полета пловца. Хотя в данном случае перемещение пловца происходит в большей степени по горизонтали, а не по вертикали, техника прыжка в высоту и старта в эстафетном плавании имеет много общего.

Существует несколько вариантов эстафетного старта с подходом. В одном из вариантов стартующий пловец стоит на стартовой платформе возле ее заднего края и делает два небольших шага вперед, чтобы оттолкнуться вперед обеими ногами одновременно с касанием партнером по команде стенки бассейна. Я называю этот способ *старт с двумя шагами*. В другом варианте старта пловец стоит одной ногой на переднем крае платформы, а другой — на заднем, как при легкоатлетическом старте. Затем он делает один шаг вперед, чтобы оттолкнуться вперед обеими ногами одновременно с касанием партнером по команде стенки бассейна. Мы будем называть этот способ *стартом с одним шагом и отталкиванием от переднего края платформы*.

Третий способ старта с подходом выглядит следующим образом. Стартующий пловец стоит на платформе у ее заднего края. Затем он делает один шаг вперед, располагая одну стопу на переднем крае платформы, прежде чем оттолкнуться от нее одновременно с финишем партнера по команде таким же способом, как при легкоатлетическом старте. Этот способ получил название *старт с одним шагом и легкоатлетическим отталкиванием*. Техника выполнения такого способа старта показана на рисунке 8.10.

Было проведено комплексное исследование трех вариантов старта с подходом и обычного старта, в котором для оценки преимуществ и недостатков каждого из них использовали временные параметры различных фаз старта (McLean et al., 1999). Все три варианта старта с подходом обеспечивали большую дальность полета и высоту траектории по сравнению с обычным стартом. Лучшим из трех вариантов старта с подходом оказался старт с одним шагом и легкоатлетическим отталкиванием. В случае его использования высота траектории и дальность полета пловца были достоверно больше, чем при других способах старта. Предполагая равную эффективность скольжения после входа в воду можно утверждать, что пловец увеличит не только дальность, но и скорость полета в воздухе, если сможет сделать это без увеличения времени отталкивания. Действительно, пловцы, использующие старт с одним шагом и легкоатлетическим отталкиванием в эстафетном плавании, затрачивают на выполнение отталкивания в среднем на 0,10 с меньше, а кроме того, увеличивают дальность полета.

Хотя доверительная вероятность различий во времени отталкивания составила менее 0,2, авторы исследования не посчитали ее достоверной, поскольку в своей работе приняли порог доверительной вероятности равным 0,1.

Сообщается также об одном недостатке старта с подходом, который состоит в снижении эффективности использования рук во время маха руками и отталкивания. В качестве возможной причины этого называют недостаточное время для более полного овладения данным способом старта с подходом. В качестве примера авторы статьи приводят данные по двум спортсменам, которые были ранее знакомы со стартом с подходом и постоянно использовали его на соревнованиях. Угол и скорость отталкивания при использовании старта с подходом у этих пловцов были значительно лучше, чем у остальных.

Из-за недостаточного количества исследований невозможно сделать однозначных выводов о преимуществе старта с подходом перед обычным способом выполнения старта. Тем не менее на основании данных исследования McLean с соавторами (McLean et al., 1999) и собственного

РИСУНОК 8.10 — Старт с одним шагом и легкоатлетическим отталкиванием: *а* — начало смещения веса тела вперед; начало кругового маха руками; начало выполнения последнего проноса руки финиширующим пловцом; *б* — отталкивание от платформы легкоатлетическим способом старта (обратите внимание, что расположенная впереди нога сохраняет контакт с краем платформы в момент касания стенки бассейна финиширующим пловцом); *в* — вход в воду

опыта тренерской работы я рекомендую использовать вариант старта с подходом, а также вариант старта, при котором пловец в исходном положении стоит на заднем крае платформы и делает только один шаг вперед (старт с одним шагом и легкоатлетическим отталкиванием) как более эффективный по сравнению с двумя другими способами эстафетного старта благодаря наибольшей простоте при его выполнении. Пловец может начать отталкивание от платформы отставленной назад ногой сразу после того, как выдвинутая вперед нога будет опущена на передний край платформы, а после этого без промедления перенести вес на переднюю ногу и продолжить отталкивание. Это должно увеличить скорость пловца в момент отрыва ног от платформы. При двух других способах старта с подходом пловец вынужден задерживать свое движение вперед на какое-то время, поскольку при выполнении заключительного шага ему нужно поставить обе ноги на передний край платформы и только после этого начать отталкивание.

Далее я опишу старт с одним шагом и атлетическим отталкиванием, показанный на рисунке 8.10. Стартующий пловец обеими ногами стоит на заднем крае платформы. Однако если стартовая платформа длиннее, чем обычно, то он должен отступить от переднего края настолько, чтобы иметь возможность сделать удобный, а не увеличенный шаг вперед.

Время маха руками стартующего пловца и шага вперед должно быть согласовано с заключительным проносом руки (или рук) финиширующего пловца, как это было описано для обычного эстафетного старта ранее в этом подразделе. Отталкивание от стартовой платформы следует выполнять как при легкоатлетическом старте. Пловец делает шаг вперед одной ногой и отталкивается от платформы, как при легкоатлетическом старте, отталкиваясь сначала «задней» ногой, и сразу после этого — «передней».

Следует предупредить пловца, что он не должен наклоняться вперед или останавливаться во время шага вперед и завершения маха руками. Если потом он начнет выпрямлять туловище вверх и назад или замедлит свое движение перед отталкиванием от стартовой платформы, то легко может потерять момент движения вперед.

Старт в плавании кролем на спине

Сегодня произошла стандартизация правил для заплывов кролем на спине на короткие и длинные дистанции и, в соответствии с правилами, стопы пловца в исходном положении для старта должны быть полностью погружены в воду; не разрешается цепляться пальцами ног за край сливной канавки, если таковая имеется. Изменения в правилах исключили возможность старта со вставанием, который чрезвычайно успешно использовался в плавании кролем на спине, когда правила в заплывах на короткие дистанции разрешали пловцу становиться ногами на сливную канавку. Сейчас все пловцы должны отталкиваться от ровной боковой стенки бассейна, что затрудняет отталкивание тела вверх и над водой при помощи ног. Техника выполнения старта в кроле на спине показана на рисунке 8.11, подводная часть старта — на рисунке 8.12. Рассмотрим следующие фазы старта: 1 — исходное положение; 2 — отталкивание от стенки бассейна; 3 — полет; 4 — вход; 5 — подводное ударное движение ног способом дельфин; 6 — выход на поверхность воды. Опишем также ударное движение ногами способом дельфин, поскольку этот прием широко применяется пловцами во всем мире.

Исходное положение

По команде судьи «Take your marks!» («На старт!») пловец принимает исходное положение в воде лицом к стенке бассейна, обеими руками удерживаясь за перекладину или рукоятки для старта в плавании кролем на спине. Стопы полностью находятся под водой и упираются в стенку бассейна передней частью. Стопа касается стенки бассейна пальцами и передней частью. Пятка находится в стороне от стенки бассейна. Ноги согнуты, таз погружен в воду.

По команде «На старт!» пловец должен подтянуться к перекладине и согнуть туловище, заняв исходное положение для старта. В этом положении голова опущена вниз, лицо повернуто к сливной канавке в стенке бассейна перед ним. Руки должны быть согнуты в локтях и отставлены в стороны от туловища. Таз поднят как можно выше, но чтобы стопы не выглядывали из воды. Стопы полностью погружены в воду, ягодицы прижаты к пяткам (рис. 8.11, *а*).

Одни пловцы ставят ступни на стенке бассейна вместе, другие предпочитают располагать их уступом, одна нога чуть ниже другой. Исследованиями не установлено преимуществ какого-либо одного из двух способов расположения ног пловца, поэтому можно рекомендовать выбрать более эффективный.

Отталкивание от стенки бассейна

После стартового сигнала пловец должен в зависимости от своего исходного положения несколько подтянуться вверх и оттолкнуться руками вниз и назад от стартовой перекладины,

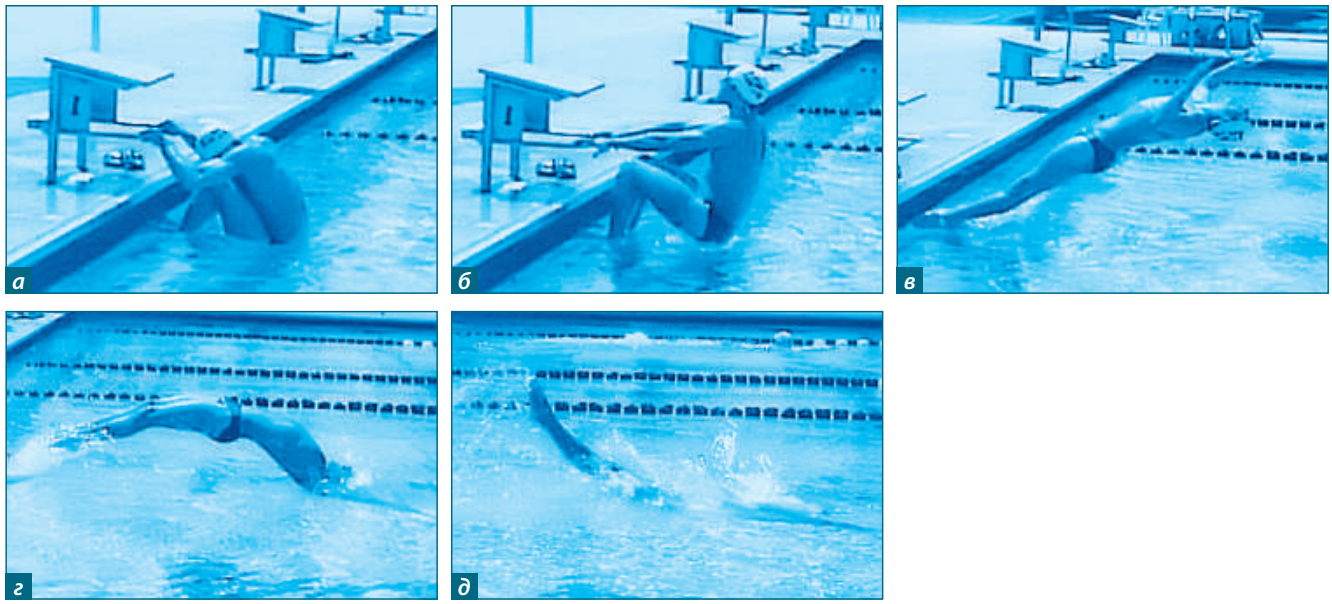


РИСУНОК 8.11 — Надводная часть старта в плавании кролем на спине Пабло Абала, бывшего члена Всеамериканской сборной команды NCAA от Аризонского университета и члена олимпийской сборной команды Аргентины по плаванию 2000 г.: *а* — исходное положение; *б* — начало отталкивания от стенки бассейна; *в* — стопы пловца отрываются от стенки бассейна; в этот момент руки должны быть вытянуты над головой назад; *г* — вход в воду верхней части туловища; *д* — поднятие ног для выполнения входа тела в одну точку

чтобы туловище слегка приподнялось над водой перед отталкиванием. Одновременно должен отклонить голову вверх и назад, как если бы он хотел посмотреть на противоположный конец бассейна. После начала движения пловец, разгибая руки, продолжает отталкиваться от стенки бассейна вверх и назад (рис. 8.11, *б*). Отпустив поручни, он как можно быстрее выполняет руками мах вверх и за голову, а затем начинает отталкивание ногами от стенки бассейна. Толчок происходит за счет мощного разгибания ног в коленях, за которым следует разгибание стоп. Руки в этот момент выпрямлены за головой.

Есть два аспекта отталкивания от стенки бассейна, которые я хотел бы обсудить подробнее, поскольку они отличаются от того, чему обычно обучают пловцов. Первый — мах руками над водой, второй — согласование разгибания ног при отталкивании от стенки бассейна.

Одновременно с отталкиванием от стенки бассейна пловец должен выполнить мах руками назад над головой. Он не должен выполнять мах руками через стороны, как это обычно рекомендуется. В первой половине маха руки должны быть согнуты в локтях, а затем во время выпрямления ног пловец должен их выпрямить и направить назад для входа в воду. Есть три причины, объясняющие необходимость выполнения маха руками над головой, а не через стороны.

1. Для перемещения рук над головой требуется меньше времени. Благодаря этому пловец имеет больше времени для выравнивания тела от кончиков пальцев рук до пальцев ног для входа в воду.

2. Поскольку пловец выполняет перемещение рук над головой быстрее, это позволяет ему выпрямить руки одновременно с разгибанием ног, как при выполнении прыжка вверх, и это увеличивает момент движения при отталкивании от стенки бассейна. При выполнении маха руками через стороны руки во время выпрямления ног двигаются по бокам туловища, и в этом случае мах руками практически не увеличивает движущей силы, создаваемой ногами при отталкивании.

3. Благодаря маху руками над головой траектория полета тела пловца приобретает более дугообразную форму, что обеспечивает обтекаемую форму тела при входе в воду.

Одним из наиболее неприятных моментов во время старта при плавании кролем на спине является скольжение ног пловца по стенке бассейна. К сожалению, это происходит довольно часто из-за того, что спортсмен пытается оттолкнуться почти сразу после стартового сигнала. Поэтому пловец должен начать отталкивание ногами только после того, как тело отойдет от стенки бассейна и будет направлено головой назад. В этот момент он отталкивается ногами назад, а не вниз, и это существенно уменьшает вероятность скольжения.

Полет

Во время полета тело пловца должно перемещаться по дугообразной траектории. При толчке вверх спина должна быть прогнута, голова

отведена назад, руки вытянуты за голову, ноги выпрямлены в коленях, стопы разогнуты в голеностопном суставе.

Пловец должен попытаться во время полета приподнять все тело над водой, хотя при выполнении старта из воды сделать это достаточно трудно. Тем не менее если пловец сумеет оттолкнуться от стенки бассейна под оптимальным углом и достаточно прогнет спину, то сможет во время полета избежать волочения голеней и стоп по воде.

Успех выполнения полета и входа в воду зависит от правильности выгибания спины дугой и движений головы. Поэтому я хочу уточнить, как это следует делать. Одновременно с отталкиванием от стенки бассейна пловец должен резко отвести голову вверх и назад. Для обтекаемого входа в воду он должен выгнуть спину и посмотреть в сторону противоположного конца бассейна еще до того, как его стопы оторвутся от стенки бассейна. Как уже отмечалось, пловец на рисунке 8.11, *в* немного запаздывает с выполнением этого движения головы. Возможно, наиболее распространенной ошибкой, совершаемой пловцами кролем на спине, является поднятая вверх голова и опущенный вниз таз во время полета. При таком положении тела пловец опустится в воду спиной. Следует дать указания о том, что во время полета голову необходимо отклонять назад, а таз поднимать вверх, прогибая спину дугой.

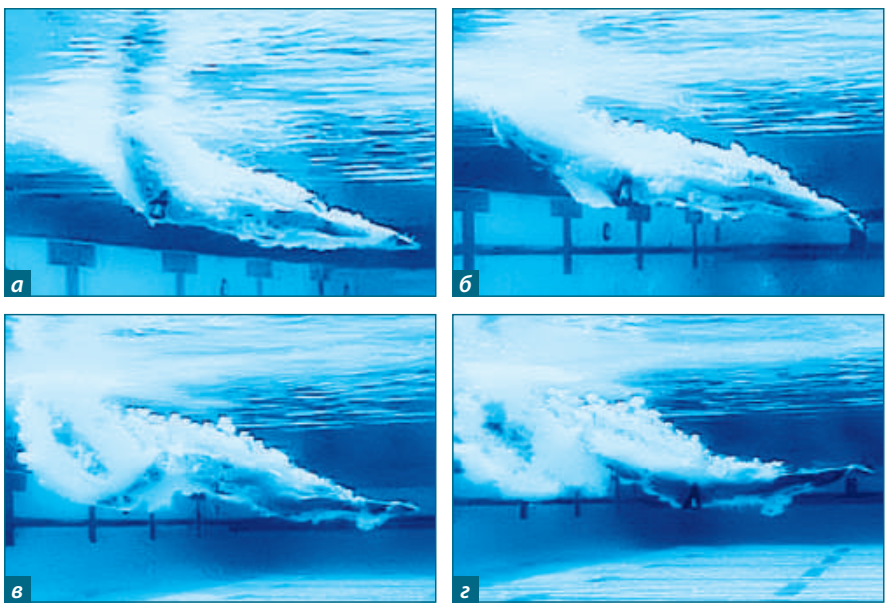


РИСУНОК 8.12 — Подводная часть старта в плавании кролем на спине Гильермо Диаза ДеЛеона, бывшего члена Всеамериканской сборной команды NCAA от Аризонского университета: *а* — вход тела в воду (обратите внимание на то, что тело пловца согнуто в пояснице); *б* — вход ног; начало первого движения ног вниз способом дельфин; *в* — начало первого ударного движения ногами вверх способом дельфин; *г* — завершение первого ударного движения ногами способом дельфин; изменение направления движения пловца с движения вниз на движение вперед

Вход в воду

Во время входа в воду тело пловца должно иметь обтекаемую форму. Его руки вытянуты перед головой и соединены вместе. Голова находится между руками. Ноги прямые, стопы вытянуты назад. Угол входа тела пловца должен быть таким, чтобы в воду входили поочередно руки, голова, туловище, и наконец, ноги. В идеале все части тела должны войти в одну и ту же точку. Однако добиться этого достаточно сложно, поскольку траектория полета пловца пролегает очень низко над водой. Большинство пловцов кролем на спине для снижения сопротивления одновременно со входом в воду туловища поднимают ноги (за счет сокращения сгибателей бедра; рис. 8.11, *д* и 8.12, *а*), и это позволяет ногам пройти практически через ту же точку, где вошли руки.

Движение ногами способом дельфин под водой

После входа в воду пловец должен немного поднять руки и опустить ноги, чтобы изменить направление движения тела с движения вниз на движение вперед. Затем он может выполнить несколько быстрых ударных движений ногами способом дельфин, чтобы преодолеть под водой расстояние до 15 м, разрешенное правилами (см. рис. 8.12, *б—г*). Рекомендуемое количество движений ног под водой для заплывов на разные дистанции и техника движений обсуждаются в главе 6. Пловцы, которые предполагают проплыть при помощи движений ногами способом дельфин под водой большое расстояние, погружаются несколько глубже за счет меньшего поднимания рук и непродолжительного скольжения перед началом ударных движений ногами. Пловцы, которые собираются выполнить под водой всего два-три ударных движения ногами, поднимают руки более резко и опускают ноги вниз для подготовки к первому ударному движению способом дельфин почти сразу после входа ног в воду.

Выход на поверхность воды

После преодоления под водой желаемого расстояния пловец должен плавно напра-

вить движение тела к поверхности. Для выхода на поверхность он должен использовать последние два-три ударных движения ногами под водой. Попеременное движение ногами пловец начинает практически перед выходом на поверхность и одновременно с этим выполняет один гребок руками под водой, который выводит его на поверхность в готовности начать плыть в предпочитаемом темпе соревновательного заплыва. До выхода на поверхность пловец должен сохранять обтекаемую форму тела. В частности, ему не следует поднимать голову, расположенную между руками.

Пловец не должен также выходить на поверхность при помощи движений ногами до выполнения первого гребка руками, поскольку это может привести к значительному снижению скорости. Первый гребок руками начинается еще под водой и должен быть скоординирован так, чтобы тело пловца вышло на поверхность, двигаясь на планируемой скорости до завершения толчковой фазы гребка.

Упражнения для совершенствования техники старта при плавании кролем на спине

Основными ошибками спортсменов во время старта при плавании кролем на спине является касание ногами воды в фазе полета и одновременное касание воды различными частями тела при входе. Предлагаемые упражнения предназначены для исправления этих ошибок.

НЫРЯНИЕ ЧЕРЕЗ ВЕРЕВКУ

Тренер натягивает между разделителями дорожек веревку или медицинский эластичный шланг на небольшом расстоянии от стартовой части бассейна. После старта из воды пловец должен перелететь спиной через натянутую веревку. Это упражнение хорошо подходит для обучения правильному прогибу спины во время полета и поднятию ног при входе в воду. Чтобы научиться придавать телу обтекаемую форму после входа в воду, пловец перед выходом на поверхность должен выполнить несколько ударных движений ногами.

НЫРЯНИЕ ЧЕРЕЗ СПИНУ

Это упражнение предназначено для обучения пловца правильному прогибу спины и поднятию ног во время входа в воду. В действительности это упрощенный вариант старта при плавании кролем на спине. Пловец не отталкивается так сильно, как при обычном старте, и его тело проходит ближе к воде, тем не менее, он точно так же прогибает спину и поднимает ноги над водой.

В этом упражнении пловец не пользуется стартовой платформой. Вместо этого он держится за край сливной канавки бассейна в исходном положении для старта при плавании кролем на спине. Его стопы находятся под водой, а пальцы ног упираются в стенку бассейна. Из этого положения пловец выполняет небольшое плавное ныряние через спину над водой. Основное внимание во время такого ныряния следует уделять полету тела по небольшой дуге, во время которого таз должен подняться над водой, а кисти должны войти в воду прежде, чем стопы оттолкнутся от стенки бассейна. Когда пловец научится выполнять это действие, он должен после отталкивания ногами от стенки поднимать их вверх и входить в воду с поднятыми вверх ногами. На рисунке 8.13 показан момент входа рук в воду при выполнении этого упражнения.

НЫРЯНИЕ ЧЕРЕЗ СПИНУ С БОРТИКА БАССЕЙНА

Цель этого упражнения — помочь пловцу научиться правильной технике ныряния спиной над водой и правильному выполнению входа. Спортсмен стартует с бортика, стоя спиной к бассейну и согнувшись вперед в позе, напоминающей положение для старта в плавании кролем на спине. Из этого положения он должен выполнить ныряние назад, стараясь войти в воду чисто с поднятыми вверх ногами, а после этого выполнить под водой несколько ударных движений ногами способом дельфин, чтобы научиться преобразовывать скорость движения вниз в скорость движения вперед.

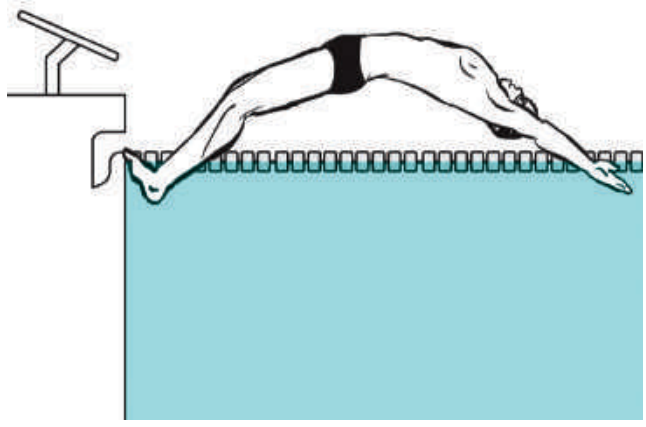


РИСУНОК 8.13 — Ныряние через спину. Обратите внимание на положение тела пловца при входе в воду — руки погружаются еще до отрыва ног от стенки бассейна

Повороты

В этом подразделе будут описаны повороты при плавании вольным стилем, кролем на спине, баттерфляем и брассом. Помимо того, здесь дано объяснение техники поворотов, используемых пловцом при переходе от одного способа плавания к другому в комплексном плавании.

Поворот кувырком при плавании вольным стилем

На рисунке 8.14 показан вид из-под воды пловца, выполняющего поворот кувырком при плавании вольным стилем.

Поворот кувырком при плавании вольным стилем представляет собой кувырок вперед с легким скручиванием туловища в сторону, за которым следует отталкивание от стенки бассейна. Одновременно с отталкиванием тело поворачивается в положение на груди. Для удобства описания поворот можно разбить на следующие части: 1 — приближение; 2 — кувырок; 3 — отталкивание; 4 — скольжение; 5 — гребок руками при выходе на поверхность.

Приближение

Момент приближения пловца к стенке бассейна показан на рисунке 8.14, *а*. Пловец начинает выполнение поворота одновременно с выполнением заключительного гребка руками перед стенкой. Большинство пловцов начинают этот заключительный гребок за 1,70—2,00 м до стены (Chow et al., 1984). Спринтеры обыч-

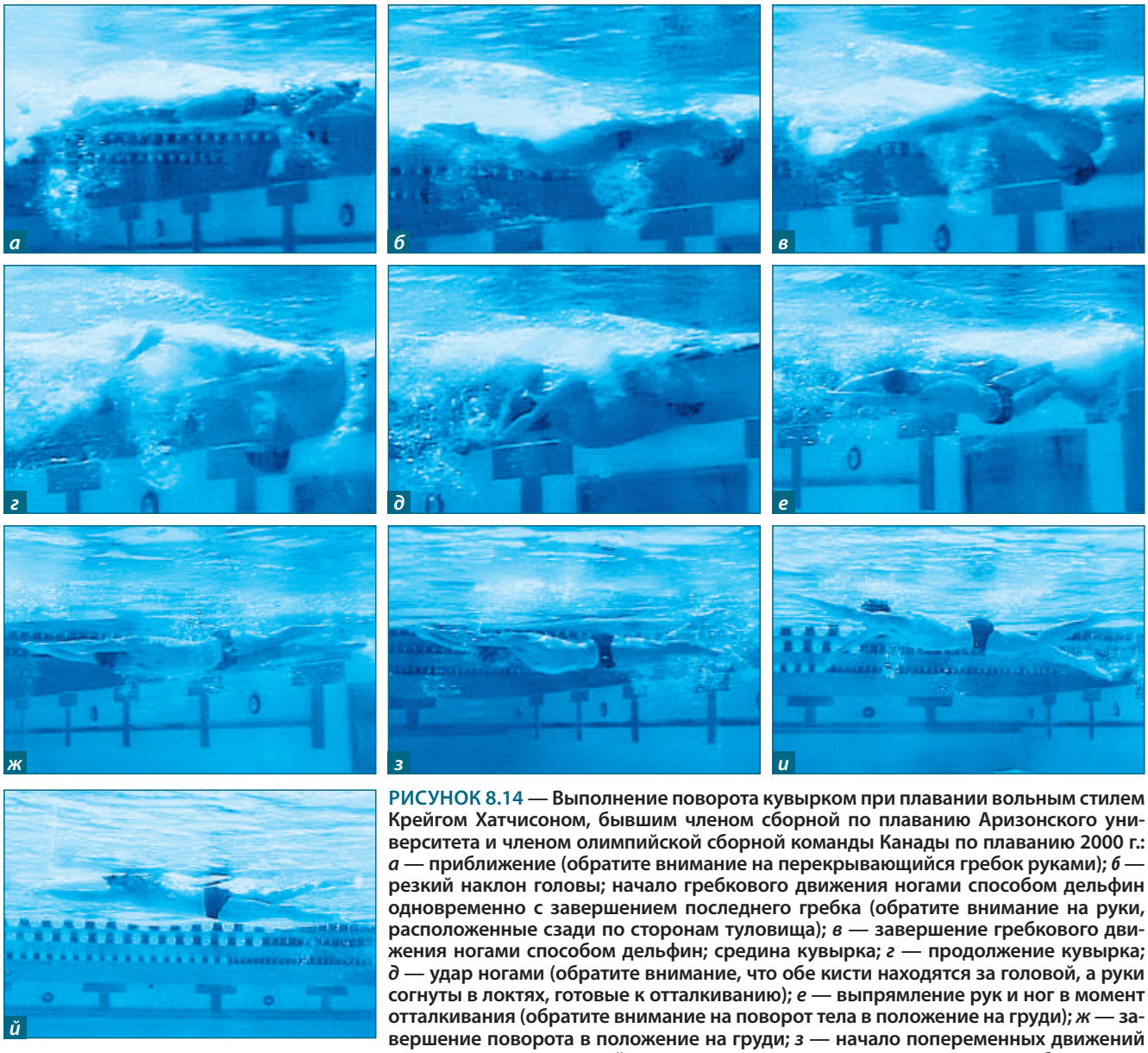


РИСУНОК 8.14 — Выполнение поворота кувырком при плавании вольным стилем Крейгом Хатчисоном, бывшим членом сборной по плаванию Аризонского университета и членом олимпийской сборной команды Канады по плаванию 2000 г.: *а* — приближение (обратите внимание на перекрывающийся гребок руками); *б* — резкий наклон головы; начало гребкового движения ногами способом дельфин одновременно с завершением последнего гребка (обратите внимание на руки, расположенные сзади по сторонам туловища); *в* — завершение гребкового движения ногами способом дельфин; средина кувырка; *г* — продолжение кувырка; *д* — удар ногами (обратите внимание, что обе кисти находятся за головой, а руки согнуты в локтях, готовые к отталкиванию); *е* — выпрямление рук и ног в момент отталкивания (обратите внимание на поворот тела в положение на груди); *ж* — завершение поворота в положение на груди; *з* — начало попеременных движений ног; *и* — начало выхода; *й* — выход на поверхность; начало второго гребка руками

но начинают подготовку к повороту раньше, вероятно, из-за более высокой скорости движения.

Чтобы успеть изменить свои движения и подготовиться к повороту без потери скорости, пловец должен увидеть стенку бассейна за несколько гребков до нее. Приближаясь к стенке, пловец должен двигаться с прежней скоростью, поскольку это позволяет ему получить преимущество по сравнению с другими спортсменами, замедляющими свое движение перед поворотом. Обратите внимание на то, что пловец на фотографиях начинает гребок левой рукой еще до завершения гребка правой. Такой перекрывающийся гребок позволяет ему увеличить скорость в момент приближения к повороту.

Кувырок

Техника выполнения кувырка показана на рисунке 8.14, *а—д*. Завершая последний гребок перед поворотом, пловец оставляет руку на противоположной вдоху стороне тела сзади около бедра. После этого он перемещает другую назад к бедру, резко наклоняет голову вперед и начинает кувырок. В начале гребка взгляд пловца должен быть обращен к стенке бассейна, однако потом он должен наклонить голову и закончить завершающее движение руки назад.

Во время заключительного гребка руками пловец выполняет небольшой удар ногами способом дельфин, который призван помочь вытолкнуть таз вверх на поверхность воды во время кувырка (рис. 8.14, *б, в*). Пловец продолжает кувырок почти прямо вперед, пока его голова не пройдет между руками. Во время движения над водой ноги должны выполнить захлестывающее движение — удар, ускоряющий выполнение кувырка. Кисти, которые находились на бедрах в первой половине кувырка, должны повернуться ладонями вниз и оттолкнуть воду, чтобы помочь поднять голову к поверхности (рис. 8.14, *г, д*).

Голова должна пройти между руками до того, как ноги коснутся стенки бассейна, чтобы пловец смог выровнять туловище и подготовиться к отталкиванию сразу же после касания ногами стенки. Перед касанием ног стенки бассейна его руки согнуты в локтях, а кисти расположены за головой (рис. 8.14, *д*). В момент касания стенки бассейна стопы должны упереться в нее носками вверх и немного в сторону, в которую затем повернется тело пловца.

Во время касания стоп стенки бассейна тело пловца находится почти в положении на спине. В то же время оно должно быть примерно на одну восьмую повернуто в сторону. Этот небольшой поворот осуществляется легким поворотом головы одновременно с касанием стенки. Такое движение головы начинает поворот тела в положение на груди, который продолжается во время отталкивания и скольжения. Поворот тела вокруг своей оси можно выполнять в любую сторону. Однако в большинстве случаев он происходит в противоположную сторону от руки, выполнявшей последний гребок перед поворотом. Поэтому пловец во время отталкивания от стенки смотрит вверх и немного в сторону, противоположную руке, выполнявшей завершающий гребок.

Отталкивание

Стопы должны оттолкнуться от стенки бассейна на глубине примерно 30—40 см. В момент касания стенки ноги должны быть согнуты под углом почти 90° в тазобедренных суставах и более 90° — в коленных. Пловец начинает разгибание ног сразу же после касания стенки, и одновременно с отталкиванием и дальнейшим скольжением он поворачивает тело в положение на грудь (рис. 8.14, *е, ж*). Отталкивание от стенки должно быть мощным и активно нарастающим. Разгибание ног следует начинать с ускорением, увеличивая скорость до максимально возможной в момент отрыва стоп от стенки. Наращивание скорости и мощности на протяжении отталкивания от стенки бассейна позволяет пловцу придать телу обтекаемую форму в момент достижения максимальной скорости, что позволяет свести до минимума сопротивление воды в момент отрыва от стенки.

Для увеличения импульса, приобретаемого во время отталкивания, пловец должен выпрямить руки и ноги одновременно. Чтобы воспользоваться преимуществом движения под водой, где сопротивление ниже, чем на поверхности, он должен при отталкивании направлять движение тела в горизонтальной плоскости, а не вверх. Для максимального снижения сопротивления во время скольжения пловец должен выполнять отталкивание на глубине около 40 см (Lyttle et al., 1998). На глубине 40—60 см сопротивление воды на 15—23 % ниже, чем на поверхности (Lyttle et al., 1998).

Я хочу сделать небольшое замечание в отношении активно нарастающего ускорения при отталкивании от стенки бассейна, о котором говорилось выше. Широко распространено мнение о том, что пловец должен отталкиваться от стенки бассейна мощным взрывным разгибанием ног. Вместе с тем было показано, что пловец способен достичь лучших результатов при нарастающем ускорении (Blanksby, Gathercole, Marshall, 1996). При таком способе отталкивания скорость увеличилась на 0,57 м · с$^{-1}$ с 2,46 до 3,03 м · с$^{-1}$, несмотря на то что сила отталкивания была почти на 300 Н ниже (рис. 8.15).

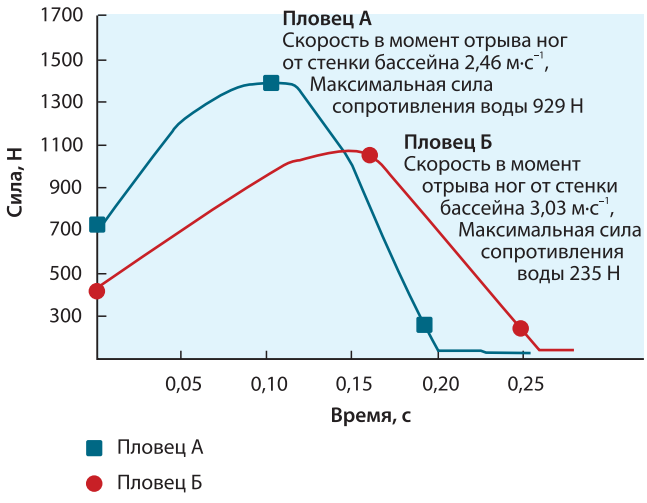


РИСУНОК 8.15 — Сравнение взрывного и активно нарастающего отталкивания при повороте кувырком в плавании вольным стилем

Адаптировано из Blanksby, Gathercole, Marshall, 1996

На рисунке 8.15 показана динамика скорости отталкивания двух спортсменов: пловца А, который отталкивается быстро, и пловца Б, который использует отталкивание с активно нарастающим ускорением движения. Пловец А в начале отталкивания развивает максимальное усилие 1396 Н, однако в момент отрыва достигает скорости всего 2,46 м · с$^{-1}$, поскольку сила сопротивления воды в этом случае составляет 929 Н. В то же время пловец Б развивает максимальное усилие несколько позднее и имеет скорость в момент отрыва от стенки 3,03 м · с$^{-1}$, хотя его максимальное усилие отталкивания составляет всего 1074 Н. Различия в скорости отрыва ног от стенки бассейна, вероятно, обусловлены тем фактом, что сопротивление воды для пловца Б в момент отрыва ног от стенки бассейна равно всего 235 Н.

Скольжение

Скольжение от стенки бассейна должно начинаться на достаточной глубине, чтобы пловец прошел под поверхностной турбулентностью, созданной им при приближении, но и не настолько глубоко, чтобы он не мог перемещаться по слабо наклонной траектории, которая позволит ему выйти на поверхность через расстояние, равное примерно трем длинам тела. Скорость подъема вверх должна быть такова, чтобы пловец с помощью всего двух-трех попеременных движений ногами мог выйти близко к поверхности воды и там начать первый гребок руками.

Во время скольжения тело пловца должно иметь обтекаемую форму. Это означает, что руки должны быть вытянуты перед головой на одной линии с телом, одна кисть находиться поверх другой так, чтобы пловец рассекал воду перед собой кончиками пальцев рук. Голова должна быть опущена между руками.

После отталкивания от стенки бассейна пловец выполняет вращение тела в положение на груди. Ноги должны быть скрещены так, чтобы в момент отрыва от стенки бассейна «верхняя» нога (расположенная ближе к поверхности) пересекала «нижнюю» ногу. Чтобы помочь повороту туловища в положение на груди, пловец во время скольжения старается перевести ноги в горизонтальное положение (удерживая их параллельно), опуская «верхнюю» ногу вниз, а «нижнюю» поднимая вверх. Момент поворота туловища на грудь показан на рисунке 8.14, *е, ж*.

Попеременные движения ногами во время скольжения. В момент отрыва ног от стенки бассейна скорость пловца выше, чем на дистанции во время заплыва, однако затем его движение быстро замедляется. Поэтому на коротких дистанциях спортсмен должен начать движения ногами почти сразу после их «отрыва» от стенки бассейна. Однако на средних и длинных дистанциях он может скользить в течение некоторого времени. Движения ногами во время скольжения помогают пловцу сохранить скорость несколько выше планируемой на дистанции во время заплыва, перемещаясь при этом под поверхностной турбулентностью во время постепенного подъема к поверхности. Начало попеременного движения ногами показано на рисунке 8.14, *з*.

Движения ногами способом дельфин во время скольжения. В настоящее время некоторые пловцы выполняют под водой одно или несколько ударных движений ногами способом дельфин, поскольку они обеспечивают гораздо большее ускорение по сравнению с попеременными движениями. По этой причине я рекомендую выполнять одно-два движения ногами способом дельфин сразу же после отталкивания от стенки бассейна и перед началом попеременного движения ногами и выполнения гребков руками. Пловец должен начать попеременные движения ногами сразу же за выполнением ударов ногами способом дельфин. После одного-двух попеременных движений он окажется достаточно близко к поверхности воды, чтобы сделать первый гребок руками.

Вместе с тем я не рекомендую использовать движения ног способом дельфин на длинных дистанциях из-за чрезмерных усилий, которые при этом приходится затрачивать пловцу. Для движения ногами способом дельфин требуется непродолжительное, но значительное по величине мышечное усилие, а во время заплывов на длинные дистанции эти усилия могут не оправдаться небольшим увеличением ускорения пловца при каждом повороте.

Гребок руками при выходе на поверхность

Скольжение с постепенным движением вверх приводит пловца к выходу на поверхность на расстоянии около 4 м от стенки бассейна (предполагая, что он выполнил два удара ногами способом дельфин). Он начинает первый гребок руками, когда тело еще находится под водой, и этот гребок после завершения фазы отталкивания обеспечивает пловцу в момент выхода на поверхность движение вперед с планируемой соревновательной скоростью. Момент выхода на поверхность показан на рисунке 8.14, *и, й*. Если пловец почувствует, что он уже достаточно близок к поверхности, чтобы начать гребок руками, он должен во время первого гребка сохранять обтекаемую форму тела с опущенной вниз головой. Немного поднять голову до оптимального положения при плавании можно только после выхода на поверхность. Пловец не должен выходить на поверхность только за счет скольжения или при помощи движений ногами до выполнения первого гребка руками. В этом случае его скорость станет ниже планируемой во время заплыва еще до выхода на поверхность.

Первый гребок для выхода на поверхность следует выполнять рукой с противоположной стороны от той, на которую пловец поворачивается для выполнения вдоха. Благодаря этому он может закончить этот гребок и половину следующего до выполнения вдоха. Это облегчает поддержание скорости после выхода на поверхность и уменьшает вероятность задержки при переходе к обычному ритму гребка в случае выполнения вдоха сразу после выхода на поверхность. Вместе с тем я не рекомендую использовать этот прием в заплывах на средние и длинные дистанции из-за возможного усиления усталости. На таких дистанциях пловцу лучше выполнять первый гребок рукой с той стороны, на которую он поворачивается для выполнения вдоха. Учитывая, что у пловца нет возможности для вдоха с момента начала поворота, примерно за 3—5 с до этого (Thayer, Hay, 1984), на средних и длинных дистанциях имеет смысл делать вдох сразу после выхода на поверхность, а не задерживать его еще на один гребок. Благодаря этому пловец получает дополнительный вдох на каждой длине бассейна и может отодвинуть наступление утомления.

Тем не менее пловец должен научиться делать первый вдох после поворота с наименьшим возможным нарушением установленного ритма гребка и положения тела. Этот принцип применим независимо от того, выполняется вдох после первого гребка или после второго. Многие пловцы, в частности неопытные, обычно задерживают движение или поворачивают голову в сторону для первого вдоха из-за отсутствия возможности для дыхания в течение достаточно длительного времени. В таком случае следует сосредоточиться на восстановлении ритма гребка, одновременно с этим выполняя для вдоха плавный поворот тела и головы в сторону, но не поднимая из воды верхней части туловища или головы.

На основании данных Ренсома (Ransom, 1973), который отмечает, что такой способ обеспечивает меньшую скорость по сравнению с задержкой дыхания до второго гребка, рекомендации делать на длинных и средних дистанциях вдох сразу после выхода на поверхность могут показаться неразумными. Однако описываемые исследования были проведены некорректно, поскольку в них не учитывалось влияние утомления. Повороты выполнялись на спринтерской скорости и пловец во время контроля скорости проплывал всего несколько метров до и после каждого поворота. В настоящий момент отсутствуют как данные о возможном снижении средней скорости пловца на средних и длинных дистанциях в случае выполнения вдоха сразу после выхода на поверхность, так и однозначный ответ на вопрос о возможности более быстрого утомления пловца в случае задержки вдоха после поворота.

Распространенные ошибки

При выполнении поворота в плавании вольным стилем многие пловцы совершают ошибки из числа перечисленных ниже: 1 — поворот с прямыми ногами; 2 — пронос ног над водой резким движением; 3 — пловец не успевает придать телу правильное положение до начала отталкивания; 4 — отталкивание под слишком большим углом к поверхности воды; 5 — выполнение вдоха во время приближения; 6 — скольжение перед поворотом; 7 — необтекаемая форма тела при отталкивании; 8 — излишне продолжительное скольжение после поворота.

1. Поворот с прямыми ногами за счет сгибания тела в пояснице когда-то был очень популярен, поскольку считалось, что перемещение прямых ног над водой происходит быстрее, чем согнутых. Поэтому рекомендовалось выполнять поворот почти с прямыми ногами только за счет сгибания тела в пояснице. На самом деле справедливо прямо противоположное. Скорость поворота пловца намного больше в случае, когда его ноги подогнуты под туловище (Ward, 1976). В таком положении ноги перемещаются над водой быстрее по той же причине, по которой скорость выполнения кувырка больше с согнутыми ногами при заныривании — сгибая ноги пловец уменьшает радиус поворота. И хотя при

движении ног вперед в воде происходит увеличение сопротивления, уменьшение времени поворота восполняет этот недостаток по сравнению с более медленным способом проноса прямых ног над водой. Кроме того, когда ноги согнуты, стопа в момент соприкосновения со стенкой бассейна движется назад, а не вниз. Благодаря этому пловцу не приходится делать небольшую задержку перед отталкиванием для изменения направления движения ног.

2. Еще одна ошибка, которую часто совершают спортсмены, пытаясь увеличить скорость поворота, это излишне энергичное движение ногами над водой. В такой ситуации пловцу приходится замедлить свое движение, чтобы сконцентрировать усилия для резкого движения ногами над водой. В итоге стопы обычно касаются стенки бассейна до выпрямления туловища и его подготовки к отталкиванию, что также замедляет движение. Временной анализ движений пловца показывает, что для выпрямления туловища перед отталкиванием при такой технике поворота может потребоваться дополнительно 0,20—0,40 с. Если же пловец пытается избежать этой задержки и начинает отталкивание сразу, то это приводит к увеличению сопротивления воды и быстрому снижению его скорости при последующем скольжении.

Скорость выполнения поворота у стенки бассейна в действительности определяется тем, насколько быстро пловец может подогнуть голову под себя, выполнить кувырок и выпрямить туловище, а не тем, насколько быстро он переместит ноги над водой. Если пловец просто подогнет ноги под себя, выполнит кувырок и поднимет голову в положение между руками как можно быстрее, то это исключит любые задержки между подплыванием и выполнением поворота тела ногами к стенке бассейна. В результате ноги будут двигаться в воде даже быстрее, чем если бы они перемещались над водой, а туловище в момент касания ногами стены выпрямится, примет обтекаемое положение и подготовится к отталкиванию.

3. Многие пловцы совершают ошибку во время кувырка, отталкивая воду одной рукой назад к стенке бассейна. В итоге в конце кувырка, когда стопы касаются стенки бассейна, эта рука оказывается сзади на уровне талии. Из-за этого пловцу приходится задерживать отталкивание, пока он не вытянет руку вперед или, что еще хуже, пытается перемещать руку вперед одновременно с отталкиванием. В момент выполнения кувырка обе руки должны находиться сзади (на уровне талии). Благодаря этому пловец сможет выпрямить руки вперед в одну линию с туловищем до касания стопами стенки бассейна.

4. При отталкивании движение тела пловца должно быть направлено так, чтобы оно перемещалось к поверхности воды постепенно. Если же пловец отталкивается слишком круто вверх, то это уменьшает скорость и расстояние скольжения под водой. В то же время когда пловец поднимается к поверхности по пологой траектории, он проходит под турбулентностью, созданной при выполнении кувырка, и имеет при выходе на поверхность большую скорость.

Самым простым способом выхода на поверхность по пологой траектории является отталкивание тела вперед по горизонтали под поверхностью воды. В этом случае движение ног и давление воды снизу, выталкивающее тело вверх, постепенно выведут пловца к поверхности так, что его скорость движения вперед будет намного выше скорости движения вверх.

5. Пловец никогда не должен делать вдох во время выполнения гребка руками при подплывании к повороту, поскольку это задерживает выполнение кувырка. Я был поражен тем, как много спортсменов, даже мирового класса, допускают эту ошибку. Вероятнее всего, причиной тому является описанная выше техника задержки первого вдоха после поворота, в соответствии с которой пловец выполняет вдох перед поворотом. В этом случае пловец, очевидно, начинает делать вдох перед самым кувырком, чтобы набрать достаточно воздуха для задержки вдоха до начала выполнения второго гребка руками после поворота. Со временем вдох при входе в поворот становится пагубной привычкой, от которой пловцу сложно избавиться даже когда он научится задерживать дыхание после поворота на более долгое время.

Пловцы, совершающие такую ошибку, могут легко улучшить свое время на 0,10—0,20 с на каждом повороте, если не станут задерживать начало кувырка из-за вдоха при выполнении последнего гребка руками перед поворотом. Это означает улучшение результата на 3—4 с на дистанции 1500 м и вдвое больше при заплыве на дистанцию 1500 м в коротком бассейне. Пловец всегда должен делать вдох одновременно с предпоследним гребком руками перед началом кувырка. После этого он должен перейти к выполнению кувырка сразу после завершения последнего гребка без вдоха, замедляющего скорость поворота.

6. Многие пловцы делают последний гребок достаточно далеко от стенки бассейна и затем скользят, пока не приблизятся к ней настолько, чтобы можно было начать кувырок. Они поступают так из-за ошибочного убеждения в том, что более раннее начало поворота позволяет им улучшить время. Пловец, который переходит к повороту после скольжения, может начать кувырок раньше, однако его ноги обычно касаются стен-

ки бассейна позже, чем у других спортсменов, которые переходят к выполнению поворота непосредственно после гребка руками. Так происходит из-за того, что скорость движения вперед начинает снижаться почти сразу после прекращения отталкивания воды назад руками. Поэтому пловец не должен делать паузы между завершением последнего гребка и началом кувырка. На самом деле, кувырок следует начинать еще до завершения последнего гребка рукой. Пловец должен всегда выполнять гребковые движения до самого поворота и в ходе его выполнения.

7. Тело пловцов во время отталкивания не принимает обтекаемой формы. Это проявляется в прогибе спины и опускании живота, разведении рук и поднимании головы в момент отталкивания или в разведении ног. Легко заметить, насколько быстрее снижается скорость пловца после отталкивания от стенки бассейна, если он не придает своему телу обтекаемой формы. Пловец может научиться выравнивать тело и удерживать руки и ноги вместе в выпрямленном состоянии после непродолжительной направленной тренировки. После этого ему останется еще научиться придавать правильное положение голове.

В ходе тренировочных заплывов пловцы практически всегда отталкиваются от стенки с поднятой головой, чтобы избежать наполнения очков водой и столкновения с другими пловцами. Они могут проделывать поворот таким образом в буквальном смысле слова сотни раз в неделю, поэтому неудивительно, что это входит в привычку, которая проявляется и во время соревнований. Чтобы научить пловца во время отталкивания удерживать голову между руками, потребуются дополнительные тренировки, особенно это важно в конце сезона в преддверии наиболее важных соревнований.

8. Последняя ошибка, совершаемая при поворотах в заплывах вольным стилем и другими способами, заключается в том, что пловец часто теряет время вследствие слишком продолжительного или слишком короткого скольжения после отталкивания от стенки бассейна. В первом случае скорость пловца падает ниже необходимой во время заплыва, и для ее восстановления после выхода на поверхность требуются дополнительные силы и время. Пловец никогда не должен допускать снижения скорости ниже планируемой во время заплыва только ради увеличения расстояния, преодолеваемого скольжением. Увеличение дальности скольжения должно происходить за счет увеличения обтекаемости тела, благодаря чему пловец может преодолеть под водой большее расстояние, прежде чем его скорость снизится до необходимой для данного заплыва. Движения ног также играют важную роль в поддержании скорости пловца во время скольжения.

Движения ногами во время скольжения поддерживают скорость пловца до момента, когда он оказывается достаточно близко к поверхности, чтобы начать выполнение гребков руками. Несмотря на то что отталкивание должно происходить на глубине, обеспечивающей возможность скольжения ниже турбулентности поверхностных слоев воды, пловец не должен выполнять больше двух-трех движений ногами для поддержания скорости на пути к поверхности. В противном случае, его скорость почти наверняка упадет ниже необходимой для данного заплыва, за исключением случаев, когда он использует движение ногами способом дельфин. Но даже тогда пловец должен или отлично владеть техникой движений ногами способом дельфин или быть слишком плохим пловцом вольным стилем, чтобы перемещаться под водой при помощи ног быстрее, чем он может плыть по поверхности.

Пловец может терять время и в случае начала первого гребка еще до снижения скорости до уровня, необходимого для заплыва. Дело в том, что при более высокой скорости гребковое движение руками не позволяет дополнительно ускорить движение. Пловец должен выполнять первый гребок руками только когда ощутит, что его скорость приближается к необходимой для данной дистанции.

Поворот с переворотом туловища при плавании кролем на спине

Недавние изменения правил повлекли за собой значительные изменения в технике поворота при плавании кролем на спине. От пловца больше не требуется касаться рукой стенки бассейна перед началом кувырка. Вместе с тем неоднозначное определение момента, когда пловец может изменить положение на спине для начала поворота и должен в него вернуться после завершения поворота, повлекло за собой множество проблем как для судей, так и для пловцов. Поэтому прежде чем перейти к описанию техники поворота при плавании кролем на спине, я хочу процитировать действующие правила FINA:

> После прохождения очередной длины бассейна пловец должен коснуться стенки бассейна какой-либо частью тела. Во время поворота плечи могут повернуться вокруг вертикальной оси в направлении грудной клетки, после чего для выполнения поворота можно использовать непрерывное гребковое движение одной руки или непрерывное одновременное движение обеих рук. После выхода из положения на спине пловец не может выполнять дополнительных движений руками или ногами кроме непрерывных движений, связанных с выполнением поворота. После отталкивания от стенки бассейна пловец должен вернуться в положение на спине (USA Swimming, 1999).

В настоящий момент это правило интерпретируется как возможность выйти из положения на спине после начала предпоследнего гребка перед бортиком бассейна. После этого пловец может выполнить заключительный гребок рукой уже в положении на груди одновременно с переходом в кувырок для выполнения поворота при условии, что поворот и гребок представляют собой единое непрерывное движение. Касания рукой стенки бассейна не требуется. При повороте достаточно касания стенки бассейна любой частью тела.

Для быстрого поворота пловец должен выполнить почти два полных гребка руками под водой в положении на груди, когда он поворачивает тело в процессе поворота. Он может ускорить свое движение за счет гребковых движений руками к средней линии туловища, как при плавании кролем на груди, по сравнению с движениями руками в стороны при плавании кролем на спине. Хотя на первый взгляд кажется, что это недопустимо, этот прием не нарушает требований правил выполнения поворота в кроле на спине. Чтобы не нарушить правила, пловец должен начать последний перед поворотом гребок руками еще в положении на спине. Однако после его начала пловец может сразу же перевернуться в положение на груди. При достаточно быстром перевороте пловец может оказаться в положении на груди уже во время движения руки внутрь и вверх, но кроме того, он может выполнить еще один гребок рукой, не нарушая правил, при условии, что начнет кувырок сразу после перехода в положение на груди и отсутствии задержки между последним гребком перед поворотом и гребком во время поворота.

Надводная часть поворота с переворотом туловища при плавании кролем на спине показана на рисунке 8.16, *а* подводная часть — на рисунке 8.17. Для удобства описания разделим поворот на следующие фазы: 1 — приближение; 2 — переворот; 3 — поворот; 4 — отталкивание; 5 — ударное движение ног способом дельфин под водой; 6 — гребок руками при выходе на поверхность.

Приближение

Обязательным условием правильного выполнения поворота при плавании кролем на спине является точное определение расстояния до стенки бассейна с минимальной оценкой окружающей обстановки. Один из способов — это использование в качестве ориентира веревки с флажками, натягиваемой над бассейном, с последующим подсчетом количества гребков, необходимых для преодоления расстояния от линии флажков о точки начала переворота туловища в положение на груди. Большинство подростков и взрослых спортсменов должны выполнять переворот после начала второго или третьего гребка руками от момента прохождения под флажками. Пловцам следует плавать на тренировочных занятиях с планируемой для заплывов на соревнованиях скоростью, пока они не научатся начинать выполнение поворота на втором или третьем гребке руками, не сталкиваясь со стенкой бассейна.

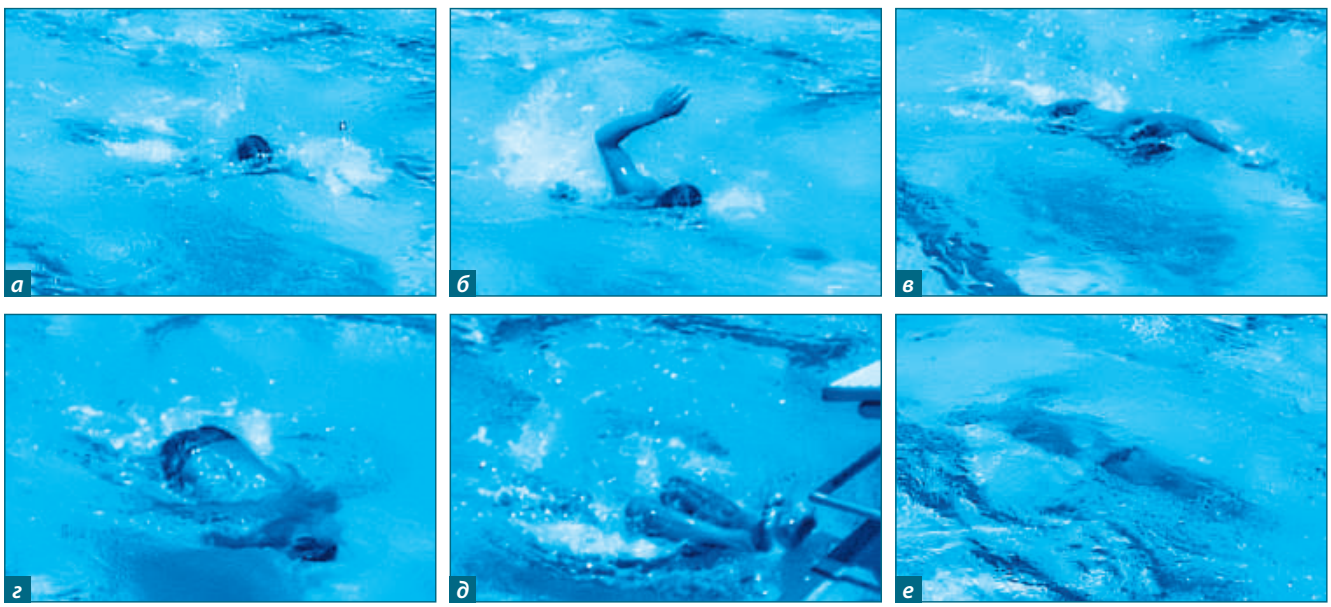


РИСУНОК 8.16 — Надводная часть поворота с переворотом туловища при плавании кролем на спине Гильермо Диаза ДеЛеона: *а* — последний гребок перед поворотом; *б* — переворот в положение на груди (обратите внимание на высокий пронос локтя); *в* — положение на груди; вход руки в воду; *г* — начало кувырка (обратите внимание, что голова опущена к груди); ударное движение ногами способом дельфин; *д* — подготовка к отталкиванию (обратите внимание на высоту расположения ног на стенке бассейна); *е* — отталкивание от стенки в положении на спине

Переворот

Пловец должен начать выполнение переворота одновременно со вторым или третьим гребком руками после прохождения под контрольными флажками. Этот гребок начинается в положении на спине, но в процессе его выполнения пловец быстро переворачивается в положение на груди, как показано на рисунке 8.16, *а—в*. Для перехода в положение на груди пловец должен повернуть туловище в сторону выполняющей гребок руки или в противоположную сторону от руки, выполняющей пронос. В это же время руку, выполняющую пронос, следует переместить над водой поперек туловища, как в случае проноса с высоким положением локтя при плавании кролем на груди (рис. 8.16, *б*). Когда выполняющая гребок рука переместится под грудь, а другая рука начнет вход в воду, пловец должен полностью перевернуться в положение на грудь. Во время

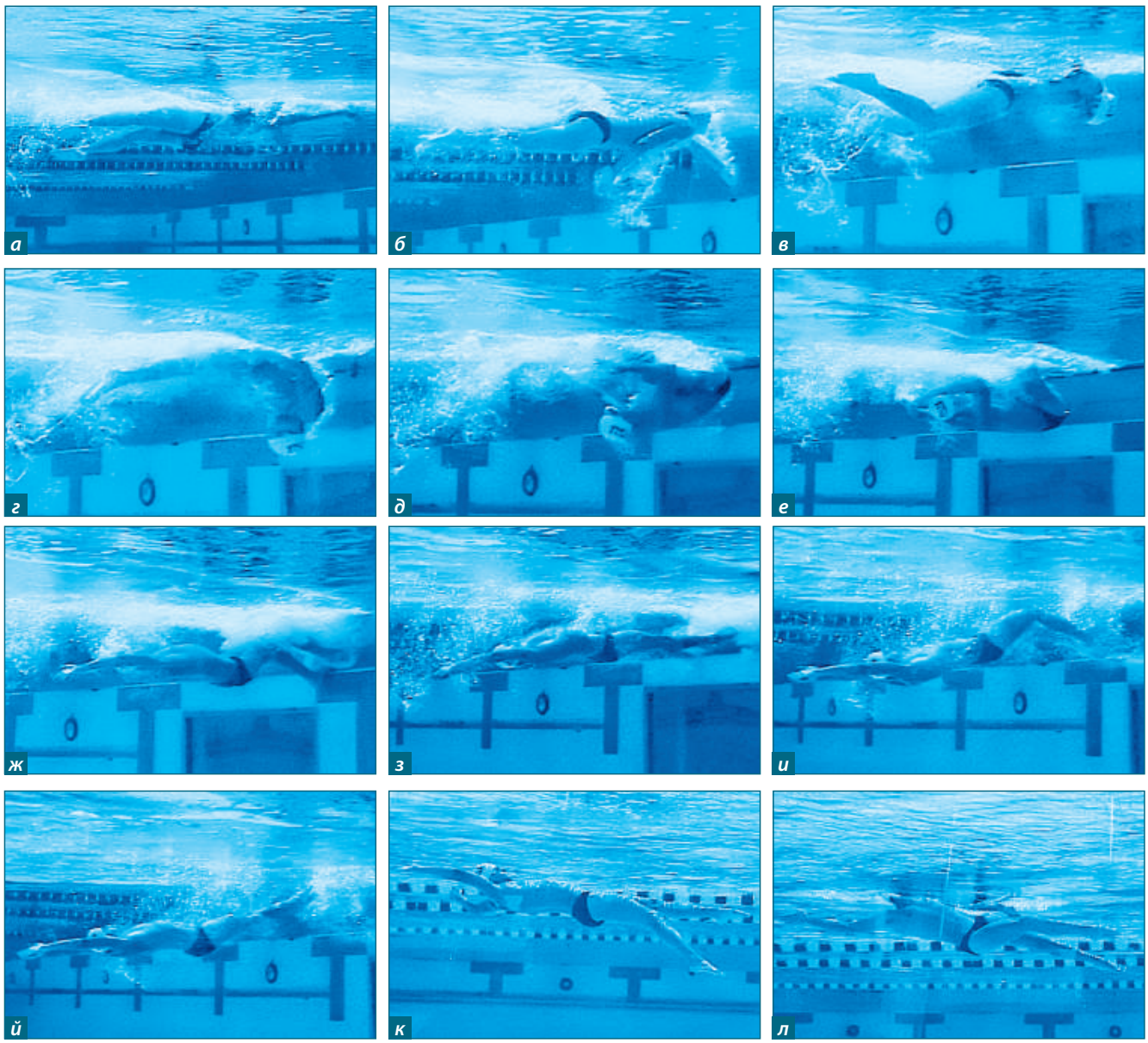


РИСУНОК 8.17 — Подводные фотографии выполнения поворота с переворотом туловища при плавании кролем на спине Пабло Абала: *а* — начало последнего гребка перед поворотом; *б* — начало гребка рукой, вынесенной вперед (обратите внимание на завершение последнего гребка рукой, расположенной сзади); *в* — завершение гребка руками (обратите внимание на руки, расположенные сзади по сторонам тела); начало кувырка; *г* — удар ногами способом дельфин; *д* — кувырок (обратите внимание на руки, которые повернуты ладонями вниз, чтобы помочь выполнению кувырка); *е* — подготовка к отталкиванию (обратите внимание на то, что туловище выпрямлено, руки расположены перед головой и согнуты в локтях); *ж* — начало отталкивания от стенки бассейна с одновременным выпрямлением рук и ног; *з* — отход от стенки бассейна в положении на спине (обратите внимание на небольшой угол наклона туловища вниз); *и* — начало первого ударного движения ногами способом дельфин; *й* — завершение первого ударного движения ногами способом дельфин; *к* — начало попеременного движения ногами; *л* — на поверхности; начало второго гребка руками

переворота в положение на груди пловец выполняет вдох.

Поворот

После перехода в положение на груди поворот выполняется как при повороте с кувырком в плавании вольным стилем, за исключением того, что после его завершения пловец остается на спине. Пловец начинает гребок под водой расположенной впереди рукой после завершения гребка другой рукой. Это движение ускоряет поворот тела возле стенки бассейна (рис. 8.17, *б*). Пловец резко наклоняет голову к груди и одновременно с завершением гребков руками выполняет удар ногами способом дельфин под водой, что также ускоряет поворот тела вокруг своей оси около стенки бассейна. После завершения гребков обеими руками они остаются расположенными по сторонам вдоль туловища до завершения дельфинообразного движения ногами (см. рис. 8.17, *в, г*).

Пловец должен повернуть руки ладонями вниз и использовать их для перемещения головы вверх и проноса ног над туловищем (рис. 8.17, *д*). Кисти рук должны соединиться над головой до того, как ступни коснутся стенки бассейна. Голова отклоняется назад, чтобы расположиться между руками, руки сгибаются в локтях, а верхняя часть туловища и руки выравниваются вдоль одной линии, чтобы пловец мог оттолкнуться сразу же после касания стопами стенки бассейна (рис. 8.17, *е*).

Ноги должны коснуться стенки бассейна под самой поверхностью воды, тело при этом наклонено несколько вниз и вперед, чтобы пловец мог произвести глубокое отталкивание, которое позволит ему выполнить несколько энергичных движений ногами способом дельфин (рис. 8.17, *ж*).

Отталкивание

Во время отталкивания от стенки бассейна руки и ноги пловца должны выпрямиться одновременно, а тело должно находиться в положении на спине. Пловец отталкивается с небольшим уклоном вниз, чтобы тело прошло ниже поверхностной турбулентности и оставалось под водой во время ударного движения ногами способом дельфин (рис. 8.17, з). При отталкивании и выполнении ударного движения ногами способом дельфин тело пловца должно быть на глубине не менее 0,6 м, чтобы ослабить сопротивление воды по сравнению с более близким к поверхности положением тела.

Движение ногами способом дельфин под водой

Скорость пловца после отталкивания превышает среднюю скорость для дистанции, но вскоре после этого она быстро снижается. Тело пловца от головы до пальцев ног должно иметь обтекаемую форму, и в таком положении он скользит в воде до момента, пока не ощутит, что его скорость приближается к необходимой для заплыва. В это время он выполняет под водой несколько ударных движений ногами способом дельфин, предшествующих готовности к выходу на поверхность. Техника ударных движений ногами способом дельфин под водой и рекомендуемое расстояние, которое пловец должен проплывать при помощи ног под водой в заплывах на дистанцию 100 и 200 м кролем на спине, обсуждались в главе 6. Момент выполнения первого ударного движения ногами способом дельфин после поворота показан на рисунке 8.17, *и, й*.

Гребок руками при выходе на поверхность

После готовности к выходу на поверхность пловец должен подниматься вверх постепенно с помощью двух-трех ударных движений ногами под водой способом дельфин и последующих двух- трех попеременных движений. Когда пловец почувствует, что он находится достаточно близко к поверхности, он должен начать первый гребок руками. Этот гребок должен вывести его на поверхность движущимся со скоростью, близкой к планируемой для данного заплыва (см. рис. 8.17, *к, л*). Голова до выхода на поверхность должна оставаться в обтекаемом положении на одной линии с другой рукой. Затем пловец должен опустить подбородок вниз для движения по поверхности воды. После выхода на поверхность пловец должен без задержки начать выполнение гребков в обычном темпе.

Первый гребок руками пловец начинает еще под водой. Распространенной ошибкой является скольжение или выполнение движений ногами до выхода на поверхность и лишь после этого начало гребка руками. В таком случае к моменту выхода на поверхность скорость пловца падает ниже необходимой для соревновательной дистанции.

Еще одна частая ошибка — начало первого гребка на слишком большой глубине. В итоге пловец завершает подводную часть гребка слишком рано и вынужден перемещаться под водой при помощи ног с плохо обтекаемой формой тела, когда одна рука расположена впереди, а вторая сзади, сбоку от туловища, пока не выйдет на поверхность и не сможет пронести руку над водой для начала следующего гребка рукой.

Поворот при плавании баттерфляем и брассом

Техника поворота, используемая при плавании баттерфляем и брассом, практически идентична, за исключением того что после отталки-

вания от стенки бассейна пловец при плавании брассом выполняет гребок под водой, выводящий его на поверхность, а при плавании баттерфляем делает несколько ударных движений ногами способом дельфин.

Ранее при плавании на короткой воде пловец перед началом поворота должен был одновременно коснуться стенки обеими руками на одном уровне. Теперь правила требуют только одновременности касания руками стенки бассейна и, наряду с этим, чтобы плечи пловца не погружались в воду до момента касания. После касания стенки бассейна и отталкивания пловец поворачивается на бок. При этом его плечи должны находиться в вертикальном положении. При плавании обоими способами в начале первого после поворота гребка руками туловище пловца должно находиться в положении на груди.

Удерживать плечи параллельно поверхности воды и касаться руками стенки бассейна одновременно на разном уровне достаточно сложно, поэтому здесь никакого выигрыша во времени добиться, вероятнее всего, не удастся. Вместе с тем спортсмен может сберечь время, отталкиваясь от стенки в положении на боку, поэтому этот прием следует сделать элементом поворота.

На рисунке 8.18 показана плывущая брассом спортсменка в момент выполнения поворота. Техника выполнения поворота при плавании баттерфляем показана на рисунке 8.19. Для удобства описания разделим поворот на следующие фазы: 1 — приближение; 2 — поворот; 3 — отталкивание; 4 — скольжение и гребок руками, выводящий на поверхность. Кроме того, в описание включен дополнительный подраздел с описанием техники поворота на гладкой стенке, поскольку во многих бассейнах торцовые стенки не оснащены сливными канавками.

Приближение

Приближение при плавании брассом показано на рисунке 8.18, *а*. Однако, как уже говорилось, техника выполнения поворота при плавании брассом и баттерфляем почти идентична от момента касания руками стенки бассейна и до момента отрыва ног. В момент приближения к стенке бассейна пловец должен сосредоточиться на том, чтобы завершить выполнение гребков и подплыть к стенке с полностью выпрямленными вперед руками в момент их выноса. Последний удар ногами должен быть очень энергичным, чтобы руки коснулись стенки бассейна с максимально возможным импульсом. В идеале спортсмен должен коснуться стенки бассейна в конце толчковой фазы удара ногами. Если же ему приходится скользить к стенке бассейна, то тело при

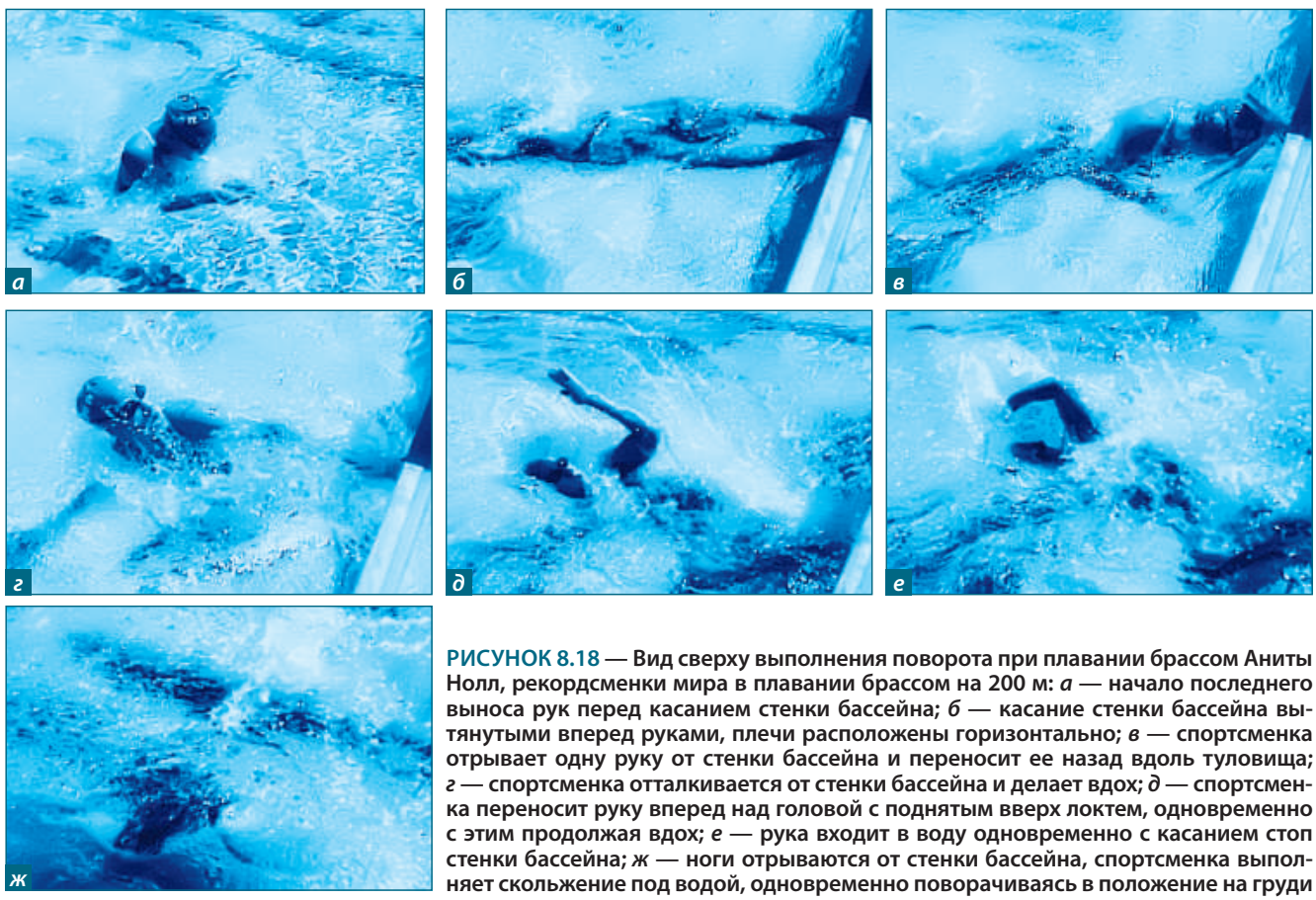


РИСУНОК 8.18 — Вид сверху выполнения поворота при плавании брассом Аниты Нолл, рекордсменки мира в плавании брассом на 200 м: *а* — начало последнего выноса рук перед касанием стенки бассейна; *б* — касание стенки бассейна вытянутыми вперед руками, плечи расположены горизонтально; *в* — спортсменка отрывает одну руку от стенки бассейна и переносит ее назад вдоль туловища; *г* — спортсменка отталкивается от стенки бассейна и делает вдох; *д* — спортсменка переносит руку вперед над головой с поднятым вверх локтем, одновременно с этим продолжая вдох; *е* — рука входит в воду одновременно с касанием стоп стенки бассейна; *ж* — ноги отрываются от стенки бассейна, спортсменка выполняет скольжение под водой, одновременно поворачиваясь в положение на груди

этом должно иметь наиболее обтекаемую форму, чтобы снизить тормозящее действие сопротивления воды.

Поворот

Движение пловца в момент поворота наиболее точно можно описать как падение назад. Лучше всего это движение показывают сделанные над водой фотографии на рисунке 8.18. После касания стенки бассейна руками, пловец одновременно с движением ног вверх и стоп к стенке должен опрокинуться почти прямо назад. Многие спортсмены во время таких поворотов тратят время на повороты тела из стороны в сторону. Они перемещают голову и туловище от стенки бассейна в одном направлении и подтягивают ноги и таз к стенке в противоположную сторону. Выполнение поворота таким образом существенно увеличивает расстояние, проходимое телом к стенке бассейна, и объем воды, перемещаемый пловцом во время движения. Гораздо быстрее и эффективнее переместить голову и туловище вниз, в то же пространство, которое использовалось для перемещения ног к стенке бассейна. Для этого пловец одновременно с перемещением ног к стенке бассейна опрокидывает туловище и голову почти прямо назад, поворачивая туловище ровно настолько, чтобы оно вошло в воду с другой стороны. Ниже дано более детальное описание поворота.

Спортсменка касается стенки бассейна одновременно обеими руками. Его плечи при этом расположены параллельно поверхности воды (рис. 8.18, *б*). После касания спортсменка скользит к стенке бассейна, сгибая руки в локтях. Одновременно с этим она отрывает одну руку от стенки бассейна и как можно быстрее перемещает ее в противоположном направлении. Для этого он сгибает руку в воде и перемещает локоть к грудной клетке, после чего выпрямляет руку вперед в направлении к противоположному концу бассейна. Момент отрыва одной руки от стенки бассейна показан на рисунке 8.18, *в*. Позднее спортсменка использует эту руку, чтобы погрузить туловище и голову глубже.

Одновременно с движением одной руки от стенки бассейна пловец должен схватиться другой за сливную канавку (если таковая имеется) и, сгибая руку, подтянуть таз и ноги вперед к стенке. Он плотно прижимает ноги к животу и перемещает их под туловищем прямо к стенке бассейна. Ноги должны быть соединены, стопы расположены одна поверх другой, чтобы уменьшить сопротивление и увеличить скорость дви-

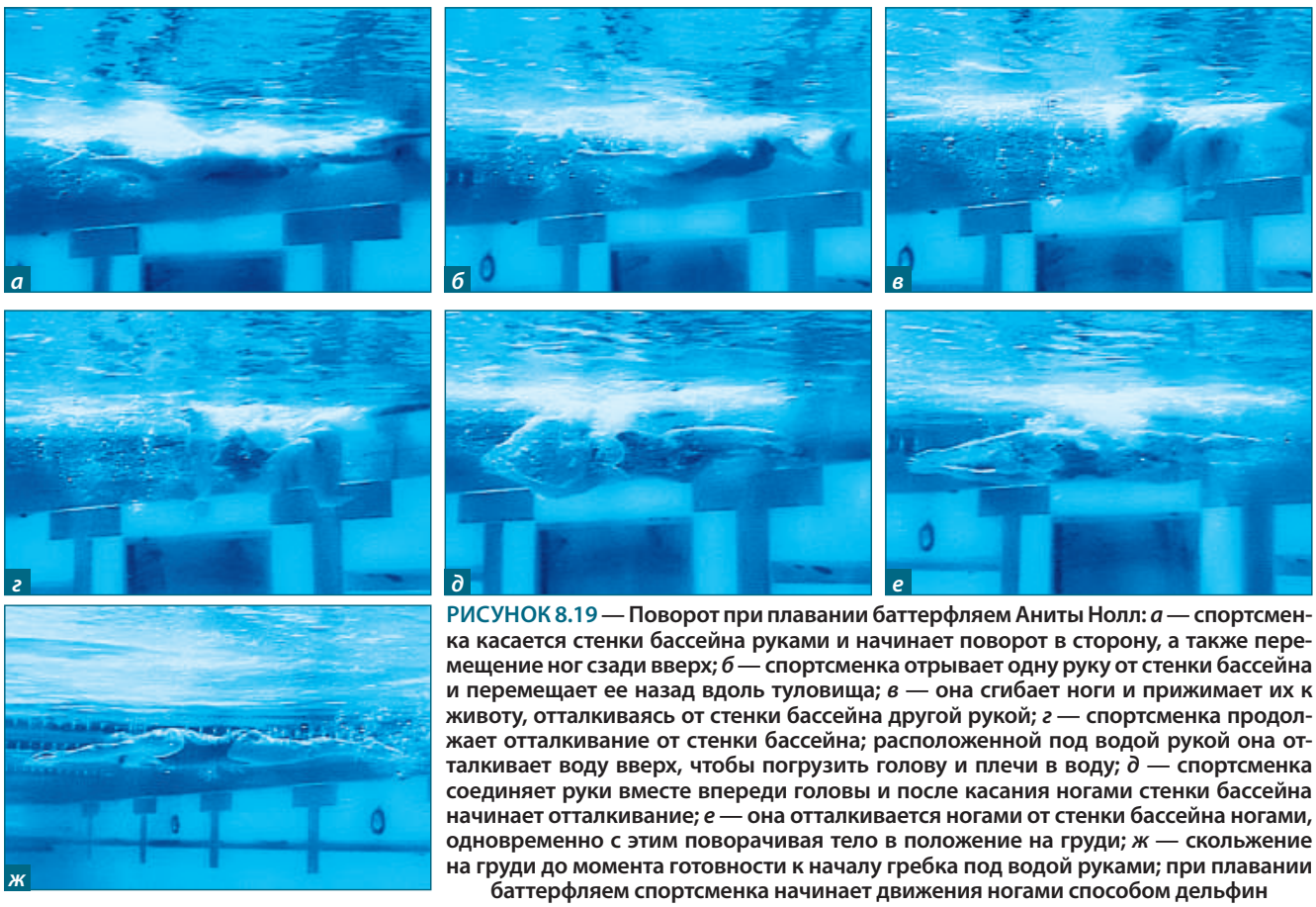


РИСУНОК 8.19 — Поворот при плавании баттерфляем Аниты Нолл: *а* — спортсменка касается стенки бассейна руками и начинает поворот в сторону, а также перемещение ног сзади вверх; *б* — спортсменка отрывает одну руку от стенки бассейна и перемещает ее назад вдоль туловища; *в* — она сгибает ноги и прижимает их к животу, отталкиваясь от стенки бассейна другой рукой; *г* — спортсменка продолжает отталкивание от стенки бассейна; расположенной под водой рукой она отталкивает воду вверх, чтобы погрузить голову и плечи в воду; *д* — спортсменка соединяет руки вместе впереди головы и после касания ногами стенки бассейна начинает отталкивание; *е* — она отталкивается ногами от стенки бассейна ногами, одновременно с этим поворачивая тело в положение на груди; *ж* — скольжение на груди до момента готовности к началу гребка под водой руками; при плавании баттерфляем спортсменка начинает движения ногами способом дельфин

жения к стенке. При этом у него должно быть ощущение, что колени движутся в сливную канавку (рис. 8.19, *в*).

Голову, которая в момент касания стенки руками находилась под водой, пловец должен поднять над водой и переместить почти прямо назад одновременно с движением ногами под туловищем вперед (рис. 8.18, *г, д*). После прохождения ног под туловищем пловец должен резко оттолкнуться рукой от стенки. После этого он не касается стенки никакой другой частью тела. Тем не менее механический момент, возникающий при отталкивании туловища, создает противодействующую силу, которая перемещает ноги к стенке бассейна. В момент касания ногами стенки бассейна пловец не должен держаться за нее руками, поскольку это только задерживает отталкивание. Одновременно с отталкиванием пловец выполняет вдох.

В момент резкого движения туловища назад пловец должен повернуть плечо свободной руки вниз в воду так, чтобы войти в воду боком (рис. 8.18, *д*). Чтобы облегчить выполнение этого движения, пловец должен повернуть вытянутую под водой руку ладонью вверх и оттолкнуть воду, чтобы голова и плечи погрузились глубже (рис. 8.19, *г*). Руку, которой пловец отталкивается от стенки бассейна, следует проносить над водой, как при проносе с поднятым локтем (рис. 8.18, *д*). При перемещении руки над водой необходимо следовать за ней взглядом, чтобы рука и голова вошли в воду одновременно. После входа в воду эта рука должна начать движение вниз, чтобы соединиться с другой рукой.

Отталкивание

К моменту касания ногами стенки бассейна спортсмен должен попытаться расположить руки вместе перед головой на одной линии с туловищем. Благодаря этому он сможет незамедлительно выполнить отталкивание (рис. 8.19, *д*). Стопы располагаются на стенке бассейна на глубине 45—50 см носками в сторону. В начале отталкивания туловище повернуто на бок, затем в процессе отталкивания и последующего скольжения оно переходит в положение на груди (рис. 8.19, *е, ж*). Отталкивание выполняется за счет выпрямления ног, отталкивающихся от стенки бассейна. Одновременно с этим необходимо выпрямить руки, чтобы увеличить движущее усилие, создаваемое при выпрямлении ног. В момент отрыва ног от стенки бассейна они должны быть скрещены и находиться одна над другой. При переходе в положение на груди во время скольжения пловец перемещает верхнюю ногу вниз.

Скольжение и гребок руками, выводящий на поверхность

Начиная с этого момента техника поворота при плавании брассом и баттерфляем отличается. Перед выходом на поверхность пловец при плавании баттерфляем выполняет несколько ударов ногами способом дельфин, а при плавании брассом — один гребок руками и один толчок ногами.

Поворот при плавании брассом. Во время отталкивания пловец должен направить свое движение под небольшим углом вниз, чтобы иметь возможность двигаться на достаточной глубине там, где гребок руками и скольжение можно выполнить более эффективно. Скольжение должно происходить на глубине не менее 0,6 м до момента достижения планируемой во время заплыва скорости, тело при этом должно иметь обтекаемую форму. После этого пловец должен выполнить один гребок руками под водой и очень короткое второе скольжение перед тем, как выйти под небольшим углом на поверхность. Первый гребок руками на поверхности начинается еще до выхода головы из под воды, однако пловец не должен допустить того, чтобы расстояние между его руками достигло максимальной величины до момента появления головы на поверхности. Техника выполнения гребка руками под водой описана в главе 7.

Поворот при плавании баттерфляем. Если пловец при плавании баттерфляем после поворота собирается выполнить под водой несколько ударных движений ногами способом дельфин, то при отталкивании он должен направлять свое движение под небольшим углом вниз. В остальных случаях тело в момент отталкивания должно двигаться в горизонтальной плоскости. Для снижения сопротивления воды пловцу следует отталкиваться от стенки бассейна и выполнять скольжение на глубине не менее 0,4 м.

При плавании баттерфляем пловец скользит с обтекаемой формой тела до момента приближения к планируемой для заплыва скорости. После этого он начинает выполнение под водой ударных движений ногами способом дельфин. Техника выхода на поверхность после нескольких ударов ногами способом дельфин не отличается от описанной ранее. Пловец должен начать движение с постепенного подъема, используя два-три удара ногами для приближения к поверхности настолько, чтобы начать первый гребок руками. Этот гребок должен вывести его на поверхность двигающимся со скоростью, близкой к соревновательной во время заплыва.

На коротких дистанциях пловец не должен делать вдох во время первого гребка после выхода на поверхность. На длинных дистанциях он

может сделать вдох во время первого гребка, но только ближе к концу подводной его части, чтобы поднимание головы не нарушило ритма гребка. Не следует делать вдох перед первым гребком после выхода на поверхность скольжением или при помощи ударов ногами, поскольку это сильно замедляет движение пловца.

Техника поворота с отталкиванием от гладкой стенки

В случае отсутствия сливной канавки в стенке бассейна пловцу не за что взяться рукой, чтобы помочь движению ног к стенке. Однако за исключением столь небольшого различия техника выполнения поворота на гладкой стенке практически ничем не отличается от описанной выше.

Пловец касается стенки бассейна одновременно обеими руками, удерживая плечи в горизонтальном положении параллельно поверхности воды. После касания стенки бассейна пловец быстро перемещает одну руку к боковой части туловища, как было описано выше. Далее отличие заключается в действиях, выполняемых рукой, остающейся прижатой к стенке бассейна. Поскольку пловец не может взяться за сливную канавку, он прижимает руку к стенке бассейна ладонью, повернув ее пальцами вверх наискосок по отношению к плечу другой руки и, сгибая руку в локте, позволяет телу продолжить движение к стенке бассейна. Его ноги при этом плотно прижаты к животу. Когда ноги пройдут под туловищем, но до момента касания стопами стенки, пловец должен оттолкнуться от нее ладонью, разгибая руку в локте. После этого он проносит руку вперед с поднятым локтем и оставшуюся часть поворота выполняет, как описано выше.

Распространенные ошибки

К числу распространенных ошибок при выполнении поворота в плавании брассом и баттерфляем можно отнести: 1 — чрезмерное приподнимание туловища над водой; 2 — поворот туловища в положение на грудь до отталкивания; 3 — отталкивание на недостаточной глубине; 4 — выполнение двойного вдоха в момент контакта со стенкой бассейна.

1. Чрезмерное поднимание головы и плеч над водой во время поворота требует дополнительных затрат времени и мышечных усилий. Пловец, допускающий подобную ошибку, обычно цепляется за сливную канавку и перед отталкиванием притягивает себя к стенке бассейна и вверх. На самом деле, он должен, не поднимаясь из воды, просто притянуть себя на небольшое расстояние к стенке, пока ноги не пройдут под туловищем, а рука не окажется согнутой в локте настолько, чтобы ею можно было оттолкнуться с небольшим усилием. При этом голова и плечи пловца остаются в воде. Во время отталкивания назад от стенки бассейна голова и плечи перемещаются вверх и назад, но лишь настолько, чтобы пловец смог при этом сделать вдох.

Как отмечалось выше, пловец может ускорить выполнение поворота, если в момент отталкивания рукой от стенки его туловище опрокидывается почти прямо назад, а голова и плечи остаются близко к поверхности воды. Хотя туловище пловца при перемещении ног к стенке бассейна, а также при отталкивании назад рукой несколько приподнимается, пловец не должен прикладывать никаких дополнительных усилий, чтобы оно поднялось выше, чем поднимается при обычном выполнении поворота.

2. Если туловище пловца во время ухода под воду поворачивается в положение на груди, то это замедляет его погружение. Многие пловцы совершают ошибку, переворачиваясь в положение на груди до отталкивания от стенки бассейна. Переход в положение на груди замедляет выполнение поворота, поскольку требует дополнительного времени для вращения туловища у стенки бассейна. Более того, при таком положении туловища существенно возрастает сопротивление воды при уходе под воду, поскольку пловцу приходится отталкивать воду не боком, а всей шириной туловища. Пловец, совершающий такую ошибку, показан на рисунке 8.20.

Многие пловцы допускают эту ошибку из-за того, что перед отталкиванием располагают стопы носками вниз. Необходимо научить их располагать стопы на стенке бассейна носками в сторону, что существенно увеличит вероятность входа в воду боком при отталкивании.

3. Пловец отталкивается от стенки бассейна слишком близко к поверхности воды из-за того, что он чересчур долго удерживается за стенку при подтягивании ног вперед. В итоге он не успевает соединить руки вместе и полностью погрузить голову и плечи под воду, когда его стопы касаются стенки бассейна и начинают отталки-

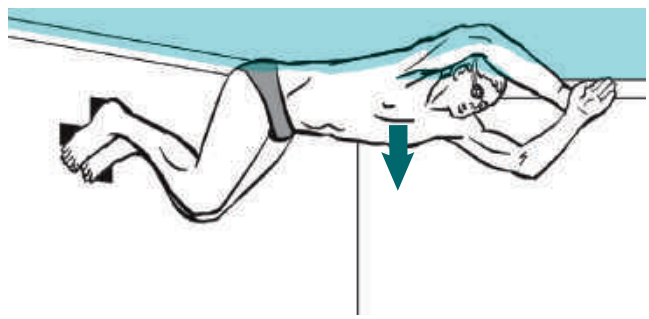


РИСУНОК 8.20 — Ошибка, связанная с погружением в воду в частично горизонтальном положении во время поворота при плавании брассом и баттерфляем

вание. Эту ошибку можно исправить, если отталкиваться рукой от стенки и начинать опрокидывание назад сразу же после прохождения стоп под туловищем.

Кроме того, пловец может отталкиваться на недостаточной глубине, вследствие того что при подтягивании ног вперед удерживается за стенку обеими руками, а затем одновременно переносит их вперед над водой. Некоторые специалисты ошибочно отстаивают этот способ поворота как самый быстрый, однако в действительности он медленнее, поскольку пловцу приходится задержать отталкивание, чтобы выровнять руки в одну линию с туловищем под водой или же отталкиваться с плохо обтекаемой формой тела.

4. Последняя ошибка — двойной вдох. Многие пловцы поднимают голову и делают вдох сразу после касания стенки бассейна руками, а затем делают вдох еще раз, когда голова поднимается над водой во время движения туловища назад. Первый вдох замедляет поворот, поскольку спортсмену приходится держаться за стенку бассейна обеими руками до завершения вдоха, вместо того чтобы сразу же убрать одну руку и начать поджимание ног к животу. Пловец во время поворота должен делать только один вдох — во время откидывания тела назад от стенки бассейна.

Повороты при комплексном плавании

В комплексном плавании технике выполнения поворотов часто не уделяют должного внимания. Тренировка выполнения поворотов способна улучшить время пловца на 1 с на дистанции 200 м и почти на 2 с на дистанции 400 м. В комплексном плавании от пловца требуется умение выполнять следующие повороты со сменой способа плавания: 1 — поворот с переходом от плавания баттерфляем к плаванию кролем на спине; 2 — поворот с переходом от кроля на спине к брассу (наиболее сложный поворот); 3 — поворот с переходом от брасса к плаванию вольным стилем.

Поворот с переходом от плавания баттерфляем к плаванию кролем на спине

Этот поворот не очень существенно отличается от обычного поворота при плавании баттерфляем. Техника его выполнения показана на рисунке 8.21. В соответствии с правилами, пловец должен коснуться стенки бассейна одновременно обеими руками, удерживая плечи параллельно поверхности воды (рис. 8.21, *а*). С этого момента и до отталкивания рукой от стенки бассейна техника поворота ничем не отличается от описанной для баттерфляя. После этого способ движения головы и руки над водой, а также размещения стоп на стенке бассейна будет несколько отличаться от способа, описанного для поворотов в плавании баттерфляем и брассом.

Пловец должен плавно погрузиться под воду, его тело в момент отталкивания от стенки бассейна должно быть повернуто боком вниз, а в данном случае еще и немного спиной. Для этого он переносит руку, использованную для отталкивания от стенки бассейна, над водой вперед головы. Стопы на стенке бассейна располагаются носками вверх и лишь немного в сторону (рис. 8.21, *б, в*). После этого, чтобы не нарушить правила плавания кролем на спине, пловец во время отталкивания от стенки бассейна должен повернуть туловище в положение на спине. Поворот тела на спину должен завершиться вскоре после отрыва стоп от стенки бассейна, чтобы в течение большей части скольжения пловец находился в положении на спине и мог сохранять обтекаемую форму. После перехода в положение на спине пловец выполняет несколько подводных ударов ногами способом дельфин, прежде чем направить движение тела к поверхности. При приближении к поверхности воды он начинает попеременные движения ногами и выполняет первый гребок руками.

Этот способ поворота намного быстрее других, используемых пловцами. Ныряние спиной или опрокидывание тела прямо на спину — более медленные способы поворота с переходом от баттерфляя к кролю на спине, поскольку пловцу требуется больше времени, чтобы расположить ноги на стенке бассейна и выровнять тело перед отталкиванием.

Поворот с переходом от плавания кролем на спине к плаванию брассом

Для перехода от кроля на спине к брассу в комплексном плавании пловец не может использовать поворот с переворотом туловища, выполняемый при плавании кролем на спине, поскольку, согласно правилам, должен закончить этап заплыва кролем на спине в положении на спине, а окончанием этапа является касание стенки бассейна руками. Это весьма прискорбно, учитывая то, что поворот с переворотом туловища, вероятно, наиболее быстрый способ поворота при изменении способа плавания.

Большинство пловцов в заплывах комплексным плаванием при переходе от кроля на спине к брассу используют один из четырех различных способов поворота. Часть спортсменов предпочитают *открытый поворот*, другая — *поворот с кувырком*, остальные используют модификацию *поворота Набера* или традиционного поворота с

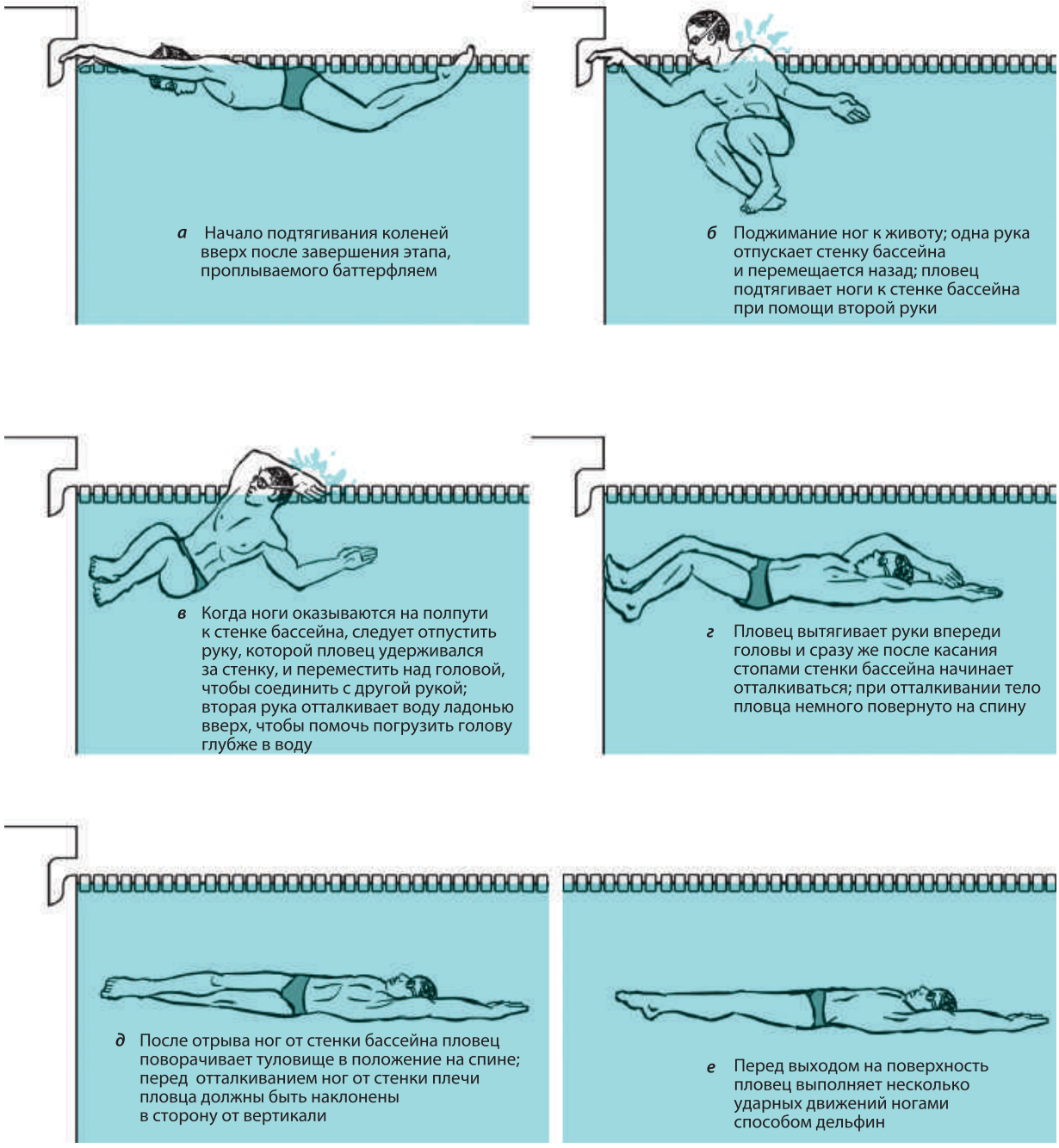


РИСУНОК 8.21 — Поворот со сменой способа плавания от баттерфляя к кролю на спине во время комплексного плавания

вращением при плавании кролем на спине. Открытый поворот наиболее популярен, но, вероятно, является самым медленным способом.

Открытый поворот. Техника выполнения открытого поворота представлена на серии схематических изображений на рисунке 8.22. Этот способ поворота легче всего использовать при наличии в стенке бассейна сливной канавки. Однако выполнить его на ровной стенке достаточно сложно.

При выполнении этого и других способов поворота с переходом от кроля на спине к брассу пловец определяет расстояние до стенки бассейна, используя в качестве ориентира контрольные флажки над бассейном. При выполнении последнего гребка пловец тянется вперед и захватывает рукой сливную канавку одновременно с поворотом в сторону сгибающейся руки. После захвата сливной канавки он перемещает ноги вниз и вперед к стенке бассейна, а голову и плечи — в противоположном направлении над водой. На протяжении всего поворота ноги пловца поджаты к туловищу, а тело находится на боку (рис. 8.22, *а, б*).

Свободная рука, которая в начале выполнения поворота была вытянута вдоль туловища назад, остается прямой и повернута ладонью вверх.

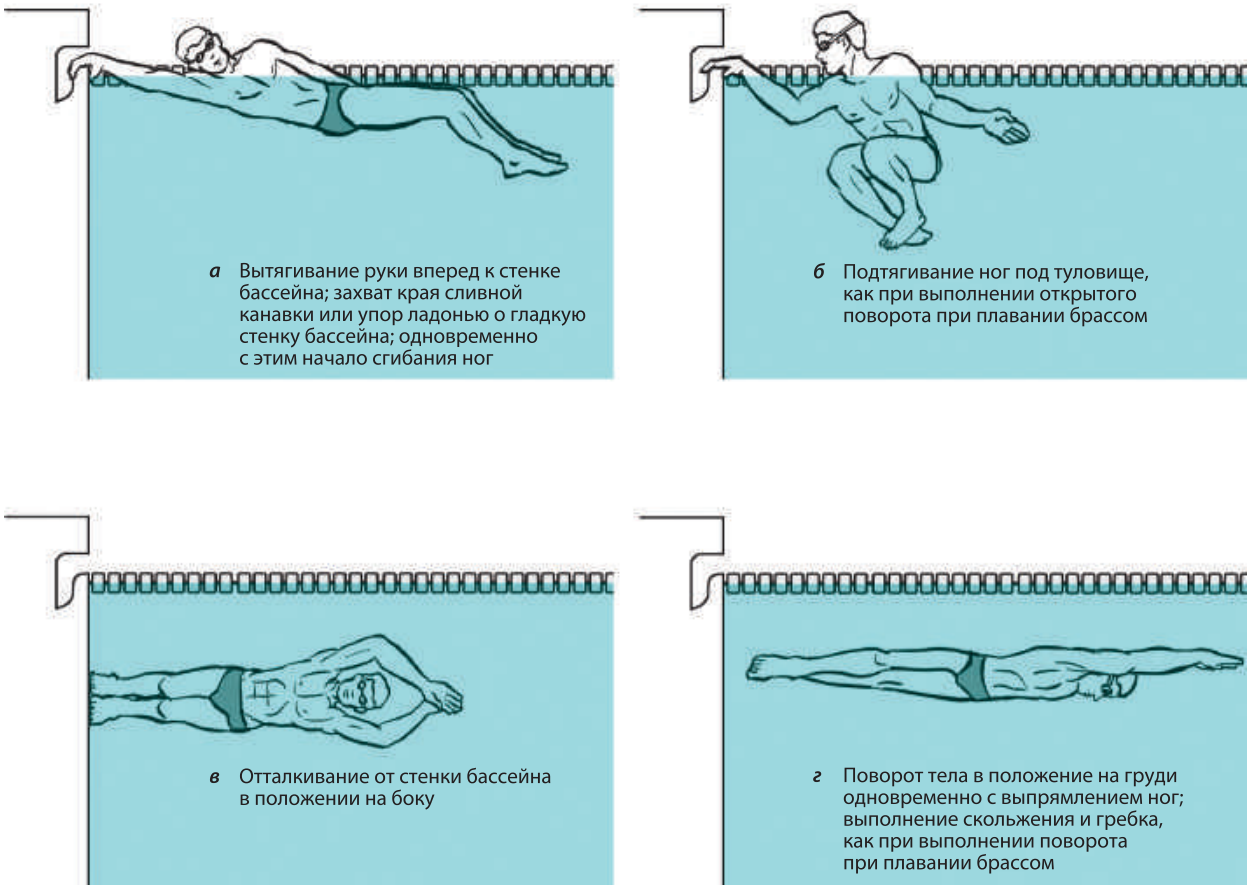
Пловец использует ее позднее для погружения головы и туловища под воду (рис. 8.22, *б, в*).

После прохождения стоп под туловищем пловец отталкивается от стенки бассейна рукой и перемещает ее вперед над водой с высоко поднятым локтем, как это описано при выполнении поворота при плавании брассом. Голова следует за рукой, после чего пловец погружается в воду в положении на боку так, чтобы одно плечо находилось прямо над другим. После отталкивания от стенки бассейна пловец поворачивается в положение на груди (рис. 8.22, *г*). При отталкивании движение тела пловца направлено немного вниз, затем пловец скользит в обтекаемом положении, пока его скорость не снизится до уровня планируемой во время заплыва, после чего выполняет гребок руками под водой способом брасс.

Как и при выполнении остальных открытых поворотов, пловец должен попытаться придать телу обтекаемую форму, расположив туловище и вытянутые перед головой руки под водой на одной линии до момента касания стенки бассейна, чтобы иметь возможность незамедлительно оттолкнуться вперед. Если в момент касания стоп стенки бассейна тело пловца не приняло обтекаемой формы, он должен оттолкнуться и выровнять тело вдоль одной линии после этого.

При выполнении открытого поворота на гладкой стенке бассейна пловец упирается ладонью о стенку бассейна, а затем сгибает руку в локте, позволяя телу продолжить скольжение вперед, и одновременно с этим подгибает ноги под себя. Ладонь упирается в стенку на уровне поверхности воды. После этого пловец может сместить руку внутрь, согнув ее в локте, одновременно со сгибанием ног и подтягиванием их под туловище. После прохождения ног под тазом пловец выпрямляет руку, упиравшуюся в стенку бассейна, и отталкивается от стенки, как это описано для поворотов при плавании способами баттерфляй и брасс. Далее техника поворота не отличается от описанной выше для этого способа поворота при наличии сливной канавки.

Одним из преимуществ открытого поворота является возможность выполнения вдоха во время поворота, благодаря чему пловец может увеличить длительность пребывания под водой во время скольжения и гребка под водой руками. Кроме того, при открытом повороте пловцу гораздо легче ориентироваться в пространстве. Основным недостатком является то, что этот способ медленнее способов поворота, включающих кувырок или переворот тела. Это обусловлено необходимостью задержки возле стенки



а Вытягивание руки вперед к стенке бассейна; захват края сливной канавки или упор ладонью о гладкую стенку бассейна; одновременно с этим начало сгибания ног

б Подтягивание ног под туловище, как при выполнении открытого поворота при плавании брассом

в Отталкивание от стенки бассейна в положении на боку

г Поворот тела в положение на груди одновременно с выпрямлением ног; выполнение скольжения и гребка, как при выполнении поворота при плавании брассом

РИСУНОК 8.22 — Открытый поворот при переходе от плавания кролем на спине к плаванию брассом

бассейна для изменения направления движения, тогда как использование кувырка при повороте позволяет пловцу сохранить момент движения.

Поворот с кувырком. Этот способ выполнения поворота с переходом от плавания кролем на спине к брассу показан на рисунке 8.23.

В момент приближения к повороту пловец ныряет спиной вниз к стенке бассейна одновременно с завершением последнего проноса руки. Пловец вертикально проносит руку, которая коснется стенки, и упирается ладонью в стенку на достаточно большой глубине, повернув ее пальцами вниз. После этого он отталкивается от стенки, чтобы помочь себе выполнить первую половину кувырка. Когда его стопы пройдут над головой, он убирает руку от стенки бассейна и быстро переносит ее вперед под туловищем, чтобы соединить с другой рукой впереди головы. Для этого он сгибает руку в локте, проводит под грудью и вытягивает вперед. Руки пловца должны соединиться впереди головы до момента касания стенки бассейна ногами.

Для завершения кувырка возле стенки бассейна пловец использует вторую руку, которая до этого была вытянута назад вдоль бедра. Для этого он поворачивает ее ладонью вверх и перемещает воду в направлении головы, чтобы до начала отталкивания расположить голову, туловище и ноги на одной линии. Движение руки прекращается, когда ладонь оказывается прямо над головой в момент завершения кувырка (рис.8.23, *б*). После этого пловец опускает ее вниз к другой руке, подготавливаясь к отталкиванию.

В результате вытягивания руки к стенке бассейна вниз при приближении к повороту тело пловца во время кувырка немного скручивается и в момент касания стоп стенки оказывается в наклоненном набок положении. Из-за этого стопы пловца будут повернуты носками в сторону.

При подготовке к отталкиванию ноги пловца сгибаются в коленях (рис. 8.23, *в*). После касания стопами стенки пловец незамедлительно отталкивается. Во время отталкивания туловище пловца слегка повернуто на бок, руки и ноги разгибаются одновременно. Как и в случае других способов поворота, пловец после отталкивания от стенки поворачивает туловище в положение на грудь (рис. 8.23, *г*). При отталкивании движение тела пловца направлено немного вниз, чтобы он мог выполнить гребок под водой способом брасс на достаточной глубине. После отталкивания пловец выполняет скольжение, пока его скорость не снизится до планируемой во время заплыва, после чего начинает грести руками.

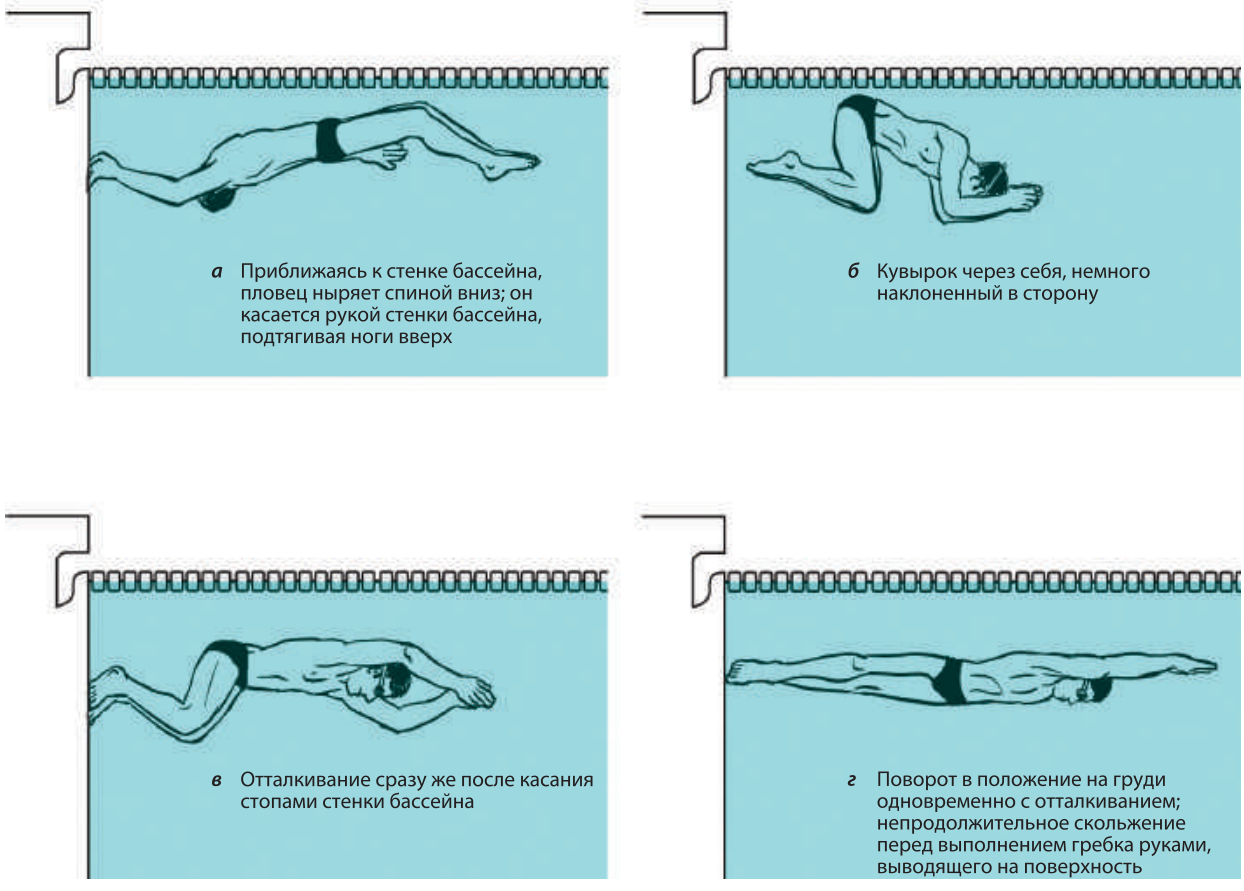


РИСУНОК 8.23 — Поворот с кувырком при переходе от плавания кролем на спине к плаванию брассом

Модифицированный поворот Набера. Выдающийся пловец кролем на спине Джон Набер сделал популярным еще один способ поворота. Сочетание вращения и открытого поворота позволяет пловцу делать вдох как при открытом повороте и, наряду с этим, использовать для поворота более быстрое вращательное движение. Введение правила, разрешающего при повороте касаться стенки бассейна любой частью тела, привело к тому, что этот способ перестали использовать при плавании кролем на спине, однако его модификацию вполне успешно можно использовать для поворота с переходом от кроля на спине к брассу в комплексном плавании. Техника выполнения модифицированного поворота Набера показана на рисунке 8.24. Пловец должен коснуться стенки бассейна, вытянув руку наискосок вперед головы, чтобы она располагалась перед плечом другой руки. Он упирается ладонью в стенку на глубине примерно 15—20 см (рис. 8.24, *а*). При наличии сливной канавки не следует за нее браться.

Одновременно с вытягиванием руки пловец начинает сгибание ног, чтобы в момент касания стенки бассейна рукой он уже начал вращение тела. После касания стенки пловец движется к ней по инерции, сгибая руку в локте. При этом он продолжает поднимать ноги над водой, сгибая их в тазобедренных и коленных суставах (рис. 8.24, *б*). Чтобы перенести ноги над водой и ускорить вращение туловища в направлении стенки, пловец должен как можно сильнее согнуть ноги в коленях и тазобедренных суставах. Для облегчения переноса ног над водой пловец немного отклоняет голову и плечи назад. Во время переноса к стенке ноги могут касаться пятками воды, однако необходимо постараться поднять их над водой. В случае касания стенки бассейна правой рукой пловец выполняет вращение туловища по часовой стрелке, в случае касания левой — против часовой стрелки.

Когда ноги окажутся на полпути к стенке бассейна, пловец должен оттолкнуться рукой, направив движение головы и плеч в сторону от нее. По-

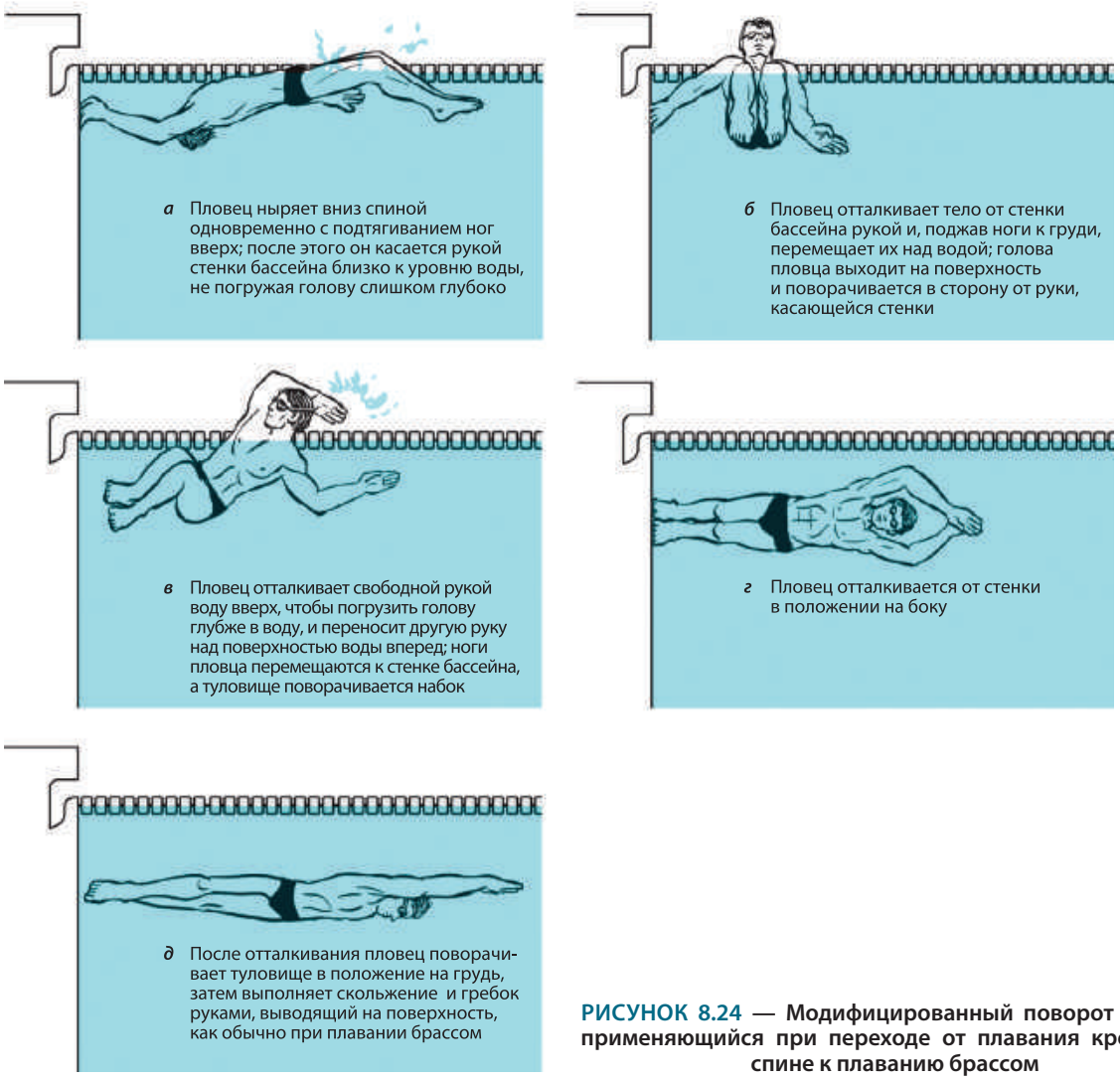


РИСУНОК 8.24 — Модифицированный поворот Набера, применяющийся при переходе от плавания кролем на спине к плаванию брассом

сле этого он перемещает руку над водой с высоко поднятым локтем, чтобы соединить ее с другой рукой до начала отталкивания (рис. 8.24, *в*). Начиная с этого момента, движения пловца сходны с описанными для открытого поворота при плавании брассом. Голова вместе с рукой перемещается над водой и пловец опрокидывается под воду боком, одно плечо прямо над другим. Ладонь свободной руки, которая в начале поворота находилась сзади возле бедра, поворачивается вверх к поверхности воды и помогает погрузить голову глубже при опрокидывании туловища пловца в воду. Пловец отталкивается от стенки бассейна в положении на боку и поворачивается на грудь во время отталкивания и последующего скольжения (рис. 8.24, *г, д*). Чтобы не нарушить правила плавания брассом, пловец должен повернуться в положение на груди до начала первого гребка руками.

Основная проблема, с которой сталкивается пловец при обучении выполнению этого поворота, заключается в склонности к слишком быстрому повороту на бок. Поворот следует выполнять в вертикальном плане. Во время вращения пловец должен подтянуть ноги к животу как можно ближе, чтобы уменьшить их удаленность от оси вращения. По той же причине пловец должен отклониться назад при перемещении ног к стенке бассейна. При отталкивании от стенки рукой, голова и туловище должны двигаться почти прямо назад в направлении противоположного конца бассейна, а не описывать широкий круг.

Модифицированный поворот с вращением. Как говорилось ранее, поворот с вращением был самым быстрым способом поворота в плавании брассом до того, как недавние изменения правил не исключили необходимость касания стенки бассейна рукой. Тем не менее поскольку в комплексном плавании касание рукой остается обязательным при выполнении поворота со сменой кроля на спине на брасс, тот же способ поворота с вращением с небольшими модификациями должен быть самым быстрым для смены способа плавания. Техника выполнения такого поворота показана на рисунке 8.25.

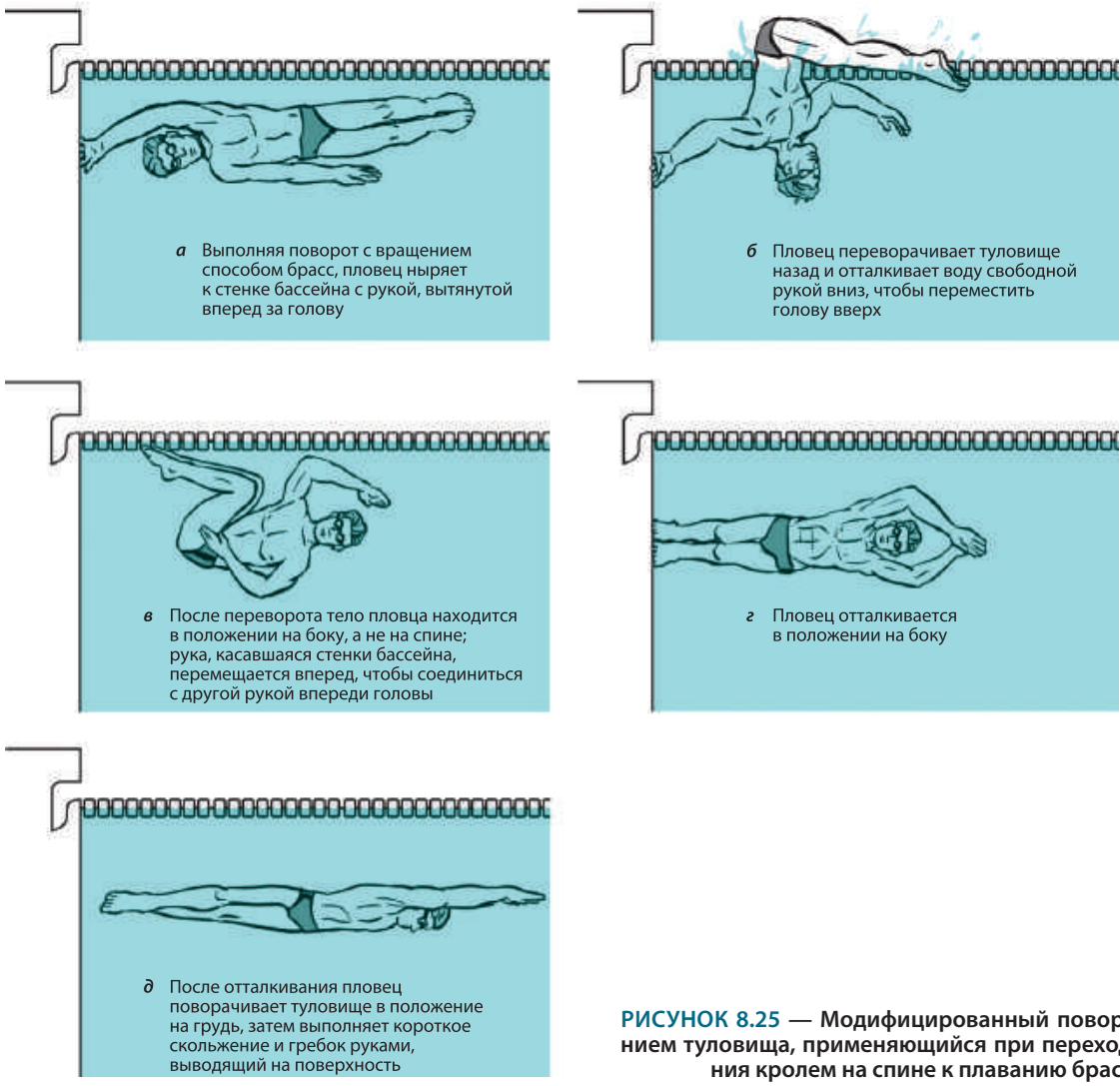


РИСУНОК 8.25 — Модифицированный поворот с вращением туловища, применяющийся при переходе от плавания кролем на спине к плаванию брассом

Пловец (рис. 8.25) при последнем проносе руки перед началом поворота вытягивает ее вперед к стенке бассейна и поворачивает туловище на бок в противоположную сторону (но не далее вертикального положения). Рука касается стенки бассейна ладонью на достаточно большой глубине за плечом другой руки и повернута пальцами вниз и наружу. После касания рукой стенки бассейна туловище пловца продолжает поворачиваться в положение на груди, в то время как ноги переворачиваются в сторону стенки бассейна (рис. 8.25, *а—в*). В отличие от поворота с вращением при плавании брассом, пловец не поворачивается полностью в положение на груди. Вместо этого он одновременно с движением стоп к стенке бассейна слегка изменяет свое положение так, что в момент касания стоп стенки его тело повернуто на бок, а голова приподнята к поверхности. Это подготавливает его к отталкиванию, как при плавании брассом (рис. 8.25, *в*).

Одновременно с поворотом туловища в положение на груди пловец переносит свободную руку в воде назад (по направлению к стенке бассейна) и вверх (в положение над головой). Когда рука окажется над головой, пловец использует ее для облегчения поворота, отталкивая воду ладонью вниз, чтобы переместить голову к поверхности (рис. 8.25, *б, в*). Рука, касавшаяся стенки, в конце поворота движется под водой вперед, чтобы в момент касания стопами стенки голова пловца находилась на одной линии с туловищем между руками. В момент отталкивания от стенки пловец упирается в нее стопами, повернув их носками в сторону. После отталкивания и во время скольжения он полностью переворачивается на грудь, после чего выполняет подводный гребок и с помощью ударов ногами выходит на поверхность (рис. 8.25, *г, д*).

Поворот с переходом от плавания брассом к плаванию вольным стилем

Техника выполнения этого поворота показана на рисунке 8.26. Поворот со сменой способа плавания от брасса к вольному стилю до

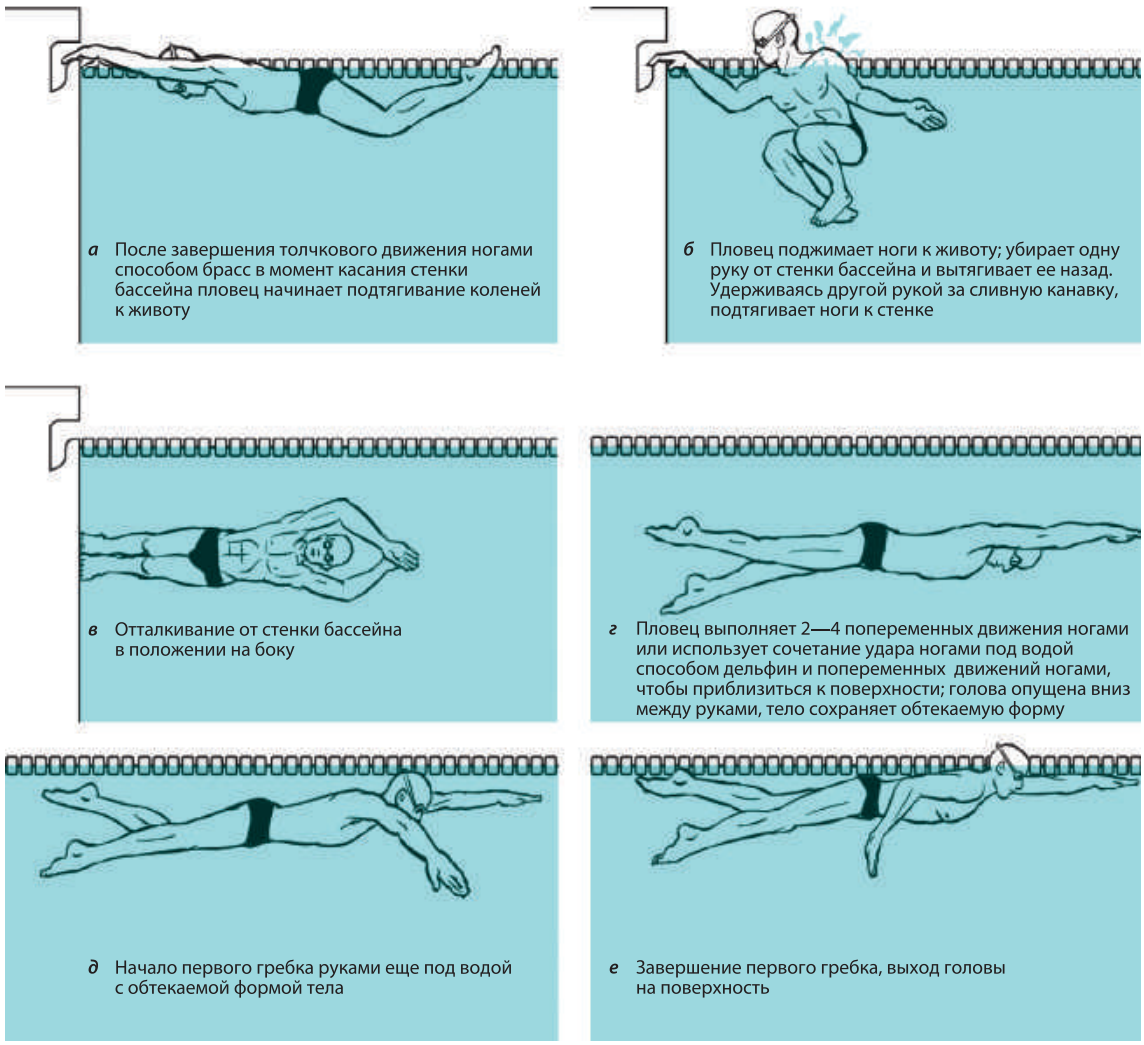


РИСУНОК 8.26 — Поворот при переходе от плавания брассом к плаванию вольным стилем

момента отталкивания от стенки бассейна практически идентичен повороту, описанному для перехода от баттерфляя к кролю на спине. Очевидное отличие заключается в том, что пловец во время скольжения после отталкивания переворачивается на грудь, а не на спину.

После отрыва ног от стенки бассейна и непродолжительного скольжения движения ногами и гребок руками, выводящий на поверхность, следует выполнять, как описано выше для поворота при плавании вольным стилем. Пловец выполняет одно-два ударных движения ногами способом дельфин, затем два-три попеременных движения ногами, пока не окажется вблизи поверхности воды. В этот момент он делает один гребок руками, который выводит его на поверхность со скоростью, близкой к необходимой для дистанции. После завершения первого гребка руками пловец может сделать вдох, если только это не нарушит ритма гребка.

Финиши

Часто пловец проигрывает соревнования только потому, что подплывает к финишному бортику путем скольжения. Другой причиной проигрыша может стать лишний гребок перед касанием стенки бассейна. Пловец должен отрабатывать технику финиша до тех пор, пока не сможет эффективно и стереотипно ускорять движение на финише с минимальным скольжением и без лишнего гребка руками.

Финиш при плавании вольным стилем

Самый быстрый способ финиша в заплыве вольным стилем — резкое выбрасывание руки вперед к стенке бассейна. Техника этого способа финиша схематически показана на рисунке 8.27.

Когда пловец поймет, что после следующего проноса руки он сможет коснуться стенки бассейна, он должен ускорить выполнение проноса и переместить руку вперед над водой, как обычно, с поднятым локтем. Вместе с тем рука не должна скользить в воде вниз и вперед к стенке. Вместо этого после прохождения руки мимо головы необходимо быстро выпрямить ее вперед, чтобы коснуться стенки кончиками пальцев на уровне воды. Кроме того, пловец должен несколько повернуть тело на противоположную сторону, чтобы облегчить движение выбрасываемой вперед руки. При этом пловец должен ускорить движение тела вперед к стенке насколько это возможно при помощи гребка второй рукой и движений ногами.

Касание следует выполнять кончиками пальцев, вытянутыми вперед, а не ровной ладонью, поскольку очевидно, что так пловец сможет коснуться стенки раньше, чем ладонью. Во время финиша голова пловца должна быть опущена в воду, лицо повернуто немного в сторону. Поднятая голова ограничивает движение руки вперед и замедляет движение пловца на финише.

В идеальном положении касание необходимо выполнять полностью вытянутой вперед рукой. Касание согнутой рукой говорит о том, что пловец, вероятно, сделал один лишний гребок. Это увеличивает время движения пловца на 0,20—0,30 с. Пловец не должен начинать скольжение к стенке, если он не сможет коснуться ее, полностью выпрямив руку. Точно так же ему не следует начинать еще один гребок, если расстояние до стенки меньше вытянутой руки.

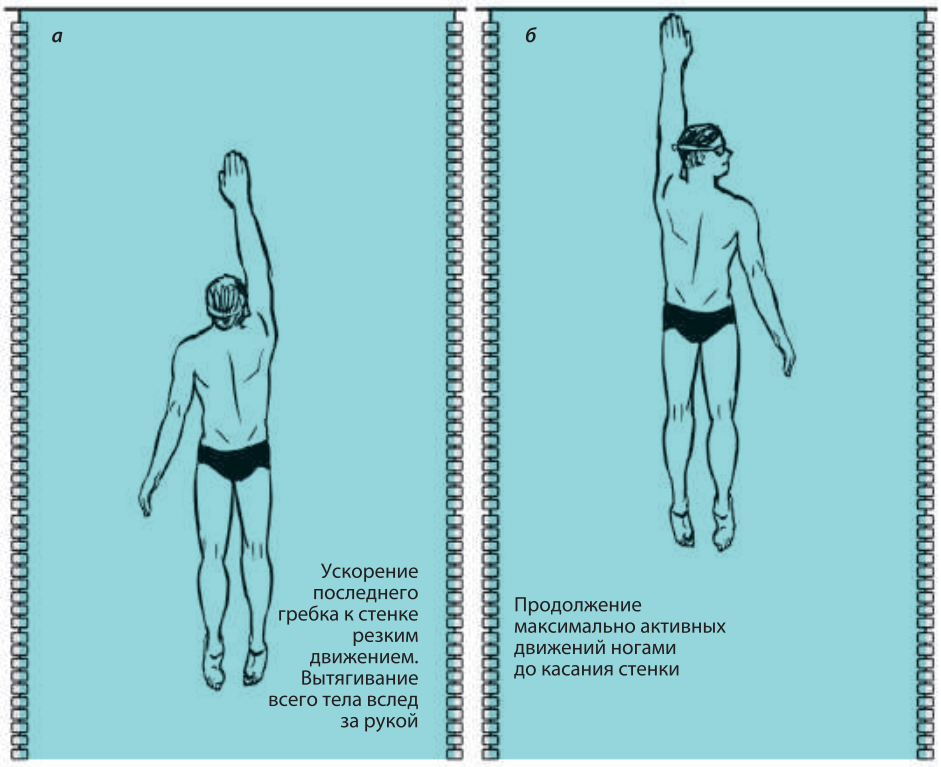


РИСУНОК 8.27 — Техника финиша при плавании вольным стилем

Вместо этого он должен продолжать вытягивать руку вперед, ускоряя движение при помощи энергичных движений ногами до момента касания стенки. Удары ногами помогут ему дотянуться до стенки быстрее, чем скольжение или еще один гребок. На самом деле, удар ногами способом дельфин способен увеличить скорость пловца на финише сильнее одного-двух попеременных движений ногами. Конечно же, эта рекомендация справедлива лишь в случае, когда пловцу остается до финиша менее одной длины руки. В случае большего расстояния следует выполнить еще один гребок руками.

Финиш при плавании баттерфляем

Техника финиша в заплыве баттерфляем показана на рисунке 8.28. Поскольку в данном случае правила требуют одновременного касания стенки обеими руками, пловец делает выпад обеими руками, а его туловище остается в положении на груди до касания стенки бассейна.

Последние несколько гребков руками должны быть наиболее энергичными, а во время последнего проноса пловец ускоряет движение рук к стенке. При выполнении последнего проноса пловец сгибает руки в локтях и затем резко выпрямляет их, чтобы коснуться стенки. Это сокращает расстояние, которое необходимо пройти кистям. Пловец должен не просто преодолеть последние несколько метров скольжением, а ускорить темп ударных движений ногами, чтобы увеличить свою скорость. Лицо пловца во время финиша остается в воде, а сам он должен как можно сильнее вытянуться вперед, чтобы коснуться стенки как можно раньше.

Финиш при плавании брассом

Финиш при плавании брассом показан на рисунке 8.29. В заплывах этим способом пловец одновременно выбрасывает вперед обе руки и остается в положении на груди до касания стенки бассейна. Последние несколько гребков руками и завершающий выброс следует выполнять в ускоренном темпе, чтобы в момент приближения к финишу пловец перемещал руки вперед как можно быстрее. Для ускорения движения к стенке пловец во время последнего гребка не должен делать вдох. Погруженная в воду голова позволяет пловцу вытянуть руки вперед на несколько сантиметров дальше.

Последний удар ногами должен быть очень сильным, чтобы ускорить движение пловца к финишу. Если пловцу немного не хватает расстояния, чтобы коснуться стенки, он должен просто вытянуть руки вперед. Еще один гребок, даже неполный, потребует больше времени, чем простое вытягивание рук вперед со скольжением до финиша. Пловцу необходимо делать дополнительный гребок только в случае, когда он видит, что расстояние до стенки еще слишком велико и скольжение приведет к потере времени. Вместе с тем спортсмены при плавании брассом очень редко ошибаются в оценке расстояния до финиша более чем на несколько сантиметров.

Финиш при плавании кролем на спине

В заплыве кролем на спине пловец должен подсчитать количество гребков, необходимое для преодоления расстояния от линии контрольных флажков до стенки бассейна. Техника финиша при плавании кролем на спине показана на рисунке 8.30.

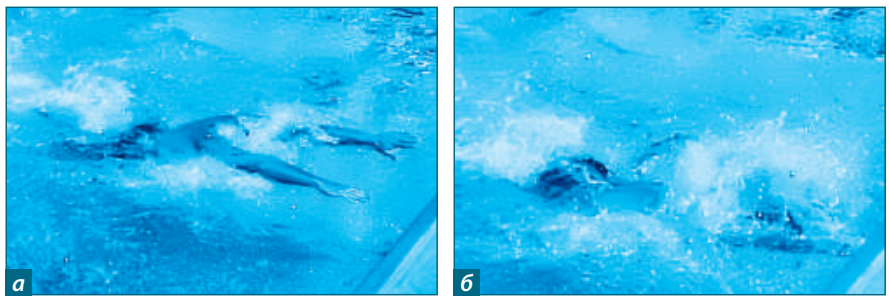


РИСУНОК 8.28 — Порядок финиширования при плавании баттерфляем: *а* — вытягивание рук по направлению к стенке (обратите внимание на полностью выпрямленные руки и голову, опущенную в воду); *б* — касание стенки прямыми руками (обратите внимание, что голова остается в воде)

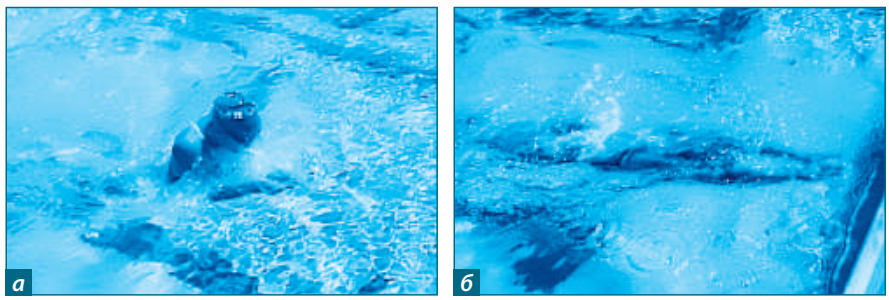


РИСУНОК 8.29 — Техника финиша при плавании брассом: *а* — начало последнего проноса перед финишем; *б* — вытягивание рук вперед для финиша (обратите внимание, что голова опущена в воду, а плечи находятся на одном уровне)

Когда пловец кролем на спине поймет, что при следующем проносе руки сможет коснуться стенки бассейна, он должен ускорить выполнение проноса и резко вытянуть руку вперед. Для этого он сгибает руку вперед после выхода из воды, а затем быстро разгибает в направлении стенки на уровне воды, но не под водой. Такое вытягивание руки вперед требует меньше времени по сравнению с обычным проносом прямой руки по вертикали. Чтобы иметь возможность вытянуть руку дальше, пловец должен повернуть туловище в ее сторону. Кроме того, спортсмен должен регулярно выполнять соответствующие упражнения на растягивание. Шея должна быть вытянута в сторону стенки бассейна, голова повернута в сторону вытянутой вперед руки. Для ускорения своего движения пловец в это время выполняет другой рукой энергичный гребок, а ногами — мощный удар способом дельфин. Касание стенки бассейна выполняется вытянутыми вперед пальцами около поверхности воды.

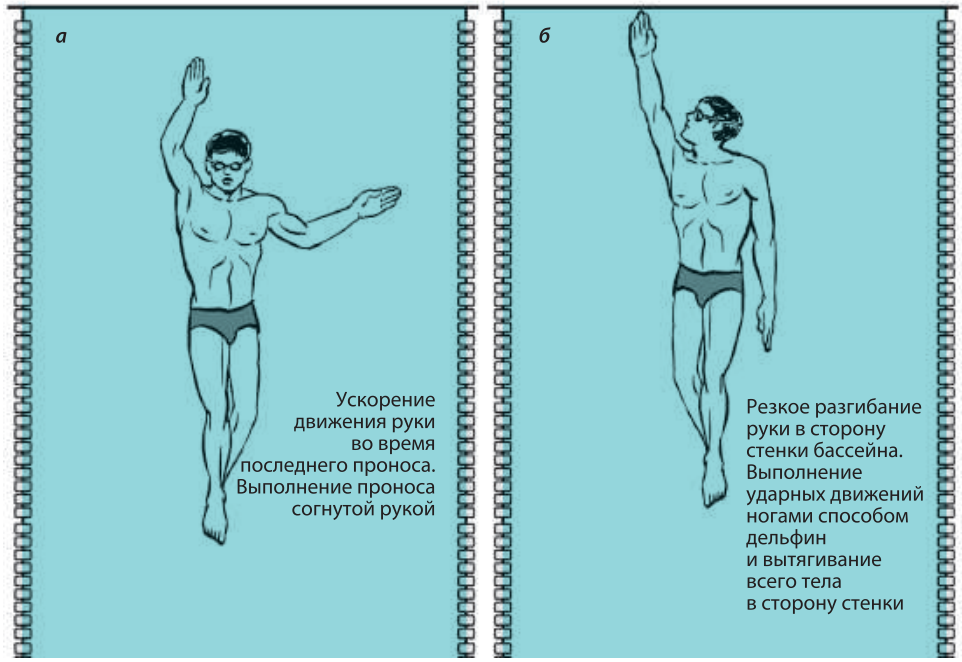


РИСУНОК 8.30 —Техника финиша при плавании кролем на спине

В идеале рука должна коснуться стенки сразу же после полного выпрямления. Но если этого не произошло, лучшим выходом является продолжение вытягивания вперед и движение до момента касания при помощи движений ногами способом дельфин. Конечно же, данная рекомендация применима лишь в случае, когда расстояние до стенки составляет менее одной длины руки.

Дыхание на финише

При плавании кролем на спине выполнение вдохов во время заключительного спринтерского ускорения к стенке бассейна по очевидным причинам никак не влияет на скорость спортсмена. При плавании брассом дыхание может быть необходимо для поддержания темпа гребков и поэтому его не следует ограничивать до выпада вперед на финише. Однако при плавании баттерфляем и вольным стилем картина заметно отличается. Поворот или поднимание головы для вдоха определенно замедляет скорость пловца во время заключительного спринтерского ускорения. Поэтому в заплывах этими способами пловец должен проплыть без выполнения вдохов как можно больше из заключительных 25 м. Испытываемыми при этом нагрузкой и утомлением следует пренебречь для увеличения скорости. На этом участке дистанции уже нет никакой потребности в сбережении сил и энергии. Единственное, что сейчас важно, — как можно быстрее добраться до финиша.

При плавании баттерфляем и вольным стилем пловец должен задерживать дыхание хотя бы с момента прохождения под линией контрольных флажков для плавания кролем на спине до момента финиша. Со временем пловец сможет задерживать дыхание даже на более длительное время без потери скорости. Вместе с тем пловец никогда не должен ограничивать дыхание перед финишем настолько, чтобы это могло привести к потере скорости на последних метрах дистанции. Ему следует попрактиковаться в задержке дыхания во время предфинишного спринтерского ускорения до тех пор, пока он не определит, какое расстояние может проплыть без дыхания и потери скорости.

Часть III

ОБЩИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ

В. Платонов

Глава 9
Адаптация в спорте

Глава 10
Возрастное развитие человека и формирование реакций адаптации

Глава 11
Скелетные мышцы: структура, функции, адаптация

Глава 12
Системы энергообеспечения мышечной деятельности

Глава 13
Нагрузки, утомление, восстановление, суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект

Глава 14
Основы управления произвольными движениями

Глава 9

Адаптация в спорте

Большое влияние на совершенствование теории и методики подготовки пловцов оказывает бурно развивающаяся в последние годы теория адаптации — совокупность достоверных знаний о приспособлении организма человека к условиям окружающей среды, особенно к так называемым экстремальным ситуациям.

Виды адаптации

В наиболее общем виде под адаптацией понимают способность всего живого приспосабливаться к условиям окружающей среды. Выделяют адаптацию генотипическую и фенотипическую.

Генотипическая адаптация, лежащая в основе эволюции, представляет собой процесс приспособления к условиям среды популяций (совокупности особей одного вида) путем наследственных изменений и естественного отбора. Генотипическая адаптация положена в основу эволюционного учения — совокупности представлений о механизмах и закономерностях исторических изменений в живой природе.

Фенотипическая адаптация представляет собой приспособительный процесс, развивающийся у отдельной особи в течение жизни в ответ на воздействия различных факторов внешней среды, а иногда (например, мобилизация внутренних ресурсов при болезнях) и на потенциально опасные изменения внутренней среды организма. Именно этот вид адаптации является предметом многочисленных исследований, проводящихся в последние десятилетия в теории и методике спорта, спортивной физиологии и морфологии, биохимии и биомеханике, психологии и медицине.

Адаптация — приспособительный процесс достижения адекватных требованиям раздражителя уровня активности и возможностей функциональных систем, органов и тканей, а также механизмов регуляции.

Различают адаптацию специфического и неспецифического характера. Специфическая адаптация развивается в ответ на действие постоянно действующего или предсказуемого раздражителя. Неспецифическая адаптация — напряжение психофизиологических функций организма в ответ на действие неожиданного и потенциально опасного фактора.

При определении адаптации следует учитывать, что она понимается и как процесс, и как результат:

- адаптация используется для обозначения процесса, при котором организм приспосабливается к факторам внешней или внутренней среды;
- адаптация применяется для обозначения относительного равновесия, которое устанавливается между организмом и средой;
- под адаптацией понимается результат приспособительного процесса.

Следует, однако, согласиться с Л. П. Матвеевым (1999), отмечавшим, что неоднозначные определения понятия «адаптация», несмотря на то что они нашли широкое распространение в научной литературе, затрудняют смысловую определенность при изучении материала, относящегося к данной области знаний; было бы точнее использовать термин «адаптация» для обозначения процесса приспособления, результат приспособления следовало бы обозначить производным термином «адаптированность».

Понятие «адаптация» тесно связано с понятием «стресс», который рассматривают как состояние общего напряжения организма, возникающее при воздействии исключительно сильного раздражителя. Термин «стресс» впервые был использован канадским ученым Г. Селье в 1936 г., который длительное время избегал употребления термина «стресс», поскольку тот использовался во многом для обозначения нервно-психического напряжения. Однако со временем (к 1946 г.) Селье начал систематически употреблять этот термин для обозначения общего адаптационного синдрома. До этого он применял термин «общий адаптационный синдром». Как показал Селье, при воздействии на организм стрессового

раздражителя возможны реакции двух видов: 1) если возбудитель слишком силен или действует слишком долго, наступает заключительная фаза стресс-синдрома — истощение; 2) если раздражитель не превышает приспособительных резервов организма, происходит мобилизация и перераспределение энергетических и структурных ресурсов организма, активизируются процессы специфической адаптации (Селье, 1982).

В спортивной тренировке и соревновательной деятельности пловцов развитие *реакции первого вида* отмечается при планировании чрезмерных нагрузок, не соответствующих возможностям спортсмена, многократном выступлении в напряженных соревнованиях, отличающихся большой продолжительностью и исключительно острой конкуренцией. *Реакция второго вида* является основной, стимулирующей формирование адаптации, лежащей в основе планомерного спортивного совершенствования.

Применительно к спортивной подготовке следует различать следующие виды адаптации — срочную и долговременную. **Срочная адаптация** — реакция организма спортсменов на кратковременные раздражители различного типа, связанные с выполнением тренировочных и соревновательных упражнений, программ тренировочных занятий, возникновением неожиданных ситуаций в тренировочной и соревновательной деятельности и др. **Долговременная адаптация** — устойчивое изменение в организме спортсменов структурного и функционального характера, развивающееся под влиянием длительного применения тренировочных и соревновательных нагрузок в многолетней и годовой подготовке.

Процессы адаптации органически связаны с процессами переадаптации, деадаптации и реадаптации.

Переадаптация — следствие чрезмерных или нерационально спланированных нагрузок, проявляющееся в истощении и изнашивании функциональных систем, подвергнутых неадекватным нагрузкам.

Деадаптация — возвращение организма спортсмена к исходному уровню в результате прекращения тренировки, изменения ее направленности, резкого снижения нагрузки.

Реадаптация — процесс обратного структурного и функционального приспособления организма спортсмена, восстановление утраченных вследствие деадаптации возможностей.

В последние годы в специальной литературе, относящейся преимущественно к психиатрии, получил распространение термин «**дезадаптация**», обозначающий нарушение процессов взаимодействия человека с окружающей средой, механизмов психического приспособления при действии острого или хронического стресса. Спорт как сфера деятельности, связанная с экстремальными ситуациями, огромными физическими и психическими нагрузками, острейшей конкуренцией внутри тренировочных групп, команд, а также в соревнованиях, является средой, в которой риск дезадаптации конкретного человека исключительно велик. Для дезадаптации характерны невротические и психопатические проявления, основу которых, как правило, составляет конфликт. Под его влиянием постепенно формируются неадекватные реакции на условия среды, т. е. на характерные для спорта многочисленные провоцирующие факторы — тяжелые, часто мучительные нагрузки, острая конкуренция, жесткие требования тренера, травмы, сложности в сочетании занятий спортом с учебой, полноценной личной жизнью и др.

Нагрузки в спорте и адаптация

Не существует видов профессиональной деятельности, которые по своему воздействию на организм человека и тренирующему эффекту могли бы сравниться с тренировочными и соревновательными нагрузками современного спорта. Тяжелый физический труд, усугубленный экстремальными климатическими условиями, не способен вызвать в организме человека таких адаптационных перестроек, которые наблюдаются у спортсменов высокой квалификации. Это касается даже многочасового ежедневного труда лесорубов в тропиках, сельскохозяйственных рабочих на высоте 3000—4000 м над уровнем моря, шерпов в Гималаях, рикш в странах Азии. Никто из лиц с таким характером профессиональной деятельности по особенностям адаптационных перестроек сердечно-сосудистой и дыхательной систем не может сравниться с бегунами на длинные дистанции, велогонщиками-шоссейниками, лыжниками и спортсменами, специализирующимися в других видах спорта, связанных с проявлением выносливости (Hollmann, Hettinger, 1980).

Объясняется это просто: интенсивность самого напряженного ежедневного многочасового физического труда, даже усугубленная тяжелыми условиями внешней среды (жаркий климат, высокогорье), является значительно более низкой по сравнению с интенсивностью тренировочной работы, а экстремальные условия соревновательной деятельности не имеют аналогов в профессиональной и других видах деятельности, исключая отдельные случаи, связанные с борьбой человека за жизнь. Проявления адаптации

в спорте исключительно многообразны. Спортсменам приходится на протяжении многих лет переносить огромные по объему и интенсивности тренировочные и соревновательные нагрузки, требующие ежедневного 5—6-часового напряженного труда с энерготратами, часто в 3—4 раза превышающими необходимые для обычной жизни. Спортсмен сталкивается с необходимостью адаптироваться к разнообразным двигательным действиям высокой координационной сложности, требующим максимальной мобилизации различных двигательных качеств — скоростных, гибкости, координационных способностей, силы, выносливости. Во многих случаях тренировка сопровождается глубоким утомлением, вызывающим тяжелое, часто исключительно мучительное чувство усталости.

Соревнования, особенно главные (Олимпийские игры, чемпионаты мира, крупнейшие региональные соревнования), связаны не только с предельными физическими нагрузками, но и с наличием дополнительных экстремальных условий — жесткая конкуренция, повышенная ответственность, непривычные бытовые, климатические и погодные условия, поведение болельщиков и др.

Тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта сопровождаются и другими экстремальными факторами, воздействие которых на организм спортсменов высокой квалификации приобрело относительно регулярный характер. Речь идет о тренировке и соревнованиях в условиях среднегорья и высокогорья, а также о дальних перелетах, часто с преодолением 7—8 часовых поясов и более.

Все эти условия накладывают существенный отпечаток на содержание тренировочной и соревновательной деятельности, резко расширяют спектр необходимых реакций адаптации и усложняют процесс построения подготовки спортсменов.

Многоступенчатость и вариативность адаптации в спорте

Особенностью адаптации в спорте в отличие от многих других сфер человеческой деятельности, характеризующихся необходимостью приспосабливания к экстремальным условиям, является многоступенчатость адаптации к усложняющимся условиям внешней среды. Очередной этап многолетнего спортивного совершенствования, тренировочный год или отдельный макроцикл, любые соревнования всевозрастающего масштаба ставят спортсмена перед неизбежностью очередного адаптационного скачка, диалектического отрицания ранее достигнутого уровня адаптационных реакций.

В течение спортивной карьеры отмечается большое количество таких ступеней. Достаточно сказать, что в структуре многолетней подготовки спортсменов выделяют семь этапов, охватывающих временной промежуток от 10—12 до 20—30 лет и более. В свою очередь, каждый год может включать от одного до трех, четырех и более самостоятельных макроциклов, каждый из которых завершается ответственными соревнованиями, требует специальной подготовки к ним и, естественно, нового (по отношению к предыдущим соревнованиям) уровня адаптации.

В некоторых видах человеческой деятельности, связанных с приспособлением к экстремальным условиям (адаптация к невесомости при длительных космических полетах, к жизни в географических зонах со сложными климатическими условиями и др.), завершение основных адаптационных реакций зависит от установления нового режима функционирования основных систем организма и окончания формирования нового уровня параметров гомеостаза, который при отсутствии сильных раздражителей сохраняется длительное время. На этом адаптация заканчивается либо переходит в деадаптацию (при возвращении на Землю из долговременного космического полета, переезде в привычную географическую зону и др.).

Длительное удержание высокого уровня адаптационных реакций в современном спорте характерно для заключительных этапов многолетней подготовки, связанных с сохранением достижений на максимально доступном уровне, и имеет свою сложную специфику. Например, высочайший уровень приспособления функциональных систем организма пловцов в ответ на продолжительные, интенсивные и разнообразные раздражители может быть поддержан лишь при наличии напряженных поддерживающих нагрузок. И здесь возникает проблема поиска такой системы нагрузок, которая обеспечила бы поддержание достигнутого уровня адаптации и одновременно не вызвала бы истощения и изнашивания структур организма, ответственных за адаптацию. Феногенетические особенности конкретных индивидуумов далеко не всегда позволяют решить эту задачу лишь путем удержания достигнутого уровня адаптации. Возникает сложнейшая проблема поиска методических решений, которые позволили бы сохранить высокий конечный результат при угасании одних компонентов адаптации за счет сохранившихся резервов в совершенствовании других.

Особой проблемой адаптации в спорте явля-

ется развитие у спортсменов адекватных приспособительных реакций в условиях значительной вариативности соревновательной деятельности. Например, необходимость сохранения результата деятельности (поддержания заданной скорости на дистанции) при прогрессирующем развитии утомления, часто достигающем тяжелых форм при больших отклонениях параметров гомеостаза организма спортсмена, связана с формированием специфических и исключительно подвижных адаптационных реакций, проявляющихся в существенных колебаниях основных параметров внутренней среды организма, структуры движений и психических проявлений, обеспечивающих в конечном счете эффективное решение двигательной задачи (Платонов, 1997).

Одной из тенденций современного плавания является возрастание роли одаренности, ярких индивидуальных особенностей как фактора, определяющего перспективность спортсмена и его способность к достижению действительно выдающихся результатов. Структура функциональной подготовленности и технического мастерства выдающихся спортсменов является отражением в высшей степени эффективной фенотипической адаптации, опирающейся, с одной стороны, на генетически детерминированные задатки конкретного спортсмена, а с другой, — на современную методику спортивной подготовки. Например, пловцы высокого класса, демонстрирующие результаты одного уровня, нередко существенно отличаются друг от друга по важнейшим динамическим и кинематическим характеристикам техники плавания, уровню развития важнейших двигательных качеств, возможностям систем энергообеспечения.

Формирование функциональных систем и реакции адаптации

Закономерности развития адаптации у спортсменов в процессе тренировки теснейшим образом переплетаются с закономерностями формирования функциональных систем в том их представлении, которое вытекает из работ известного российского физиолога П. К. Анохина, и поддержано многими специалистами в области спорта (Платонов, 1997, 2004; Lloyd et al., 2001; Hottenrott, Neuman, 2010 и др.). Работы П. К. Анохина по теории функциональных систем опираются на результаты исследований А. А. Ухтомского (1876—1942), выраженные в его учении о доминанте как системе, объединяющей нервные центры, исполнительные органы и направленной на реализацию конкретных поведенческих реакций человека. Доминантная система, по мнению А. А. Ухтомского, принципиально отличается от представлений об анатомо-физиологических системах, к которым относятся системы кровообращения, дыхания, пищеварения и др. Под ней понимается весь комплекс нейрогуморальных и исполнительных компонентов, принадлежащих к различным анатомо-физиологическим системам и объединенных в полносвязанную систему, действующую как механизм с однозначным действием.

Развивая эту концепцию, П. К. Анохин отмечал (1975), что «под функциональной системой понимается такая динамическая организация структур и процессов организма, которая вовлекает эти компоненты независимо от их анатомической, тканевой и физиологической определенности. Единственным критерием вовлечения тех или иных компонентов в систему является их способность содействовать получению конечного приспособительного результата, характерного для данной физиологической системы». Примерно такую же формулировку применительно к спорту дают Д. Ллойд с соавторами (Lloyd et al., 2001): «комплексная биологическая система представляет собой ансамбль взаимосвязанных элементов и процессов, обеспечивающих самоорганизованное поведение, приводящее к достижению заданного результата».

Принципиальной особенностью функциональной системы является то, что результат действия этой системы органически влияет как на ход ее формирования, так и на все последующие реорганизации. Нацеленность системы на достижение определенного конечного результата делает недостаточным понятие «взаимодействие компонентов», которое приобретает характер их «взаимосодействия», направленного на достижение конкретного результата. Взаимосодействие компонентов системы достигается тем, что каждый из них под влиянием афферентного синтеза и афферентной импульсации освобождается от избыточных степеней свободы и объединяется с другими компонентами только на основе тех степеней свободы, которые вместе содействуют получению заданного конечного результата (Анохин, 1975).

Такое представление о функциональной системе является исключительно продуктивным для спортивной тренировки, которая всем своим содержанием ориентирована на достижение заданного конечного результата. Применительно к плаванию это проявляется в необходимости формирования и совершенствования функциональных систем, обеспечивающих высокий конечный результат при прохождении дистанций различной протяженности или выполнении

важнейших элементов их структуры — старта, поворота, подводных участков дистанции, участков дистанции, преодолеваемых на поверхности воды, финиша. Вполне естественно, что структура функциональных систем и значимость ее отдельных элементов будет принципиально различаться для коротких, средних и длинных дистанций.

Функциональная система, образующаяся в ответ на любую физическую нагрузку, включает в себя три звена: афферентное, центральное регуляторное и эффекторное. Афферентное звено функциональной системы объединяет рецепторы, нейроны, афферентные нервные клетки в центральной нервной системе. Все эти образования воспринимают раздражения из внешней среды, реакции самого организма, обрабатывают полученную информацию, т. е. осуществляют так называемый афферентный синтез, являющийся стимулом, пусковым элементом адаптации. В зависимости от характера, величины, направленности, координационной сложности нагрузок афферентный синтез, базирующийся на сложном взаимодействии мотивации, памяти, обстановочной и пусковой информации, протекает достаточно просто, что облегчает формирование функциональной системы, или более или менее сложно, что затрудняет образование такой системы. Афферентный синтез происходит не только перед началом двигательной деятельности, но и при выполнении самого движения. В этом синтезе в процессе движения важнейшая роль принадлежит сенсорным коррекциям, которые осуществляются благодаря информации, поступающей от мышц и внутренних органов. Афферентные импульсы с рецепторов — основное условие образования адаптивной функциональной системы, второе условие формирования такой системы — внешние сенсорные влияния, информирующие о положении частей тела и изменениях в окружающей обстановке.

Центральное регуляторное звено функциональной системы представлено нейрогенными и гуморальными процессами управления адаптивными реакциями. В ответ на афферентные сигналы нейрогенная часть звена включает двигательную реакцию и мобилизует вегетативные системы на основе рефлекторного принципа регуляции функций. Афферентная импульсация от рецепторов вызывает в коре большого мозга возбуждающие и тормозные процессы, которые формируют функциональную адаптивную систему. В адаптированном организме нейрогенная часть звена быстро и четко реагирует на афферентную импульсацию соответствующей мышечной активностью и мобилизацией вегетативных функций. В неадаптированном организме такого совершенства нет, мышечное движение будет выполнено приблизительно, а вегетативное обеспечение окажется недостаточным. При поступлении сигнала о физической нагрузке одновременно с описанными выше изменениями происходит нейрогенная активация гуморальной части центрального регуляторного звена, ответственного за управление адаптационным процессом. Функциональное значение гуморальных реакций (усиленное высвобождение гормонов, ферментов и медиаторов) определяется тем, что они путем воздействия на метаболизм органов и тканей обеспечивают более полноценную мобилизацию функциональной системы и ее способность к длительной работе на повышенном уровне. Конкретными результатами гуморальных влияний являются активация деятельности мышечной и вегетативных систем, мобилизация углеводов и жиров из депо и их эффективное окисление, перераспределение энергоресурсов в органах и тканях, повышение синтеза нуклеиновых кислот и белков и др.

Эффекторное звено функциональной адаптивной системы включает в себя скелетные мышцы, органы дыхания, кровообращения, кровь и др. Воздействие физических нагрузок на уровне скелетных мышц характеризуется количеством активируемых моторных единиц; уровнем и характером биохимических процессов в мышечных клетках; особенностями кровоснабжения мышц, обеспечивающими приток кислорода, питательных веществ и удаление метаболитов.

Таким образом, увеличение силы, скорости и точности движений, работоспособности при их многократном выполнении в процессе долговременной адаптации достигается двумя основными процессами: формированием в центральной нервной системе механизма управления движениями и морфофункциональными изменениями — гипертрофией мышц, увеличением мощности систем аэробно-анаэробного энергообразования, возрастанием количества миоглобина и митохондрий, перераспределением кровотока и др. Формирование функциональной системы с вовлечением в этот процесс морфофункциональных структур организма составляет принципиальную основу долговременной адаптации к физическим нагрузкам и реализуется повышением эффективности деятельности различных органов и систем, а также организма в целом. Зная структуру и закономерности формирования функциональной системы, можно различными средствами эффективно влиять на отдельные ее звенья, т. е. управлять адаптационным процессом.

Первоначальный эффект любого раздражите-

ля, требующий значительного повышения функциональных возможностей человека, состоит в возбуждении соответствующих афферентных и моторных центров, мобилизации двигательного аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, механизмов энергообеспечения и др., которые в совокупности образуют единую функциональную систему, специфически ответственную за осуществление данного вида работы. Однако эффективность этой системы невелика: она не обладает ни достаточной мощностью, ни экономичностью, отдельные звенья ее исчерпывают свои возможности даже при работе относительно небольшой интенсивности и продолжительности. Многократное использование раздражителей, приводящих к мобилизации системы, постепенно приводит к развитию долговременной адаптации. При этом главным системообразующим, формирующим ее фактором является результат действия системы. Постоянная информация о достигнутом адаптационном эффекте на основе обратной связи поступает в нервные центры, которые, в свою очередь, обеспечивают регуляцию деятельности исполнительных органов в направлении достижения эффективной долговременной адаптации (Солодков, Судзиловский, 1996).

Однако в неадаптированном организме центральная «управляющая» система действует нерезультативно: координация движений является несовершенной, интенсивность и продолжительность работы недостаточны. Это связано, прежде всего, с несовершенством существующих межцентральных связей и недостаточным их количеством. В этом случае отмечается неэффективная импульсация, стимулирующая мышцы, которые должны быть вовлечены в работу, и мышцы-антагонисты. Одновременно отмечается дискоординация в деятельности дыхания, кровообращения и мышц (Косилов, 1983; Platonov, 2002).

Систематическая тренировка приводит к расширению межцентральных связей всех моторных уровней мозга, формированию динамического стереотипа как слаженной уравновешенной системы нервных процессов, формирующейся по механизму условных рефлексов. При этом формирование стереотипа распространяется на вегетативные функции, т. е. образуется действенная система целостного регулирования выполнения соответствующей мышечной работы (Виноградов, 1983; Матвеев, 2010).

Адаптация центральной управляющей системы проявляется в автоматизации движений, при этом хорошо закрепленные двигательные навыки выполняются без контроля нервными центрами, что является проявлением экономизации. Накопление фонда условных рефлексов в процессе тренировки способствует расширению возможностей человека к экстраполяции в процессе выполнения сложных двигательных актов, т. е. к расширению возможностей центральной нервной системы мгновенно создавать алгоритмы моторных актов, необходимых для эффективного решения двигательных задач (Зимкин, 1984; Пшенникова, 1986).

Функциональные резервы и реакции адаптации

Понятие «адаптация» тесно связано с представлением о функциональных резервах, т. е. скрытых возможностях человеческого организма, которые могут быть реализованы в экстремальных условиях. Биологические резервы адаптации могут быть подразделены на клеточные, тканевые, органные, системные и резервы целостного организма. На уровне клеток резервы адаптации связаны с варьированием числа активно функционирующих структур из общего числа имеющихся и увеличением числа структур соответственно уровню требуемого от органа функционального напряжения. На более высоких уровнях функциональные резервы проявляются в снижении энерготрат на единицу работы, повышении интенсивности и эффективности функционирования различных органов и систем организма. На уровне целостного организма резервы проявляются в возможностях осуществления целостных реакций, обеспечивающих расширение двигательных задач разной сложности и адаптацию к экстремальным условиям окружающей среды (Мозжухин, Давиденко, 1984; Платонов, 2004).

Для количественного выражения функциональных резервов определяют разность между максимально возможным уровнем активности отдельных органов и систем и уровнем, характерным для состояния относительного покоя. В таблице 9.1 приведены данные о функциональных резервах различных органов и систем организма лиц, не занимающихся спортом, и пловцов высокой квалификации, специализирующихся на дистанциях 400, 800 и 1500 м. Эти данные свидетельствуют об исключительно высоких (срочных и долговременных) адаптационных способностях организма спортсменов.

Способность к реализации функциональных резервов организма спортсмена во многом обусловливается мотивацией. Психологическая настройка может привести к проявлению работоспособности, казалось бы, абсолютно не соответствующей возможностям спортсмена и

ТАБЛИЦА 9.1 — Функциональные резервы мужчин, не занимающихся спортом, и пловцов высокой квалификации

Показатель	Не занимающиеся спортом			Пловцы высокой квалификации		
	В покое	При предельной нагрузке	Сдвиги (количество раз)	В покое	При предельной нагрузке	Сдвиги (количество раз)
Объем сердца, мл	700	—	—	1100—1300	—	—
Систолический объем, мл	80	110	1,4	100	200	2,0
Сердечный выброс, л	5,6	19,3	3,5	4,6	39,9	8,7
Потребление кислорода, мл·кг$^{-1}$·мин$^{-1}$	4,5	45	10	3,8	70	18,4
Максимальная концентрация лактата, ммоль·л$^{-1}$	1,0	8	8	1,0	22	22,0
ЧСС, уд·мин$^{-1}$	70	175	2,5	45	210	4,7

предшествовавшему опыту.

В этом отношении интересно сослаться на опыт некоторых американских тренеров, склонных к побуждению своих спортсменов к установлению различных рекордов при выполнении программ тренировочных занятий. Многие из этих рекордов действительно поражают воображение даже тех специалистов, которые склонны к применению больших объемов работы и предельных тренировочных нагрузок. Например, тренер известного клуба Мишон Вьехо Нададорес в Калифорнии Билл Роуз однажды предложил своему 16-летнему ученику Хуану Веласу, специализировавшемуся в плавании баттерфляем, тренировочную серию 100 × 100 м в режиме 1 мин 30 с со средним результатом 1.10—1.12. Все спортсмены клуба и тренеры считали невозможным выполнение такой программы и со страхом следили за тем, как после разминки Велас в течение 2,5 ч выполнял эту программу. Спортсмен справился с задачей, показав средний результат на стометровых дистанциях — 1:10.2 при худшем результате 1:12.3 и лучшем (последнее повторение) — 1:5.1 (Rose, 2001).

Тренер Дик Шульберг, добившийся особенно высоких результатов при подготовке пловцов, специализирующихся в комплексном плавании (его ученики попадали в олимпийскую команду США на Играх семи Олимпиад), приводит примеры крайне напряженных тренировочных серий, выполнявшихся его ученицами, специализировавшимися в комплексном плавании. Например, одна из сильнейших американских спортсменок 80-х годов XX ст. Сьюзен Хион (лучший результат на 400 м комплексное плавание 4:46.1) в 1983 г. выполняла серию 75 × 100 м вольным стилем в режиме 1 мин 30 с со средним результатом 1:10. Проплыв 75 отрезков, Сьюзен решила продлить плавание и в конечном счете преодолела еще 75 отрезков со стандартным результатом 1:10. На выполнение этой серии (15 000 м — 150 × 100) спортсменка затратила 3 ч 45 мин.

Формирование срочной адаптации

В качестве примера срочной адаптации можно привести реакции организма пловцов на выполнение однократной физической нагрузки: плавание на дистанции 50, 100, 200, 400 и 1500 м, выполнение программ различных тестов и тренировочных серий упражнений — 8 × 50 м, 6 × 200 м, 4 × 400 м и т. д. Сразу после начала работы резко активизируется деятельность различных органов, систем и механизмов, определяющих работоспособность пловца, эффективность деятельности функциональной системы, имеющей в качестве основной мотивации наилучшие результаты проплывания той или иной дистанции, выполнения программы теста или серии упражнений. В течение 1—2 мин ЧСС может возрасти до 190—220 уд · мин$^{-1}$, систолический объем — до 200 мл · уд$^{-1}$ и более, сердечный выброс — до 38—40 л · мин$^{-1}$, потребление кислорода — до 5—6 л · мин$^{-1}$ и более. Происходит резкое увеличение мышечного кровотока, в мышцах и крови интенсивно накапливаются продукты мышечного метаболизма, истощаются запасы энергетических субстратов — креатинфосфата, мышечного гликогена.

Прекращение работы приводит в действие противоположные процессы срочной адаптации. В течение непродолжительного времени восстанавливается к доработочему уровню ЧСС, частота и глубина дыхания, легочная вентиляция, сердечный выброс, распределение кровотока, восстанавливаются запасы энергетических субстратов.

Срочные адаптационные реакции обусловлены величиной раздражителя, тренированностью спортсмена, его готовностью к выполнению конкретной работы, способностью функциональных систем организма спортсмена к эффективному восстановлению и др. и в целом достаточно быстро преходящи. Например, нормализация показателей после кратковременных упражнений может произойти за несколько десятков секунд, а может (например, после плавания на марафон-

скую дистанцию) затянуться на несколько дней. Восстановительные процессы после программ тренировочных занятий с большими нагрузками, вызывающих явное утомление, исчерпание запасов мышечного гликогена, могут затянуться на 2—3 дня.

Следует учесть, что формирование срочной адаптации применительно к определенным двигательным действиям, выраженное в целесообразных по величине и особенностям взаимодействия сдвигах параметров функциональных систем, не означает наличия устойчивой адаптации. Действительно, первоначальный эффект любой напряженной нагрузки состоит в возбуждении соответствующих афферентных и моторных центров, мобилизации деятельности мышц, органов кровообращения и дыхания, которые в совокупности образуют функциональную систему, ответственную за выполнение конкретной мышечной работы. Однако эффективность этой системы находится в строгом соответствии с имеющимся в данный момент ее функциональным ресурсом, который ограничивает объем и интенсивность выполняемой работы. Увеличение этого ресурса требует многократного проявления максимальных (или близких к ним) возможностей функциональной системы, в результате чего формируется долговременная адаптация.

Срочные адаптационные реакции могут быть подразделены на три стадии. Наиболее наглядно их наличие проявляется при длительной работе, в частности при проплывании дистанций 1500 м и 10 км или выполнении программ тренировочных занятий с большим суммарным объемом работы.

Первая стадия связана с активизацией деятельности различных компонентов функциональной системы, обеспечивающей выполнение заданной работы. Это выражается в резком увеличении ЧСС, сердечного выброса, уровнях вентиляции легких, потребления кислорода и др.

Вторая стадия наступает, когда деятельность функциональной системы протекает при стабильных характеристиках основных параметров ее обеспечения, в так называемом устойчивом состоянии.

Третья стадия характеризуется нарушением установившегося баланса между запросом и его удовлетворением в силу утомления нервных центров, обеспечивающих регуляцию движений, и исчерпанием углеводных ресурсов организма. Излишне частое предъявление организму спортсмена требований, связанных с переходом в третью стадию срочной адаптации, может неблагоприятно повлиять на темпы формирования долговременной адаптации, а также привести к отрицательным изменениям в состоянии различных органов.

Каждая из указанных стадий срочной адаптации связана с включением функциональных резервов соответствующего эшелона. Первый из них мобилизуется при переходе от состояния относительного покоя к мышечной деятельности и обеспечивает работу до появления явлений компенсированного утомления, второй — при продолжении работы в условиях прогрессирующего утомления. Использование резервов второго эшелона связано с непроизвольным отказом от выполнения заданной работы в связи с исчерпанием соответствующих физических и психических ресурсов.

В условиях физических нагрузок, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности, все резервы не используются, что дает основание для выделения третьего эшелона резервов, которые мобилизуются организмом лишь в крайне экстремальных условиях (Мозжухин, 1982; Давиденко, 1984). Необходимо отметить, что в условиях, наиболее характерных для главных соревнований (Олимпийские игры, чемпионаты мира), которые отличаются исключительно напряженной конкуренцией, интенсивной психологической нагрузкой, пловцы высокого класса часто способны мобилизовать функциональные резервы, находящиеся далеко за пределами представлений о возможностях второго эшелона, выявленных в условиях тренировки и участия во второстепенных соревнованиях (Платонов, 2004).

Отдельно следует подчеркнуть, что особенностью хорошо адаптированных функциональных систем является их исключительная гибкость и лабильность в достижении одинакового конечного результата при различных состояниях внешней и внутренней среды. Например, пловцы высокой квалификации, в отличие от недостаточно квалифицированных, не только имеют значительно более высокие показатели максимальной скорости, но и проявляют способность к ее удержанию в конце дистанции. Достигается это эффективным варьированием основных динамических и кинематических характеристик движений в соответствии с изменением функциональных возможностей на разных отрезках дистанции. Естественное снижение мощности гребковых движений и шага гребка по мере развития утомления компенсируется увеличением темпа движений.

Формирование долговременной адаптации

Долговременная адаптация возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм определенных раздражителей. По сути, долговременная адаптация развивается на основе многократной реализации

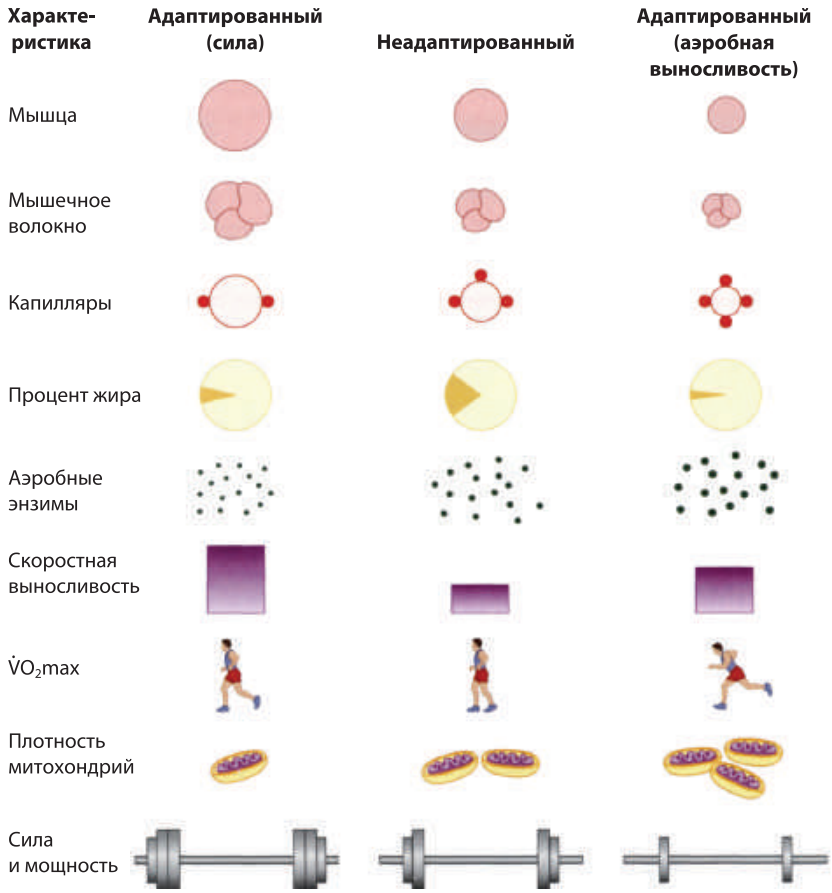


РИСУНОК 9.1 — Реакции долговременной адаптации при тренировке, направленной на развитие силы и выносливости к работе аэробного характера (Fleck, Kraemer, 2003)

срочной адаптации и характеризуется тем, что в результате постепенного количественного накопления определенных изменений организм приобретает новое качество — из неадаптированного превращается в адаптированный (рис. 9.1).

Долговременные адаптационные реакции носят гетерохронный характер. Например, уже через 5—7 дней после начала напряженной тренировки аэробного и аэробно-анаэробного характера отмечается существенное увеличение показателей систолического объема и сердечного выброса, скорости удаления из мышечной ткани молочной кислоты. Они могут сохраняться в течение 10—20 дней после прекращения тренировки (Green, 1996). В то же время изменения в мышечной ткани требуют более продолжительной тренировки. Достоверное увеличение количества митохондрий, уровней миоглобина, сократительного белка, ферментов, расширения капиллярной сети отмечается не ранее чем через 6—8 нед. напряженной тренировки (Maglischo, 2003).

Рассматривая взаимодействие срочной и долговременной адаптации, следует указать на то, что переход от срочного, во многом несовершенного, этапа адаптации к долговременному — узловой момент адаптационного процесса, так как является свидетельством эффективного приспособления к соответствующим факторам внешней среды. Для перехода срочной адаптации в гарантированную долговременную внутри возникшей функциональной системы должен произойти важный процесс, связанный с комплексом структурных и функциональных изменений в организме, обеспечивающий развитие, фиксацию и увеличение мощности системы в соответствии с предъявляемыми ей требованиями. Установлено, что морфофункциональные перестройки при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами: а) изменением взаимоотношений регуляторных механизмов; б) мобилизацией и увеличением структурных и функциональных резервов организма; в) формированием специальной функциональной системы, обеспечивающей эффективное выполнение конкретной деятельности. Эти три реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации. В достижении устойчивой и совершенной адаптации большую роль играют перестройка регуляторных приспособительных механизмов и мобилизация физиологических резервов, а также последовательность их включения на разных функциональных уровнях. По-видимому, вначале включаются обычные физиологические реакции и лишь затем — реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что в результате приводит к формированию специальной функциональной системы, обеспечивающей конкретную деятельность человека. Такая функциональная система у спортсменов представляет собой вновь сформированное взаимоотношение нервных центров, гормональных, вегетативных и исполнительных органов, необходимое для решения задач приспособления организма к физическим нагрузкам (Солодков, Судзиловский, 1996).

Формирование долговременных адаптационных реакций проходит четыре стадии.

Первая стадия связана с систематической мобилизацией функциональных ресурсов организма спортсмена в процессе выполнения тренировочных программ определенной направленности

с целью стимуляции механизмов долговременной адаптации на основе суммирования эффектов многократно повторяющейся срочной адаптации.

Во ***второй стадии*** на фоне планомерно возрастающих и систематически повторяющихся нагрузок происходит интенсивное протекание структурных и функциональных преобразований в органах и тканях соответствующей функциональной системы. В конце этой стадии наблюдается необходимая гипертрофия органов, слаженность деятельности различных звеньев и механизмов, обеспечивающих эффективную деятельность функциональной системы в новых условиях.

Третью стадию отличает устойчивая долговременная адаптация, выражающаяся в наличии необходимого структурного резерва для обеспечения нового уровня функционирования системы, стабильности функциональных структур, тесной взаимосвязи регуляторных и исполнительных органов.

Четвертая стадия наступает при нерационально построенной, обычно излишне напряженной тренировке, неполноценном питании и восстановлении и характеризуется изнашиванием отдельных компонентов функциональной системы.

Рационально построенный тренировочный процесс предполагает первые три стадии адаптации. При этом следует указать на то, что протекание адаптационных реакций в пределах указанных стадий может относиться к различным компонентам структуры подготовленности спортсмена и соревновательной деятельности в целом. В частности, по такому пути протекает адаптация отдельных органов (например, сердца), систем энергообеспечения (например, системы, обеспечивающей уровень аэробной производительности), а также формируется подготовленность спортсмена в целом, проявляющаяся в его способности к достижению спортивного результата, запланированного на данном этапе спортивного совершенствования.

В качестве примера протекания долговременной адаптации в ответ на нагрузки, предъявляющие высокие требования к аэробной и анаэробной лактатной системам энергообеспечения, можно сослаться на мнение К. Хоттенротта и Дж. Неймана (Hottenrott, Neuman, 2010), которые выделяют несколько ступеней адаптации. На первой из них, продолжительностью от 7 до 14 дней, улучшаются процессы нервной регуляции движений, происходит синхронизация деятельности мышц и двигательных единиц, уменьшается ЧСС при стандартной нагрузке, появляются признаки увеличения концентрации гликогена в мышцах и печени. На второй, продолжительностью около 2—3 нед., существенно возрастают запасы КрФ и гликогена в мышечной ткани, активно развивается процесс увеличения количества митохондрий, происходит гипертрофия мышечных волокон за счет актина и миозина, возрастает концентрация кальция и эффективность скольжения миофиламентов. На третьей ступени (2 нед.) при значительно сниженной нагрузке развивается процесс восстановления и формирования адаптационного эффекта в системах энергообеспечения, формируется функциональное согласование деятельности регуляторных и исполнительных систем.

Вполне естественно, что продолжительность каждой из стадий формирования долговременной адаптации зависит от этапа многолетнего совершенствования спортсмена, направленности тренировочного процесса и суммарной величины нагрузок, периода годовой подготовки и исходного состояния спортсмена, его функциональных резервов и адаптационного ресурса. Под влиянием этих факторов представленная модель адаптации может быть иной продолжительности, как правило большей, и достигать 8—10 нед.

Вопрос о механизме индивидуальной (фенотипической) адаптации состоит в том, каким образом потенциальные, генетически детерминированные возможности организма в ответ на требования среды преобразуются в реальные возможности.

Возросшие требования окружающей среды сравнительно быстро приводят к образованию систем, которые обеспечивают более или менее адекватную адаптационную реакцию организма на новые раздражители. Однако для формирования совершенной адаптации само по себе возникновение такой функциональной системы оказывается недостаточным. Необходимо, чтобы в клетках, тканях и органах, образующих такую систему, возникали структурные изменения, повышающие ее мощность.

Действенное развитие долговременной адаптации связано с систематическим применением нагрузок, предъявляющих высокие требования к адаптируемой системе. Интенсивность развития долговременных адаптационных реакций определяется величиной однократных нагрузок, частотой их применения и общей продолжительностью тренировки. Наиболее эффективно долговременная адаптация развивается при частом использовании больших и значительных нагрузок, предъявляющих высокие требования к функциональным системам организма (Платонов, 1997; Мохан и др., 2001). Структурные и функциональные изменения в сердечной мышце (ее гипертрофия, увеличение количества

волокон на единицу массы, увеличение мощности кальциевого насоса волокон, богатых саркоплазмой, которые относятся к проводящей системе сердца — иногда обозначаемой как его специфическая мускулатура, — повышение концентрации гемоглобина и активности ферментов, ответственных за транспорт субстратов к митохондриям, увеличение количества коронарных капилляров и массы митохондрий и др.) являются основой для повышения возможностей сердца к срочной мобилизации, увеличения скорости и амплитуды его сокращений, достижения высоких величин систолического и сердечного выброса, устойчивости к утомлению (Åstrand, Rodahl, 1986; Hartley, 1992).

Такой характер долговременной адаптации относится не только к сердцу, а закономерно проявляется на уровне мышечной ткани, органов нервной и эндокринной регуляции и др. В частности, на уровне нервной регуляции адаптация функциональной системы связана с гипертрофией мотонейронов и повышением в них активности дыхательных ферментов; на уровне мышечной ткани увеличивается емкость сети капилляров, возрастает количество митохондрий в мышцах. Увеличение количества митохондрий в мышечной ткани наряду с ростом аэробной мощности способствует возрастанию способности мышц утилизировать пируват, что ограничивает накопление лактата, обеспечивает мобилизацию и использование жирных кислот, а в итоге способствует более интенсивному и длительному выполнению работы (Меерсон, 1986).

Принцип доминирующего не только функционального, но и структурного обеспечения систем, преобладающих в процессе конкретной адаптации, наблюдается и при силовой работе. Избыточная силовая тренировка приводит к интенсивному накоплению сократительных белков без соответствующего синтеза белков митохондрий и роста васкуляризации мышечной ткани. В результате гипертрофия мышечной массы и рост силы сопровождаются снижением удельной плотности митохондрий в мышечной ткани, уменьшением ее снабжения кислородом, увеличением продукции лактата, и в результате — снижением выносливости (Tesch, Karlsson, 1984; Platonov, 1992).

Процесс формирования эффективной долговременной адаптации нейрогуморальной системы организма связан с увеличением показателей ее мощности и экономичности. Повышение мощности в первую очередь обусловливается развитием гипертрофии мозгового слоя надпочечников и увеличением в них запасов катехоламинов, гипертрофией коры надпочечников, в том числе ее пучковой зоны, секретирующей гликокортикоиды, что сопровождается изменениями ультраструктуры кортикоцитов, приводящими к повышению способности синтезировать кортикостероиды. Увеличение запасов катехоламинов приводит к их большей мобилизации при кратковременных нагрузках взрывного характера, предупреждает их истощение при длительных нагрузках. Увеличение способности коры надпочечников синтезировать кортикостероиды обеспечивает их высокий уровень в крови при длительных нагрузках и тем самым повышает работоспособность спортсменов (Виру и др., 1993).

Увеличение экономичности нейрогуморальной системы проявляется в значительно меньшем высвобождении катехоламинов в ответ на стандартные нагрузки. Например, уже трехнедельная тренировка на выносливость приводит к достоверному снижению концентрации катехоламинов в крови при выполнении стандартной нагрузки по сравнению с исходными данными, а после восьминедельной тренировки увеличение катехоламинов не наблюдается вообще (Winder et al., 1973).

Повышение функциональных возможностей надпочечников во многом определяет эффективность энергообеспечения мышечной работы. Катехоламины активизируют ключевые ферменты гликогенолиза и гликолиза и, как следствие, сами эти процессы в скелетных мышцах, сердце и печени увеличивают выход в кровь из печени глюкозы и ее транспорт в клетки миокарда и мышц (Виру, 1987).

Активация гуморальной регуляции способствует более интенсивному синтезу нуклеиновых кислот и белков. Гиперфункция органов и тканей функциональной системы, стимулируемая повышенной гормональной активностью, в значительной мере обусловливает формирование структурного базиса долговременной адаптации к физической нагрузке. Прирост экономичности деятельности нейрогуморальной системы при тренированности связывают с повышением адренореактивности тканей (Askew et al., 1975) и совершенствованием механизма саморегуляции органов функциональной системы, ответственной за адаптацию (Пшенникова, 1986; Wilmore et al., 2009).

Экономизация адаптированного организма по сравнению с неадаптированным проявляется:

- в состоянии покоя — в уменьшении ЧСС с 65—75 до 35—50 уд · мин$^{-1}$, частоты дыхания — с 16—20 до 6—10 циклов в 1 мин, снижении минутного объема дыхания на 10—12 %, уменьшении потребления кислорода на 20 %;
- при стандартной нагрузке — в снижении потребления кислорода в миокарде в 1,5—2 раза (Heib et al., 1975), значительно меньшем увели-

чении ЧСС и частоты дыхания, меньшем повышении уровня лактата в мышцах и крови, менее выраженной реакции симпатоадреналовой системы и соответственно меньшем повышении уровня катехоламинов в крови (Пшенникова, 1986; Мохан и др., 2001).

Важным элементом долговременной адаптации является формирование в коре большого мозга экономичных и стабильных систем взаимосвязанной (синхронной и синфазной) активности, являющихся частью функциональных систем управления движениями и обладающих высокой помехоустойчивостью. У лиц, хорошо адаптированных к подобным нагрузкам, в отличие от неадаптированных, эти системы не разрушаются при действии различных сбивающих факторов (высокого психического и эмоционального напряжения, внешних помех, развития утомления). Долговременная адаптация к предельным нагрузкам связана не только с расширением функциональных возможностей коры головного мозга, но и с повышением способности к мобилизации функциональных резервов в условиях преодолеваемого утомления (Сологуб, 1984; Энока, 2000).

Долговременная адаптация характеризуется увеличением функциональных резервов, являющихся следствием серьезных структурных перестроек органов и тканей, значительной экономизацией функций, повышения подвижности и устойчивости в деятельности функциональных систем, налаживания рациональных и гибких взаимосвязей двигательной и вегетативных функций. Более того, возникновение адаптационных перестроек, не связанных с существенной гипертрофией органов, является наиболее рациональным, так как они более устойчивы к процессам деадаптации, требуют меньших усилий для поддержания достигнутого уровня и, что весьма важно, не связаны со столь глубокой эксплуатацией генетически обусловленных и ограниченных адаптационных возможностей по сравнению с адаптацией, осуществленной в основном за счет структурных изменений органов, в частности увеличения их массы.

Экономичность адаптированной системы проявляется на уровне клеток и органов, где она детерминирована соотношением клеточных структур; на уровне системы в целом, где она определяется соотношением органов; наконец, на уровне нейрогуморальной регуляции, где экономичность оказывается следствием повышения реактивности адаптированных органов к медиаторам и гормонам (Меерсон, 1986). Например, сердце тренированного человека потребляет примерно на одну треть меньше кислорода и субстратов окисления при выполнении стандартной работы по сравнению с сердцем нетренированного (Heib et al., 1975), что связано с изменением соотношения клеточных структур, обеспечивающих повышение эффективности преобразования энергии на уровне клеток. На уровне нейрогуморальной регуляции, ответственной за адаптацию систем, экономичность функционирования выражается в повышении реактивности органов, образующих данную систему, к управляющим сигналам — гормонам и медиаторам. В результате мобилизация системы при действии на организм факторов внешней среды может быть обеспечена при меньшем выделении регуляторных метаболитов, при меньшем возбуждении регуляторных механизмов (Меерсон, 1986; Мохан и др., 2001).

Высокая адаптация организма спортсменов к физическим нагрузкам может снижать резистентность к другим факторам окружающей среды. Например, тренировка с большими нагрузками приводит к уменьшению количества жировой ткани и снижению энергетического эффекта норадреналина и, следовательно, уменьшает возможность теплопродукции при действии холода. В связи с этим объяснима подверженность простудным заболеваниям хорошо подготовленных спортсменов. С жировым истощением, являющимся следствием чрезмерных нагрузок, часто бывает связано и нарушение продукции половых гормонов. Это может приводить к нарушению полового созревания и менструального цикла у спортсменок (Peltenburg et al., 1984; De Vries, Housch, 1994).

Подверженность спортсменов, переносящих предельные физические нагрузки, заболеваниям объясняется и нарушением клеточного и гуморального иммунитета, а также гормональными нарушениями. Если оптимальные нагрузки повышают иммунологическую активность организма, то чрезмерные нагрузки приводят к снижению иммунореактивности (Меерсон, Пшенникова, 1986).

Эффективное формирование долговременной адаптации не может быть обеспечено без учета феногенетических характеристик, лежащих в основе разделения людей на конституциональные типы. Не только в спорте, где необходимость такого разделения очевидна, но и в других областях человеческой деятельности, связанных с проблемой адаптации, обоснована необходимость дифференцированного подхода к людям с различными конституциональными показателями. Так, проблемы, связанные с адаптацией человеческих популяций к условиям жизни и труда в экстремальных условиях Крайнего Севера, Антарктики, пустыни, потребовали дифференциации конституциональных типов внутри популяций, обитающих в этих условиях.

Первый тип («спринтер») способен проявлять мощные физиологические реакции с высокой степенью надежности в ответ на значительные, но кратковременные колебания факторов внешней среды. Однако высокий уровень надежности может поддерживаться относительно короткий срок. Феногенетические свойства «спринтеров» мало приспособлены к выдерживанию длительных нагрузок невысокой интенсивности.

Второй тип («стайер») феногенетически менее приспособлен к перенесению мощных и кратковременных нагрузок. Однако после относительно непродолжительного периода адаптации способен выдерживать равномерные нагрузки в течение длительного времени в неадекватных условиях.

Каждый из этих типов характеризуется выраженными антропометрическими и морфофункциональными различиями. Между этими крайними конституциональными типами существует определенное количество ***промежуточных***, обозначающихся как «миксты». Медико-биологические знания об адаптационных возможностях «спринтеров», «стайеров» и промежуточных конституциональных типов способствуют регуляции жизнеобеспечения человеческих популяций в экстремальных условиях отдельных географических зон (Казначеев, 1984).

В целом долговременные адаптационные реакции на различные сильнодействующие факторы внешней среды, в том числе и на физические нагрузки, базируются на прочном структурном основании. В зависимости от характера нагрузок в действие включаются разные системы организма, усиливают свою работу ткани и клеточные элементы, продуцируются биологически активные вещества. Однако при многообразии путей адаптации функциональных систем, формирующихся в ответ на различные раздражители и расширяющих свой адаптационный ресурс, в ее основе лежат единые неспецифические процессы: варьирование количества активно функционирующих структур из их наличного запаса и включение в работу их числа, строго соответствующего требованиям, диктуемым уровнем нагрузки; увеличение мощности функциональных структур в случае, когда имеющиеся ресурсы недостаточны; отставленный и гетерохронный по отношению к различным структурам адаптационный эффект в ответ на реализованные нагрузки; расширение подвижности структур адаптированной системы в плане эффективной приспособительной перестройки, компенсаторных реакций, выполнения смежных функций. Характерно и то, что ни один из этих процессов структурного обеспечения долговременной адаптации не является свойственным какому-либо одному уровню организации — все они универсальны, т. е. одинаково четко прослеживаются на молекулярном, клеточном, тканевом и системном уровнях.

Переадаптация

Рационально построенная тренировка приводит к резкому возрастанию функциональных возможностей органов и систем организма за счет совершенствования всего комплекса механизмов, ответственных за адаптацию. Применение чрезмерных нагрузок, превышающих индивидуальные адаптационные возможности человека, требующих чрезмерной мобилизации структурных и функциональных ресурсов органов и систем организма, в результате приводит к переадаптации, проявляющейся в истощении и изнашивании функциональных систем, несущих основную нагрузку.

Применительно к адаптации сердца рационально спланированные нагрузки приводят к умеренной гипертрофии миокарда, увеличению мощности его адренергической иннервации, количества коронарных капилляров, повышению концентрации миоглобина и активности ферментов, ответственных за транспорт субстратов к митохондриям и др. При чрезмерной нагрузке на сердце, требующей излишне длительной компенсаторной гиперфункции, возникает несбалансированная адаптация, при которой масса сердца возрастает в значительно большей мере, чем функциональные возможности структур, ответственных за нервную регуляцию и энергообеспечение. Возникающее при этом снижение возможностей миокарда может определенное время компенсироваться увеличением его массы, но затем, как правило, становится причиной недостаточности сердца, что следует рассматривать как его переадаптацию.

Чрезмерные нагрузки на скелетные мышцы могут привести к мышечным повреждениям, в результате чего снижается работоспособность, ухудшается протекание срочных и долговременных восстановительных и адаптационных реакций. В поврежденной мышечной ткани отмечается снижение запасов гликогена вследствие нарушения процессов его ресинтеза, нарушаются процессы белкового синтеза, снижается устойчивость к воздействию бактерий и вирусов, что повышает восприимчивость организма спортсменов к инфекциям (Мохан и др., 2001).

Чрезмерные физические нагрузки могут вызвать нарушение гормонального баланса, что приводит к снижению работоспособности, нарушению восстановительных и адаптационных реакций, развитию патологических процессов.

Чрезмерные нагрузки у женщин, например, часто связаны с нарушением менструальной функции, развитием остеопороза, увеличением риска усталостных переломов. Такие нагрузки способствуют увеличению уровня кортизола — катаболического гормона и снижению тестостерона — анаболического гормона. Это может привести к увеличению белкового катаболизма внутри мышечных клеток, снижению объема мышечной массы и массы тела (Броуэр, 2002).

Чрезмерные нагрузки определенной направленности таят в себе две опасности: 1) возможность функционального истощения системы, доминирующей в адаптационной реакции; 2) снижение структурного и соответственно функционального резерва других систем, которые непосредственно не участвуют в адаптационной реакции (Меерсон, 1986, Platonov, 2002).

Чрезмерные физические нагрузки могут иметь для организма отрицательные последствия, которые проявляются, во-первых, в прямом изнашивании функциональной системы, особенно ее звеньев, несущих основную нагрузку; во-вторых, в явлениях отрицательной перекрестной адаптации, т. е. в нарушениях функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных с физической нагрузкой (Меерсон, Пшенникова, 1988; Щегольков и др., 1993).

Известно, что при однократном, ограниченном во времени стрессовом воздействии вслед за катаболической фазой реализуется противоположная — анаболическая, которая проявляется генерализованной активацией синтеза белков. Эта активация потенцирует формирование эффективной долговременной адаптации. При частом возникновении стресс-реакции, связанной с применением нагрузок, превышающих индивидуальные адаптационные возможности человека, формирование долговременной адаптации может не осуществляться. Излишняя мобилизация структурных и энергетических ресурсов организма при отсутствии адекватного уровня функциональной системы, где эти ресурсы могут быть использованы, приводит к утрате этих ресурсов и истощению, типичному для затянувшегося стресса (Мохан и др., 2001; О'Брайен, 2002).

Чрезмерные, нерационально спланированные физические нагрузки могут стать причиной появления некроза как в мышцах, так и в миокарде. При непомерных нагрузках наблюдалось утолщение и затвердение мышечных волокон, их склонность к образованию трещин на измененных участках, возникновение межклеточных и внутриклеточных отеков и др. (Groher, 1979; Нигг, 2002). Чрезмерные нагрузки могут привести к патологической гипертрофии миокарда, развитию в нем дистрофических и склеротических изменений, нарушению обмена веществ, нейрогуморальной регуляции (Бутченко, 1974). Острое физическое перенапряжение может также привести к кровоизлиянию в сердечную мышцу, в частности к острому инфаркту миокарда с развитием острой недостаточности сердца, острой дистрофии миокарда (Дембо, 1981).

Есть убедительные факты, свидетельствующие о том, что спортсмены высокого класса, хорошо адаптированные к нагрузкам на выносливость, подвергаются риску внезапной смерти от остановки сердца во время и сразу после предельных физических нагрузок в большей мере, чем люди, не занимающиеся спортом (Keren, Shoenfeld, 1981).

Функциональная система, длительно подвергавшаяся нагрузкам, стимулирующим формирование адаптационных реакций, может изнашиваться в результате исчерпания детерминированных способностей к приспособительным изменениям, а также локального старения перегружаемых звеньев системы. В основе изнашивания функциональной системы — нарушение закономерностей формирования долговременной адаптации. Здесь следует отметить чрезмерные, часто повторяющиеся однонаправленные нагрузки, свидетельствующие о длительном, постоянно действующем стрессе; частое чередование явлений адаптации и деадаптации, связанное с нерациональным чередованием периода нагрузок с периодом их отсутствия; чрезмерное использование нагрузок, приводящих к адаптации функциональной системы преимущественно за счет гипертрофии органов, а не за счет эффективности их функционирования при умеренной гипертрофии. В числе причин переадаптации следует назвать также нарушение в процессе отдельных тренировочных занятий, дней, микроциклов необходимых соотношений между объемом и характером тренировочных воздействий, с одной стороны, и энергетическим потенциалом организма и возможностями к адаптации соответствующих биологических структур — с другой.

Продолжительная однонаправленная тренировка, систематически предъявляющая высокие требования к определенной функциональной системе, часто связана со снижением морфофункциональных возможностей других систем. В частности, у лиц, имеющих высокий уровень тренированности к работе скоростно-силовой направленности, часто оказывается сниженной выносливость к продолжительной работе аэробного характера, у них снижаются плотность капилляров и активность аэробных ферментов в скелетных мышцах и др. (McDougall et al., 1984).

С осторожностью должны планироваться упражнения смешанного аэробно-анаэробного характера и преимущественно анаэробного

лактатного характера, так как их избыточный объем может достаточно быстро вызвать явление переадаптации. Такие упражнения сопровождаются интенсивным исчерпанием запасов гликогена мышц, накоплением большого количества продуктов промежуточного обмена, тяжелым утомлением, что существенно сказывается на психической сфере спортсмена, его способности дифференцировать усилия, контролировать качество движений.

Преимущественное кровоснабжение мышц за счет других органов может привести к серьезным отрицательным последствиям. Следует напомнить, что в тренировке современных спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, ежедневный объем работы аэробной и смешанной анаэробно-аэробной направленности может достигать 4—5 ч. Работа в таком режиме, как известно, может продолжаться в течение многих недель. Таким образом, в среднем около 20 % времени суток многие органы организма спортсмена испытывают недостаток кровоснабжения. Такая тренировка, приводя к резкому приросту возможностей аэробной системы энергообеспечения, одновременно нередко приводит к уменьшению массы и количества клеток в печени, почках и надпочечниках, отрицательно сказывается на проявлениях высшей нервной деятельности — нарушаются процессы выработки, фиксации и воспроизведения временных связей. Наблюдаются также случаи нарушения функции пищеварения в виде спазма пищевода, желудка, кишок, язвенных поражений и др. (Пшенникова, 1986).

В основе истощения и изнашивания функциональных систем, несущих основную нагрузку в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, — нарушение баланса между тренировочными и соревновательными нагрузками, с одной стороны, и восстановлением и эффективным протеканием адаптационных реакций — с другой. Состояние переадаптации формируется под влиянием избыточного и нерационального планирования нагрузок, усугубленного недостатками в питании, пренебрежением к эффективному восстановительному периоду, использованию средств стимуляции восстановительных и адаптационных реакций. Основными симптомами переадаптации являются: снижение спортивных результатов и работоспособности в тренировочных занятиях, общее чувство усталости, депрессия, раздражительность, нарушение сна, повышение ЧСС и замедленное восстановление при нагрузках, потеря аппетита и снижение массы тела, снижение иммунитета. Нормализация состояния спортсмена в случае переадаптации требует комплекса реабилитационно-восстановительных мероприятий, изменения образа жизни, кардинального изменения тренировочного процесса и обычно не может быть осуществлена менее чем за месяц (Норрис, Смит, 2003). Предупредить эти отрицательные явления можно рациональным планированием нагрузок в микро- и мезоциклах, а также в более крупных структурных образованиях тренировочного процесса.

Деадаптация и реадаптация

Прекращение тренировки или использование низких нагрузок, не способных обеспечить поддержание достигнутого уровня приспособительных изменений, приводит к деадаптации — процессу обратному адаптации, т. е. адаптационные процессы в организме человека развиваются в строгом соответствии с характером и величиной воздействия факторов внешней среды. Например, если тренировка прекратилась или нагрузки были снижены значительно ниже уровня, способного обеспечить поддержание достигнутых показателей функциональных возможностей сердца, то постепенно уменьшается синтез белка и масса желудочков, ослабляется нервная регуляция, снижается энергообеспечение и др. В результате нарушается оптимальный режим биосинтеза и функционирования ключевых структур сердца, обеспечивающих утилизацию АТФ в миофибриллах и ее ресинтез в митохондриях. Указанные механизмы адаптации, переадаптации и деадаптации свойственны и другим органам и системам.

Вынужденный постельный режим резко интенсифицирует процесс деадаптации. Например, у хорошо тренированных спортсменов 9-дневный абсолютный постельный режим приводит к снижению $\dot{V}O_2max$ на 21 %, уменьшению объема сердца на 10 %, значительному возрастанию ЧСС, минутного объема дыхания и уровня лактата при стандартных нагрузках. В последующие 10 дней, после отмены постельного режима, в определенной мере нормализуется состояние организма, однако оно остается достоверно сниженным по отношению к исходному уровню. При 4—6-недельном постельном режиме происходит атрофия БС- и МС-волокон при одновременном снижении уровня миоглобина, активности оксидативных и гликолитических ферментов, содержания гликогена, уменьшении количества и величины митохондрий (Hollmann, Hettinger, 1980; Сили, Стивенс, Тейт, 2007).

К настоящему времени проведено большое количество исследований, посвященных изучению протекания процессов деадаптации в организме спортсменов после прекращения на-

пряженной тренировки. Их результаты привели во многом к неожиданным результатам, продемонстрировавшим исключительно быструю утрату компонентов подготовленности, относящихся к возможностям энергетических систем. Через 1—2 нед. после прекращения тренировки отмечается достоверное снижение мощности аэробной системы энергообеспечения, запасов гликогена в мышцах, систолического объема и сердечного выброса, порога анаэробного обмена и др. В течение 24 дней на 14—25 % уменьшается количество функционирующих капилляров, расположенных вокруг мышечного волокна (Saltin, Rowell, 1980; Klausen, Andersen, 1981); после 12-дневного пассивного отдыха на 11 % снижаются показатели максимального сердечного выброса, на 7 % — максимального потребления кислорода (Coyle et al., 1983). Недельный пассивный отдых приводит к достоверному уменьшению диаметра мышечных волокон, особенно быстросокращающихся (Riley et al., 2002). Через 4 нед. после прекращения тренировки мощность аэробной системы энергообеспечения у пловцов снижается более чем на 10 %, запасы гликогена в мышцах — на 40 %, активность аэробных ферментов — на 40 %, объем крови — на 9 %, сердечный выброс — на 10 %, сила и мощность — на 13 % и т. д. (Costill et al., 1985; Wilmore, Costill, 2009). В результате через 3—4 нед. время проплывания, например, 200-метровой дистанции увеличивается на 6—8 с (Troup, 1989). Исследования показывают, что уровень адаптации, приобретенный в результате пятилетней тренировки на выносливость, может быть утрачен в течение 2—3 мес. детренировочного периода (Costill et al., 1985; Wilmore, Costill, 2009). Происходит существенное снижение работоспособности при выполнении программ тренировочных занятий, которое достигает 25—30 % (McArdle et al., 1996). Достоверно удлиняется период восстановления после выполнения комплексов упражнений в программах тренировочных занятий, а также после занятий с большими нагрузками. В частности, после занятий, направленных на повышение возможностей аэробной и анаэробной систем энергообеспечения, процесс восстановления может удлиниться на 6—24 ч.

Исследования, проведенные на квалифицированных пловцах (K. Hsu, T. Hsu, 1999), показали, что трехмесячный перерыв в тренировке приводит к снижению результата на 50-метровой дистанции в среднем на 0,80 с, а 400-метровой — на 17,0 с. Снижение результатов сопровождалось уменьшением мощности работы при плавании на привязи на 12 %, а максимальных величин лактата — на 22 %. На восстановление утраченных возможностей потребовалось более 3 мес. работы. При этом наибольшего времени потребовало восстановление мощности гребковых движений.

Согласно данным Д. Олбрехта (Olbrecht, 2007), увеличение количества митохондрий в мышечных волокнах квалифицированных пловцов, явившееся следствием напряженной тренировки аэробного и аэробно-анаэробного характера, в значительной мере может быть устранено уже в течение 1 нед. после полного прекращения тренировки. Потери могут составить до 50 %. На восстановление утраченного количества митохондрий после возобновления тренировки может потребоваться уже до 3—4 нед. (рис. 9.2).

Таким образом, процесс реадаптации занимает значительно больше времени, чем процесс деадаптации, что может серьезно нарушить процесс планомерного спортивного совершенствования, отрицательным образом сказаться на результатах спортсменов. В этой связи серьезной коррекции требуют устоявшиеся представления о возможности планирования в годовой подготовке продолжительного (до 1,5—2 мес.) переходного периода.

Следует отметить, что мощность работы при выполнении гребковых движений в процессе деадаптации снижается значительно быстрее по сравнению с силой соответствующих мышечных групп (Costill et al., 1985). Среди комплекса возможных факторов, влияющих на быстрое снижение мощности гребковых движений после прекращения специальной тренировки, находится интенсивная деадаптация и в отношении подвижности в плечевом и голеностопном суставах. Уже через 2—4 нед. после прекращения упражнений, направленных на развитие подвижности в этих суставах, диапазон движений существенно уменьшается (Maglischo, 2003).

Пловцы высшей квалификации, тренировочный процесс которых отличается большими нагрузками, следствием чего является исключи-

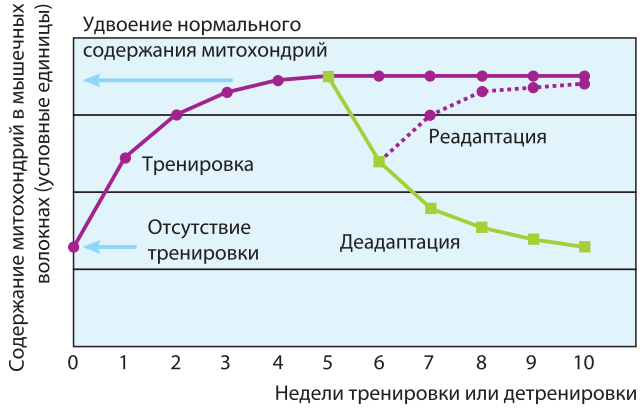


РИСУНОК 9.2 — Влияние тренировки и детренировки на содержание митохондрий в мышцах (Olbrecht, 2007)

тельно высокий уровень адаптационных реакций, в значительно большей мере подвержены деадаптации после прекращения напряженной тренировки по сравнению с менее квалифицированными и подготовленными спортсменами. Это исключает перерывы в тренировочной работе, превышающие 1 нед. после каждого макроцикла и 1—2 нед. — после года подготовки. Даже при таких перерывах в подготовке не следует прибегать к исключительно пассивному отдыху, а следует провести 2—3 одночасовых занятия, направленных на поддержание компонентов подготовленности, в наибольшей мере подверженных деадаптации.

Лишение скелетных мышц полноценной физической нагрузки приводит к серьезным изменениям в мышечной ткани. При этом чем адаптированнее мышечная ткань к физическим нагрузкам, тем интенсивнее протекает процесс деадаптации. Уже на 3—4-й день постельного режима происходит заметное уменьшение массы наиболее активных мышц. Иммобилизация нижних конечностей вследствие переломов приводит к уменьшению площади поперечного сечения мышц на 40—50 %, 5—6-недельная иммобилизация здоровых мышц может привести к уменьшению площади их поперечного сечения на 20—30 %. Атрофия мышечных волокон, обусловленная отсутствием или недостаточной двигательной активностью, касается всех типов мышечных волокон (Мак-Комас, 2001). Атрофия мышечной ткани вследствие иммобилизации приводит к резкому снижению максимальной силы. Важно отметить, что мышечная сила снижается в большей мере, чем атрофируется мышечная ткань. Это происходит вследствие снижения возможностей нервной системы рекрутировать двигательные единицы, в том числе и дегенеративных изменений в нервно-мышечных соединениях (Robert et al., 1991). Происходят и другие негативные изменения: снижается концентрация белков в мышечной ткани, уменьшается концентрация гликолитических и окислительных ферментов, отдельные мышечные волокна подвергаются некрозу (Мак-Комас, 2001). Все эти негативные последствия длительного неиспользования мышечной ткани могут быть устранены в процессе реабилитации и реадаптации не полностью.

Примерно так же протекает процесс деадаптации и в системах энергообеспечения. Однако важнейшие параметры аэробной системы энергообеспечения подвержены деадаптации в более короткие сроки по сравнению с основными показателями, отражающими возможности анаэробной системы. Уже через 2—4 нед. после прекращения напряженной тренировки систолический объем снижается на 10—15 %. В течение этого периода наблюдается резкое снижение активности окислительных ферментов (Wilmore, Costill, 2004). Так, снижение на 50 % и более активности этих ферментов не сопровождается уменьшением активности гликолитических ферментов (Coyle et al., 1984; Hoffmann, 2002). В результате уже через 4 нед. деадаптации сохранение работоспособности при выполнении стандартной работы смешанного аэробно-анаэробного характера связано с существенным увеличением доли ее анаэробного обеспечения.

Увеличение или уменьшение капилляризации в процессе как адаптации, так и деадаптации требует значительно большего времени по сравнению с метаболической адаптацией. Специальные исследования показывают, что явно выраженные изменения капиллярной сети, явившиеся следствием тренировки, наблюдаются еще в течение нескольких месяцев после ее прекращения (Henriksson, 1992). В то же время локальная выносливость скелетных мышц, опирающаяся на их митохондриальную способность, может быть утрачена в течение 2—3 нед. после прекращения непрерывной тренировки (Svedenhag, 1992; Мохан и др., 2001).

Более высокая устойчивость адаптационных изменений в коре большого мозга по сравнению со следами более простых адаптационных реакций проявляется, в частности, в том, что в процессе деадаптации после полного прекращения физических нагрузок аэробные возможности организма и связанная с ними выносливость к длительной работе угасают относительно быстро. Специальные двигательные навыки сохраняются длительное время и могут быть успешно продемонстрированы детренированным человеком. Повышенные в результате тренировки величины максимального потребления кислорода снижаются значительно медленнее, чем активность оксидативных ферментов, которая может снизиться уже через 1—2 нед. после прекращения тренировки, а через несколько недель вернуться к исходному уровню (Schantz et al., 1983). В свою очередь эти ферменты обладают способностью к быстрому восстановлению активности при возобновлении тренировки (Pette, 1984). Связано это с тем, что ферменты, как и другие белковые молекулы, отличаются ограниченной продолжительностью существования. Они образуются и расщепляются в непрерывном цикле, в котором биологический период полураспада большинства митохондриальных ферментов — около 1 нед., а гликолитических — от одного до нескольких дней (Hargreaves, 1999; Spriet, 1999). Соответственно клеточное содержание определенного фермента является результатом взаимодействия процессов синтеза и распада (Henriksson, 1992).

Важным является и то, что деадаптация протекает неравномерно: в первые недели после прекращения тренировки наблюдается значительное снижение функционального резерва адаптированной системы, в дальнейшем процесс деадаптации замедляется. В скрытом виде адаптационные реакции сохраняются длительное время и служат основой для более быстрого восстановления утраченного уровня адаптации при возобновлении тренировки после длительного перерыва по сравнению со временем, затраченным на первоначальное формирование адаптации (Пшенникова, 1986); например, гипертрофия мышечной ткани, являющаяся следствием силовой тренировки, исчезает в 2—3 раза медленнее, чем возникает (De Vries, Housh, 1994). Важно учитывать и то, что чем быстрее формируется адаптация, тем сложнее удерживается достигнутый уровень и тем быстрее она утрачивается после прекращения тренировки (МакКомас, 2001). В частности, период угасания силы после прекращения тренировки прямо связан с продолжительностью формирования адаптации (рис. 9.3): чем интенсивнее и кратковременнее была тренировка, направленная на развитие силы, тем быстротечнее период ее угасания при прекращении регулярных занятий.

Эта закономерность проявляется и при рассмотрении эффективности методик развития различных физических качеств и функциональных возможностей систем организма, а также подготовленности спортсмена в целом и может быть связана с различными элементами структуры тренировочного процесса — этапами многолетней подготовки, макроциклами, периодами и др. Подтверждением этого применительно к многолетней подготовке является множество случаев, когда скачкообразный прирост нагрузки (в 2—3 раза в течение года), реализованный юными спортсменами, позволил им в короткие сроки достичь исключительно высоких адаптационных перестроек, показать выдающиеся результаты в крупнейших соревнованиях и одновременно не позволил удержать приобретенный уровень адаптации длительное время, резко сократил период их выступления на уровне высших достижений. В то же время у спортсменов, которые равномерно на протяжении многих лет повышали нагрузки, отмечалось планомерное возрастание функциональных возможностей. На достижение уровня адаптации, необходимой для успешной соревновательной деятельности в

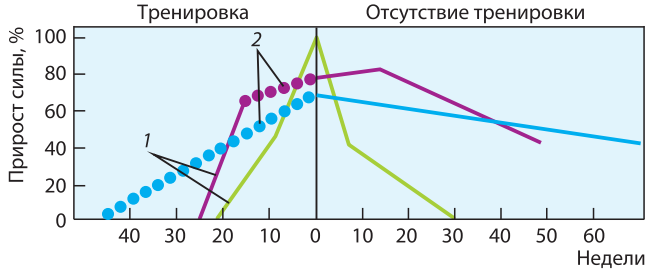


РИСУНОК 9.3 — Прирост максимальной силы и особенности ее сохранения после прекращения тренировки в зависимости от частоты занятий: *1* — ежедневные занятия; *2* — занятия 1 раз в неделю (Hollmann, Hettinger, 1980)

крупнейших соревнованиях, им требовалось значительно больше времени. Однако именно эти спортсмены оказались способными выступать на уровне высших достижений длительное время (Platonov, 2002).

Частое чередование процессов адаптации и деадаптации приводит к чрезмерной эксплуатации генетически детерминированных способностей к формированию эффективных приспособительных изменений в организме. Следует помнить, что поддержание структурных основ адаптации с помощью умеренных физических нагрузок несоизмеримо благоприятнее, чем многократное повторение циклов «деадаптация — реадаптация». Многократная активация биосинтеза, необходимая для многократного восстановления утраченного уровня адаптации, может привести к своеобразному локальному изнашиванию органов, входящих в систему, ответственную за адаптацию (Меерсон, 1986).

Однако значительно чаще встречается другая крайность: продолжение длительной и напряженной тренировки пловцов при достижении спортсменом предельных индивидуально обусловленных границ адаптации к тренировочным воздействиям определенного типа. Особенно это проявляется в ежегодном планировании больших объемов работы аэробной и аэробно-анаэробной направленности в тренировке спортсменов, достигших околопредельных или предельных показателей аэробных возможностей. При этом у них нарушаются генетически регулируемые процессы биосинтеза, происходит атрофия ключевых структур, лимитирующих функцию клеток миокарда, и, наконец, возникает функциональная недостаточность сердца. Здесь же часто кроются причины отклонений в состоянии ЦНС, печени и других жизненно важных органов.

Глава 10

Возрастное развитие человека и формирование адаптационных реакций

Спортивная карьера в современном плавании может длиться в течение 20—30 лет и охватывать ряд периодов возрастного развития человека, начиная с детского возраста и заканчивая зоной обратного развития. В течение этого периода происходят разнообразные изменения в биологическом, психологическом, духовном и социальном развитии человека. Естественно, что для спорта первоочередное значение имеют особенности биологического развития человека и его адаптационные возможности в различных возрастных зонах.

Возрастные зоны развития человека

Эффективная адаптация к специфическим нагрузкам конкретного вида спорта обусловливается особенностями возрастного развития организма, существенными колебаниями предрасположенности функциональных систем к приспособительным перестройкам в разном возрасте.

Процесс биологического созревания человека охватывает длительный период — от рождения до 17—18 лет у женщин и 20—22 лет — у мужчин, когда завершается рост тела, происходит окончательное формирование скелета и внутренних органов. Биологическое созревание человека — процесс неравномерный; оно протекает гетерохронно, что наиболее ярко проявляется уже при анализе формирования строения тела. Так, сравнение темпов роста головы и ног новорожденного и взрослого человека показывает, что длина головы увеличивается в два раза, а длина ног — в пять (рис. 10.1).

Принято выделять несколько этапов возрастного развития (табл. 10.1). В интересах спорта высших достижений наибольшее внимание должно быть направлено на возрастной диапазон от 6 лет до завершения биологического созревания. Большой интерес представляет и последующая возрастная зона — оптимальных функциональных возможностей (обычно до 27—30 лет), а также первая часть зоны обратного развития (30—40 лет), в течение которой возможно сохранение высокого уровня работоспособности и возможностей важнейших функциональных систем организма.

В период от 1 года до 7 лет годичное увеличение длины тела постепенно уменьшается с 10,5 до 5,5 см в год. В возрастном диапазоне 7—10 лет ежегодный прирост длины тела в среднем составляет 5 см. Половые различия в скорости роста начинают проявляться с 9—10-летнего возраста. Заметное ускорение роста отмечается в пубертатном периоде. У отдельных детей максимальная скорость роста в год может достигать 8—10 см у мальчиков и 7—9 см — у девочек (рис. 10.2). Пик скорости прироста массы тела у девочек приходится на 11—12-й

ТАБЛИЦА 10.1 — Возрастные этапы развития человека (Grimm, 1966)

Этап развития	Период времени	Возраст
Возраст новорожденного	До заживания пуповины	
Грудной возраст	До появления первого молочного зуба	6 мес.
Ползунковый возраст	До умения ходить	1—1,5 года
Возраст ребенка	До появления первого постоянного зуба	6 лет
Младший школьный возраст	До появления первого признака созревания	9 лет (ж) 11 лет (м)
Препубертатный период	Начало ускорения роста тела, быстрое развитие половых органов, начало развития грудных желез	11—12 лет (ж) 13—14 лет (м)
Пубертатный период	Время между появлением волосяного покрова на лобке и первой менструацией (ж) или развитие зрелых сперматозоидов (м)	13—14 (ж) 14—15 (м)
Возраст завершения биологического созревания	Период между половой зрелостью и завершением роста тела	17—18 (ж) 22 (м)

годы жизни (5,0—5,5 кг), а у мальчиков — на 13—14-й годы (5,5—6,5 кг). До 10-летнего возраста масса тела у девочек несколько меньше, чем у мальчиков.

С 12 лет у юных спортсменов по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, отмечается развитие обезжиренной массы тела. Масса тела юных спортсменов увеличивается в основном за счет нежирового компонента, а у не занимающихся спортом — в значительной степени за счет жира. У спортсменов количество жира остается постоянным, а в весенне-летний период даже снижается при постоянном увеличении удельного веса тела. У взрослых спортсменов-мужчин объем жировой массы составляет 6—12 % общей массы тела, в то время как у лиц, не занимающихся спортом, 15—22 %. У женщин объем жировой массы примерно в 2 раза больше, чем у мужчин.

Возможны существенные индивидуальные колебания темпов биологического созревания и соответственно различия между паспортным и биологическим возрастом, которые в отдельных случаях могут достигать 5—6 лет (Åstrand, 1992). Например, интенсивный рост тела у мальчиков, характерный для пубертатного периода, может отмечаться как в 11—12, так и в 16—17 лет. Раннее половое созревание и связанный с ним интенсивный рост тела, мышечной массы, внутренних органов, как правило, приводит к быстрому прогрессу в спорте, что нередко является причиной заблуждений тренеров и родителей в отношении особой предрасположенности ребенка к достижениям в спорте.

В 13-летнем возрасте как у мальчиков, так и у девочек отмечаются исключительно большие колебания в росте (мальчики — 135—185 см, девочки — 140—180 см), массе тела (30—85 кг и 30—80 кг), максимальном потреблении кислорода (46—80 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ и 38—70 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$). Столь же существенны колебания и в уровне силы, выносливости, скоростных способностей. Эти колебания во многом обусловлены темпами

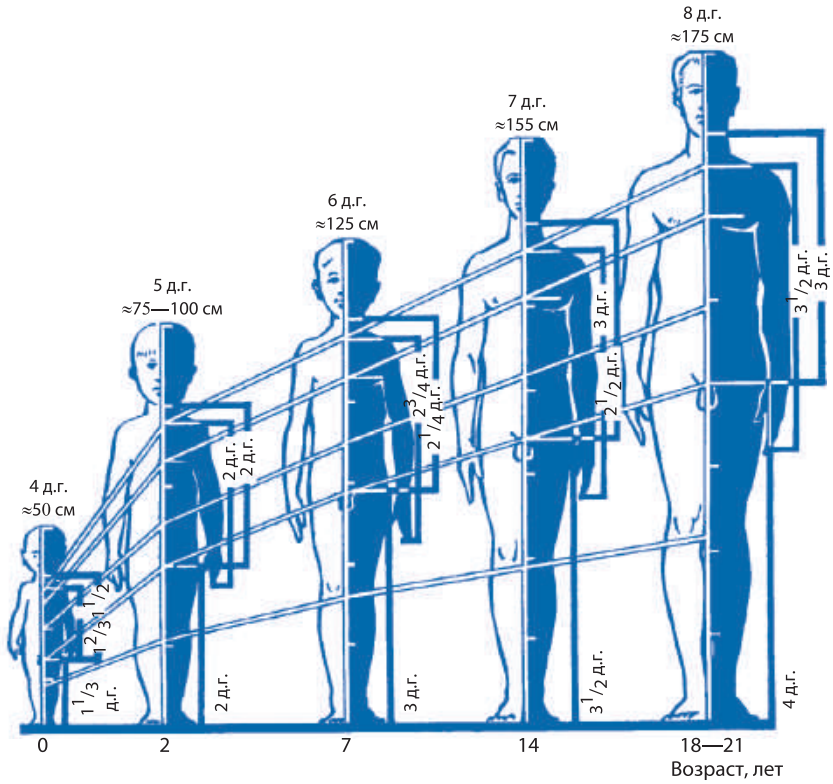


РИСУНОК 10.1 — Изменения пропорций тела в процессе возрастного развития: д. г. — длина головы (Bammess, 1982)

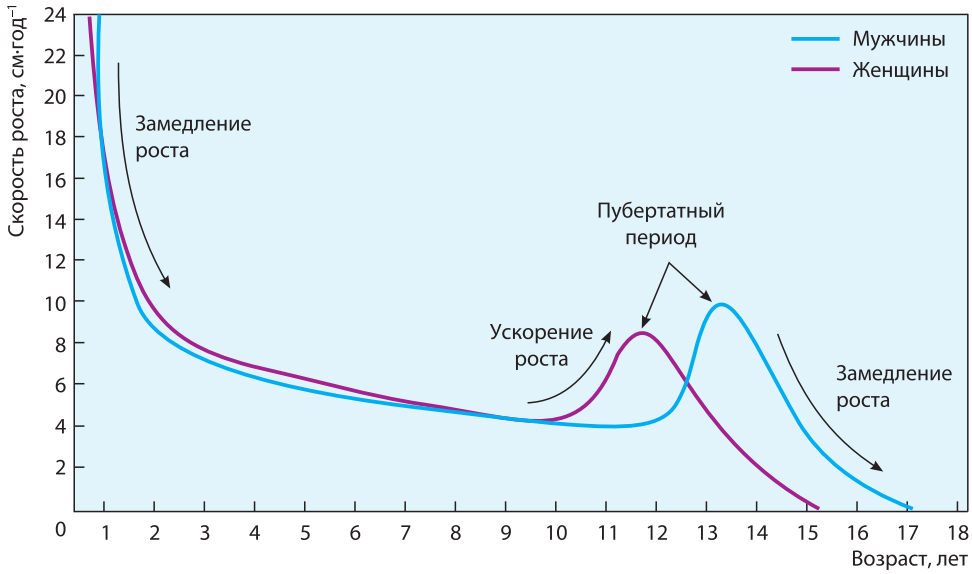


РИСУНОК 10.2 — Скорость роста человека в различном возрасте (Robergs, Roberts, 2002)

биологического созревания, что существенно затрудняет не только отбор и ориентацию юных спортсменов, но и построение их подготовки.

Формирование суставов и суставных поверхностей в основном завершается к 18—20 годам, а полное развитие костей — к 23—26 годам. К 18—20 годам полностью формируются и соединительные структуры опорно-двигательного аппарата (фасции, апоневрозы, связки), резко возрастает их прочность. Если у подростков 13—14 лет прочность пяточного (ахиллова) сухожилия на разрыв составляет около 300 кг, то у 18-летних — свыше 400 кг (Фомин, Филин, 1986).

Изменение костной ткани в процессе развития и созревания организма проявляется в увеличении ее размера, плотности и содержания минералов. В препубертатный период развитие костной ткани у мальчиков и девочек протекает одинаково. Интенсивное развитие костной ткани происходит в пубертатный период как у мальчиков, так и у девочек, однако у мальчиков этот процесс протекает более интенсивно. После окончания периода полового созревания процесс развития костной ткани замедляется. Наивысшая плотность минералов в костях отмечается у мужчин и женщин в возрасте 23—26 лет.

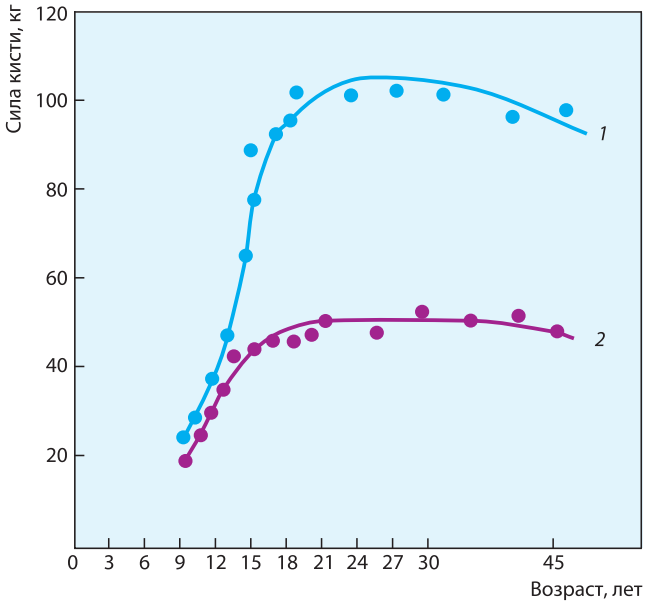


РИСУНОК 10.3 — Изменение силы кисти с возрастом: *1* — мужчины; *2* — женщины (De Vries, Housh, 1994)

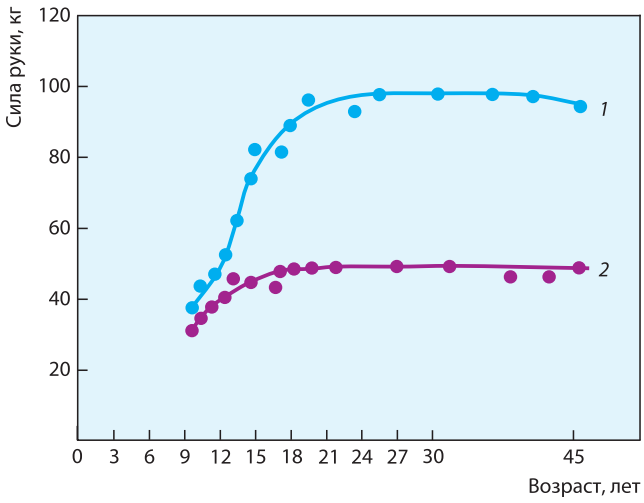


РИСУНОК 10.4 — Изменение силы руки с возрастом: *1* — мужчины; *2* — женщины (De Vries, Housh, 1994)

Полноценное развитие костной ткани обусловливается гормональным стимулированием (эстрогены, тестостерон), двигательной активностью и достаточным количеством кальция в продуктах питания. Резкое снижение тренировочных нагрузок у спортсменов приводит к атрофии костной массы. Особенно интенсивная потеря костной массы происходит при иммобилизации (постельный режим, наложение гипса). Спортивные травмы, требующие наложения гипса, приводят к потере костной массы на 15—20 % (Бар-Ор, Роуланд, 2008).

Специфика вида спорта накладывает существенный отпечаток на развитие костной ткани. В частности, виды спорта с высокими гравитационными нагрузками способствуют более интенсивному развитию костной ткани по сравнению с видами спорта, тренировочная и соревновательная деятельность которых связана с меньшими гравитационными нагрузками. Поэтому у пловцов плотность минералов в костях значительно ниже, чем, например, у бегунов-спринтеров, прыгунов или метателей молота.

В значительной мере в соответствии с развитием костной системы происходит и развитие большинства мышечных групп. К 18—20 годам анатомический поперечник мышц достигает показателей взрослого человека, прекращается увеличение их массы, которая достигает 40—45 % массы тела. Однако функциональная и структурная дифференцировка отдельных мышечных групп протекает до 24—28 лет (De Vries, Housh, 1994). В этой же возрастной зоне регистрируются и наивысшие величины силы (рис. 10.3, 10.4). Следует учитывать, что развитие различных мышц не происходит одновременно: наибольшими темпами роста отличаются мышцы нижних конечностей, меньшими — верхних; темпы роста мышц-разгибателей выше, чем мышц-сгибателей (Коц, 1986).

Распределение волокон медленносокращающихся (МС) и быстросокращающихся (БС) у взрослого человека является постоянным и устанавливается в процессе возрастного развития. При рождении у ребенка отмечается большое количество БСа- и БСб-волокон и небольшое количество МС-волокон. После рождения количество МС-волокон планомерно возрастает, что важно для поддержания туловища и функционирования

мышц конечностей, и уже на втором году жизни у ребенка устанавливается примерно равное соотношение МС- и БС-волокон. После этого изменяется не количество мышечных волокон, а их размер.

Особенности возрастного развития девочек связаны со временем наступления менархе. Для спортсменок, тренирующихся с большими физическими нагрузками, характерны случаи первичной (задержка времени первой менструации) и вторичной (прекращение менструаций) аменореи. Исследования показали (Шахлина, 2001), что наступление первой менструации у женщин, не занимающихся спортом, обычно происходит в возрасте 12—13 лет. У спортсменок, занимающихся плаванием, этот возраст составляет 13 лет и 5 мес. (Fox et al., 1993). Анатомо-морфологические и физиологические характеристики организма спортсменок, связанные с замедленными темпами полового созревания, в большинстве случаев благоприятны для спорта. В частности, женщины с поздним половым созреванием отличаются большим ростом, более длинными ногами и узкими бедрами, меньшей относительной массой тела и меньшим количеством жира в организме по сравнению с женщинами с ранним и нормальным половым созреванием (Fox et al., 1993).

Состав крови, характерный для взрослых, формируется значительно раньше. Если содержание эритроцитов у 5—6-летних детей достигает 6—7 млн по сравнению с 4,5—5,0 млн в 1 мм^3 крови у взрослых, то показатели количества эритроцитов и содержания гемоглобина 10—11-летних детей практически не отличаются от взрослых.

Функциональные возможности организма человека находятся в тесной связи с размерами тела, отдельных органов и функциональных систем. Например, отставание в росте объема миокарда в пубертатном периоде ограничивает систолический объем и сердечный выброс. Интенсивное развитие скелета в этот же период может сопровождаться запаздыванием в развитии мышечной массы, что отрицательно сказывается на уровне силы и механической мощности движений. Обусловлено это в основном гормональными изменениями, характерными для пубертатного периода. Естественно, что содержание тренировочного процесса в пубертатном периоде должно в возможной мере компенсировать это отставание и обеспечить пропорциональное развитие скелета, мышечной и кислородтранспортной систем. Однако применяемые средства и методы, величина соответствующих тренировочных нагрузок должны быть адекватными возрастным и половым особенностям спортсменов, исключать форсирование подготовки и чрезмерные нагрузки.

Сенситивные периоды и адаптация

Эффективность адаптации в процессе многолетней тренировки следует связывать также с наличием сенситивных (чувствительных) периодов в отношении двигательной функции, которые рассматриваются как фазы наибольшей реализации возможностей организма в онтогенезе, так и периоды, в которых специфические воздействия приводят к более выраженным адаптационным реакциям. Экспериментально доказано, что эффект избирательно направленного развития физических качеств детей, подростков и юношей (возраст 7—17 лет) оказывается наибольшим в тех случаях, когда средства воздействия на развитие конкретных качеств совмещались с периодами их максимального естественного прироста (Гужаловский, 1984).

Дети 8—12 лет отличаются высоким уровнем простой двигательной реакции, склонны к работе над развитием гибкости, различных видов координационных способностей (Филин, Фомин, 1980; Volkov, 2010). Подростки 13—14 лет наиболее предрасположены к работе аэробной направленности. Скоростно-силовые упражнения, обеспечиваемые в основном анаэробными источниками энергии, даются им с большим трудом. С возрастом повышается способность переносить работу, требующую проявления максимальной силы, выносливости при работе анаэробного характера, скоростно-силовых качеств, создаются необходимые биологические предпосылки для эффективного протекания соответствующих адаптационных процессов (рис. 10.5). Что касается работы аэробной направленности, то предрасположенность к ее выполнению возрастает в значительно меньшей степени, а у многих спортсменов стабилизируется. Наивысшая предрасположенность к работе скоростно-силовой и анаэробной направленности наблюдается у мужчин в возрасте 20—23 лет, а у женщин — 17—20 лет.

В связи с этим рекомендуется совмещать средства интенсивного педагогического воздействия, направленные на совершенствование различных качеств и способностей, с периодами естественно повышенных темпов их развития. В этом случае отмечается наибольшая эффективность физического совершенствования спортсменов. Однако этот процесс на различных этапах многолетней подготовки должен быть органически увязан со становлением других сторон подготовленности — технической, тактической, психической; предусматривать интегративное совершенствование различных сторон подготовленности и отдельных компонентов спортивного мастер-

ства; учитывать факторы риска спортивных травм и т. д. На практике это приводит к тому, что интенсивная работа над развитием разных физических качеств часто не совмещается с периодами естественно повышенных темпов их развития (Platonov, 1992).

При планировании соотношения работы разной направленности в процессе многолетней подготовки необходимо учитывать темпы увеличения длины тела, рук, ног, поперечных размеров тела. Резкое изменение телосложения нарушает определившиеся в результате предшествовавшей подготовки взаимоотношения двигательной и вегетативных функций, требует существенной коррекции спортивной техники и др. Особенно сложным в этом отношении является возраст 11—13 лет у девочек и 13—15 лет у мальчиков, т. е. пубертатный период, для которого характерен наибольший прирост длины тела и конечностей.

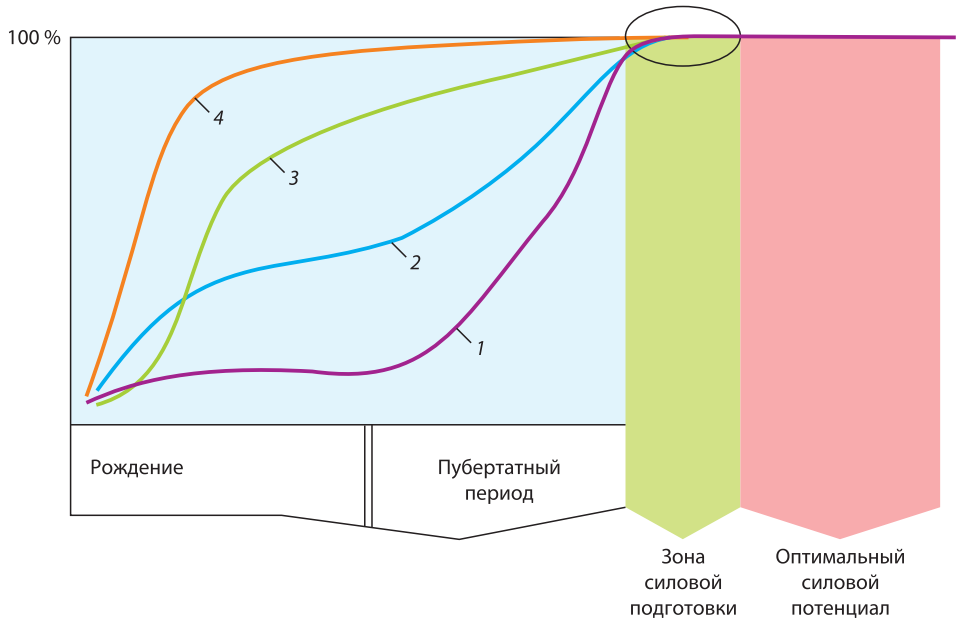


РИСУНОК 10.5 — Теоретическая модель развития и интеграции факторов, определяющих адаптацию к силовой тренировке: *1* — тестостерон; *2* — обезжиренная масса; *3* — дифференциация мышечных волокон; *4* — нервная регуляция (Kraemer et al., 1989)

Возраст и возможности анаэробной системы энергообеспечения

Возможности анаэробной лактатной системы у детей 7—8 лет ниже на 15—20 %, чем у подростков, и на 20—30 % — чем у юношей при выполнении программ любых тестов анаэробной направленности. Уровень анаэробных возможностей девочек в возрасте 7—13 лет существенно не отличается от возможностей мальчиков такого же возраста. Пубертатный период у мальчиков приводит к резкому повышению возможностей лактатной анаэробной системы, и они с каждым годом, вплоть до 18-летнего возраста, все больше и больше опережают девочек. В конечном счете, анаэробная мощность 17—18-летних юношей оказывается примерно на 30 % выше, чем у девушек такого же возраста (рис. 10.6).

Максимальные величины анаэробной производительности регистрируются после завер-

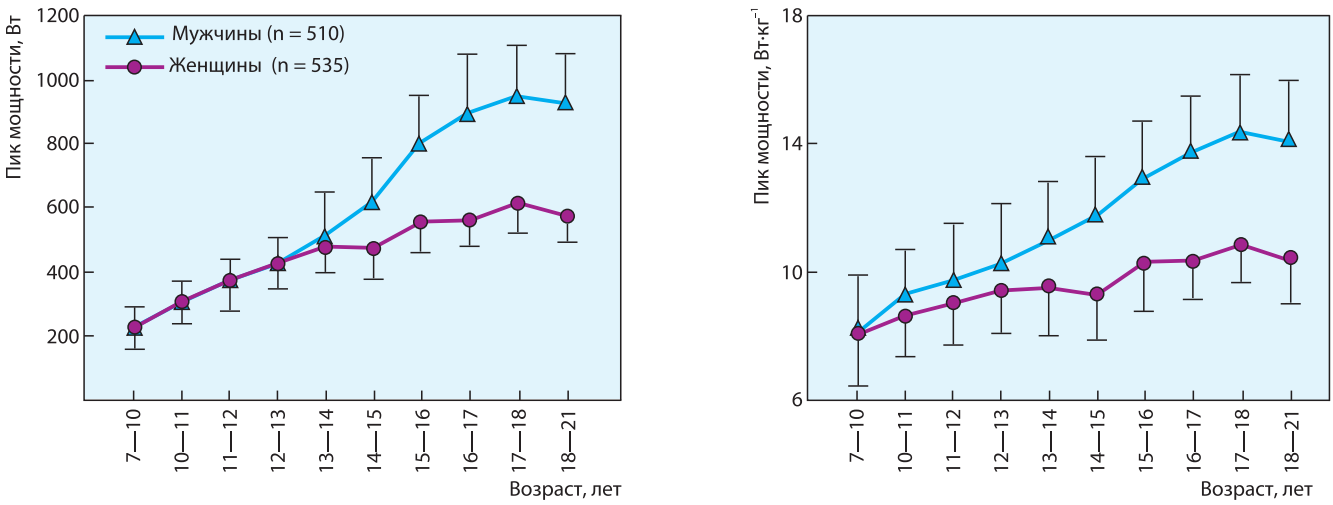


РИСУНОК 10.6 — Максимальная анаэробная мощность мужчин и женщин различного возраста (Van Praagh, 2000)

шения периода полового созревания: у женщин после 17—18 лет, у мужчин — после 20—22 лет (рис. 10.7). У подростков и юношей максимальные значения анаэробной производительности, выраженные максимальными величинами лактата в крови или кислородного долга, значительно ниже, чем у взрослых (Kinderman et al., 1979; Wilmore, Costill, 1994), что касается как тренированных, так и нетренированных лиц (Rowland, 2005). В определенной мере это обусловлено тем, что у детей и подростков существует дефицит ферментов, ответственных за анаэробный гликолиз, что, несомненно, ограничивает его возможности (Eriksson, 1973). Еще одной причиной является более низкая у детей, по сравнению со взрослыми, концентрация гликогена в мышцах и способность к его утилизации в анаэробном процессе. Подтверждением этому может служить факт, согласно которому максимальная концентрация лактата при выполнении специальных тестов у детей 11—12 лет составляет 60—65 % показателей 15—16-летних и около 50 % — взрослых людей. Не меньшее значение имеют психологическая неспособность детей и подростков переносить тяжелые ощущения утомления, сопровождающие работу анаэробного гликолитического характера, а также незначительный объем такой работы при подготовке юных спортсменов (Platonov, 1995).

Очень различаются дети, подростки, юноши и взрослые в способности переносить ацидоз. Взрослые способны к эффективной мышечной деятельности при pH артериальной крови 6,80, в то время как дети 8—10 лет отказываются от работы, когда величины pH артериальной крови опускаются до 7,20—7,30 (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

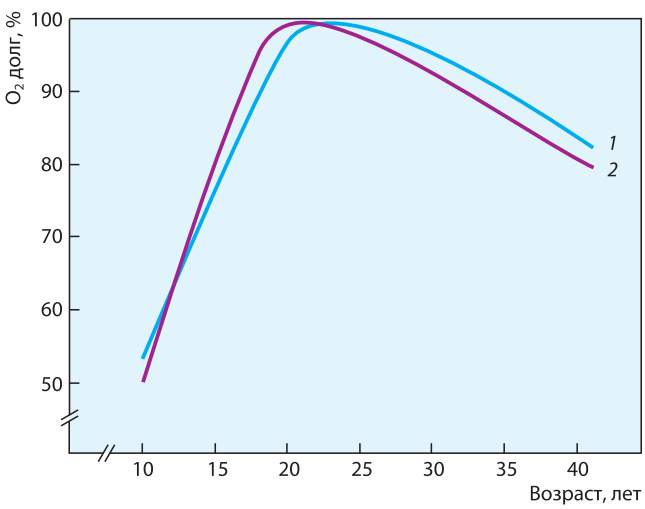


РИСУНОК 10.7 — Динамика относительного кислородного долга (% максимального уровня) в зависимости от возраста: *1* — мужчины; *2* — женщины

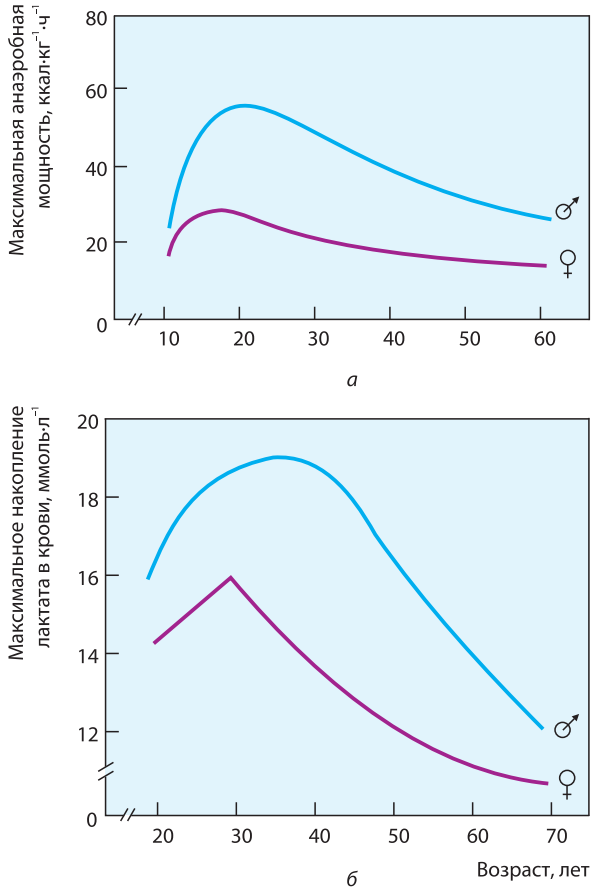


РИСУНОК 10.8 — Возрастная динамика максимальной анаэробной мощности (*а*) и максимального накопления лактата в крови (*б*) (Fox et al., 1993)

Мощность анаэробной лактатной системы снижается с возрастом. У женщин показатели, отражающие уровень максимальной анаэробной мощности, могут снижаться после достижения 20-летнего возраста. У мужчин этот процесс развивается несколько позднее — с 23—25 лет. Снижение мощности анаэробной лактатной системы компенсируется увеличением емкости анаэробного процесса. Здесь наивысшие показатели достигаются в возрасте 30 лет у женщин и 35—38 лет у мужчин (рис. 10.8).

Возраст и возможности аэробной системы энергообеспечения

Максимальное потребление кислорода как показатель наивысшей интенсивности метаболизма в аэробной системе энергообеспечения в значительной мере определяется возрастом и полом спортсмена (рис. 10.9). По мере развития ребенка уровень $\dot{V}O_2max$ постоянно возрастает. У мальчиков увеличение $\dot{V}O_2max$ продолжается до 20 и более лет, особенно интенсивно в возрасте 13—17 лет. У девочек

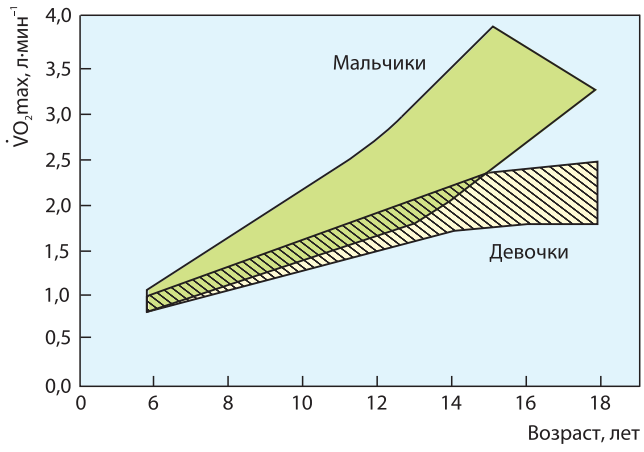


РИСУНОК 10.9 — Максимальная аэробная мощность и возраст. Абсолютные показатели максимального потребления кислорода у девочек (n = 1730) и мальчиков (n = 2180) 6—18 лет (Бар-Ор, Роуланд, 2009)

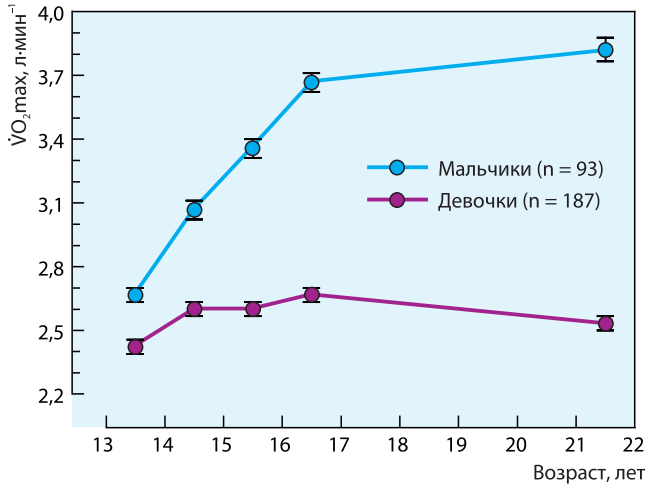


РИСУНОК 10.10 — Возрастные изменения в максимальном потреблении кислорода у мальчиков и девочек (Kemper et al., 1989)

картина иная: уже в возрасте 14—15 лет у них отмечается наивысший уровень $\dot{V}O_2max$, который в дальнейшем может даже несколько снизиться (рис. 10.10). Различия в уровне $\dot{V}O_2max$ между мальчиками и девочками отмечаются уже в возрасте 6—7 лет, но они относительно невелики. Однако в возрасте 13—15 лет у мальчиков $\dot{V}O_2max$ уже на 13—16 % выше, чем у девочек (Wilmore, Costill, 2004), а у взрослых эти различия достигают 32 %. Даже при учете только чистой массы тела различия между мужчинами и женщинами очень велики и достигают 18—20 % (Бар-Ор, Роуланд, 2009; McNab et al., 1969).

У подростков 13—15 лет, как и у взрослых, отмечается линейная зависимость между сердечным выбросом и уровнем потребления кислорода. Однако у подростков при одном и том же уровне потребления кислорода сердечный выброс на 10—15 % меньше (рис. 10.11).

Объем сердца и уровень $\dot{V}O_2max$ находятся в прямой зависимости от этапа полового созревания. У пловцов препубертатного периода (10,6 ± 0,4 года) объем сердца колеблется от 330 до 460 мл, а максимальное потребление кислорода — от 1,2 до 2,8 л · мин$^{-1}$. У пловцов пубертатного периода (12,5 ± 0,3 года) объем сердца и уровень $\dot{V}O_2max$ значительно выше и составляют соответственно 400—630 мл и 1,4—3,3 л · мин$^{-1}$. Наивысшие величины, естественно, у пловцов постпубертатной группы: объем сердца — 550—950 мл, $\dot{V}O_2max$ — 1,2—4,0 л · мин$^{-1}$ (рис. 10.12).

Сердечный выброс по отношению к данным покоя у 8—9-летних детей может быть увеличен в 4 раза, у 14—15-летних подростков — в 5—6 раз,

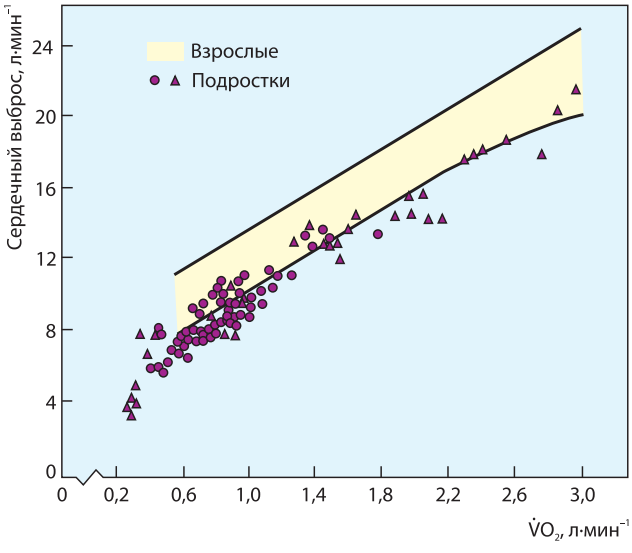


РИСУНОК 10.11 — Зависимость между сердечным выбросом и потреблением кислорода у подростков и взрослых (Бар-Ор, Роуланд, 2009)

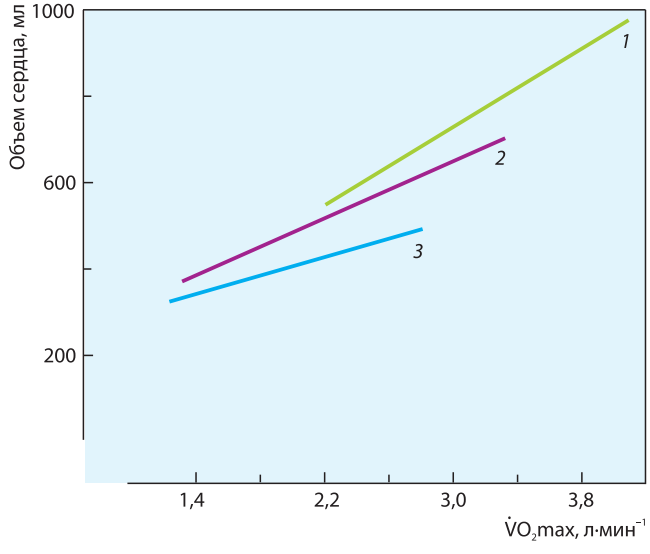


РИСУНОК 10.12 — Объем сердца и $\dot{V}O_2max$ у пловцов различных возрастных групп: *1* — постпубертатная; *2* — пубертатная; *3* — препубертатная (Wirth et al., 1978)

у взрослых — в 6—7 раз. У 11—12-летних детей при максимальных нагрузках систолическое давление возрастает в среднем на 32 мм рт. ст., у подростков и юношей 15—16 и 18—20 лет — соответственно на 45 и 50 мм рт. ст. (Коц, 1986). Самые высокие темпы развития сердца как у мальчиков, так и у девочек отмечаются в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития. Наибольшей массы сердце достигает при завершении полового созревания (Hollmann, Hettinger, 1980).

Увеличение $\dot{V}O_2max$ с возрастом практически находится в прямой зависимости от увеличения мышечной массы, что в равной мере характерно для мальчиков и девочек. Об этом свидетельствуют, например, исследования с использованием ступенчатых велоэргометрических нагрузок, проведенные много лет назад С. Девисом с сотрудниками (Davies et al., 1972) и неоднократно подтвержденные в последующие годы (рис. 10.13).

Большие различия в уровне $\dot{V}O_2max$ у мужчин и женщин обусловливаются рядом причин. У мужчин значительно выше отношение массы сердца к массе тела: средний показатель у женщин составляет 85—90 % показателя мужчин. У мужчин 20—30 лет на 15 % выше содержание гемоглобина в 100 мл крови и на 6 % больше эритроцитов на 1 мм^3 по сравнению с женщинами такого же возраста (De Vries, Housh, 1994). У женщин значительно ниже и показатели сердечного выброса — они составляют 75—80 % показателей, характерных для мужчин (Åstrand, Rodahl, 1986). Сочетание этих факторов и определяет более высокую способность к потреблению кислорода у мужчин (рис. 10.14).

Существенно различаются мужчины и женщины и по особенностям адаптации аэробной системы энергообеспечения при продолжительной тренировке. Тренировочные программы

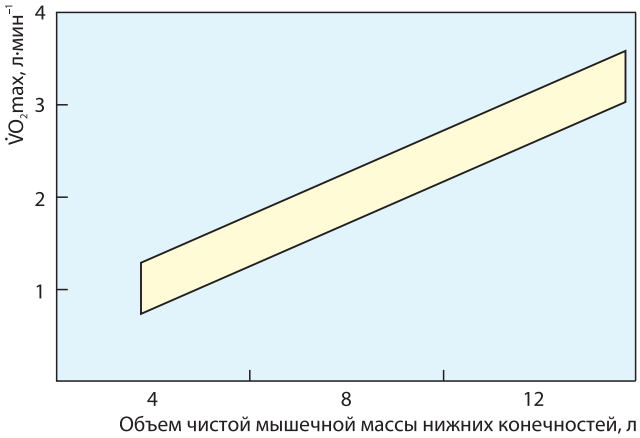


РИСУНОК 10.13 — Максимальная аэробная мощность и объем чистой мышечной массы нижних конечностей

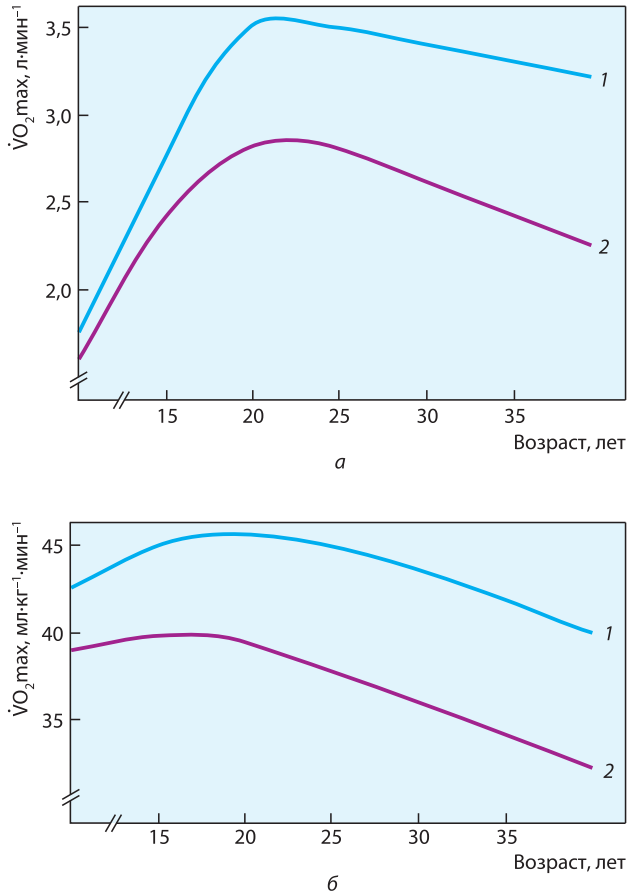


РИСУНОК 10.14 — Динамика абсолютного (*а*) и относительного (*б*) $\dot{V}O_2max$ в зависимости от возраста: *1* — мужчины; *2* — женщины

аэробной направленности у мужчин приводят к приросту возможностей кислородтранспортной системы за счет параллельного увеличения сердечного выброса, систолического объема, артериовенозной разницы по кислороду. Адаптация женщин протекает по другому: длительное время (2—3 мес.) приспособительные реакции почти полностью обусловлены центральными изменениями (сердечный выброс, систолический объем), после чего начинают развиваться изменения на периферическом уровне (Cunningham, Hill, 1975; Kollias et al., 1978).

Дети, по сравнению со взрослыми, отличаются значительно большей подвижностью аэробной системы энергообеспечения. Они быстрее достигают максимальных для данной работы величин потребления кислорода (Armon et al., 1991), у них отмечается меньший дефицит кислорода при выполнении работы с высокой интенсивностью (Carlson, Naughton, 1993). При продолжительной работе аэробного характера с интенсивностью 60—70 % уровня $\dot{V}O_2max$ обычно через 5—10 мин достигается устойчивое состояние по показателям легочной вентиляции, частоты сокращений сердца и потребления кислорода.

Однако через 30—40 мин происходит увеличение частоты сердечных сокращений на 5—10 уд · мин$^{-1}$, потребления кислорода на 2—3 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, вентиляции легких — на 2—3 л · мин$^{-1}$ (Cheatham et al., 2000; Timmons, Bar-Or, 2003). Это увеличение специалисты связывают с интенсификацией использования жиров в процессе аэробного метаболизма (Riddell et al., 2000; Rowland, 2005).

Следует отметить, что у детей и подростков в течение продолжительной работы аэробного характера мобилизация жиров в качестве энергетического субстрата протекает значительно более интенсивно по сравнению со взрослыми (рис. 10.15). При выполнении продолжительной работы на уровне 70 % $\dot{V}O_2max$ уже через 30 мин вклад жиров в энергеобеспечение работы у мальчиков может достигать 30 %, в то время как у взрослых мужчин он обычно не превышает 15 %. Через 60 мин у мальчиков энергообеспечение за счет жиров достигает 35 %, у взрослых — 20 % (Timmons et al., 2003). Эти различия специалисты склонны объяснить значительно меньшими возможностями анаэробной лактатной системы, а также меньшей мощностью гликогенолиза (Riddel, Bar-Or, 2003).

В специальной литературе длительное время дискутировался вопрос о повышении аэробных возможностей у детей, находящихся в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития. Отмечалось, что тренировка аэробной направленности в препубертатном периоде не приводит к повышению аэробной мощности, что связано с гормональным статусом детей. Однако опыт подготовки детей, специализирующихся в циклических видах спорта, и современные научные исследования (Rowland, 2005) убедительно свидетельствуют о высоких способностях детей к повышению аэробных возможностей под влиянием направленной тренировки (рис. 10.16).

Прирост аэробной производительности и возможностей кислородтранспортной системы у детей связан с совершенствованием различных компонентов, определяющих уровень аэробной производительности: увеличиваются размеры сердца, улучшается кровоснабжение активных тканей, происходит эффективное перераспределение кровотока, повышается систолический объем и сердечный выброс и др. С возрастом возможности к адаптации кислородтранспортной системы резко снижаются. В возрасте 25—30 лет уже может происходить уменьшение уровня $\dot{V}O_2max$ несмотря на напряженную тренировку аэробной направленности. Обусловлено это главным образом снижением максимальной частоты сердечных сокращений, так как величины кислородного пульса являются идентичными у хорошо тренированных лиц различного возраста (Hagberg et al., 1985).

Снижение уровня $\dot{V}O_2max$ с возрастом компенсируется повышением возможностей в отношении других факторов функциональной подготовленности. Так, у мужчин 25—30 лет снижение уровня $\dot{V}O_2max$ сопровождается увеличением емкости и эффективности аэробного процесса (рис. 10.17).

Применение современных средств и методов тренировки приводит к значительному смещению в сторону большего возраста периодов

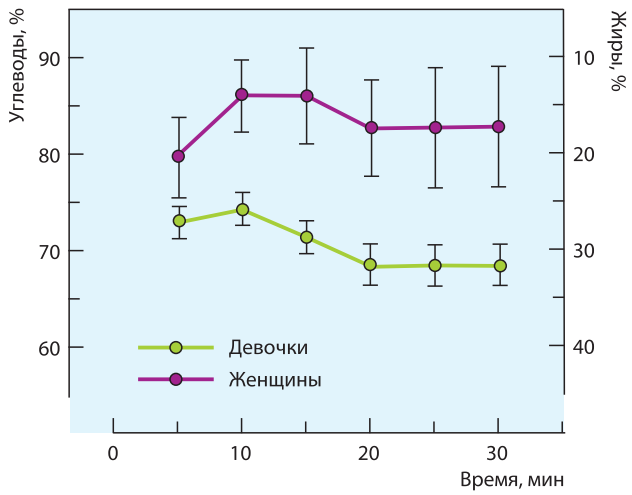


РИСУНОК 10.15 — Относительная утилизация жиров и углеводов в качестве источников энергии девочками и женщинами при выполнении продолжительной работы с интенсивностью 70 % уровня $\dot{V}O_2max$ (Martines, Haymes, 1992)

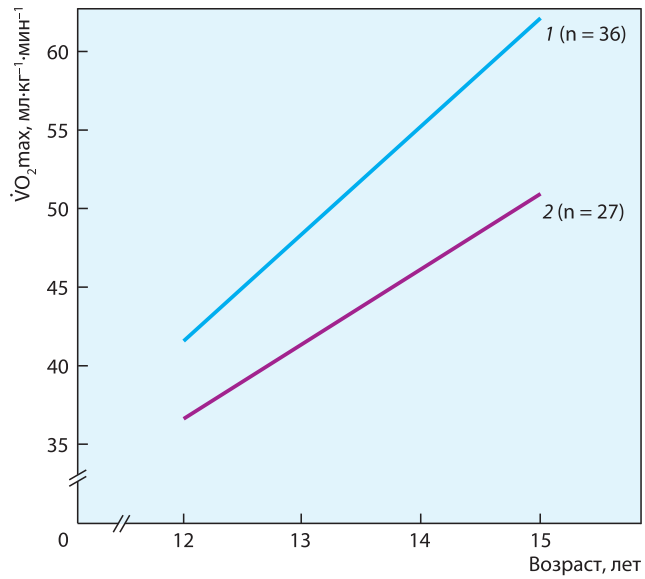


РИСУНОК 10.16 — Прирост $\dot{V}O_2max$ у активно занимающихся видами спорта, связанными с проявлением выносливости: *1* — мальчики; *2* — девочки

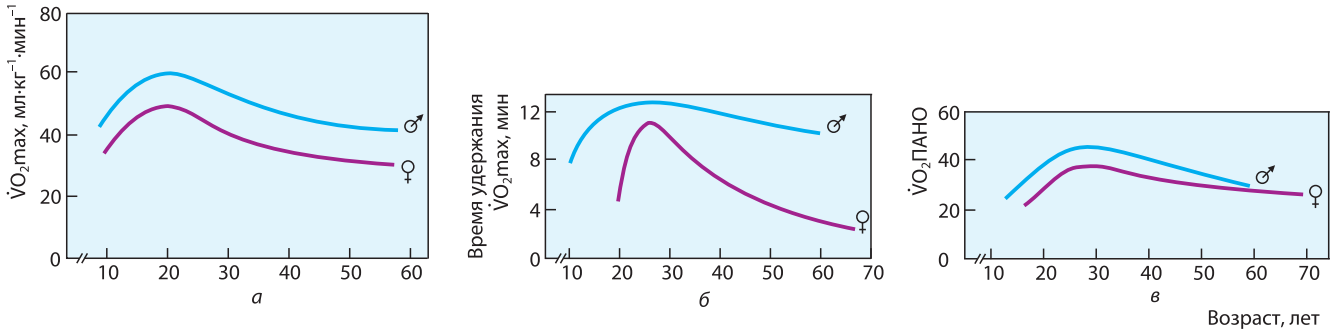


РИСУНОК 10.17 — Возрастная динамика максимального потребления кислорода (*а*), аэробной емкости (*б*) и аэробной эффективности — ПАНО (*в*) (Fox et al., 1993)

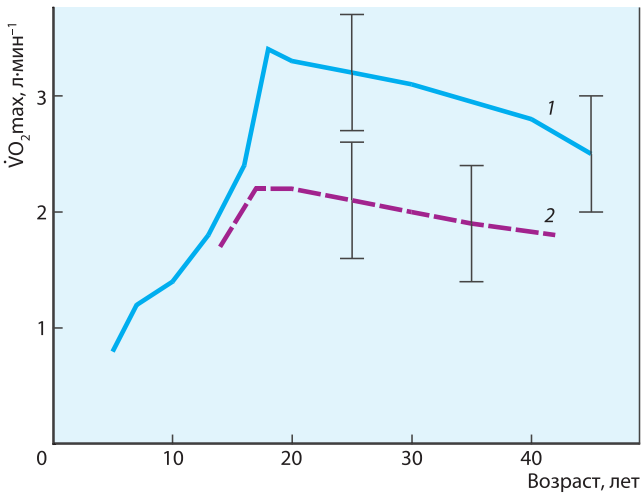


РИСУНОК 10.18 — Изменение максимального потребления кислорода у лиц разного возраста, не занимающихся спортом: *1* — мужчины; *2* — женщины (Åstrand, Rodahl, 1986)

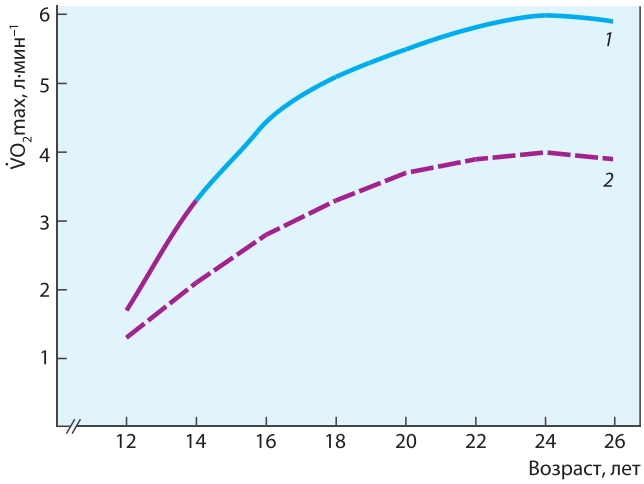


РИСУНОК 10.19 — Величины максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов в зависимости от возраста: *1* — мужчины; *2* — женщины

максимального проявления различных двигательных качеств и возможностей функциональных систем. Проиллюстрировать это можно на примере динамики показателей максимального потребления кислорода у лиц, не занимающихся спортом (рис. 10.18), и спортсменов высокой квалификации (рис. 10.19), специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости.

Восстановительные реакции и переносимость нагрузок

Восстановительные процессы после напряженной работы у детей протекают значительно быстрее, чем у взрослых. В частности, после выполнения программ анаэробных тестов время восстановления у мальчиков 8—12 лет составило всего 2 мин, в то время как для восстановления взрослых понадобилось 10 мин (Helestreit et al., 1993). У детей быстро восстанавливаются ЧСС, легочная вентиляция, уровень лактата и pH (Baraldi et al., 1991; Ohuchi et al., 2000), у них значительно быстрее приходит в норму субъективная готовность к выполнению очередных тренировочных заданий.

У детей, как и у взрослых, восстановительные процессы протекают значительно быстрее, если после напряженной работы планируется не пассивный отдых, а работа меньшей интенсивности. Например, восстановление концентрации лактата в крови у мальчиков и девочек 9—11 лет после высокоинтенсивной работы (150 % $\dot{V}O_2max$) протекало значительно быстрее в том случае, когда пассивный отдых заменялся работой с интенсивностью 40—60 % уровня $\dot{V}O_2max$ (Dotan et al., 2000).

Дети и подростки значительно легче субъективно переносят нагрузки аэробного характера по сравнению со взрослыми пловцами. Продолжительная работа с интенсивностью, не превышающей порога анаэробного обмена, воспринимается детьми и подростками по сравнению со взрослыми пловцами как более легкая. Вероятнее всего, это обусловливается более интенсивным протеканием восстановительных реакций у детей в течение непрерывной продолжительной

работы и в паузах между упражнениями при выполнении работы интервального характера.

Возраст и экономичность работы

Экономичность работы в значительной мере зависит от возраста. У детей и подростков по сравнению с юношами и взрослыми отмечается значительно больший расход энергии на единицу массы тела при выполнении одних и тех же двигательных заданий. В частности, детям 7—8 лет требуется на 25 % больше кислорода по сравнению со взрослыми при выполнении одной и той же работы. Подростки 11—13 лет затрачивают на выполнение такой работы уже на 10—12 %, а юноши 16—17 лет всего на 3—5 % больше кислорода по сравнению со взрослыми. Более высокая метаболическая стоимость работы у детей и подростков обусловливается прежде всего несовершенными механизмами нервно-мышечной регуляции, избыточным сокращением мышц-антагонистов (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

Специальная тренировка, направленная преимущественно на совершенствование техники движений, улучшение межмышечной координации приводит к резкому снижению потребления кислорода при выполнении стандартной работы (рис. 10.20).

Силовые возможности в различном возрасте

Повышение максимальной силы в младшем школьном возрасте и препубертатном периоде протекает относительно равномерно в соответствии с темпами роста и увеличения массы тела ребенка, и в возрасте от 6 до 12 лет по силовым показателям мальчики незначительно превосходят девочек. Некоторое генетическое преимущество мальчиков компенсируется более ранним развитием девочек.

Равномерный рост силы отмечается до тех пор, пока не начнут происходить фундаментальные гормональные изменения, характерные для пубертатного периода. Резкое увеличение выделения у мальчиков в пубертатном периоде мужского полового гормона — тестостерона с явным анаболическим эффектом способствует синтезу белка и резкому увеличению мышечной массы и силы. В течение пубертатного периода объем мышечной массы увеличивается у мальчиков с 27 до 40 % массы тела (Israel, 1992). По силовым возможностям мальчики начинают существенно опережать девочек: если в возрасте 6—12 лет сила девочек составляет 90—95 % силы мальчиков, то в 14—15 лет эта величина снижается до 70—80 %, а в 17—18 лет — до 60—65 % (рис. 10.21).

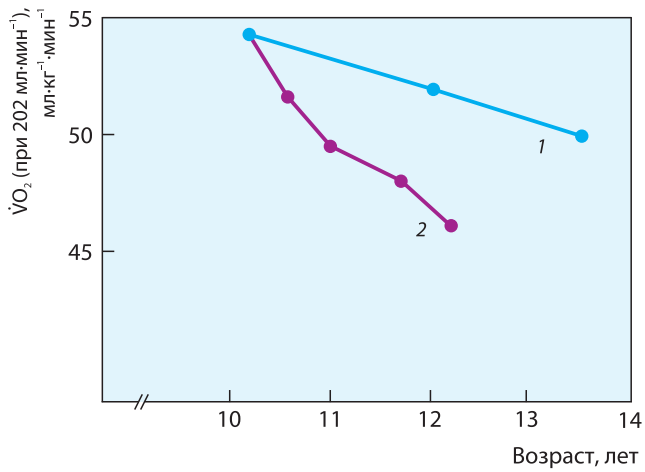


РИСУНОК 10.20 — Изменение кислородной стоимости работы под влиянием тренировки: *1* — нетренированные; *2* — тренированные (Бар-Ор, Роуланд, 2009)

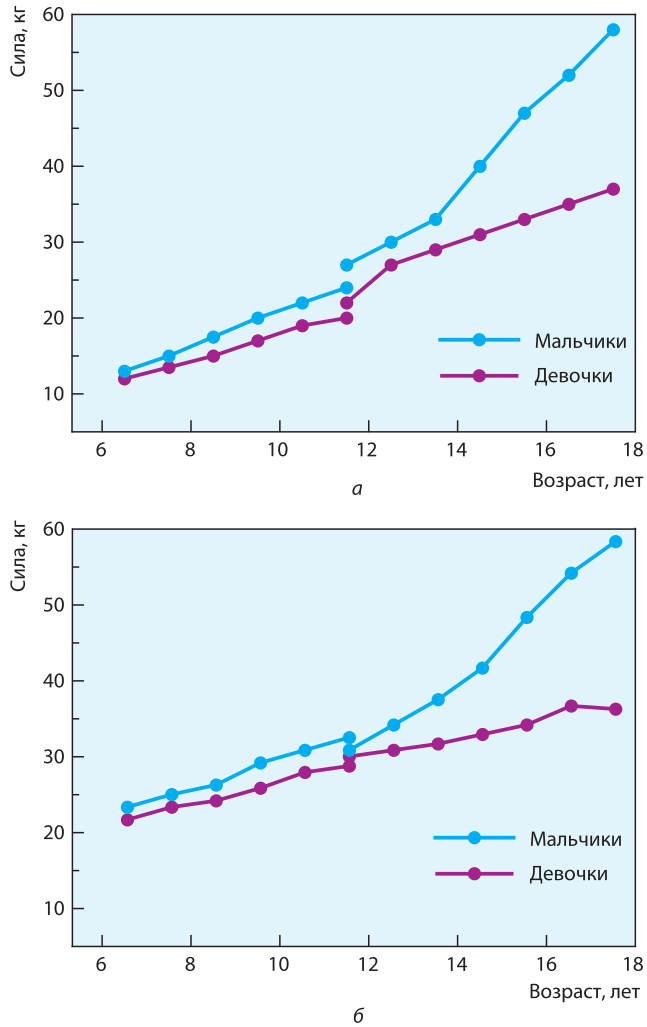


РИСУНОК 10.21 — Изменение силы сгибателей локтевого сустава (*а*) и разгибателей коленного сустава (*б*) с увеличением возраста (Malina et al., 2004)

Интенсивное развитие мышечной массы и силы в пубертатном периоде не означает, что в это время следует планировать интенсивную силовую подготовку. Значительные силовые нагрузки могут привести к травмам зон окостенения, а также развитию остеохондроза. Не подготовлен к таким нагрузкам и нервно-мышечный аппарат. Наивысшая тренируемость силы у женщин отмечается в возрасте 18—20 лет, у мужчин — в 22—25 лет (рис. 10.22), а интенсивную работу над развитием этого качества можно начинать в возрасте 16—17 лет — у женщин и 17—18 лет — у мужчин. Силовая подготовка детей, находящихся в препубертатном и пубертатном периодах, должна проводиться с большой осторожностью. Следует учитывать, что реакция детей на упражнения силовой направленности принципиально отличается от реакции взрослых. Увеличение силы мышц у детей сопровождается совершенствованием внутримышечной и мышечной координации, увеличением вовлекаемых в работу двигательных единиц. Например, 10 нед. силовой тренировки мальчиков препубертатного возраста привели к увеличению на 10 % количества активированных двигательных единиц (Blimkie, 1993); 8-недельная тренировка таких же детей привела к увеличению суммарной электрической активности тренируемых мышц на 16,8 % (Ozmun et al., 1994).

Силовая подготовка детям не противопоказана. Однако она должна быть планомерной и полностью исключать упражнения с большими отягощениями, выполняемые в положении стоя и характерные для тяжелой атлетики. Преимущественно следует ориентироваться на упражнения, в которых в качестве сопротивления используются масса собственного тела, разнообразные упражнения с применением различных приспособлений и тренажеров, не предъявляющих максимальных требований к опорно-двигательному аппарату. Это позволяет свести к минимуму риск травмирования суставов, мышц и связок (Rowland, 2005).

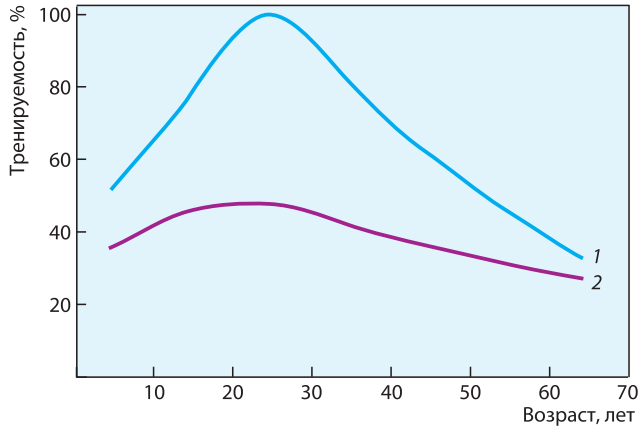


РИСУНОК 10.22 — Тренируемость силы в различном возрасте, % максимальной тренируемости мужчин: *1* — мужчины; *2* — женщины (Hollmann, Hettinger, 1980)

Упражнения силовой направленности также вызывают различные приспособительные реакции у мужчин и женщин. Идентичные программы, направленные на прирост силы в оптимальном для развития этого качества возрасте, приводят к различному тренировочному эффекту у мужчин и женщин. Мужчины прогрессируют значительно быстрее, в отдельных случаях в 1,5—2 раза (De Vries, Housh, 1994). При этом у женщин даже значительный прирост силы связан с небольшим увеличением мышечной массы, в то время как у мужчин наблюдается гипертрофия мышц. Это можно объяснить тем, что у женщин уровень тестостерона и интенсивность его производства во много раз меньше, чем у мужчин.

Глава 11

Скелетные мышцы: структура, функции, адаптация

В организме человека представлена мышечная ткань трех типов — гладкая, сердечная и скелетная. Гладкие мышцы расположены в стенках большинства внутренних органов и кровеносных сосудов и выполняют множество функций: обеспечивают продвижение пищи в желудке и кишечнике, регулируют кровоток в кровеносных сосудах и др. Сердечная мышца как особый вид мышечной ткани обеспечивает сокращение сердца, что способствует движению крови в системе кровообращения. Деятельность гладких и сердечной мышц контролируется вегетативной нервной и эндокринной системами и происходит без участия сознания.

Скелетная мышца является разнородной тканью, состоящей из мышечных волокон, соединительнотканных, нервных и сосудистых элементов, которые в комплексе обеспечивают ее главную функцию — активное сокращение. Скелетные мышцы со связанной с ними соединительной тканью составляют около 40 % общей массы тела. Специфика вида спорта и особенности тренировки существенно влияют на процент, который составляют мышцы в общей массе тела.

Структура скелетной мышцы

Скелетные мышцы — органы тела человека, состоящие из упругой и эластичной ткани (мышечной ткани), способной сокращаться под влиянием нервных импульсов. Мышцы вместе со скелетом образуют опорно-двигательную систему и определяют строение тела. Работой скелетных мышц управляет нервная система, которая обеспечивает их связь с головным и спинным мозгом и регулирует преобразование химической энергии в механическую. На рисунке 11.1 представлены развернутые данные о структуре скелетных мышц.

Скелетные мышцы обладают рядом характерных свойств — возбудимостью, проводимостью, сократимостью, растяжимостью и эластичностью. **Возбудимость** — способность скелетной мышцы реагировать на поступление нервного импульса возникновением процесса возбуждения; **проводимость** — способность структур мышцы к проведению возбуждения; **сократимость** — способность мышцы сокращаться, следствием чего является движение связанных с ней костей; **растяжимость** — свойство, позволяющее мышце растягиваться до состояния, существенно превышающего длину в состоянии покоя; **эластичность** — способность мышцы восстанавливаться после растяжения до исходного состояния. Каждое из этих свойств мышцы подвержено тренировке и широко используется в процессе спортивной подготовки, во многом предопределяя эффективность технического и физического совершенствования спортсменов.

Различают два вида мышечных сокращений — **изометрические** и **изотонические**. При изометрических сокращениях мышца производит напряжение без изменения ее длины. Изотонические сокращения имеют место тогда, когда производимое мышцей сопротивление сопровождается изменением ее длины, и могут носить концентрический и эксцентрический характер. **Концентрические** сокращения предусматривают преодоление сопротивления, вследствие чего мышца укорачивается. **Эксцентрические** сокращения имеют место при работе уступающего характера, когда мышца производит напряжение при увеличении ее длины.

Мышцы характеризуются интенсивным кровоснабжением. Артерии и вены проникают в соединительную ткань мышцы, а многочисленные разветвления в виде капилляров и венул образуют широкую сеть внутри и вокруг эндомизия. Это гарантирует доставку обогащенной кислородом крови через артериальную систему и удаление продуктов метаболизма через венозную систему.

Чувствительные (афферентные) и двигательные (эфферентные) нервные волокна обычно располагаются в мышцах вдоль кровеносных

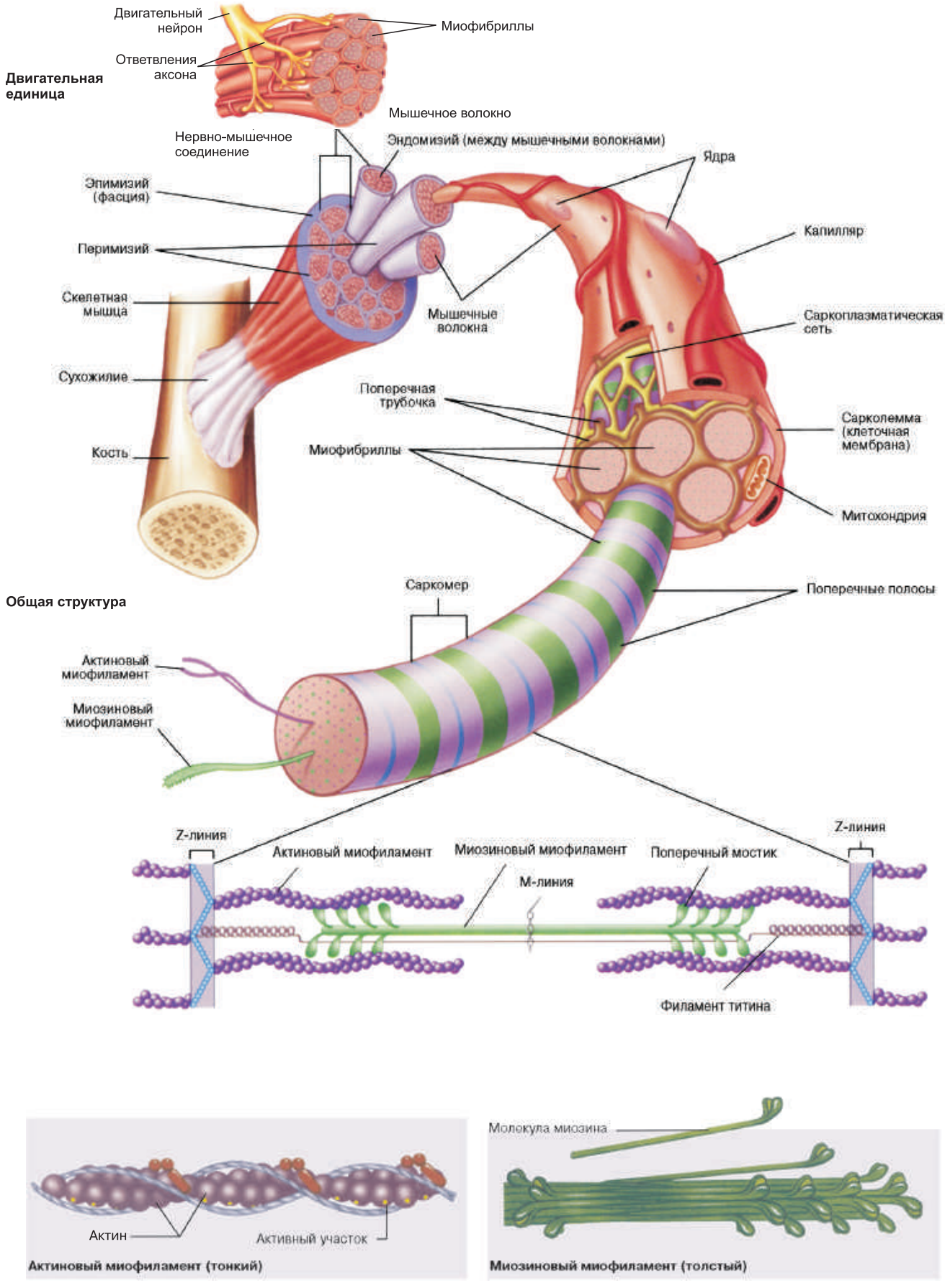


РИСУНОК 11.1 — Структура скелетной мышцы (Сили и др., 2007, переработано)

сосудов. Многочисленные разветвления двигательных нервов в виде аксонов пронизывают соединительную ткань и доходят до каждого мышечного соединения (см. рис. 11.1). Сенсорные нервы передают информацию от рецепторов двигательного аппарата (проприорецепторов мышц, сухожилий, суставных сумок, связок) в центральную нервную систему.

Большинство скелетных мышц прикреплено к скелету. Они находятся под контролем сознания и регулируются центральной нервной системой. Вполне естественно, что применительно к задачам спорта, нас интересует лишь наиболее общее представление о структуре, особенностях функционирования и адаптации этого типа мышечной ткани.

Основным элементом скелетной мышцы является мышечное волокно — мышечная клетка цилиндрической формы. Мышечные волокна объединяются в двигательные единицы (пучки мышечных волокон), каждая из которых иннервируется одним двигательным нервом. В человеческом организме находится около 250 млн отдельных мышечных волокон и около 420 тыс. двигательных нервов, стимулирующих мышечное сокращение. В различных двигательных единицах может насчитываться от нескольких до 1000 и более мышечных волокон, идентичных по своей структуре и функциональным возможностям.

Мышцы, выполняющие точные движения, например те, которые обеспечивают движение кисти, имеют много двигательных единиц, в каждой из которых небольшое количество мышечных волокон. Это позволяет за счет суммации деятельности тех или иных двигательных единиц выполнять сложные движения, контролировать

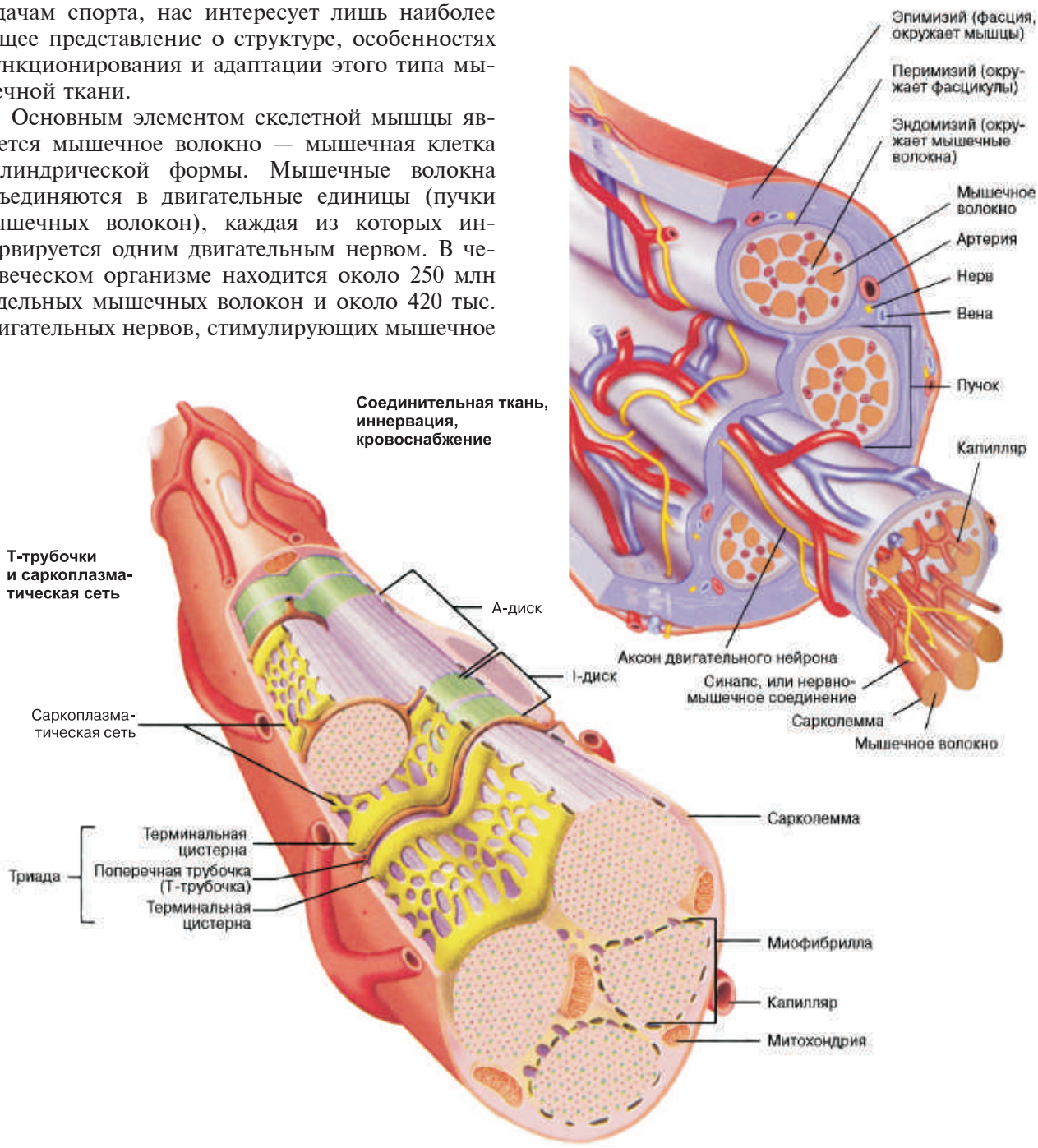


РИСУНОК 11.1 *(Продолжение)*

силу сокращения мышц. Совсем иная ситуация с крупными мышцами. Например мышцы, которые обеспечивают движение бедра и голени, имеют значительно меньшее количество двигательных единиц, однако на каждую двигательную единицу приходится намного большее количество крупных мышечных волокон. Естественно, что движения, обеспеченные этими мышцами, контролируются значительно менее точно (Сили и др., 2007).

Каждое мышечное волокно покрыто тонкой волокнистой соединительной тканью — эндомизием; пучок волокон, образующих двигательную единицу, также окружен слоем соединительной ткани — перимизием. Множество двигательных единиц (мышечных пучков), образующих мышцу, окружены более плотным слоем плотной соединительной ткани — эпимизием, придающей мышцам округленную форму.

Мышечные волокна не находятся в контакте со скелетом, а соединяются с ним при помощи сухожилий. Внутримышечная сеть соединительных тканей в конце мышцы срастается и становится сплошной плотной соединительной тканью сухожилий, органически связанной с периостом кости.

Мышечное волокно содержит ряд ядер, располагающихся вдоль его периферической части, и покрыто сарколеммой — плазматической мембраной, которая в конце каждого волокна соединяется с сухожилием. Внутренняя часть волокна заполнена множеством (от нескольких сотен до нескольких тысяч) миофибрилл — нитевидных структур, являющихся сократительными элементами скелетной мышцы. Пространство между миофибриллами заполнено саркоплазмой (цитоплазмой мышечного волокна) — вязкой жидкостью, содержащей в большом количестве гликоген, миоглобин, растворенные белки, жиры, микроэлементы, органеллы.

Окружающая миофибриллы система параллельно расположенных по отношению к ним трубочек и пузырьков носит название саркоплазматической ретикулум. Продольные трубочки завершаются пузырьками (цистернами). Внешние цистерны одной сетчатой структуры отделены от других группой трубочек, расположенных поперек миофибрилл и направляемых поперечными трубочками или Т-трубочками. Анатомически эти трубочки отделены от саркоплазматического ретикулума и являются продолжением саркоплазмы. Однако с учетом функциональной связи две внешние цистерны и разделяющая их трубочка известны как триада (см. рис. 11.1).

Согласно современным представлениям, в цистернах накапливаются большие запасы кальция (Ca^{++}), важнейшего ингредиента, необходимого для мышечного сокращения, а Т-трубочки способствуют передаче нервных импульсов к миофибриллам. Когда потенциал действия распространяется вдоль сарколеммы мышечного волокна и достигает Т-трубочек, их мембраны деполяризуются. Деполяризация Т-трубочек вызывает открытие электроуправляемых Ca^{++}-каналов в саркоплазматической сети, и Ca^{++} диффундирует в саркоплазму, окружающую миофибриллы.

Миофибриллы, простирающиеся по всей длине мышечного волокна, состоят из белковых нитей — актиновые (тонкие) и миозиновые (толстые). Взаимодействие этих элементов обеспечивает сокращение мышечных волокон.

Актиновый миофиламент включает шарообразные молекулы, образующие двойную спираль. Кроме актина тонкий миофиламент содержит еще два важных белка: тропомиозин и тропонин. Тропомиозин представляет собой длинную тонкую молекулу, лежащую на поверхности актинового сплетения. Концы молекул тропомиозина завершаются сферическими молекулами тропонина. Основная задача тропомиозина — механическая блокада активных центров актина, чтобы в отсутствие нервного импульса не происходило образование поперечных мостиков между актином и миозином и не было сокращения мышцы. Это крайне важно, потому что в процессе мышечного сокращения актиновый миофиламент не является пассивной структурой, по которой скользит миозиновый миофиламент, а вовлекается в процесс сокращения на химическом и механическом уровнях.

Миозиновый миофиламент состоит из множества миозиновых молекул, каждая из которых имеет стержневую часть и головку. Головки молекул миозина отличаются рядом свойств, обеспечивающих скольжение актиновых миофиламентов относительно миозиновых. Головки могут связываться с активными участками на молекулах актина и образуют так называемые поперечные мостики. Головки характеризуются ферментной активностью, обеспечивающей расщепление АТФ с образованием энергии, необходимой для циклического перемещения поперечных мостиков и скольжения миофиламентов во время мышечного сокращения.

Миофибриллы подразделяются на светлые и темные участки, чередующиеся в строгой последовательности. Светлые участки называются I-дисками (изотропными), а темные — А-дисками (анизотропными). Поперечное расположение этих участков придает волокну поперечную исчерченность. Поэтому скелетные мышцы часто определяются как поперечно-полосатые.

Посередине каждого I-диска выделяется темная линия, так называемая Z-линия — нитевидная сеть белка, к которой прикрепляются

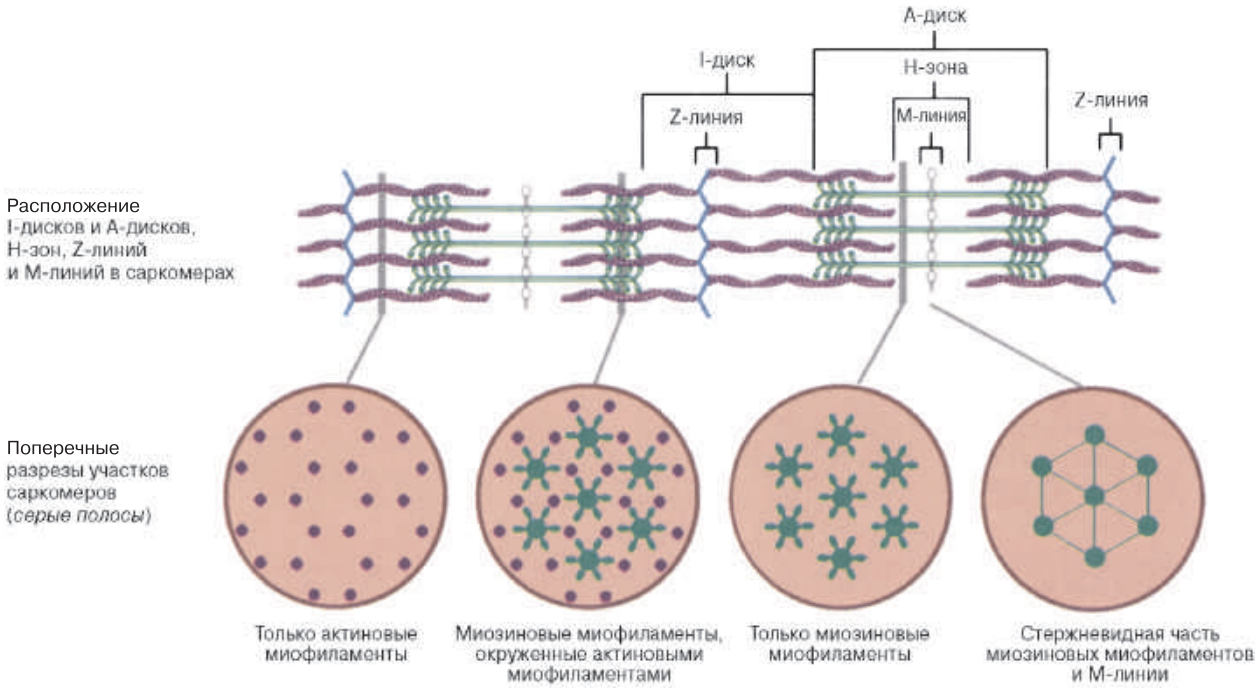


РИСУНОК 11.2 — Компоненты саркомера (Сили и др., 2007)

актиновые миофиламенты. I-диск содержит только актиновые миофиламенты. А-диск содержит как актиновые, так и миозиновые миофиламенты. На поперечном срезе А-диска видно, что каждый миозиновый миофиламент определен шестью актиновыми (рис. 11.2). В середине А-диска располагается Н-зона, которая образуется в результате отсутствия актинового миофиламента. В центре Н-зоны находится темная полоска, так называемая М-линия, состоящая из тонких филаментов, прикрепленных к центру миозиновых миофиламентов и удерживающая их на месте.

Миофибрилла состоит из множества функциональных единиц — саркомеров — образований, соединенных друг с другом у Z-линий и включающих все элементы, находящиеся между Z-линиями. Помимо основных белков актина и миозина, обеспечивающих сокращение мышц, в саркомерах содержатся и другие белки, в частности титин и небулин. Титин прикрепляется одним концом к Z-линии и простирается вдоль миозиновых миофиламентов до М-линии, а небулин — вдоль актиновых миофиламентов. Эти белки позволяют удерживать актин и миозин на месте, а титин, кроме того, обусловливает эластичность мышц, их способность к растягиванию и возвращению в исходное положение.

Уменьшение длины саркомеров при скольжении миофиламентов за счет сужения Н-зоны и I-диска приводит к сокращению миофибрилл, состоящих из прикрепленных друг к другу концами саркомеров. Сокращения, простирающиеся на всю длину мышечных волокон миофибрилл, приводят к сокращению мышечного волокна. При расслаблении мышцы саркомеры удлиняются, а филаменты возвращаются в исходное положение (рис. 11.3).

Механизм мышечного сокращения

Стимулом для мышечного сокращения является нервный импульс, который генерируется двигательными нервными центрами спинного или головного мозга. Распространяясь вдоль мембран аксонов, совокупность которых образует двигательный нерв, возбуждение через нервно-мышечные контакты (синапсы) передается на мембрану мышцы. Следствием этого является активация ряда процессов, которые приводят к скольжению актиновых филаментов относительно миозиновых, что приводит к уменьшению длины саркомеров и всей мышцы в целом.

Энергетическим источником для мышечного сокращения является АТФ. Фермент АТФаза, расположенный на головке миозина, расщепляет АТФ, а образующаяся энергия используется для скольжения актиновых миофиламентов относительно миозиновых. В состоянии покоя поперечные мостики миофиламентов миозина вытянуты, но не взаимодействуют с актиновыми миофиламентами. Нервный импульс формирует

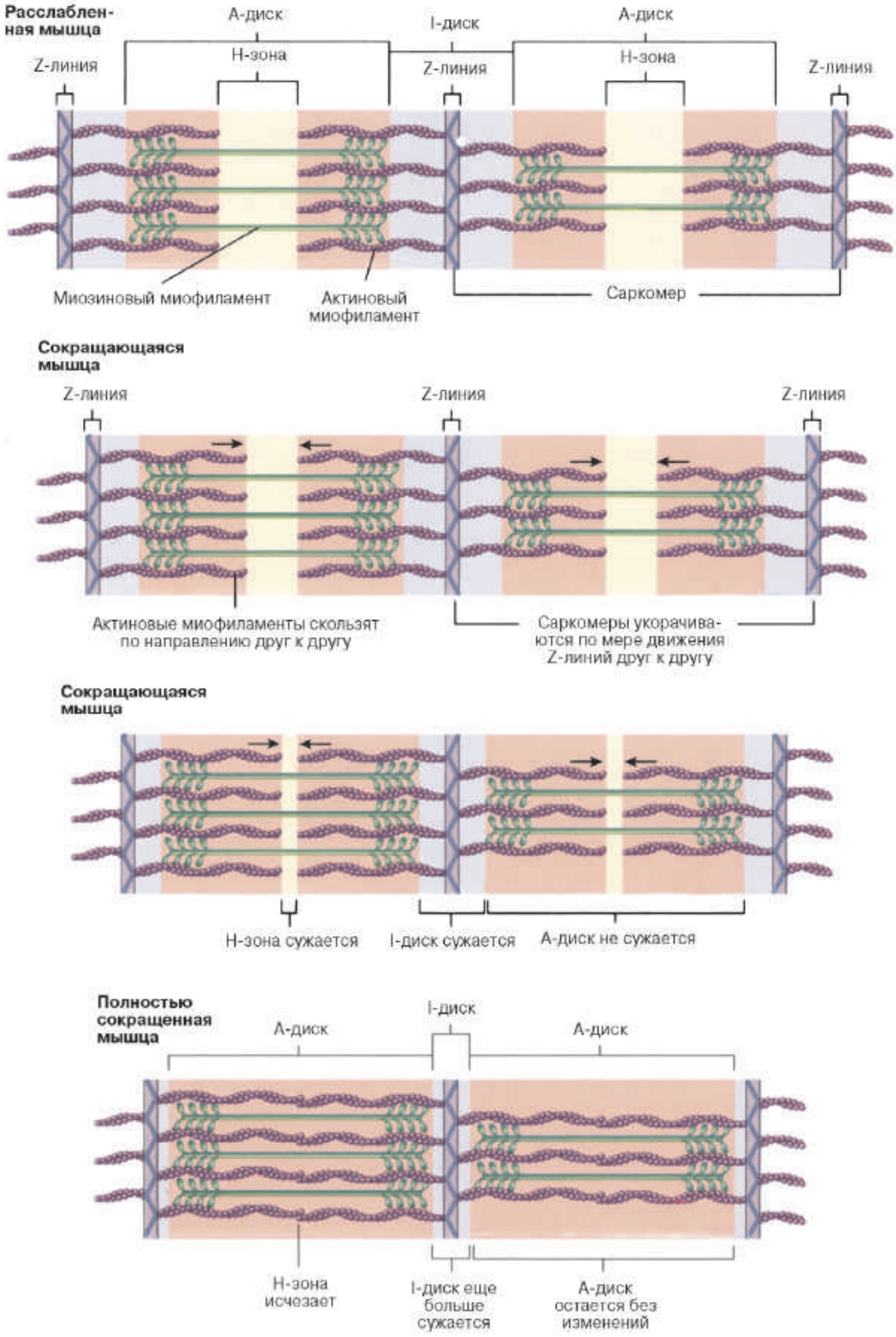


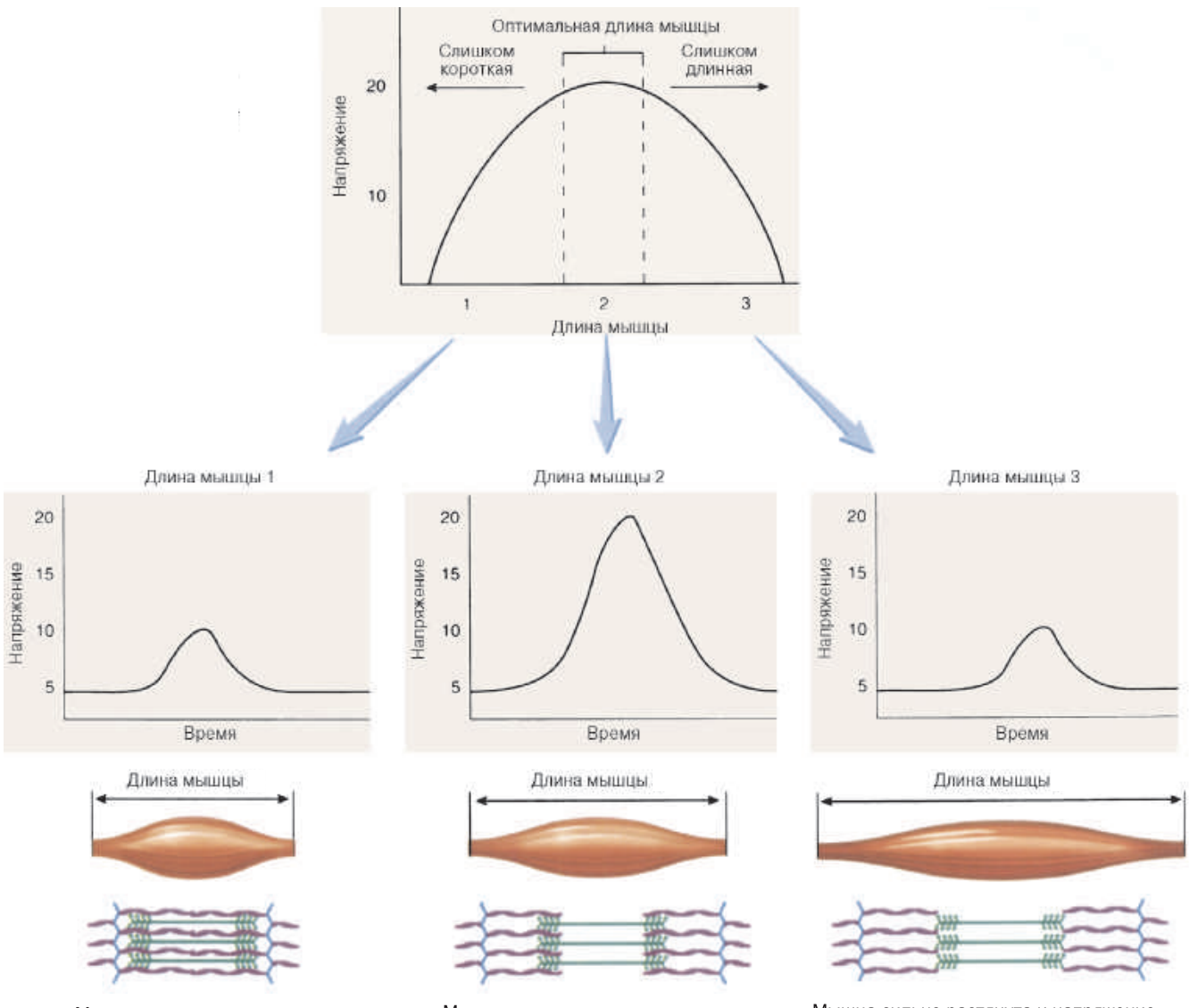
РИСУНОК 11.3 — Сокращение саркомера (Сили и др., 2007, переработано)

потенциал действия в сарколемме мышечного волокна. По мере распространения по мышечному волокну импульс запускает механизм освобождения Ca^{++}, который связывается с молекулами тропонина на актиновых миофиламентах. Далее освобожденный от блокады активный участок актина вследствие крайне высокого сродства к миозину образует с его головками поперечные мостики. Одновременно фермент АТФаза, расположенный на головке миозина, расщепляет АТФ с образованием АДФ и фосфата. Освобожденная в результате этой реакции энергия позволяет головке миозина прикрепиться к актиновому миофиламенту, а поперечному

мостику, изменяя угол примерно с 90° до 45°, обеспечивать скольжение актинового миофиламента поверх миозинового по направлению к центру саркомера. Затем, в результате расщепления АТФ, поперечный мостик высвобождается, а молекула миозина возвращается в исходное положение для формирования очередного мостика и повторения цикла. Таким образом, в каждом цикле может быть выделена ударная фаза — движение молекулы миозина при прикрепленном мостике — и возвратная — возвращение головки миозина в исходное положение. В ходе односекундного сокращения чередование этих фаз происходит сотни раз.

Когда поток нервных импульсов по двигательному нерву, иннервирующему мышцу, прекращается, Ca^{++} активно транспортируется в саркоплазматическую сеть. Высвобождение от Ca^{++} устраняет способность актинового миофиламента к образованию поперечных мостиков. АТФ больше не расщепляется, мышечные миофиламенты возвращаются в исходное положение, а мышца расслабляется.

Описанный процесс характерен для концентрических сокращений, когда мышца укорачивается. При эксцентрических сокращениях АТФ-комплексы поперечных мостиков создаются и распадаются для скольжения миофиламентов



Мышца не растянута и напряжение, производимое мышцей при ее сокращении, является небольшим, поскольку уже имеет место взаимное наложение актиновых и миозиновых миофиламентов друг на друга и саркомер не может еще больше укоротиться.

Мышца оптимально растянута и напряжение, производимое мышцей при ее сокращении, является максимальным вследствие формирования максимального количества поперечных мостиков.

Мышца сильно растянута и напряжение, производимое ею, оказывается небольшим вследствие лишь незначительного взаимного наложения актиновых и миозиновых миофиламентов друг на друга и незначительного числа образованных поперечных мостиков.

РИСУНОК 11.4 — Длина мышцы и напряжение (Сили и др., 2007)

в обратном направлении. При изометрическом напряжении актиновые миофиламенты неподвижны, а поперечные мостики активированы для обеспечения напряжения.

Активное напряжение, т. е. усилие, которое возникает при сокращении мышцы, зависит от ее растяжения. Если в результате чрезмерного растяжения мышцы не происходит взаимного перекрытия актиновых и миозиновых миофиламентов или оно мало, стимулирование мышцы приводит к незначительному активному напряжению. Незначительное напряжение производит и сокращенная мышца, поскольку в ее мышечных волокнах отсутствует скольжение актиновых и миозиновых миофиламентов. При оптимальном растяжении мышцы, позволяющем развить максимальное активное напряжение, происходит частичное перекрытие актиновых и миозиновых миофиламентов, однако остается большой свободный участок для взаимного скольжения миофиламентов и сокращения саркомера (рис. 11.4).

Незначительный электрический стимул, действующий на сарколемму мышечного волокна, потенциала действия не вызывает и сокращения волокна не происходит. Такой стимул обозначается как предпороговый. Электрический стимул, при котором возникает потенциал действия, приводящий к сокращению мышечного волокна, называется пороговым. Дальнейшее увеличение стимула вызывает такой же потенциал действия и, естественно, аналогичное сокращение волокна. Потенциал действия представляет собой электрохимическое явление, а сокращение мышц — механическое.

Мышечные волокна входят в состав конкретной двигательной единицы — группы мышечных волокон, иннервируемой одним мотонейроном, каждая из которых состоит из мышечных волокон определенного типа. Строение и функции мотонейронов соответствуют строению и функциям объединяемых ими мышечных волокон. Мотонейрон медленносокращающейся двигательной единицы объединяет группы из 10—180 МС-волокон и имеет небольшое клеточное тело. Мотонейрон быстросокращающейся двигательной единицы иннервирует от 300 до 800 БС-волокон и отличается большим клеточным телом и большим количеством нервных отростков (Энока, 2000). Как отдельное волокно, так и совокупность волокон, входящих в двигательную единицу, при достижении порогового стимула сокращается, одновременно производя постоянную силу. Сила, которую способна развить двигательная единица, обусловливается количеством образующих ее мышечных волокон.

В отличие от мышечных волокон и двигательных единиц скелетная мышца способна к проявлению силы в широком диапазоне в зависимости от величины стимула. При относительно небольших стимулах, однако способных образовывать потенциал действия, активизируются одна или несколько двигательных единиц. С увеличением стимулов рекрутируется все большее количество двигательных единиц, а максимальные стимулы вызывают потенциалы действия во всех аксонах мышечных волокон. Процесс увеличения количества вовлеченных в работу двигательных единиц по мере увеличения стимула называется суммацией двигательных единиц (см. рис. 11.4). Под влиянием специальной тренировки происходит ускорение процесса суммации двигательных единиц, что важно для эффективного выполнения движений взрывного характера, требующих максимальной активизации мышц в кратчайшее время.

Во время максимальных сокращений все двигательные единицы мышц и, естественно, все мышечные волокна сокращаются и суммируются относительно синхронно. Однако при работе меньшей интенсивности двигательные единицы сокращаются и суммируются асинхронно, т. е. часть из них сокращается, а часть расслабляется. Эффективная синхронизация двигательных единиц обусловливает плавность, координированность и экономичность движений.

Структурно-функциональные особенности двигательных единиц мышц

Все двигательные единицы скелетных мышц функционируют одинаково. Однако они существенно различаются по размеру, морфологическим и метаболическим характеристикам, функциональным возможностям. Среди факторов, определяющих эти различия, основное место отводится типу мышечных волокон, образующих конкретную двигательную единицу. Согласно общепринятой биохимической классификации, мышечные волокна подразделяются на медленносокращающиеся (МС), отличающиеся высокими оксидативными возможностями, быстросокращающиеся с умеренно выраженной оксидативной способностью (БСа) и быстросокращающиеся с хорошо развитой гликолитической мощностью и емкостью и низкими оксидативными возможностями (БСб). Существующая гистохимическая классификация идентифицирует эти же мышечные волокна как волокна типа I, IIA и IIБ соответственно.

МС-волокна отличаются небольшой скоростью сокращения, большим числом митохондрий («энергоцентр» клетки), высокой активностью оксидативных энзимов (протеины способствуют быстрой активизации источников энергии), широкой васкуляризацией (большое количество капилляров), высоким потенциалом накопления гликогена. БС-волокна имеют менее развитую сеть капилляров, меньшее число митохондрий, высокую гликолитическую способность, высокую активность неоксидативных энзимов и более высокую скорость сокращения.

В одной и той же мышце содержатся БС- и МС-волокна. БС-волокна содержат активный фермент АТФазу, который расщепляет АТФ с образованием больших количеств энергии, что обеспечивает быстрое сокращение волокон. В МС-волокнах активность АТФазы низкая, в связи с чем энергообразование в них совершается медленно. Ферментативное расщепление АТФ считается одним из важных факторов, определяющих присущую мышце скорость сокращения. Ферменты, которые расщепляют сахар и жиры, активны в МС-волокнах, что позволяет объяснить весьма существенные различия между типами волокон (Эвартс, 1984; Wilmore et al., 2009).

БСа-волокна отличаются высокими сократительными способностями и одновременно обладают достаточно выраженной сопротивляемостью утомлению. Эти волокна хорошо подвержены тренировке на выносливость. Активность БСб-волокон связана с использованием анаэробных источников энергии.

В среднем отмечается примерно равное соотношение МС- и БС-волокон. Однако у пловцов, склонных к достижениям на спринтерских дистанциях, процент БСа- и БСб-волокон значительно выше — до 65—70 % и более. У стайеров, напротив, преобладают мышечные МС-волокна, процент которых может достигать 70—75 % и более.

Соотношение мышечных волокон разных типов детерминировано генетически. Вероятно, структура мышечного волокна, соотношение волокон различного типа заложены на уровне ДНК и в значительной мере определяются особенностями нейромышечной регуляции, о чем вполне убедительно свидетельствуют исследования, в которых изучалось влияние на изменение типа мышечного волокна перекрестной иннервации (Staron, Pette, 1990). Таким образом, генетически заданный тип иннервации обеспечивает формирование фенотипа мышечной ткани, которая лишь в относительно узких границах может быть модифицирована напряженной тренировкой (Diskuth, 2004).

ТАБЛИЦА 11.1 — Структурные и функциональные характеристики различных типов мышечных волокон

Характеристика волокна	Тип волокна		
	МС	БСа	БСб
Невральные			
Размер мотонейрона	Небольшой	Большой	Большой
Пороговый стимул	Низкий	Высокий	Высокий
Скорость проводимости	Низкая	Высокая	Высокая
Структурные			
Диаметр волокна	Небольшой	Большой	Большой
Содержание миоглобина	Высокое	Среднее	Низкое
Плотность митохондрий	Высокая	Средняя	Низкая
Плотность капилляров	Высокая	Средняя	Низкая
Развитие саркоплазматического ретикулума	Низкое	Высокое	Высокое
Энергетические субстраты			
Запасы креатинфосфата	Небольшие	Большие	Большие
Запасы гликогена	Небольшие	Большие	Большие
Ферментативная активность			
Интенсивность расщепления АТФ АТФазы в миозине	Низкая	Высокая	Высокая
Активность гликолитических ферментов	Низкая	Высокая	Высокая
Активность окислительных ферментов	Высокая	Средняя	Низкая
Метаболизм			
Аэробный	Высокий	Средний	Низкий
Анаэробный	Низкий	Средний	Высокий
Функциональные			
Скорость сокращения	Низкая	Высокая	Высокая
Сила сокращения	Низкая	Высокая	Высокая
Сопротивляемость утомлению	Высокая	Низкая	Низкая
Экономичность	Высокая	Низкая	Низкая

В последние десятилетия в связи с развитием биохимии и морфологии появилась возможность значительно глубже изучить структуру и функции мышечных волокон и двигательных единиц мышц, расширить представления об особенностях их адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам. Наиболее общие представления о структуре и функциональных возможностях различных типов мышечных волокон приведены в таблице 11.1.

МС-волокна содержат большое количество миоглобина — пигмента темно-красного цвета, напоминающего гемоглобин, который при-

соединяет кислород и выполняет роль его депо. В том случае, когда кровь не обеспечивает доставки адекватного количества кислорода, миоглобин усиливает способность волокон к аэробному дыханию. Большое количество миоглобина придает МС-волокнам красный цвет.

БС-волокна по сравнению с МС-волокнами значительно быстрее реагируют на нервное стимулирование и значительно быстрее расщепляют АТФ, что обеспечивает более быстрое образование и функционирование поперечных мостиков и сокращение саркомеров. Небольшое количество миоглобина предопределяет белый цвет БС-волокон. БС-волокна содержат большое количество гликогена, который используется в гликолитическом анаэробном процессе.

МС-волокна содержат большое количество коллагена, который является «строительным материалом» соединительной ткани. Это приводит к тому, что эластичность МС-волокон ниже, чем БС-волокон. Однако это не нарушает функции МС-волокон, так как они сокращаются медленнее. Более высокая пластичность БС-волокон способствует более быстрым и мощным сокращениям (Fox et al., 1993).

У спортсменок по сравнению с неспортсменками мышечные волокна более крупные, однако значительно мельче по сравнению со спортсменами-мужчинами, занимающимися такими же видами спорта. У женщин размер МС-волокон по отношению к БС-волокнам как правило больше, чем у мужчин. Что же касается соотношения размеров БС- и МС-волокон у мужчин и женщин одной и той же спортивной специализации, то здесь различий не обнаружено: виды, требующие большей мощности и меньшей выносливости, ассоциируются с большим развитием БС-волокон (Fox et al., 1993).

Время, необходимое для максимального напряжения БС-волокон, обычно не превышает 0,3—0,5 с, в то время как МС-волокна способны развить максимальное напряжение лишь через 0,8—1,0 с (рис. 11.5). Активность анаэробных ферментов БС-волокон может в 2 раза и более превышать активность этих ферментов в МС-волокнах. В то же время активность аэробных ферментов в МС-волокнах примерно в 2 раза превышает аналогичные показатели БС-волокон (Мохан и др., 2001; Wilmore et al., 2009).

Говоря о пропорциях различных мышечных волокон у человека, следует отметить, что и у мужчин, и у женщин МС-волокон несколько больше (по данным разных авторов — от 52 до 55 %). Это достаточно ярко иллюстрируют результаты исследований, в которых участвовали 45 девушек и 70 юношей 16 лет (рис. 11.6). Среди БС-волокон преобладают волокна типа БСа (30—35 %). БСб-волокон значительно меньше — 12—15 %. При этом следует указать, что в мышцах у женщин, в отличие от мужчин, реже превалирует какой-либо один тип волокон (Thorstensson, 1977). Однако результаты отдельных исследований позволяют говорить о том, что определенная часть БС-волокон заложена в человеке, однако подавлена в процессе генотипической и фенотипической адаптации. Эта часть мышечных волокон доступна для генных манипуляций, что вызывает особое беспокойство в свете перспектив в борьбе с генным допингом (Diskhuth, 2004).

У одного человека наблюдается относительная однородность структуры различных мышц. Однако наряду со структурной схожестью отдельных мышц конкретного индивидуума могут

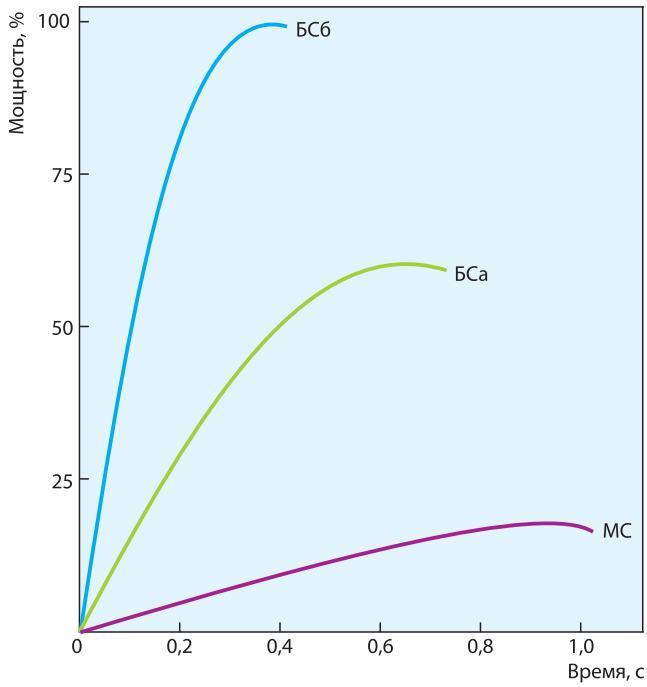


РИСУНОК 11.5 — Время достижения максимальных показателей мощности мышечных волокон разных типов

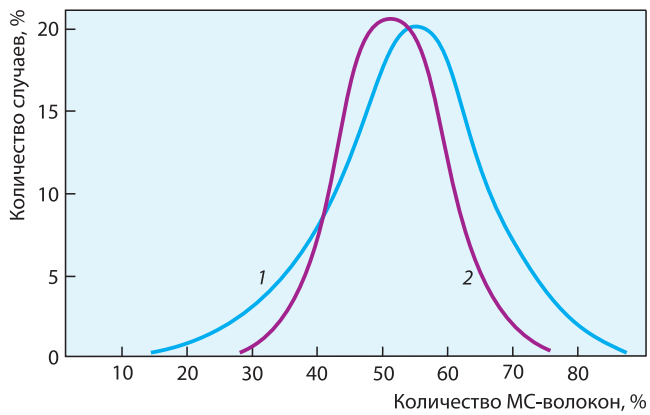


РИСУНОК 11.6 — Распределение мышечных МС-волокон у 16-летних: *1* — юноши; *2* — девушки (Heiss et al., 1975)

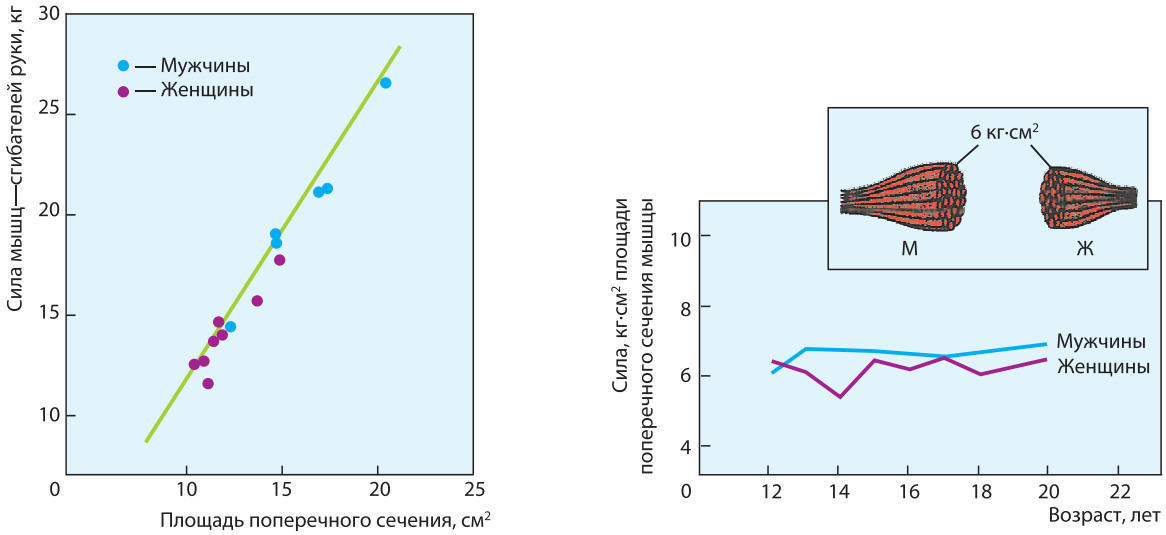


РИСУНОК 11.7 — Зависимость между площадью поперечного сечения мышцы и ее силовыми возможностями при сгибании руки в локтевом суставе (Fox et al., 1993)

отмечаться и существенные различия, обусловленные функцией, которую обычно выполняет мышца, и требованием, диктуемым этой функцией мышечным волокнам определенного типа. Так, четырехглавая и икроножная мышцы нижних конечностей, дельтовидная и двуглавая мышца плеча имеют примерно одинаковые соотношения БС- и МС-волокон. В то же время камбаловидная мышца содержит МС-волокон на 25—40 % больше по сравнению с другими мышцами нижних конечностей, а трехглавая мышца плеча — на 10—30 % больше по сравнению с мышцами пояса верхней конечности (Hanson, 1974). Небольшие различия (до 5—10 %) могут наблюдаться при сравнении результатов проб, относящихся к центральной и периферической частям мышцы: центральная часть мышцы может содержать больше МС-волокон (De Vries, Housh, 1994).

Важно отметить, что структура и возможности мышечных волокон не зависят от пола спортсменов. Зависимость между площадью поперечного сечения и силой является идентичной у мужчин и женщин: на единицу площади поперечного сечения мышцы у мужчин и женщин приходится один и тот же уровень силы (примерно 6 кг · см²) (рис. 11.7).

Спортивная специализация и структура мышечной ткани

У спортсменов высокого класса наблюдаются различные соотношения мышечных волокон в мышцах, несущих основную нагрузку в данном виде спорта (рис. 11.8). У спринтеров отмечается высокий процент БС-волокон, у спортсменов, специализирующихся на длинные дистанции, преобладают МС-волокна. Существует строгая зависимость между количеством БС- и МС-волокон в мышечной ткани и спортивными достижениями на спринтерских и стайерских дистанциях. У выдающихся спортсменов не просто преобладают БС- или МС-волокна, а часто наблюдается подавляющее большинство соответствующих волокон. Например, у известного пловца-стайера в дельтовидной мышце оказалось 9 % БС-волокон и 91 % МС-волокон (Counsilman, 1980). Среди легкоатлетов отмечались случаи, когда количество БС-волокон в икроножной мышце бегунов-спринтеров достигало 92 %, а у бегунов-стайеров эта мышца на 93—99 % состояла из МС-волокон (Уилмор, Костилл, 2001).

У спортсменов, показывающих высокие результаты в видах спорта, требующих выносливости к длительной работе, отмечается достаточно

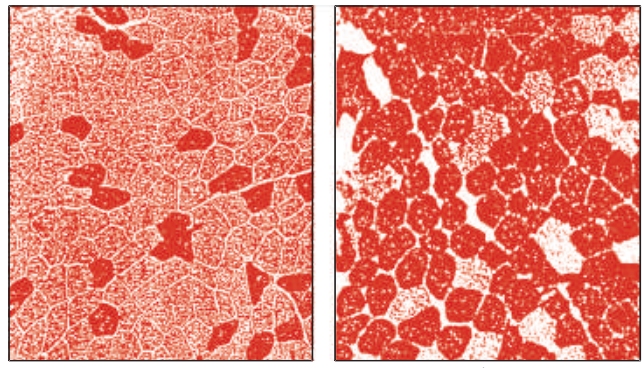


РИСУНОК 11.8 — Соотношение БС- (светлые) и МС- (красные) волокон в латеральной широкой мышце бедра у пловца-спринтера на дистанции 50 м (*а*); велосипедиста-шоссейника (*б*) (Billater, Hoppeler, 1992)

высокий процент БСа-волокон и незначительный процент БСб-волокон в мышцах, несущих основную нагрузку в тренировочной и соревновательной деятельности. В то же время в мышцах, не несущих нагрузки в данном виде спорта, отмечается нормальное содержание БСб-волокон. Так, в икроножной мышце бегунов на длинные дистанции было в среднем 67,1 % МС-волокон, 28,0 % — БСа-волокон и всего 1,9 % — БСб-волокон; в дельтовидной мышце — 68,3 % МС-волокон, 14,3 % — БСа-волокон и 17,4 % — БСб-волокон (Jansson, Kaiser, 1977). Это является достаточно веским основанием для предположения, что исчезновение БСб-волокон — часть адаптивной реакции организма при тренировке выносливости.

Изменения в мышечных волокнах под влиянием нагрузок различной величины и направленности

Интенсивная тренировка определенной направленности (развитие выносливости к длительной работе, скоростно-силовой) приводит к существенному изменению морфологических, физиологических и биохимических свойств мышечных волокон. Под влиянием напряженной тренировки, направленной на повышение выносливости к работе аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера, трансформация свойств мышечных волокон различных типов происходит в следующем порядке: БСб-волокна приобретают свойства БСа-волокон, а БСа-волокна — свойства МС-волокон. Скоростно-силовая тренировка вызывает обратный процесс: МС-волокна приобретают свойства БСа-волокон, а БСа-волокна — свойства БСб-волокон.

Возможности влияния напряженной тренировки различной направленности на перестройку МС- и БСб-волокон ограничены. С одной стороны, напряженная скоростная и скоростно-силовая тренировка оказывают небольшое влияние на анаэробный потенциал МС-волокон. С другой стороны, тренировка, направленная на повышение возможностей кислородтранспортной системы энергообеспечения, незначительно сказывается на аэробных способностях БСб-волокон. Что же касается БСа-волокон, то под влиянием напряженной тренировки аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера оксидативные возможности этих волокон могут существенно возрастать в результате изменений как структурного, так и функционального порядка. Изменяются эти волокна и под влиянием интенсивной скоростной и скоростно-силовой работы, что проявляется в увеличении мощности и емкости анаэробного процесса (Carl, 2008).

Оба типа мышечных волокон имеют характеристики, которые могут быть изменены в процессе тренировки. Размеры и объем БС-волокон увеличиваются под влиянием тренировки скоростного, скоростно-силового и силового типа, в результате чего их процентное соотношение в площади поперечного сечения мышцы возрастает. Одновременно повышается их гликолитическая способность. При тренировке на выносливость увеличиваются размеры МС-волокон (до 15—20 %), а оксидативный потенциал МС-волокон может возрастать в 2—4 раза.

У людей, не занимающихся спортом, среднее количество капилляров вокруг МС- и БСа-волокон составляет 3-4, а вокруг БСб-волокон — 2—3. У пловцов высокого класса, выступающих на длинных дистанциях, в дельтовидных мышцах были обнаружены МС-волокна, каждое из которых снабжалось 5—6 капиллярами (Nygaard, Goricke, 1976). Эффект напряженной тренировки аэробного и смешанного (аэробно-анаэробного) характера проявляется в увеличении количества капилляров на мышечное волокно или на квадратный миллиметр мышечной ткани. Здесь выявляются два механизма: увеличение количества капилляров; если же возможности этого механизма исчерпаны или невелики, происходит уменьшение размера мышечных волокон (Hoppeler et al., 1990; Wilmore et al., 2009).

Длительная и напряженная тренировка аэробной направленности приводит к изменению соотношения волокон различных типов. Об этом косвенно свидетельствуют результаты многочисленных исследований композиции мышечной ткани, несущей основную нагрузку в тренировочной и соревновательной деятельности в сравнении с тканью, не подвергавшейся активной тренировке. У пловцов-стайеров в дельтовидной мышце регистрировалось до 60—70 % МС-волокон, а в мышцах бедра таких волокон было не более 45—60 %. У велосипедистов-шоссейников, лыжников, бегунов-стайеров картина противоположная: в икроножной мышце регистрировалось до 60—80 % и более МС-волокон, а в дельтовидной мышце и трехглавой мышце плеча их количество у этих же спортсменов не превышало 50—60 %.

МС-волокна очень слабо подвержены скоростной тренировке. Так, спортсмены, в мышцах которых содержится малое количество БС-волокон, слабо приспосабливаются к скоростной работе даже после напряженной тренировки скоростного характера. Например, высота прыжка вверх у таких спортсменов, специализирующихся

в плавании, обычно не превышает 45—50 см, в то время как у спортсменов с большим количеством БСа- и БСб-волокон она редко бывает ниже 70 см (Counsilman, 1980).

Рассматривая гипертрофию мышечных волокон в качестве одного из основных путей адаптации мышц, следует указать, что, с одной стороны, гипертрофия МС-волокон, связанная прежде всего с увеличением размеров миофибрилл, возрастанием количества и плотности митохондрий, приводит к увеличению удельного веса в мышечной массе МС-волокон и, как следствие, к повышению выносливости и уменьшению скоростных способностей мышц. С другой стороны, гипертрофия БС-волокон приводит к увеличению их удельного веса в мышце по сравнению с МС-волокнами и способствует повышению ее скоростного потенциала (De Vries, Housh, 1994). При этом характер нагрузки определяет, какие из мышечных волокон претерпевают большие изменения. Продолжительные нагрузки относительно невысокой интенсивности преимущественно приводят к увеличению объемной плотности митохондрий МС- и БСа-волокон. Интенсивная интервальная работа максимальной и околомаксимальной мощности в основном способствует возникновению изменений в БСа- и БСб-волокнах (Dudley et al., 1982; Виру и др., 1993). Гипертрофия мышцы связана с рядом изменений, в числе которых прежде всего следует отметить увеличение резервов актиновых и, особенно, миозиновых нитей (Macentosh et al., 2006).

Длительное время считалось, что количество мышечных волокон в каждой мышце детерминировано генетически и остается неизменным в течение всей жизни. Однако в отдельных работах была продемонстрирована возможность гиперплазии мышц в ответ на большие физические нагрузки. Однако вопрос о возможности гиперплазии мышечных волокон под влиянием тренировки все же не является до конца решенным. Действительно, при гипертрофии мышечные волокна могут расщепляться, но есть доказательства того, что расщепление не касается всей длины мышечного волокна и не может являться основанием для утверждения, что имеет место процесс гиперплазии, т. е. деления и увеличения общего количества мышечных волокон. Это дает основание предположить, что количество мышечных волокон у человека является генетически детерминированным и в результате тренировки не изменяется. Косвенным подтверждением этого является и факт, согласно которому увеличение площади поперечного сечения мышечных волокон происходит строго пропорционально увеличению площади поперечного сечения всей мышцы (Мак-Комас, 2001).

Принципиально важным вопросом для спортивной практики является возможность трансформации мышечного фенотипа — преобразования волокон одного типа в волокна другого. Структура и функциональные возможности мышечных волокон различного типа обусловливаются особенностями их нервной регуляции, которая и определяет, будет ли данное волокно иметь свойства быстросокращающегося или медленносокращающегося. Если БС-волокна стимулируются по принципу иннервации МС-волокон, то в них повышается активность оксидативных ферментов. И наоборот, стимуляция МС-волокон по принципу БС-волокон приводит к повышению активности гликолитических ферментов (Pette, 1984).

Исследования на животных показали, что иннервация БС-волокон путем переноса в нерв (с помощью специальных электродов) электроимпульсов с частотной характеристикой, соответствующей иннервации МС-волокон, приводит к изменению структурных и функциональных свойств волокон (Brown et al., 1983). Вокруг мышечных волокон увеличивается плотность капилляров (Hudlicka et al., 1980), повышается содержание миоглобина (Pette, 1984), что приводит к изменению цвета бледных волокон, которые становятся ярко-красными. Оксидативные способности волокон повышаются за счет увеличения активности ферментов, окисляющих субстраты. Одновременно угнетается анаэробная способность волокон в связи со снижением активности ферментов, участвующих в процессе гликолиза (Buchegger et al., 1984).

Адаптация различных типов мышечных волокон находится в строгой зависимости от направленности тренировочного процесса. Например, у пловцов, специализирующихся на длинные дистанции, не только отмечается большой процент МС-волокон, но и их существенная гипертрофия (до 15—20 %) при одновременной атрофии и перестройке БСб- и БСа-волокон. В результате при среднем проценте МС-волокон у пловцов-стайеров около 65—70 они могут занимать до 75—80 % и более общего поперечного сечения мышц, несущих основную нагрузку при плавании. Увеличение объема МС-волокон в результате тренировки стайерского типа сопровождается и рядом других изменений, происходящих в мышечной ткани. Одним из важнейших является значительное увеличение количества капилляров в работающих мышцах. Важно отметить, что рост новых капилляров в результате работы, направленной на повышение выносливости, отмечается вокруг не только МС-волокон, а и БСа- и даже БСб-волокон. Правда, изменения в БСб-волокнах выражены в значительно

меньшей мере, чем в МС- и БСа-волокнах. В результате резко возрастает емкость капиллярного ложа, что ускоряет процесс доставки кислорода и питательных веществ к мышечным волокнам и выведения остаточных продуктов метаболизма. Основным эффектом увеличения капилляризации мышц является замедление кровотока через капилляры, что способствует улучшению передачи кислорода в мышечные волокна, увеличению артериовенозной разницы.

Известно, что БС-волокна используют в единицу времени намного больше энергии, чем МС-волокна. Воздействие напряженной тренировки, направленной на повышение аэробных возможностей, приводит к определенной трансформации БС-волокон, приданию им свойств, характерных для МС-волокон, что представляет собой определенный вид экономизации функций, так как создает условия для выполнения продолжительной работы с меньшими затратами энергии (Streter et al., 1982). Однако эта экономизация связана с существенным уменьшением скорости сокращений (Pette, 1984; Roberts, Robergs, 2002).

Таким образом, тренировка на выносливость способна повысить возможности окислительного пути энергообеспечения не только БСа-, но и, в некоторой степени, БСб-волокон. Более того, тренированные на выносливость БСа-волокна по своим окислительным способностям могут даже превышать показатели МС-волокон, характерные для нетренированного человека. Большие объемы работы на развитие выносливости могут даже привести к такой трансформации БСб-волокон, что их вообще не удастся обнаружить в поперечном срезе мышцы. Естественно, что эти изменения приводят к резкому снижению скоростно-силовых возможностей мышц. Специалисты считают, что восстановление мышечных БС-волокон в принципе возможно, однако требует длительной специальной тренировки.

Вместе с тем никакой специальной тренировкой, связанной с развитием выносливости, невозможно добиться в БС-волокнах таких изменений, которые характерны для хорошо тренированных МС-волокон, и при прочих равных условиях спортсмены с большим количеством МС-волокон всегда будут иметь преимущество на длинных дистанциях над спортсменами, у которых таких волокон значительно меньше.

В зависимости от типа мышечных волокон их гипертрофия под влиянием силовой тренировки носит избирательный характер. Силовая тренировка, направленная на повышение мышечной силы за счет гипертрофии мышечной ткани, приводит к увеличению поперечного сечения всех типов мышечных волокон. Однако наиболее интенсивно этот процесс происходит в БС-волокнах.

Для спортивной практики важным является вопрос и о времени, в течение которого происходит морфофункциональная перестройка мышечных волокон различного типа под влиянием напряженной специфической тренировки. Первые серьезные изменения отмечаются уже на второй неделе, а после 1 мес. тренировки проявляется весь комплекс адаптационных реакций морфологического, функционального и биохимического характера. 8—10-недельная тренировка уже позволяет достичь устойчивой адаптации.

Координация деятельности двигательных единиц — важный механизм адаптации мышц к физическим нагрузкам

Эффективная работа, направленная на совершенствование функциональных возможностей мышц, может быть осуществлена лишь на основе четкого понимания механизмов нервной регуляции их деятельности. Усиление активности работы мышц связано с рекрутированием необходимого объема двигательных единиц и усилением стимуляции уже работающих мышечных волокон.

В настоящее время можно считать общепризнанной теорию последовательного рекрутирования двигательных единиц, предусматривающую первоочередное вовлечение в работу мелких мотонейронов и соответственно двигательных единиц. С увеличением интенсивности работы и силы нервного импульса происходит вовлечение более крупных двигательных единиц (рис. 11.9).

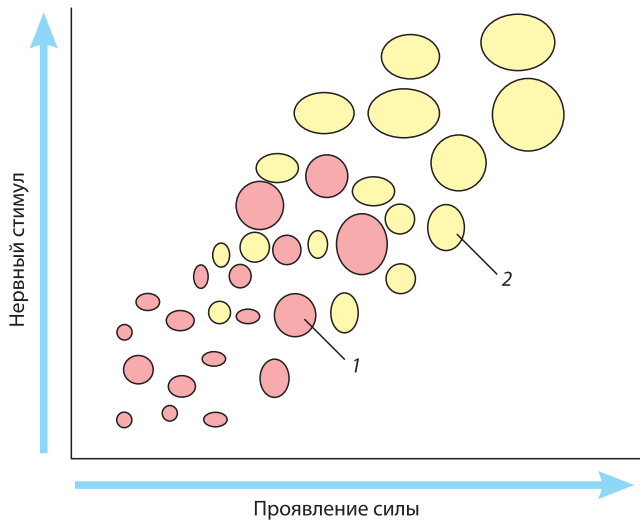


РИСУНОК 11.9 — Последовательность вовлечения двигательных единиц в зависимости от величины стимула: *1* — медленносокращающиеся двигательные единицы; *2* — быстросокращающиеся (Baechle, Earle, 2008)

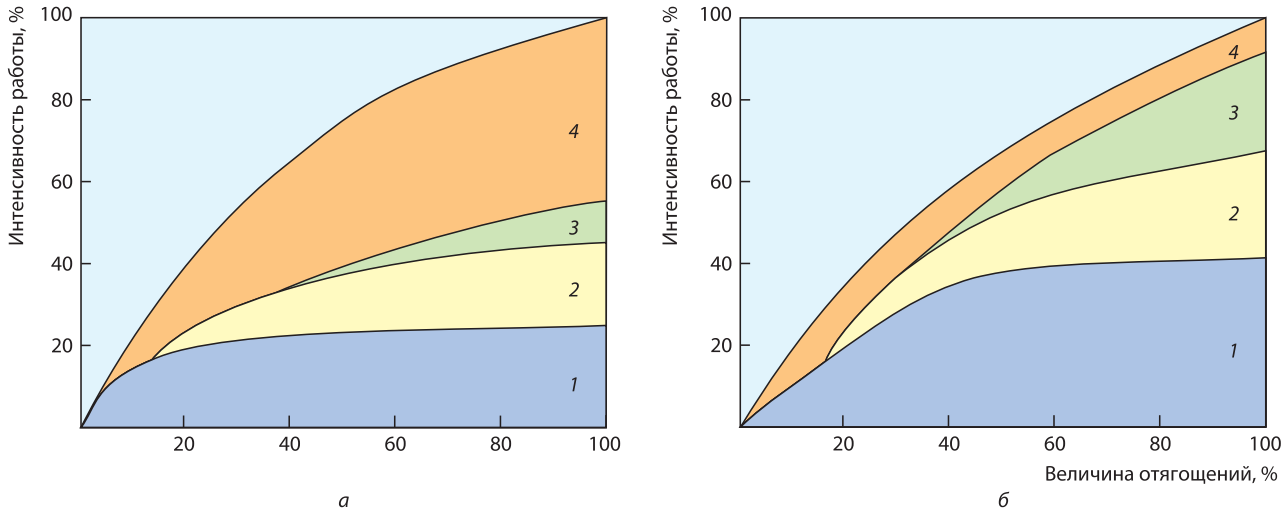


РИСУНОК 11.10 — Вовлечение в работу мышечных волокон различного типа в зависимости от интенсивности работы: *а* — не занимающиеся спортом; *б* — квалифицированные спортсмены; *1* — МС-волокна; *2* — БСа-волокна; *3* — БСб-волокна; *4* — волокна, не вовлеченные в работу

Между мелкими и крупными двигательными единицами существует большая разница. Например, самая крупная двигательная единица в икроножной мышце человека способна развить напряжение в 200 раз большее, чем самая мелкая. Для общего усиления работы мышц активизируются более крупные двигательные единицы, что обеспечивает большой прирост напряжения, т. е. по мере увеличения общего напряжения оно обеспечивается меньшим числом дополнительных единиц. Разумеется, при предельных или околопредельных напряжениях двигательные единицы вовлекаются не последовательно, а активизируются практически одновременно (Эвартс, 1984; Behnke, 2001).

Фактором, определяющим количество и тип необходимых для использования волокон, является величина сопротивления. Нервная система регулирует деятельность мышц в зависимости от того, какую силу должна развить мышца, а не от скорости ее сокращения (рис. 11.10). Объяснить это можно тем, что МС-волокна способны перемещать биозвенья с большой скоростью, но только при условии незначительных силовых проявлений (De Vries, Housh, 1994).

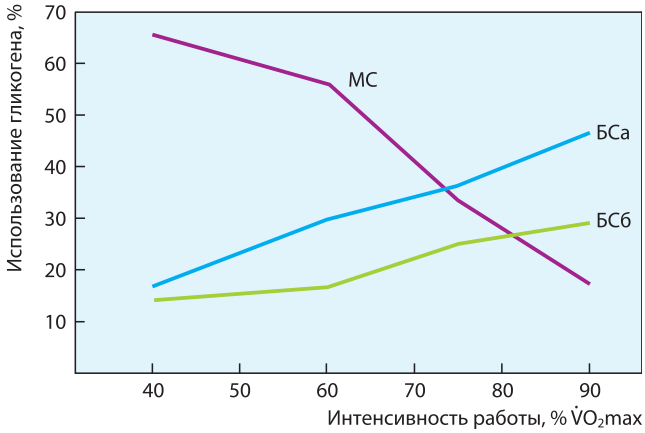


РИСУНОК 11.11 — Использование гликогена МС-, БСа- и БСб-волокнами при работе различной интенсивности (Wilmore, Costill, 2004)

Известно, что работа малой и средней интенсивности (восстановительное плавание, плавание на уровне порога аэробного обмена) осуществляется путем вовлечения исключительно МС-волокон. Работа на уровне интенсивности, соответствующей порогу анаэробного обмена, приводит к активизации БСа-волокон. Дальнейшее увеличение интенсивности работы, сопровождающееся увеличением концентрации лактата в крови до 5—7 ммоль · $л^{-1}$, приводит к расширению процесса вовлечения в работу БСа-волокон. Когда интенсивность работы соответствует ЧСС 170—175 уд · $мин^{-1}$ и более и концентрации лактата в крови 8 ммоль · $л^{-1}$ и более, в работу начинают включаться также БСб-волокна. Это подтверждают данные, отражающие расход гликогена в мышечных волокнах при работе различной интенсивности (рис. 11.11). При выполнении работы с интенсивностью 40—60 % уровня $\dot{V}O_2max$ преимущественно расходуется гликоген МС-волокон. Увеличение интенсивности работы связано с повышением расхода гликогена, содержащегося в БСа- и БСб-волокнах (рис. 11.12).

В последней четверти большинства соревновательных дистанций (за исключением дистанций 50 и 100 м), когда пловец находится в состоянии компенсированного, а затем и явного утомления, его работоспособность обусловливается активизацией всех типов мышечных волокон, их анаэробной и аэробной мощностью и емкостью. Это указывает на необходимость ра-

боты над повышением возможностей всех типов мышечных волокон, разнообразия средств и методов тренировки.

Для максимальной активации БСб-волокон требуется предельная интенсивность работы (Wilmore, Costill, 2004). Однако из этого общего принципа имеются исключения. При очень быстрых и интенсивных рефлекторных или произвольных мышечных действиях может наблюдаться обратный порядок: двигательные единицы с высоким порогом возбуждения могут активизироваться без активизации небольших единиц с низким порогом возбуждения. Более того, может наблюдаться подавление активности двигательных единиц с низким порогом возбуждения (Mellah et al., 1990).

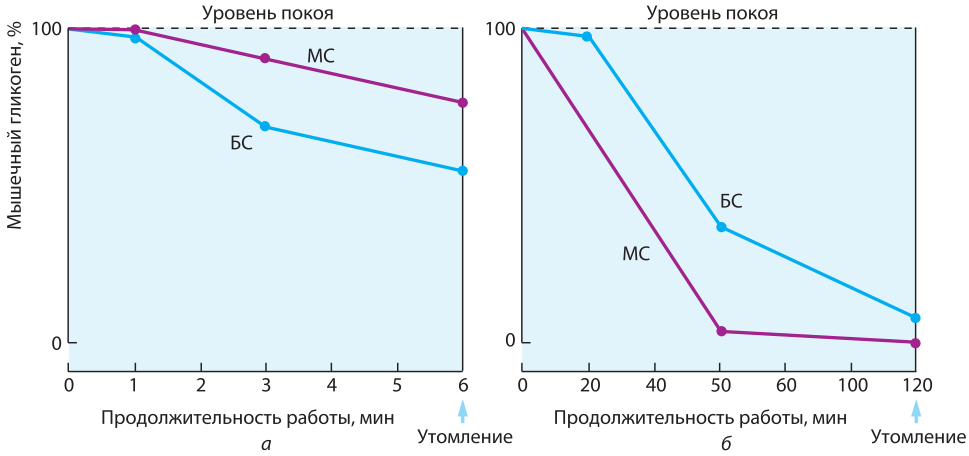


РИСУНОК 11.12 — Истощение гликогена в МС- и БС-волокнах при интенсивной кратковременной работе (*а*) и продолжительной работе умеренной интенсивности (*б*) (Fox et al., 1993)

От одного двигательного нейрона могут иннервироваться несколько сотен мышечных волокон. Одновременно мышечные волокна обычно имеют окончания как собственного, так и смежных нейронов. Импульс, поступающий к волокнам, составляющим данную двигательную единицу, охватывает и рядом расположенные двигательные единицы, число которых в крупных мышцах может достигать нескольких тысяч (Эвартс, 1984). Способность человека дифференцировать интенсивность мышечного сокращения путем включения минимально необходимого количества двигательных единиц находится в числе важнейших реакций адаптации мышц и в значительной мере обусловливает эффективность внутримышечной координации.

Продолжительная мышечная работа в случае эффективной адаптации связана с попеременным включением различных двигательных единиц. При усталости отдельных из них их функции выполняют другие, если характер работы допускает такую компенсацию, а при снижении возможностей всех двигательных единиц, участвующих в выполнении конкретной работы, поддержание работоспособности связано с усилением нервной импульсации (Зимкин, 1984). Развитие утомления и истощение запасов гликогена в МС-волокнах в процессе длительной работы невысокой интенсивности требуют для продолжения упражнения интенсивного вовлечения БСа-волокон, а в его заключительной части и БСб-волокон (Wilmore, Costill, 2004).

Не менее важной для эффективной тренировочной и соревновательной деятельности является реакция адаптации, связанная с увеличением способности ЦНС к мобилизации двигательных единиц в мышцах. При выполнении упражнений с околопредельными или предельными отягощениями удается вовлечь в работу максимально возможное количество двигательных единиц. Обусловливается это прежде всего тем, что при произвольных сокращениях проявления силы зависят от состава мышечных волокон, вовлеченных в работу, и частоты активизации двигательных единиц: чем большее количество мышечных волокон различных типов вовлечено в работу и чем интенсивней их нервная импульсация, тем выше будут показатели развиваемой силы (Moritani, 1992).

Активация мышечных БС-волокон происходит не только при выполнении работы высокой интенсивности, но и при работе относительно невысокой интенсивности, когда истощаются запасы гликогена в мышечных МС-волокнах (Мак-Комас, 2001).

Эффект долговременной адаптации к физическим нагрузкам силового характера проявляется в резком увеличении количества двигательных единиц, вовлекаемых в работу. Так, у нетренированного человека число двигательных единиц, которые могут быть мобилизованы при максимальных силовых напряжениях, обычно не превышает 50 %, а у хорошо тренированных к силовым нагрузкам лиц процент вовлеченных в работу моторных единиц может превышать 80—90 %. В основе этого явления лежит адаптация центральной нервной системы, приводящая к повышению способности моторных центров мобилизовывать большее число мотонейронов и к совершенствованию межмышечной координации (Hoffman, 2002).

Другим направлением адаптации мышц является улучшение межмышечной координации, связанное с совершенствованием деятельности мышц-агонистов, обеспечивающих выполнение движения; мышц-синергистов, способствующих выполнению движения, и мышц-антагонистов, препятствующих выполнению движения. Рациональная координация деятельности этих групп мышц не только обеспечивает высокую силу и скорость сокращения, точность выполнения движения, но и обусловливает экономичность работы.

Экономичность работы в той ее части, где это связано с деятельностью мышц-антагонистов, зависит от эластичности мышц, подвижности в соответствующих суставах. Так, незначительная эластичность мышц-антагонистов приводит к снижению амплитуды и экономичности движений (Gambetta, 1987), затрудняет эффективную координацию деятельности мышц-агонистов и мышц-синергистов в достижении конечного заданного эффекта (Алтер, 2001).

Связь эффективности внутримышечной и межмышечной координации с экономичностью работы и уровнем мастерства можно проследить по показателям активности мышц спортсменов различной квалификации при выполнении стандартных нагрузок: у пловцов высокой квалификации отмечается значительно меньшая электрическая активность мышц по сравнению с менее квалифицированными спортсменами. В то же время при выполнении предельных нагрузок у пловцов высокого класса выявляется значительно более высокая активность мышц-агонистов и мышц-синергистов по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, или спортсменами невысокой квалификации. В отношении мышц-антагонистов проявляется обратная зависимость: чем выше квалификация спортсмена, тем меньше активность мышц.

В результате специальной тренировки сила увеличивается в 1,5—2,5 раза быстрее по сравнению с увеличением мышечной массы (Hollmann, Hettinger, 1980). Существует два относительно самостоятельных механизма повышения силы. Первый механизм связан с морфофункциональными изменениями в мышечной ткани — гипертрофией мышечных волокон; второй предусматривает совершенствование способностей нервной системы синхронизировать возможно большее количество двигательных единиц, что приводит к увеличению силы без увеличения объема мышц. Гипертрофия обусловливается постоянным чередованием в силовой тренировке процессов белкового расщепления и белкового синтеза с преобладанием последнего. Изменения нервной регуляции проявляются в улучшении синхронизации деятельности двигательных единиц, изменении последовательности их рекрутирования, увеличении максимального уровня интегрированной электромиограммы. Эти нейрогенные реакции адаптации обеспечивают существенное увеличение максимальной силы при незначительном увеличении мышечной массы (Sale, 1992).

На различных этапах силовой подготовки увеличение силы происходит за счет преимущественного использования либо нервных, либо мышечных механизмов адаптации. На первом этапе прирост силы связан прежде всего с повышением возможности нервной стимуляции мышечной деятельности. В дальнейшем постепенно разворачивается процесс мышечной гипертрофии. После исчерпания возможностей обоих путей увеличения силы спортсмены часто прибегают к использованию анаболических стероидов, что интенсифицирует прирост мышечной силы (рис. 11.13).

Долговременная адаптация мышц при предельных и околопредельных скоростно-силовых нагрузках связана со значительной гипертрофией мышц, особенно БС-волокон, что приводит к существенному увеличению их площади в поперечном срезе мышечной ткани (Tesch, Karlsson, 1984). При таких нагрузках не отмечается заметных изменений васкуляризации мышц, не изменяется мощность системы митохондрий в мышечных волокнах. Одновременно происходит перестройка энергетического метаболизма мышечных волокон в направлении увеличения мощности системы гликолитического ресинтеза (Hollmann, Hettinger, 1980; Wilmore, Costill, 2004).

Важно учитывать, что сила, приобретенная с помощью упражнений при высоких скоростях движений, имеет перенос на более низкие скорости (Counsilman, 1980), тогда как сила, развитая использованием упражнений при низких скоростях движения, переноса на двигательные

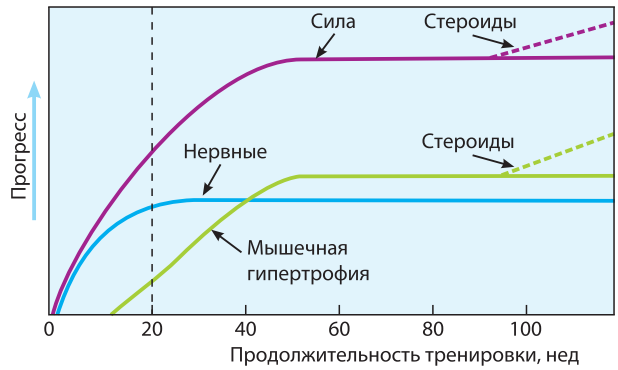


РИСУНОК 11.13 — Взаимоотношения между различными механизмами увеличения мышечной силы (Hoffman, 2002)

действия, выполняемые с высокой скоростью, не имеет (Платонов, Булатова, 1995; Pipes, Wilmore, 1976). Одновременно при тренировке с высокими скоростями движений отмечается большее снижение жировой ткани по сравнению с тренировкой на низких скоростях.

Специальными исследованиями установлено, что прирост силовых качеств в течение первых дней тренировки связан с совершенствованием внутри- и межмышечной координации, что обусловлено привлечением к работе большего количества двигательных единиц, оптимизацией работы мышц-синергистов, устранением иннервации мышц-антагонистов. При этом из числа синергистов основную нагрузку несут мышцы, которые в состоянии обеспечить наиболее эффективное выполнение данного движения с учетом его направленности (Кузнецов, 1970; Энока, 2000).

Адаптация костной и соединительной тканей

Интенсивное исследование адаптационных перестроек костной и соединительной тканей под влиянием различных факторов стало проводиться лишь в последние десятилетия. До этого считалось, что костная и, особенно, волокнистая соединительная ткань не предрасположены к адаптации. Однако в настоящее время установлено, что кости, сухожилия, связки весьма чувствительны к механическим нагрузкам и реагируют на них соответствующими структурными и функциональными изменениями.

В структуре костной ткани выделяют минеральные, органические и жидкостные компоненты. Минералы (кристаллы кальция гидроксиапатита) составляют около 50 % общего объема кости и обеспечивают ее твердость. Органические элементы составляют 40 % объема кости (преимущественно коллаген — 95 %) и обеспечивают ее эластичность. Оставшиеся 10 % приходятся на сосудистые каналы и клеточные пространства.

Минеральное содержание отличает кость от других соединительных тканей, в частности связок и сухожилий, которые представляют собой плотные волокнистые ткани, состоящие в основном из коллагена.

Сухожилия — белые коллагеновые полоски, соединяющие мышцы с костями, через которые передаются силы мышечного сокращения в костную систему. Важной является способность сухожилий обеспечивать проявление дополнительной силы за счет их эластичных свойств, проявляемых в случаях околопредельного предварительного растяжения мышц (Stone, 1992). Связь сухожилия с костью происходит путем постепенного перехода от сухожилия к волокнистому хрящу, затем к минерализованному хрящу и кости. Коллагеновые волокна сухожилия могут также непосредственно смешиваться с коллагеновыми волокнами надкостницы. Присоединение сухожилия к мышце осуществляется посредством синапса, представляющего собой многослойное сложное соединение, образованное филаментом актина конечного саркомера и коллагеновыми волокнами сухожилия.

Связки, представляющие собой пучки коллагеновых волокон, соединяют соседние кости и могут быть внешними и внутренними относительно суставной капсулы.

В настоящее время нельзя с достоверностью говорить о механизмах, определяющих способность костей и волокнистой соединительной ткани перестраиваться под влиянием физических нагрузок. Однако их наличие в виде существенных изменений в структуре и функциях костей, связок и сухожилий несомненно.

Адаптацию костной и волокнистой соединительной ткани могут обусловливать пищевые, гормональные и функциональные факторы. Например, минеральные вещества и витамины способствуют осаждению минеральных веществ в костях, повышают их плотность (Stone, 1992). Большое влияние на состав соединительной ткани оказывают анаболические стероиды (Wood et al., 1988). Однако основное влияние на адаптацию костной и волокнистой соединительной ткани оказывают физические нагрузки определенного характера и направленности.

Физические нагрузки являются основным фактором, определяющим увеличение костной массы у людей. Степень адаптации костной ткани, естественно в генетически обусловленных пределах, находится в прямой зависимости от величины нагрузок (Lanyon, 1987).

Адаптационные изменения в костной ткани под влиянием физических нагрузок чаще всего связаны с повышением ее прочностных свойств. Наиболее важные изменения сводятся к увеличению размеров, внешней формы и внутренней структуры компактного и губчатого вещества костей (Солодков, Судзиловский, 1996), плотности минералов (Wiliams et al., 1984). Обнаружены различия в минеральном составе, плотности и массе костей доминирующих конечностей по сравнению с недоминирующими, а наибольшие изменения отмечаются в тех участках скелета, которые подвергаются наиболее интенсивным механическим воздействиям (Montoye et al., 1980).

Плотность костей в значительной мере определяется квалификацией спортсменов, спецификой тренировочной и соревновательной деятельности в различных видах спорта. У спортсменов высокого класса отмечается повышенная плотность костей по сравнению со спортсменами средней квалификации и, особенно, лицами, не занимающимися спортом. Представители скоростно-силовых видов спорта, вольной и греко-римской борьбы имеют достоверно более высокие показатели плотности костей по сравнению со спортсменами, специализирующимися в циклических, игровых и сложнокоординационных видах спорта.

Большие объемы работы на выносливость приводят к снижению плотности костей (Michel et al., 1989). Особенно низкая плотность костей отмечается у пловцов на длинные дистанции, что обусловлено не только большим объемом работы аэробного характера, спецификой отбора пловцов, способных показать высокие результаты на стайерских дистанциях, но и спецификой водной среды, резко снижающей нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

Установлено, что силовые нагрузки в детском и подростковом возрасте оказывают значительное влияние на плотность костей в зрелом возрасте (McCulloch et al., 1990). Молодая кость также очень восприимчива к внешним нагрузкам и реагирует на них интенсивным увеличением плотности минералов (Lanyon, 1987). Однако следует помнить, что применительно к плаванию большой объем напряженной силовой работы способен затормозить рост длинных трубчатых костей и отрицательно повлиять на перспективы юных спортсменов (Matsuda et al., 1986), негативно воздействовать на механические характеристики костей, а также сухожилий и связок (Carter, 1984).

Говоря об адаптации костной ткани, следует отметить необходимость учета возрастных и половых особенностей спортсменов, а также особенностей питания, в частности потребления кальция.

В подростковом и юношеском возрасте, т. е. в период активного формирования скелета, рост костной массы во многом обусловливается рациональным питанием, содержащим в суточном рационе не только повышенное количество кальция, но и необходимое количество белков, фосфора, витаминов (особенно группы D). Это повышает эффективность кальциевого метаболизма и способствует нормальному развитию скелета.

Интенсивно тренирующиеся спортсменки, особенно те из них, которые используют большие нагрузки в менструальный и постменструальный период, также нуждаются в кальциевой и гормональной поддержке с целью профилактики деминерализации костной ткани и развития остеопороза (Брукнер и др., 2002).

Адаптация сухожилий и связок к физическим нагрузкам включает большое количество различных изменений морфологического и биохимического характера. Длительная работа на развитие выносливости способствует интенсификации синтеза коллагена в сухожилиях (Stone, 1992). Силовая тренировка с большими отягощениями способствует увеличению содержания коллагена в связках и общего его содержания в соединительнотканных оболочках мышц, которые, являясь каркасом для передачи мышечной силы сухожилиям и костям, во многом определяют силу мышечного сокращения (Fleck, Falkel, 1986).

Важным итогом применения силовых упражнений является также повышение величины напряжения как в сухожилиях, так и в переходных элементах «кость — сухожилие», «кость — связка», «мышца — сухожилие» (Stone, 1992). Силовые упражнения, выполняемые с максимальной амплитудой и способствующие одновременному развитию силовых качеств и гибкости, являются эффективными для повышения длины и растяжимости сухожилий, накопления и увеличения силы за счет использования эластичных свойств сухожилий и соединительной ткани оболочек мышц.

Глава 12

Системы энергообеспечения мышечной деятельности

Химическая энергия организма человека образуется в результате потребления богатых энергетическими субстратами продуктов питания. Энергия, высвобождаемая во время расщепления пищевых продуктов, используется для производства аденозинтрифосфата (АТФ), который локализуется в мышечных клетках и является своеобразным топливом для производства механической энергии мышечного сокращения.

Общая характеристика

Энергию для мышечного сокращения дает расщепление АТФ до аденозиндифосфата (АДФ) и неорганического фосфата ($Ф_н$). Количество АТФ в мышцах очень невелико и его достаточно для обеспечения высокоинтенсивной работы лишь в течение 2—3 с. Для продолжения работы необходим ресинтез АТФ, который производится за счет энергообразующих реакций различных типов. Воспроизводство запасов АТФ в мышцах позволяет поддерживать постоянный уровень его концентрации, необходимый для полноценного мышечного сокращения. Существенное снижение уровня АТФ может наблюдаться только в начале высокоинтенсивной работы в силу определенной инертности процессов, в результате которых производится энергия, или при явном утомлении в момент отказа от работы, когда системы энергообеспечения уже не в состоянии поддерживать необходимый уровень АТФ.

Ресинтез АТФ обеспечивается как в анаэробных, так и в аэробных реакциях с привлечением в качестве энергетических источников запасов креатинфосфата (КрФ) и АДФ, содержащихся в мышечных тканях, а также богатых энергией субстратов (гликоген мышц и печени, жировые запасы липоидной ткани и мышц, отдельные белки, метаболиты). Химические реакции, приводящие к обеспечению мышц энергией, протекают в трех энергетических системах: 1) анаэробной алактатной, 2) анаэробной лактатной (гликолитической), 3) аэробной.

Образование энергии в первых двух системах осуществляется в процессе химических реакций, не требующих наличия кислорода. Третья система предусматривает энергообеспечение мышечной деятельности в результате реакций окисления, протекающих с участием кислорода. Наиболее общие представления о последовательности включения и количественных соотношениях в энергообеспечении мышечной деятельности каждой из указанных систем приведены на рисунке 12.1.

Возможности каждой из вышеуказанных энергетических систем и эффективность реализации их потенциала в тренировочной и соревновательной деятельности обусловливается двумя группами факторов. К первой группе относятся **мощность** и **емкость**, определяющие функциональный резерв энергетической системы. Мощность характеризуется образованием максимального количества энергии в единицу времени, которая может быть освобождена в результате соответствующих метаболических процессов, а емкость — величиной запасов субстратных фондов. Другая группа — составляющие, связанные с эффективностью использования функциональных

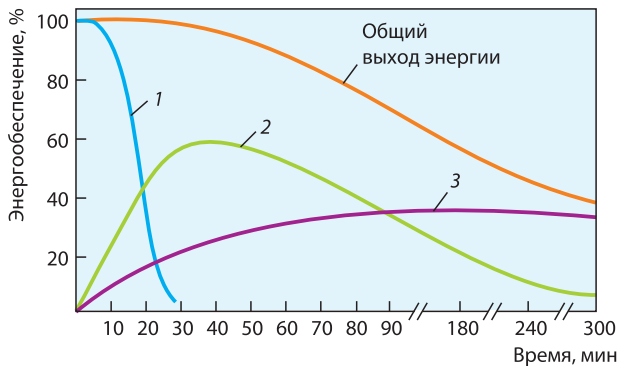


РИСУНОК 12.1 — Последовательность и количественные соотношения процессов энергообеспечения мышечной деятельности в различных энергетических системах у квалифицированных спортсменов: *1* — алактатной; *2* — лактатной; *3* — аэробной

резервов энергетической системы. В их числе **подвижность**, проявляющаяся в скорости и вариативности процесса высвобождения энергии с учетом реальных потребностей тренировочной и соревновательной деятельности, и **экономичность**, характеризующаяся способностью к экономному использованию энергии, продуцируемой системой энергообеспечения.

Алактатная система энергообеспечения

Наименее сложной является алактатная система энергообеспечения. Она отличается высокой скоростью мобилизации и большой мощностью процесса высвобождения энергии, однако небольшой емкостью в силу незначительных субстратных резервов. Метаболические процессы не требуют присутствия кислорода, не связаны с накоплением продуктов промежуточного обмена. Восстановительные реакции протекают в митохондриях с использованием АТФ, образующегося в процессе аэробного окисления.

Основы функционирования

Образование энергии в алактатной системе происходит за счет расщепления богатых энергией фосфатных соединений — АТФ и КрФ. АТФ включает четыре компонента — аденозин, состоящий из аденина и связанного с ним 5-углеродного сахара, и три фосфатные группы, две из которых соединены макроэргическими связями. Энергия, образующаяся в результате распада АТФ, в полной мере включается в процесс энергообеспечения работы уже на ее первой секунде (рис. 12.2). Однако уже на второй секунде выполнение работы в значительной мере осуществляется за счет КрФ, депонированного в мышечных волокнах и содержащего, как и АТФ, богатые энергией фосфатные соединения. Расщепление этих соединений приводит к интенсивному высвобождению энергии (рис. 12.3). Конечными продуктами расщепления КрФ являются креатин (Кр) и неорганический фосфат ($Ф_н$). Реакция стимулируется ферментом креатинкиназой и схематически выглядит следующим образом:

$$КрФ \xrightarrow{\text{креатинкиназа}} Кр + Ф_н + \text{энергия}.$$

Энергия, высвобождаемая при распаде КрФ, является доступной для процесса ресинтеза АТФ, поэтому за быстрым расщеплением АТФ в процессе мышечного сокращения незамедлительно следует его ресинтез из АДФ и $Ф_н$ с привлечением энергии, высвобождаемой при расщеплении КрФ:

$$\text{Энергия} + АДФ + Ф_н \rightarrow АТФ.$$

Аденозинмонофосфат (АМФ), являющийся побочным продуктом миокиназной реакции, содержит последнюю фосфатную группу и в отличие от АТФ и АДФ не может быть использован в качестве источника энергии. Миокиназная реакция активизируется в условиях, когда в силу утомления другие пути ресинтеза АТФ исчерпали свои возможности.

Мощность

Специфика вида спорта накладывает существенный отпечаток на мощность алактатной анаэробной системы энергообеспечения: наивысшие показатели отмечаются у бегунов-спринтеров, метателей, прыгунов, пловцов, специализирующихся на 50-метровых дистанциях. Мощность алактатных анаэробных источников, выраженная в эквивалентах кислорода, может достигать 200—250 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ (Di Prampero et al., 1980). У нетренированных лиц показатели значительно ниже и обычно не превышают 140 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, т. е. под влиянием тренировки мощность алактатной анаэробной системы

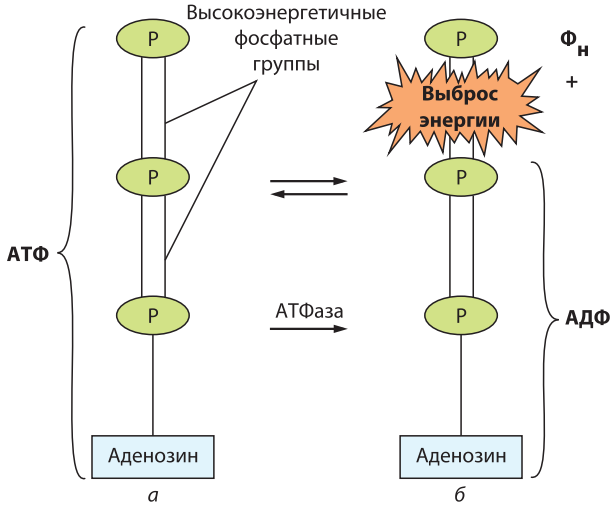


РИСУНОК 12.2 — Схематическое изображение молекулы АТФ (*а*) и ее распада с высвобождением энергии (*б*)

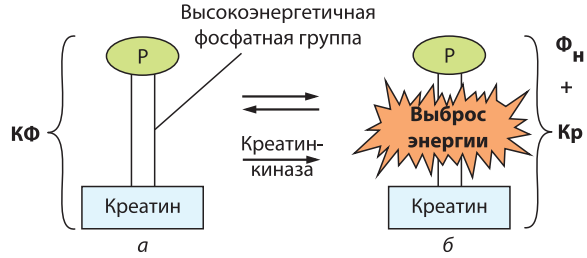


РИСУНОК 12.3 — Схематическое изображение КрФ (*а*) и его распада (*б*) с высвобождением энергии

может быть увеличена на 40—80 %. Примерно такие же резервы в адаптации алактатной анаэробной системы приводят Н. И. Волков с соавторами (2000), когда отмечают, что под влиянием тренировки мощность алактатного анаэробного процесса может увеличиться на 70 %.

Уровень максимальной алактатной анаэробной мощности зависит от количества фосфатов (АТФ и КрФ) в мышцах и скорости их использования.

Содержание КрФ в мышцах ограничено и обычно колеблется в диапазоне 11—23 ммоль · кг$^{-1}$ мышечной ткани (Di Prampero, 1981; Dawson, 1983). В БС-волокнах содержание КрФ существенно выше, чем в МС-волокнах. Например, Мейер (Meyer, 1982) приводит данные, согласно которым в БС-волокнах количество КрФ составляло 22,0 ± 2,0 ммоль · кг$^{-1}$, а в МС-волокнах — 13,2 ± 1,3 ммоль · кг$^{-1}$. Что касается АТФ, то его концентрация является одинаковой в мышечных волокнах различного типа и составляет 4—6 ммоль · кг$^{-1}$ мышечной ткани (Spriet, 1999).

Основным фактором, который способствует увеличению количества КрФ в БС- и, в определенной мере, МС-волокнах является интенсивная нервная стимуляция, характерная для выполнения упражнений с высокой интенсивностью (Olbrecht, 2007). Эффективной также является интенсивная электростимуляция мышечных волокон (Barjot, 1998), которая может использоваться как дополнительное средство к высокоинтенсивной тренировке.

Еще одной адаптационной реакцией, определяющей мощность алактатной анаэробной системы, является ускорение ресинтеза фосфатов за счет повышения активности ферментов, в частности креатинфосфокиназы и миокиназы (Яковлев, 1974). Более того, способность к повышению скорости расщепления и ресинтеза фосфатов некоторые специалисты (Голлник, Германсен, 1982) считают более важной реакцией адаптации, способствующей повышению мощности алактатной анаэробной системы, чем увеличение количества АТФ и КрФ в мышечной ткани. Косвенным подтверждением этого могут служить результаты исследований (Nevill et al., 1989), из которых видно, что после 8-недельной спринтерской тренировки мощность работы в 30-секундном беге с максимальной скоростью возросла на 60 %, в то время как в мышечной ткани испытуемых увеличение АТФ и КрФ было значительно меньшим. Авторы объясняют этот факт увеличением скорости обращаемости фосфагенов и активизацией анаэробного гликолиза. Обоснованность такого вывода подтверждают и результаты других исследований (Spriet, 1999), в которых показано, что 8-недельная тренировка скоростно-силовой направленности привела к увеличению содержания АТФ и КрФ в скелетных мышцах на 10 %.

Мощность анаэробной алактатной системы в значительной мере обусловливается и объемом БСа- и, особенно, БСб-волокон, и способностью к их мобилизации при выполнении работы с максимальной интенсивностью за счет интенсивной нервной импульсации. Способность к активизации этих волокон, отличающихся высокой скоростью и силой сокращения, большими запасами макроэргов во многом обусловливает мощность алактатной анаэробной системы.

Емкость

Алактатная система, отличаясь очень высокой скоростью высвобождения энергии, одновременно характеризуется крайне ограниченной емкостью. Например, при концентрации АТФ 6 моль · кг$^{-1}$ мышечной ткани, а запасов КрФ — 17 моль · кг$^{-1}$ мышечной ткани, за счет запасов фосфагенов на 1 кг мышечной массы может быть освобождено 0,19—0,23 ккал. При общем объеме мышечной массы около 43 % массы тела это составляет для мужчины, масса тела которого 70 кг, — 6,9 ккал; 80 кг — 7,9 ккал; 90 кг — 8,9 ккал. Такая емкость алактатной системы приводит к исчерпанию ее возможностей при работе с предельной интенсивностью уже через 10 с после начала работы.

Под влиянием тренировки емкость алактатной анаэробной системы энергообеспечения существенно возрастает. Максимальная величина энергии, высвобождаемой в результате использования фосфагенов, у нетренированных лиц составляет 1,5—2 л потребления кислорода. В результате тренировки скоростно-силового характера емкость алактатных процессов может увеличиваться в 1,5—2 раза. Приведены данные (Volkov, 2010), согласно которым емкость алактатной анаэробной системы под влиянием целенаправленной многолетней тренировки может возрасти в 2,5 раза. Это подтверждается показателями максимального алактатного кислородного долга: у начинающих спортсменов он составляет 21,5 мл · кг$^{-1}$, у спортсменов высокого класса может достигать 54,5 мл · кг$^{-1}$.

Увеличение емкости алактатной энергетической системы проявляется и в продолжительности работы максимальной интенсивности. Так, если у лиц, не занимающихся спортом, максимальная мощность алактатного анаэробного процесса, достигнутая через 0,5—0,7 с после начала работы, может удерживаться не более 7—10 с, то у спортсменов высшего класса,

специализирующихся в спринтерских дисциплинах (бег, плавание, велосипедный спорт и др.), она может проявляться в течение 15—20 с. При этом большая продолжительность работы сопровождается и значительно большей ее мощностью, что обусловливается высокой скоростью распада и ресинтеза высокоэнергетических фосфатов (Hirvonen et al., 1987; Wilmore et al., 2009). Увеличение емкости в определенной мере связано и со способностью спортсмена к практически полному исчерпанию КрФ при выполнении работы максимальной интенсивности (Яковлев, 1974).

Концентрация АТФ и КрФ у мужчин и женщин практически одинакова. Однако общее количество фосфагенов, которые могут использоваться при мышечной деятельности, у мужчин значительно больше, чем у женщин, что обусловлено большими различиями в общем объеме скелетной мускулатуры. Естественно, что у мужчин значительно больше емкость алактатной анаэробной системы энергообеспечения.

Подвижность и экономичность

Интенсивный распад АТФ с высвобождением энергии происходит параллельно с началом мышечной деятельности, а креатинфосфокиназная реакция полностью разворачивается уже на второй секунде работы. Однако относится это, естественно, к тем двигательным единицам, которые мобилизованы для выполнения данной работы. Однако даже при высокоскоростной работе (старт в плавании, проплывание 10—15-метровых отрезков с максимальной скоростью) спортсмены далеко не всегда способны к активизации максимального количества мышечных волокон, в первую очередь БСб, необходимого для высокоэффективной деятельности. Поэтому способность нервной системы к активизации в кратчайшее время всего возможного для эффективной мышечной деятельности количества двигательных единиц играет решающую роль в обеспечении высокого уровня подвижности алактатной анаэробной системы.

Экономичность алактатной анаэробной системы обусловливается внешними факторами, а не оптимизацией процессов расщепления АТФ и КрФ. В частности, существенной экономии энергии, освобожденной в результате этих реакций, способствует оптимизация спортивной техники, в частности, внутри- и межмышечной координации. Большое значение имеет и подвижность анаэробной лактатной системы, которая у спортсменов высокого класса активно включается в энергообеспечение мышечной деятельности уже на 5—10-й секундах работы.

Лактатная система энергообеспечения

В лактатной системе энергообеспечения ресинтез АТФ происходит за счет расщепления глюкозы и гликогена при отсутствии кислорода. Этот процесс принято обозначать как анаэробный гликолиз, хотя этим термином правильнее обозначать расщепление глюкозы с участием гликолитических ферментов. Что касается распада гликогена, то здесь правильнее говорить не о гликолизе, а о гликогенолизе. Однако поскольку после первого этапа распада гликогена обе реакции протекают одинаково, весь процесс анаэробного образования углеводов принято обозначать как анаэробный гликолиз. В процессе анаэробного гликолиза используется глюкоза, как находящаяся в крови, так и образующаяся в результате расщепления гликогена, содержащегося в мышцах (около 2 % массы мышцы) и печени. Анаэробный гликолиз обеспечивает неполное расщепление глюкозы — образование АТФ сопровождается накоплением побочного продукта метаболизма — молочной кислоты.

Основы функционирования

Анаэробный гликолиз является значительно более сложным химическим процессом по сравнению с механизмами расщепления фосфагенов в алактатной системе энергообеспечения. Он предусматривает протекание серии сложных последовательных реакций, в результате которых глюкоза и гликоген расщепляются до молочной кислоты, которая в серии сопряженных реакций используется для ресинтеза АТФ (рис. 12.4). Гликолитические ферменты (фосфорилаза, гексогеназа, пируваткиназа, лактатдегидрогеназа и др.) стимулируют начальные реакции гликолиза и скорость протекания процесса.

В результате расщепления 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы АТФ, а при расщеплении 1 молекулы гликогена — 3 молекулы АТФ. Одновременно с высвобождением энергии в мышцах и жидкостях организма происходит образование пировиноградной кислоты, которая затем преобразуется в молочную кислоту. Молочная кислота быстро разлагается с образованием ее соли — лактата.

Скорость образования АТФ в процессе анаэробного гликолиза очень высока, при этом высвобождается большое количество энергии. Однако одновременно интенсивно расходуются и запасы гликогена: полное окисление одной молекулы глюкозы до CO_2 и воды в процессе аэробного окисления приводит к высвобождению 38 молекул АТФ. В процессе гликолиза использо-

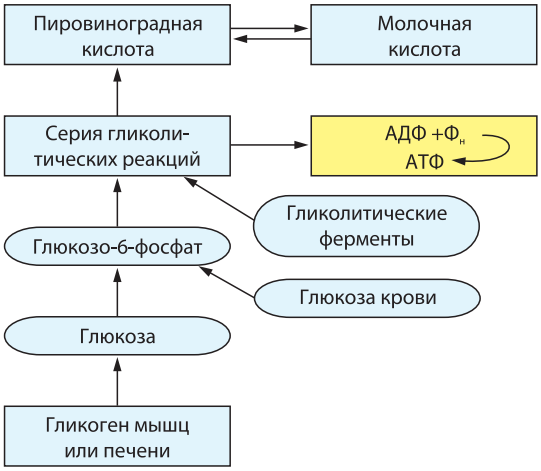


РИСУНОК 12.4 — Схематическое изображение процесса анаэробного гликолиза и гликогенолиза

вание 1 молекулы глюкозы приводит к образованию всего 2 молекул АТФ. Если в результате аэробного процесса конечными продуктами являются относительно безвредные CO_2 и вода, то при анаэробном гликолизе образуются молочная кислота и протоны. О низкой экономичности анаэробного гликолиза свидетельствует, например, то, что в плавании на 1500 м обеспечение энергией за счет анаэробного гликолиза составляет всего 3 %. Однако анаэробный метаболизм требует до 25—30 % израсходованного гликогена (Newsholme et al., 1992; Hoffman, 2002).

Накопление молочной кислоты в результате интенсивной деятельности гликолитического механизма приводит к большому образованию молочной кислоты и H^+ в мышцах. В результате, несмотря на действие буферных систем, постепенно снижается мышечный pH с 7,1 до 6,9—6,7 и даже 6,5—6,4. Начиная с уровня 6,9—6,8 внутриклеточный pH замедляет интенсивность гликолитической реакции, а при pH 6,5—6,4 расщепление гликогена прекращается. Все это дает основания считать, что низкий мышечный pH является основной причиной ограничения возможностей гликолитической системы (Wilmore et al., 2009).

Таким образом, именно повышение концентрации молочной кислоты в мышцах ограничивает расщепление гликогена в анаэробном гликолизе. Мышцы способны продолжать работу при концентрации молочной кислоты 2,0—2,3 г · кг$^{-1}$ сырой массы ткани (с. м. т.) или 60—70 г в общей мышечной массе, после чего наступает явное утомление. До достижения этого уровня концентрации молочной кислоты в мышечной ткани может быть окислено около 30 % запасов мышечного гликогена, что адекватно образованию 1,0—1,2 моля АТФ, а это примерно в два раза больше, чем может быть образовано системой АТФ—КрФ.

Мощность

Мощность гликолитического процесса значительно уступает мощности креатинфосфокиназного механизма, однако является значительно более высокой по сравнению с возможностями системы аэробного окисления. В частности, если уровень энергопродукции АТФ за счет распада КрФ составляет 9—10 ммоль · кг$^{-1}$ с. м. т. · с$^{-1}$, то при подключении гликолиза объем производимой АТФ может увеличиться до 14 ммоль · кг$^{-1}$ с. м. т. · с$^{-1}$ (Spriet, 1999).

Максимальная мощность лактатной анаэробной системы у нетренированных лиц составляет около 2,5 кДж · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, а под влиянием специальной тренировки она может возрасти до 3,1 кДж · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ (Н. Волков и др., 2000).

Емкость

Емкость лактатной анаэробной системы обеспечивает ее превалирующее участие в энергопродукции при выполнении работы продолжительностью от 30 до 60 с. При более продолжительной работе роль гликолиза постепенно снижается, однако остается существенной и при более продолжительной работе — до 5 мин, что предопределяет его высокую значимость для обеспечения энергией при проплывании дистанций от 50 до 400 м (Platonov, 2007). За счет использования обоих источников ресинтеза АТФ в течение 3-минутной интенсивной работы мышечная система человека способна вырабатывать около 370 ммоль · кг$^{-1}$ с. м. т. При этом на долю гликолиза приходится не менее 80 % общей продукции АТФ (Spriet, 1999).

Общее количество энергии, которое образуется за счет гликолиза, наглядно может быть оценено и по показателям лактата крови после выполнения работы, требующей предельной мобилизации лактатной системы энергообеспечения. У нетренированых лиц предельная концентрация лактата в крови составляет 11—12 ммоль · л$^{-1}$. Под влиянием тренировки емкость лактатной системы резко возрастает и концентрация лактата в крови может достигать 25—30 ммоль · л$^{-1}$ и выше. Однако более половины энергии, выделенной в результате гликолиза, превращается в тепло и не может быть использовано для энергообеспечения мышечной деятельности, и только 35—52 % энергии может быть реализовано в виде АТФ (Н. Волков и др., 2000).

Максимальные величины лактата в крови у женщин на 30—40 % ниже по сравнению с мужчинами такой же спортивной специализации (Pette et al., 1987). Юные спортсмены по сравнению со взрослыми отличаются невысокими

анаэробными возможностями. Максимальная концентрация лактата при предельных нагрузках анаэробного характера у них обычно не превышает 10 ммоль · л$^{-1}$, что в 2—3 раза ниже, чем у взрослых спортсменов (Прасад, 2003).

Спортсменки высокой квалификации, специализирующиеся в плавании, значительно превосходят по показателям лактатной анаэробной производительности нетренированных женщин, но значительно уступают мужчинам. Однако, как и в случае с алактатной системой энергообеспечения, эти различия были бы значительно меньше, если бы лактатная производительность определялась в расчете на 1 кг мышечной массы, а не на 1 кг общей массы тела.

В зависимости от тренированности максимальные величины лактата и время их появления в артериальной крови после максимальной нагрузки колеблются в широких пределах (рис. 12.5). После выполнения упражнений, требующих мобилизации возможностей гликолитической анаэробной системы, максимальные величины лактата в артериальной крови обычно регистрируются через 5—7 мин после окончания работы, однако у отдельных лиц они могут быть зарегистрированы уже на второй-третьей минутах восстановительного периода.

Следует указать, что предельные величины лактата в артериальной крови наряду со специфическим влиянием тренировки в значительной мере зависят и от количества БС-волокон в мышечной ткани. Нетренированные лица с большим количеством таких волокон при предельных нагрузках могут достигать высоких показателей лактата в мышцах и артериальной крови (Shephard, 1992; Wilmore et al., 2009), так как концентрация гликогена в БС-волокнах на 15—20 % выше, чем в МС-волокнах (Spriet, 1999).

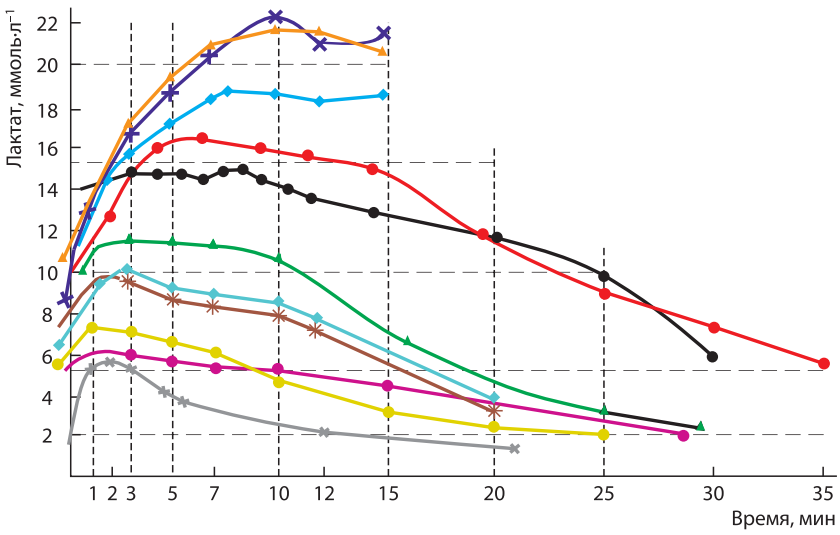


РИСУНОК 12.5 — Величина лактата в крови в восстановительном периоде после максимальных нагрузок у лиц с различными функциональными возможностями (Mader et al., 1978)

Подвижность

В отличие от алактатной системы энергообеспечения, мощность которой достигает максимальных показателей уже на первой секунде работы, процесс активизации гликолиза разворачивается значительно медленнее. У нетренированных максимальная активизация деятельности анаэробной лактатной системы отмечается через 15—20 с после начала работы. Под влиянием специальной тренировки подвижность гликолитического процесса резко возрастает и его производительность, близкая к максимальной, может отмечаться уже через 5—8 с после начала высокоинтенсивной работы, что в значительной мере обусловлено повышением способности к активизации БС-волокон.

Экономичность

Экономное расходование энергии, продуцируемой анаэробной лактатной системой, как и в случае с системой АТФ-КрФ, обусловлено главным образом внешними факторами, а не оптимизацией процесса анаэробного расщепления гликогена. В частности, совершенствование процесса активизации и координации деятельности двигательных единиц мышц синергистов и антагонистов снижает накопление молочной кислоты, уменьшающее нагрузку на буферные системы мышц и крови, и способно существенно повысить экономичность процесса анаэробного гликолитического обеспечения.

Энергообеспечение мышечной деятельности анаэробной лактатной системой, в отличие от алактатной, сопровождается быстрым развитием ацидоза, и как следствие, тяжелым утомлением и блокировкой деятельности основных ферментов, стимулирующих процесс гликолиза. Применительно к дистанциям, протяженностью 50 и 100 м, это не является острой проблемой, так как мощность и емкость хорошо тренированных алактатной и лактатной анаэробных систем способны обеспечить энергией работу, выполняемую в течение 45—60 с. Что же касается более длинных дистанций, то здесь ситуация меняется кардинально. Уже при проплывании первой половины 200-метровых дистанций

предельная активизация анаэробной лактатной системы способна привести к ацидозу, который вынудит пловца резко снизить скорость на второй половине дистанции. Поэтому при проплывании дистанций 200, 400, 800 и 1500 м пловцам необходимо обеспечить сбалансированное участие различных энергетических систем в обеспечении мышечной деятельности. Анаэробная лактатная система должна вовлекаться лишь в той мере, которая не приводит к значительному ацидозу и не препятствует вовлечению в энергообеспечение аэробной системы. Высокие аэробные возможности являются важным фактором замедления развития ацидоза и ускорения процесса выведения побочных продуктов анаэробного обмена. Поэтому высокие аэробные возможности являются гарантией большего производства энергии лактатной анаэробной системой при одних и тех же концентрациях лактата в крови, т. е. обеспечивают экономичность ее деятельности.

Аэробная система энергообеспечения

Аэробная система энергообеспечения значительно уступает алактатной и лактатной по мощности энергопродукции, скорости включения в обеспечение мышечной деятельности, однако многократно превосходит их по емкости и экономичности.

Особенностью аэробной системы является то, что образование АТФ в митохондриях, находящихся в мышечной ткани и примыкающих к миофибриллам или разбросанных в саркоплазме, происходит при участии кислорода, доставляемого кислородтранспортной системой, что предопределяет высокую экономичность аэробной системы и отсутствие вредных продуктов распада, а достаточно большие запасы гликогена в мышечной ткани и печени и практически неограниченные запасы липидов в адипозной и мышечной тканях — ее большую емкость.

Основы функционирования

В наиболее упрощенном виде деятельность аэробной системы энергообеспечения осуществляется следующим образом. На первом этапе в результате сложных процессов происходит преобразование как гликогена, так и свободных жирных кислот (СЖК) в ацетил-кофермент А (ацетил-КоА) — активную форму уксусной кислоты, что обеспечивает протекание всех последующих процессов энергообразования по единой схеме. Однако до момента образования ацетил-КоА окисление гликогена и СЖК происходит самостоятельно.

В присутствии кислорода 1 молекула гликогена полностью расщепляется на двуокись углерода (CO_2) и воду (H_2O) с выделением энергии, достаточной для ресинтеза 39 молекул АТФ. Производство такого большого количества энергии обеспечивается серией сложных химических реакций, происходящих в митохондриях с участием ферментных систем.

Многочисленные химические реакции, происходящие в процессе аэробного ресинтеза АТФ, можно разделить на три типа: 1 — аэробный гликолиз; 2 — цикл Кребса; 3 — система транспорта электронов (рис. 12.6).

В случае, если в качестве субстрата используется не гликоген, а глюкоза, 1 молекула АТФ используется на начальном этапе для превращения глюкозы в глюкозо-1-фосфат, доступный для последующих реакций. В этом случае весь процесс аэробного расщепления глюкозы приводит к ресинтезу 38 молекул АТФ.

Следует знать, что для расщепления 12 молей (180 г) гликогена требуется 6 молей или около 134,4 л кислорода (1 моль кислорода составляет около 22,4 л — при стандартных температуре и давлении), т. е. для ресинтеза каждого из 39 молей АТФ в процессе аэробного окисления требуется 3,45 л O_2 (134,4:39).

Вся совокупность реакций, которые обеспечивают расщепление 1 моля гликогена с образованием энергии и ее использование для ресинтеза АТФ, можно схематически представить следующим образом:

$$\text{Гликоген } (C_6H_{12}O_6) + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \\ + \text{энергия} + 39\text{АДФ} + 39\Phi_н \rightarrow 39\text{АТФ}.$$

Первым этапом реакций является аэробный гликолиз, в результате которого осуществляется расщепление гликогена с образованием CO_2 и H_2O. Протекание аэробного гликолиза происходит по той же схеме, что и протекание рассмотренного выше анаэробного гликолиза. В обоих случаях в результате химических реакций гликоген преобразуется в глюкозу, а глюкоза — в пировиноградную кислоту с ресинтезом АТФ. В этих реакциях кислород не участвует. Присутствие кислорода обнаруживается в дальнейшем, когда при его участии пировиноградная кислота не преобразуется в молочную кислоту, а затем в лактат, что имеет место в процессе анаэробного гликолиза, а направляется в аэробную

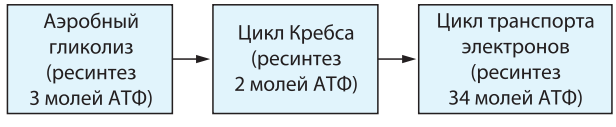


РИСУНОК 12.6 — Этапы реакций ресинтеза АТФ в аэробном процессе

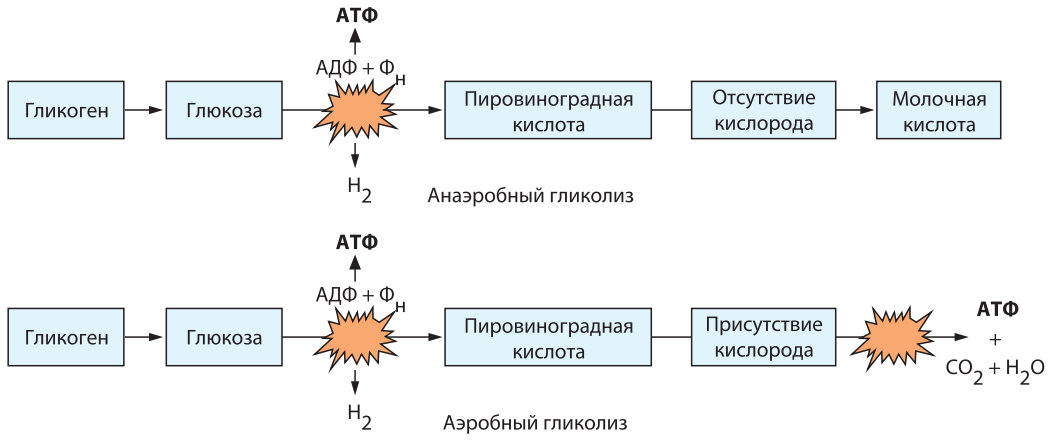


РИСУНОК 12.7 — Схематическое протекание анаэробного и аэробного гликолиза

систему, конечными продуктами которой являются углекислый газ (CO_2), выводимый из организма легкими, и вода (рис. 12.7). Расщепление 1 молекулы гликогена на 2 молекулы пировиноградной кислоты происходит с выделением энергии, достаточной для ресинтеза 3 молекул АТФ:

$$\text{Энергия} + 3\text{АДФ} + 3\Phi_н \rightarrow 3\ \text{АТФ}.$$

Из образовавшейся в результате расщепления гликогена пировиноградной кислоты сразу выводится CO_2, превращая ее из трехуглеродного соединения в двухуглеродное, которое сочетаясь с коферментом А образует ацетил-КоА, который включается во второй этап реакций аэробного образования АТФ — цикл лимонной кислоты, или цикл Кребса.

В цикле Кребса протекает серия сложных химических реакций, в результате которых происходит окисление пировиноградной кислоты — выведение ионов водорода (H^+) и электронов (e^-), которые в итоге попадают в систему транспорта кислорода и участвуют в реакциях ресинтеза АТФ на третьем этапе, образуя CO_2, который диффундирует в кровь, переносится в легкие и выводится из организма. В самом цикле Кребса образуется только 2 молекулы АТФ (рис. 12.8).

Третий этап реакций протекает в цепи транспорта электронов (дыхательной цепи). Реакции, происходящие с участием коферментов, в общем виде сводятся к следующему. Ионы водорода и электроны, выделяемые в результате реакций, протекавших в цикле Кребса и в меньшей мере в процессе гликолиза, транспортируются к кислороду, чтобы в результате образовать воду. Одновременно выделяемая энергия в серии сопряженных реакций используется для ресинтеза АТФ. Весь процесс, происходящий по цепи передачи электронов кислороду, называется окислительным фосфорилированием. В процессах, происходящих в дыхательной цепи, потребляется около 90 % поступающего к клеткам кислорода (Н. Волков и др., 2000) и образуется наибольшее количество АТФ. В общей сложности окислительная система транспорта электронов обеспечивает образование 34 молекул АТФ из одной молекулы гликогена.

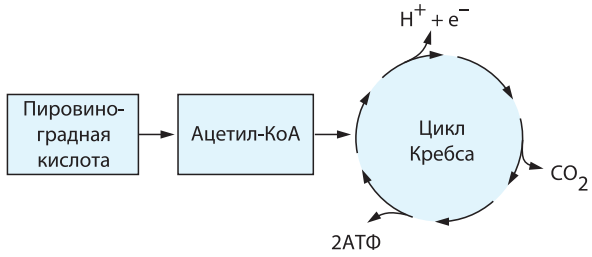


РИСУНОК 12.8 — Схематическое изображение окисления углеродов в цикле Кребса

Усвоение и абсорбция углеводов в кровоток происходит в тонком кишечнике. В печени они превращаются в гликоген, который депонируется в мышцах и печени, а также используется различными органами и тканями в качестве источника энергии для поддержания деятельности. В организме здорового с высоким уровнем физической подготовленности мужчины с массой тела 75 кг содержится 500—550 г углеводов в виде гликогена мышц (около 80 %), гликогена печени (примерно 16—17 %), глюкозы крови (3—4 %), что соответствует энергетическим запасам порядка 2000—2200 ккал.

Гликоген печени (90—100 г) используется для поддержания уровня глюкозы крови, необходимого для обеспечения нормальной жизнедеятельности различных тканей (например, для головного мозга необходимо 5 г · ч$^{-1}$ гликогена). При продолжительной работе аэробного характера, приводящей к истощению запасов мышечного гликогена, часть гликогена печени может использоваться мышцами.

Следует учитывать, что гликогенные запасы мышц и печени могут существенно увеличиваться под влиянием тренировки и пищевых манипуляций, предусматривающих углеводное истощение и последующее углеводное на-

сыщение. В частности, если обычная концентрация гликогена в печени составляет около 270 ммоль · кг$^{-1}$ с. м. т., то под влиянием тренировки и специального питания она может увеличиться в 2 раза (Kjaer, 1999; Мохан и др., 2001). Увеличение количества гликогена является очень важным не только в связи с увеличением углеводных ресурсов и соответственно их доли в процессе энергообеспечения, но и в связи с тем, что увеличение доработчей концентрации гликогена повышает его доступность и скорость утилизации при выполнении последующей мышечной работы.

При продолжительных физических нагрузках средней интенсивности образование глюкозы в печени возрастает в 2—3 раза по сравнению с образованием ее в состоянии покоя (Ahlborg, 1994). Напряженная продолжительная работа может привести к 7—10-кратному увеличению образования глюкозы в печени по сравнению с данными, полученными в состоянии покоя (Kjaer, 1999).

При работе продолжительностью от 30 до 90—120 мин образование глюкозы в печени (до 90 %) обеспечивается гликогенолизом. Однако под влиянием накопления лактата и гормональной активизации постепенно разворачивается процесс глюконеогенеза — восполнения глюкозы за счет неуглеводных источников — лактата, глицерола, аминокислот и др. Учитывая то, что запасы гликогена в печени при выполнении работы с интенсивностью 60—80 % $\dot{V}O_2max$ исчерпываются через 1,5—2 ч, что проявляется в снижении концентрации гликогена до 30 ммоль · кг$^{-1}$, т. е. до 6—10 % исходного уровня, дальнейшее продолжение работы во многом обусловливается интенсивностью глюконеогенеза (Abumrad et al., 1995; Weinberg, Gould, 2003). При выполнении работы продолжительностью 3—4 ч и более вклад глюконеогенеза в продукцию глюкозы печени может возрасти до 50 % (Kjaer, 1999).

Однако в целом гликогенные ресурсы мышц и печени, возможности глюконеогенеза ограничены и позволяют обеспечить выделение 1200—2000 ккал энергии (примерно 5000—8400 кДж), что недостаточно для полноценного обеспечения тренировочной, а также продолжительной соревновательной деятельности, в частности, марафонских заплывов. Что касается жиров, содержащихся в адипозной ткани и мышечных волокнах, то их запасы во много раз превышают реальные запросы тренировочной и соревновательной деятельности и обычно соответствуют 70 000—75 000 ккал (около 290 000—310 000 кДж).

Среди всех соединений, относящихся к жирам (фосфолипиды, триглицериды, холестерол), для образования энергии могут использоваться триглицериды, которые в процессе липолиза могут расщепляться на глицерол и свободные жирные кислоты (СЖК), которые попадая с током крови в мышечные волокна подвергаются расщеплению. Процесс расщепления жиров в митохондриях, активизируемый АТФ, с помощью ферментов приводит к образованию уксусной кислоты, которая превращается в ацетил-КоА. Весь процесс преобразования СЖК в ацетил-КоА определяется как бета-окисление (β-окисление) жиров. При метаболизме жиров образуется значительно больше ацетил-КоА, чем при метаболизме углеводов, поэтому при дальнейшем окислении ацетил-КоА, поступившего в результате катаболизма жиров, в цикле Кребса и в цепи переноса электронов из одного моля наиболее типичных жирных кислот образуется в 4—5 раз больше АТФ, чем из одного моля гликогена или глюкозы. В результате окисления стеариновой кислоты (18-углеродная молекула) и пальмитиновой (16-углеродная молекула) обеспечивается выделение энергии, достаточной для ресинтеза соответственно 147 и 130 молекул АТФ. Однако для окисления жиров требуется значительно больше кислорода, чем для окисления углеводов. Если на 1 молекулу ресинтезируемого АТФ за счет окисления гликогена требуется, как отмечалось выше, 3,45 л O_2, то при окислении пальмитиновой или стеариновой кислоты — 3,96 л. Таким образом, для ресинтеза АТФ за счет окисления триглицеридов требуется примерно на 13 % больше кислорода. Это, естественно, предусматривает меньшую интенсивность работы, выполняемой за счет энергии, полученной в результате метаболизма жиров. Общая схема, отражающая метаболизм жиров и углеродов, представлена на рисунке 12.9.

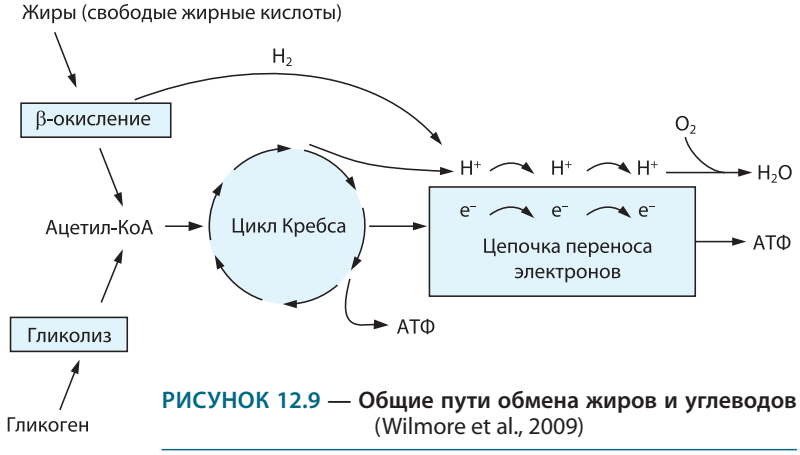


РИСУНОК 12.9 — Общие пути обмена жиров и углеводов (Wilmore et al., 2009)

Важно отметить, что не более 40 % энергии, образовавшейся в результате окисления углеводов и жиров, идет на обеспечение мышечной деятельности, остальная энергия выделяется в виде тепла.

Жировые запасы, освобождаемые в результате липолиза, примерно в равной мере охватывают два источника. Первый — липозная ткань, из которой в кровь поступает около половины СЖК, которые доставляются к мышечным клеткам для последующей утилизации. Второй источник — внутримышечный триацилглицерол, который содержится в адипоцитах, находящихся между волокнами или в виде триацилглицероловых образований непосредственно в волокнах, и используется для расщепления и последующей поставки СЖК в плазму крови. Мобилизация жировых запасов стимулируется снижением содержания глюкозы в крови по мере выполнения продолжительной работы. Концентрация СЖК в плазме во время продолжительной и достаточно интенсивной работы может увеличиться в 5—10 раз (с 0,2—0,4 ммоль · л$^{-1}$ до 2,2 ммоль · л$^{-1}$), что является определяющим для интенсивности их окисления.

Эффективность процесса энергообеспечения за счет жировых запасов определяется скоростью протекания липолиза и скоростью кровотока в адипозной ткани, что обеспечивает интенсивную доставку СЖК к мышечным клеткам. Если работа выполняется с интенсивностью 50—60 % $\dot{V}O_2max$, отмечается максимальный кровоток в адипозной ткани, что способствует максимальному поступлению в кровь СЖК. Более интенсивная работа связана с интенсификацией мышечного кровотока при одновременном уменьшении кровоснабжения адипозной ткани и, следовательно, с ухудшением доставки СЖК в мышечную ткань.

Хотя в процессе мышечной деятельности липолиз разворачивается постепенно, однако уже на 30—40-й минутах работы средней интенсивности ее энергообеспечение в равной мере осуществляется за счет окисления как углеводов, так и липидов. Дальнейшее продолжение работы, приводящее к постепенному исчерпанию ограниченных углеводных ресурсов, связано с увеличением окисления СЖК. Например, энергообеспечение второй половины 10-километровой дистанции в плавании во многом связано с использованием жиров.

Несмотря на то что использование энергии от окисления липидов имеет реальное значение для обеспечения выносливости только при продолжительной мышечной деятельности, начиная уже с первых минут работы с интенсивностью, превышающей 60 % $\dot{V}O_2max$, отмечается освобождение из триацилглицеридов СЖК, их поступление и окисление в сокращающихся мышцах (Turcotte et al., 1999). По мере продолжения нагрузки или увеличения ее интенсивности скорость мобилизации СЖК начинает превосходить скорость их утилизации, в результате чего возрастает концентрация СЖК в плазме. Одновременно начинает происходить накопление лактата. Под влиянием тренировки способность к утилизации СЖК существенно возрастает и процесс поступления СЖК перестает превалировать над их окислением (Kiens et al., 1993).

Внутримышечная утилизация триглицеридов существенно возрастает под влиянием тренировки. Эта адаптационная реакция проявляется как в быстроте развертывания процесса образования энергии за счет окисления СЖК, поступивших из триглицеридов мышц, так и в возрастании их утилизации из мышечной ткани. Известно, что при продолжительной мышечной работе (2—3 ч и более) на уровне интенсивности 60—70 % $\dot{V}O_2max$ может отмечаться снижение концентрации триглицеридов в работающих мышцах на 25—50 % (Costill et al., 1973; Essen, 1977). Однако менее известно, что у тренированных спортсменов снижение содержания в мышце триглицеридов на 30 % может отмечаться уже через 30 мин работы (Essen-Gustavsson, Tesch, 1990), и даже 5-минутная высокоинтенсивная нагрузка способна привести к существенному снижению (более 20 %) их концентрации в мышечной ткани (Turkotte et al., 1999). Естественно, что количество энергии, поступающей в результате окисления СЖК, при работе такой продолжительности незначителен по сравнению с вкладом других источников энергопродукции, однако им нельзя пренебрегать ни в тренировочной, ни в соревновательной деятельности пловцов.

Не менее важным адаптационным эффектом тренированной мышечной ткани является повышение ее способности к утилизации жировых запасов. Так, после 2-часовой физической нагрузки с интенсивностью 65 % $\dot{V}O_2max$ у нетренированных лиц отмечалось снижение содержания триглицеридов в работающих мышцах на 20 %. После 12-недельной тренировки аэробной направленности способность к их утилизации резко возросла и достигла 40 % (Hurley, 1986).

Благодаря значительным запасам глюкозы и жиров в организме и неограниченной возможности потребления кислорода из атмосферного воздуха, аэробные процессы, обладая меньшей мощностью по сравнению с анаэробными, могут обеспечивать выполнение работы в течение длительного времени (т. е. их емкость очень велика) при очень высокой экономичности. Исследования показывают, что, например, при плавании

на 10 км до 80—85 % энергии может быть обеспечено за счет резервов гликогена мышц и печени. Остальная энергия образуется в результате окисления жирных кислот. Однако скорость их диффузии из крови в мышцы ограничена, что лимитирует производство энергии за счет этих кислот. Энергии, продуцируемой вследствие окисления СЖК, достаточно для поддержания интенсивности работы мышц на уровне 40—50 % $\dot{V}O_2max$ (Newsholme et al., 1992), в то время как сильнейшие марафонцы способны преодолевать дистанцию с интенсивностью, превышающей 80—90 % $\dot{V}O_2max$, что свидетельствует о высоком уровне адаптации аэробной системы энергообеспечения, позволяющем не только обеспечить оптимальное сочетание использования углеводов, жиров, отдельных аминокислот и метаболитов для производства энергии, но и экономное расходование гликогена.

Таким образом, вся совокупность реакций, обеспечивающих аэробное окисление гликогена, выглядит следующим образом. На первом этапе в результате аэробного гликолиза образуется пировиноградная кислота и ресинтезируется некоторое количество АТФ. На втором, в цикле Кребса, производится CO_2, а ионы водорода (H^+) и электроны (e^-) вводятся в систему транспорта электронов также с ресинтезом некоторого количества АТФ. И наконец, заключительный этап связан с образованием H_2O из $H^+ + e^-$ и кислорода с высвобождением энергии, используемой для ресинтеза подавляющего количества АТФ. Жиры и белки, использующиеся в качестве топлива для ресинтеза АТФ, также проходят через цикл Кребса и систему транспорта электронов (рис. 12.10).

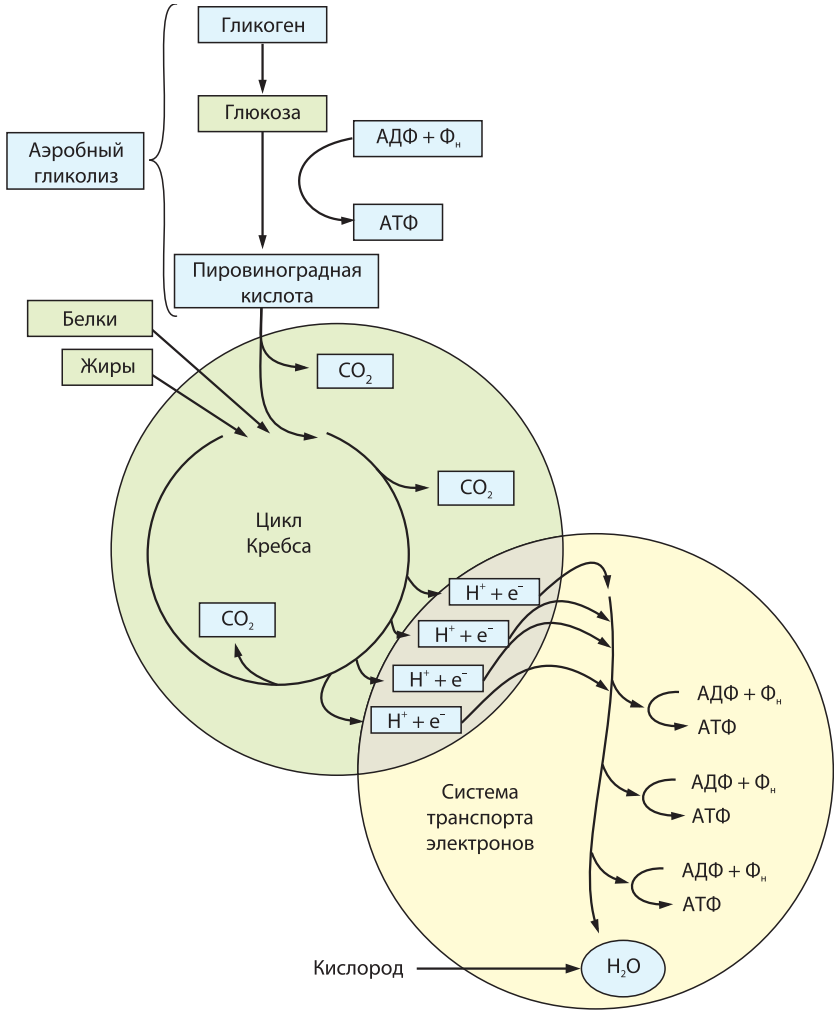


РИСУНОК 12.10 — Схематическое изображение функционирования аэробной системы энергообеспечения (Fox et al., 1993)

Мощность

Мощность аэробной системы энергообеспечения обусловливается многими факторами. В числе важнейших — мощность и эффективность внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы; величина фондов субстратов; соотношение мышечных волокон разного типа; плотность и количество капилляров в мышечной ткани; количество, величина и плотность митохондрий в мышечных клетках; количество и активность многочисленных окислительных ферментов и коферментов, гормонов и других регуляторов окислительных процессов.

По сравнению с мощностью алактатной и лактатной анаэробных систем возможности аэробной системы невелики и у лиц, не занимающихся спортом, составляют около 0,8—1,2 кДж · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$. Повышение уровня максимального потребления кислорода способствует повышению мощности аэробной системы. Если у лиц, имеющих уровень $\dot{V}O_2max$ 40—45 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, энергопродукция за счет аэробного окисления составляет 0,8—1,2 кДж · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, то у спортсменов высокого класса с уровнем $\dot{V}O_2max$ 80—90 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ она возрастает до 1,6—1,8 кДж · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ (Н. Волков и др., 2000).

Наивысших величин потребления кислорода при прочих равных условиях девушки достигают в возрасте 14—16 лет, юноши — в 18—20 лет. У взрослых мужчин максимальные показатели

потребления кислорода значительно превышают показатели у женщин: у мужчин в возрасте 20—30 лет, не занимающихся спортом, отмечаются величины порядка 3300 ± 200 мл · мин$^{-1}$, у женщин — 2000 ± 200 мл · мин$^{-1}$. Относительные величины $\dot{V}O_2max$ у мужчин обычно колеблются в пределах 40—45 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, у женщин — 35—40 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$. Различия в значениях $\dot{V}O_2max$ между мужчинами и женщинами в значительной мере обусловлены бóльшим количеством жировой ткани в организме женщин. Имеет значение также то, что для женщин характерен меньший систолический объем, пониженная концентрация гемоглобина в крови по сравнению с мужчинами, а также меньшее количество капилляров, приходящихся на мышечное волокно (Wilmore et al., 2009).

До 10—12 лет средний показатель $\dot{V}O_2max$ у девочек составляет 85—90 % характерного для мальчиков. После окончания пубертатного периода эти различия увеличиваются и показатели девочек составляют 70 % уровня $\dot{V}O_2max$ у мальчиков. Максимальные относительные величины потребления кислорода у юных спортсменов, находящихся в препубертатном и пубертатном периодах, на 20—30 % выше, чем у их сверстников, не занимающихся спортом, и на 10—20 % ниже, чем у взрослых спортсменов (Прасад, 2003).

Рассматривая возможности адаптации аэробной системы энергообеспечения организма человека в связи с проблемой спортивного отбора, следует отметить, что у 98,6 % мужского населения величины потребления кислорода находятся в пределах 31,5—58,5 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, и только у 0,13 % — в пределах 60—67 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ (Taylor, Rowell, 1974). Практически это означает, что лишь один из 1000 юношей в результате специальной тренировки имеет потенциальные возможности к достижению показателей $\dot{V}O_2max$ порядка 85—90 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$.

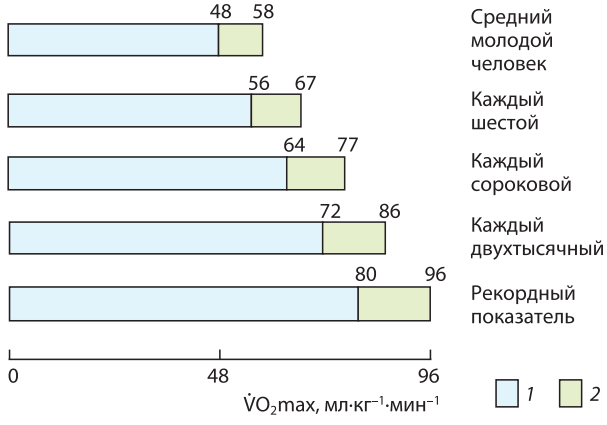


РИСУНОК 12.11 — Возможности отбора и напряженной тренировки для достижения высоких величин максимального потребления кислорода: *1* — без тренировки; *2* — влияние напряженной тренировки (Shephard, 1992)

Отмечая зависимость возможностей аэробной системы от генетических предпосылок, следует отметить, что генетическая детерминированность уровня $\dot{V}O_2max$ колеблется в пределах 50—85 %, что убедительно показано в исследованиях, проведенных с участием монозиготных близнецов. Не менее важно, что генетически детерминированы и возможности спортсмена к тренируемости аэробной мощности. Это подтверждается одинаковой тренируемостью в отношении уровня $\dot{V}O_2max$ монозиготных близнецов и большими различиями в отношении тренируемости дизиготных и различных пар монозиготных близнецов (Bouchard et al., 1997). Таким образом, уровень $\dot{V}O_2max$ определяется двумя видами генетической предрасположенности. Во-первых, морфофизиологическим базисом (соотношение мышечных волокон различного типа, особенности нейромышечной иннервации, возможности системы транспорта кислорода и др.), а во-вторых, способностью к адаптации под влиянием целенаправленной тренировки. Обе эти генетические составляющие не менее чем на 75 % определяют уровень $\dot{V}O_2max$ (Diskhuth, 2004).

У пловцов высокого класса, специализирующихся на дистанциях, требующих проявления выносливости при аэробной работе (800 и 1500 м, 10 км), отмечаются абсолютные величины $\dot{V}O_2max$, достигающие 6,0 л · мин$^{-1}$ и более, относительные величины могут превышать 80 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$. У женщин, достигших высшего спортивного мастерства в этих видах соревнований, абсолютные величины $\dot{V}O_2max$ могут достигать 4,0—4,5 л · мин$^{-1}$, относительные — 65—70 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$.

Вероятность отбора лиц с высокими природными величинами $\dot{V}O_2max$, а также перспективы его повышения под влиянием напряженной тренировки определял Р. Шепард (Shephard, 1992) (рис. 12.11). И хотя эти результаты не в полной мере совпадают с данными других авторов (Taylor, Rowell, 1974), они свидетельствуют о том, что лица с очень высокими величинами $\dot{V}O_2max$ встречаются редко: из 2000 юношей только один имеет исходные данные на уровне 72 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, каждый 40-й — 64 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ и каждый шестой — 56 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$. Это свидетельствует о том, что ориентировать на виды соревнований, требующих очень высоких показателей аэробной производительности (например, плавание на 1500 м и 10 км), можно лишь одного из 30—50 обследованных юношей, а на виды, в которых аэробная производительность находится в числе важнейших факторов, определяющих результат (например, плавание на 200 и 400 м), одного из 10—15 претендентов. Естественно, что

эти рекомендации касаются только одного показателя; учет других морфофункциональных и психологических параметров, конечно, изменяет это соотношение в сторону значительно меньшей вероятности появления перспективного спортсмена.

Как отмечал Р. Шепард (Shephard, 1992), возможность повышения уровня $\dot{V}O_2max$ за счет напряженной тренировки не более чем на 20 %. В то же время другие авторы, изучая эффективность современных методов повышения аэробной производительности, показали значительно большие возможности повышения $\dot{V}O_2max$ под влиянием тренировки — до 30—35 % (Hollmann, Hettinger, 1980) и даже 50 % и более (Hartley, 1992; Volkov, 2010).

Следует отметить, что большой разброс во мнениях специалистов, изучавших возможность тренировки в отношении повышения мощности аэробной системы энергообеспечения, в значительной мере связан с отсутствием анализа индивидуальных адаптационных возможностей испытуемых, обусловленных различиями в структуре мышечной ткани. Однако в фундаментальной работе Е. Фокса, Р. Боуэра и М. Фосса (Fox, Bower, Foss, 1993) убедительно показано, что адаптационный резерв в отношении $\dot{V}O_2max$ у лиц, в структуре которых большой процент МС-волокон, очень велик. Под влиянием тренировки у таких лиц уровень $\dot{V}O_2max$ может возрасти в 1,5—1,7 раза (рис. 12.12).

Многие специалисты преувеличивают роль $\dot{V}O_2max$ для достижения высоких результатов в видах спорта, требующих высокого уровня выносливости к длительной работе. Для подтверждения этого достаточно сослаться на факты (Robinson et al., 1937; Åstrand, 1992), согласно которым много лет назад, когда спортивные результаты в видах спорта, требующих выносливости, были несопоставимы с современными, у сильнейших бегунов-стайеров регистрировались показатели $\dot{V}O_2max$, превышающие 80 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$. Хотя зарегистрированные наивысшие показатели в настоящее время несколько превышают эти величины, многие выдающиеся спортсмены (велосипедисты, бегуны-стайеры, пловцы-стайеры, лыжники) добиваются побед на чемпионатах мира, Олимпийских играх и других крупнейших соревнованиях при уровне $\dot{V}O_2max$ в пределах 65—75 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$. Более того, специалисты (Åstrand, 1992; Shephard, 1992a; Platonov, 2007) отмечают исключительно широкую вариативность уровней $\dot{V}O_2max$ у современных выдающихся спортсменов и одновременно широкий разброс в уровне спортивных результатов при одном и том же уровне максимального потребления кислорода.

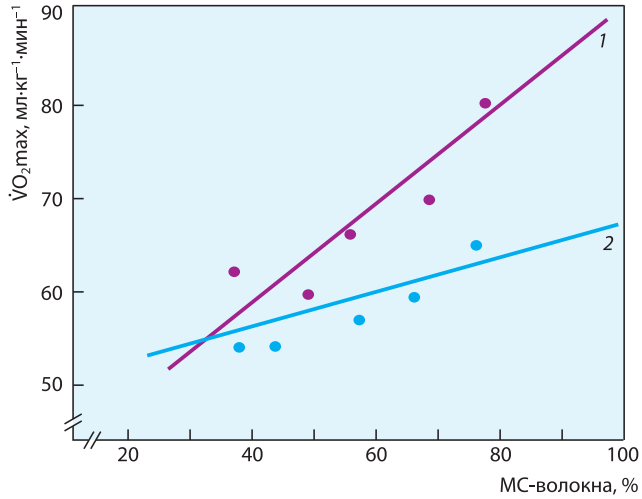


РИСУНОК 12.12 — Уровень $\dot{V}O_2max$ в зависимости от содержания в мышечной ткани МС-волокон: *1* — тренированные; *2* — нетренированные (Fox et al., 1993)

Особенности адаптации аэробной системы энергообеспечения тесно связаны со спецификой соревновательной деятельности в конкретном виде спорта. В частности, деятельность гребцов, пловцов или велосипедистов не связана с необходимостью совершать значительную работу против силы тяжести, поэтому масса тела спортсменов указанных специализаций обычно намного превышает массу тела бегунов-марафонцев (Gullstrand, 1992; Secher, 1992; Neumann, 1992). Достаточно сказать, что у большинства выдающихся гребцов (академическая гребля) масса тела обычно колеблется в пределах 90—100 кг, велосипедистов-шоссейников — 70—80, пловцов на длинные дистанции — 75—85 кг. В то же время у бегунов на длинные дистанции, и особенно у марафонцев, масса тела составляет 50—60 кг. Именно поэтому в плавании, велосипедном спорте, академической гребле выдающиеся спортсмены достигают высоких показателей выносливости при умеренных величинах относительного $\dot{V}O_2max$ (65—70 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$) и исключительно высоких абсолютных показателях (6000—7000 мл · мин$^{-1}$), а бегуны-марафонцы — при высочайших относительных показателях $\dot{V}O_2max$ — до 80—90 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$ и умеренных абсолютных — 4000—4800 мл · мин$^{-1}$ (Di Prampero, 1992).

Емкость

Нетренированные лица в среднем способны в течение 30 мин работать на уровне 70 % $\dot{V}O_2max$ при $\dot{V}O_2max$ 3,2 л · мин$^{-1}$. Пловцы высокой квалификации, специализирующиеся на дистанциях 400 и 1500 м, могут поддерживать мощность аэробной системы энергообеспечения на уровне

70 % $\dot{V}O_2max$ ($\dot{V}O_2max$ 5,0—6,0 л · мин$^{-1}$) в течение 2 ч (Lacour, Flandrois, 1977). Установлено также (Hollmann, Hettinger, 1980), что спортсмены высокого класса, специализирующиеся на стайерских дистанциях циклических видов спорта, способны работать на уровне 70 % $\dot{V}O_2max$ даже в течение 3—4 ч. Спортсмены мирового класса, специализирующиеся в видах спорта, требующих высоких аэробных возможностей, в течение 10 мин могут выполнять работу на уровне 100 % $\dot{V}O_2max$, при 95 %— свыше 30 мин, при 85 %— свыше 60 мин, при 80 %— в течение 2 ч и более. При этом важно отметить, что продолжительная работа не сопровождается существенным накоплением лактата, что свидетельствует об увеличении уровня порога анаэробного обмена по мере повышения подготовленности спортсмена. Высокие приспособительные возможности аэробной системы энергообеспечения в отношении ее емкости могут быть проиллюстрированы и результатами обследований пловцов, пересекавших пролив Ла-Манш. Обычно пересечение Ла-Манша продолжается около 15 ч и влечет затраты энергии порядка 50 244 кДж с крайними показателями от 37 680 до 61 805 кДж, что соответствует обмену веществ, в 12,5—13,5 раза превышающему уровень основного обмена. Ежеминутное потребление кислорода у пловцов, пересекавших Ла-Манш, достигает 50 мл · кг$^{-1}$ · мин$^{-1}$, т. е. находится на уровне 65—70 % $\dot{V}O_2max$ (Jongers et al., 1985).

Подвижность

Подвижность аэробной системы энергообеспечения представляет собой относительно самостоятельное свойство, проявляющееся в способности к активизации деятельности системы и скорейшем достижении показателей ее максимальной мощности. Известно, что у лиц, не занимающихся спортом, после начала интенсивной работы аэробные процессы разворачиваются медленно, а уровень $\dot{V}O_2max$ достигается не ранее чем через 3—4 мин, а иногда может затянуться и до 5—6 мин (Robergs, Roberts, 2002; Wilmore, Costill, 2004). Таким образом, применительно ко всем дистанциям спортивного плавания (за исключением 50-метровых) способность спортсмена к максимально быстрой активизации аэробной системы энергообеспечения во многом определяет долю аэробного энергообеспечения в процессе соревновательной деятельности. Можно привести множество примеров, свидетельствующих о том, что высокая подвижность энергообеспечения может в большей мере повлиять на долю аэробного обеспечения соревновательной деятельности, чем уровень $\dot{V}O_2max$.

Под влиянием специальной тренировки и эффективной разминки подвижность (скорость врабатывания) аэробной системы энергообеспечения может увеличиться в 2—2,5 раза и пловцы могут оказаться в состоянии достичь показателей потребления кислорода, близких к максимальным уже в конце первой — начале второй минуты работы. Обеспечивается это одновременной активизацией всех составляющих системы энергообеспечения, начиная от внешнего дыхания и заканчивая утилизацией кислорода непосредственно в мышцах. Важными показателями подвижности является скорость мобилизации энергетических субстратов в соответствии с требованиями, диктуемыми продолжительностью и интенсивностью конкретной работы, а также скорость устранения продуктов метаболизма анаэробного гликолиза, которые неизбежно накапливаются в начале работы, пока не развернулись аэробные процессы и не достигнуты необходимые значения потребления кислорода.

Экономичность

Экономичность работы столь же важна для достижения высоких результатов в плавании на средние и длинные дистанции, как и уровень $\dot{V}O_2max$. Одни спортсмены отличаются высоким уровнем $\dot{V}O_2max$ при относительно низкой экономичности; другие, наоборот, имеют высокую экономичность при относительно невысокой мощности, и наконец, третьи, как правило наиболее талантливые и подготовленные, имеют высокие показатели как $\dot{V}O_2max$, так и экономичности.

Нельзя не отметить, что для совершенствования экономичности работы требуется значительно больше времени, чем для достижения индивидуального максимального уровня потребления кислорода. Это в значительной степени объясняет повышение результатов у взрослых спортсменов, давно достигших максимального индивидуального уровня потребления кислорода.

Экономичность находится в прямой зависимости от доли аэробных механизмов в энергообеспечении конкретной работы, и здесь важны не только возможности аэробной системы энергообеспечения, но и способность их рационально использовать в тренировочной и соревновательной деятельности. Затрудненность внешнего дыхания, обусловленная спецификой спортивного плавания, может существенно ограничивать легочную вентиляцию. Напряжение мышц затрудняет периферическое кровообращение и утилизацию кислорода, выведение продуктов промежуточного обмена. Работа над совершенствованием техники дыхания, внутри- и межмы-

шечной координации может существенно увеличить долю энергии, поставляемой аэробной системой.

Существенное влияние на повышение экономичности оказывает увеличение способности БСа- и БСб-волокон к утилизации кислорода, чему способствует специальная тренировка, направленная на повышение емкости капиллярной сети, увеличение количества митохондрий, активности окислительных ферментов.

Заметное влияние на повышение экономичности и продолжительности работы оказывает повышение способности организма пловцов к активизации процесса окисления СЖК и, естественно, к более экономному расходованию запасов гликогена. В результате специальной тренировки способность к утилизации жировых запасов может значительно возрастать, что существенно влияет на работоспособность пловцов. Например, экспериментально установлено, что энергообеспечение работы на уровне порога аэробного обмена может на 50 % и более быть осуществлено за счет жирового обмена (Holloszy и др.,1986), а трехмесячная напряженная тренировка с такой интенсивностью привести к тому, что мышечный гликоген будет расходоваться на 40—50 % меньше (Hurley и др., 1985).

Экономичность работы, особенно при выполнении программ тренировочных занятий со значительным количеством упражнений, требующих активности анаэробных систем энергообеспечения, во многом зависит от быстроты протекания восстановительных процессов в интервалах отдыха между упражнениями. Интенсивное устранение продуктов промежуточного обмена во время отдыха создает благоприятные условия для более экономичной работы в последующих повторениях, способствует повышению работоспособности, улучшению условий для контроля за динамическими и кинематическими характеристиками спортивной техники.

Адаптация аэробной системы энергообеспечения

Мощность и эффективность аэробной системы энергообеспечения обеспечивается исключительно сложным сочетанием деятельности различных органов и механизмов, протеканием множества процессов. В этой связи очень сложно выделить факторы, лимитирующие аэробную производительность.

Адаптационные реакции аэробной системы энергообеспечения сводятся к изменениям системы внешнего дыхания и повышению эффективности процесса транспорта кислорода из вдыхаемого воздуха в кровь через легочные капилляры; увеличению функциональных возможностей сердца и интенсификации кровотока; повышению экстракции кислорода из крови и его использования в окислительном процессе.

Адаптация внешнего дыхания

У нетренированных мужчин максимальная жизненная емкость легких обычно составляет 3,0—3,5 л, максимальная вентиляция легких — 80—100 л · мин$^{-1}$, частота дыхания в покое — 10—12 цикл · мин$^{-1}$, максимальная частота дыхания — 40—60 циклов, максимальная скорость потока воздуха при вдохе — 0,6—0,7 л · с$^{-1}$, максимальная глубина дыхания — 2,0—2,5 л. У пловцов высокого класса максимальная жизненная емкость легких может достигать 7—8 л, максимальная вентиляция легких — 180—220 л · мин$^{-1}$ и более, частота дыхания в покое у них ниже и составляет 5—8 цикл · мин$^{-1}$, максимальная скорость потока воздуха при вдохе и максимальная глубина дыхания значительно выше — соответственно 1,5—1,8 л · с$^{-1}$ и 3,4—3,5 л. Возможности респираторной системы у женщин значительно ниже по сравнению с мужчинами: даже у спортсменок высокой квалификации максимальная вентиляция легких не превышает 120—130 л · мин$^{-1}$.

Рациональное протекание адаптации аэробной системы энергообеспечения проявляется в экономизации реакций в условиях покоя и во время стандартных нагрузок и увеличенном уровне реакций во время околопредельных или предельных нагрузок. Уменьшение вентиляции легких в покое и при выполнении стандартной работы преимущественно связано с повышением способности тканей извлекать кислород из протекающей крови. Способность к достижению высоких показателей вентиляции легких и их длительному удержанию при предельных нагрузках обеспечивается увеличенной мощностью аппарата внешнего дыхания и повышенной способностью дыхательного центра поддерживать предельный уровень возбуждения (McConnell, 2011).

Значительное повышение мощности аппарата внешнего дыхания под влиянием тренировки позволяет полностью обеспечить доступ необходимого количества воздуха в альвеолы, а время, в течение которого альвеолярный воздух контактирует с кровью (0,75 с), является вполне достаточным для почти полного (98 %) насыщения гемоглобина (Wilmore et al., 2009). Таким образом, доставка атмосферного воздуха в альвеолы, транспорт кислорода через легочные капилляры, скорость насыщения им гемоглобина не являются лимитирующими факторами для аэробной системы энергообеспечения.

Однако это положение не в полной мере касается спортивного плавания. Глубина дыхания в значительной мере может ограничиваться спецификой координации движений рук, ног с дыханием, а также трудностями, связанными с нахождением пловца в водной среде, в частности с преодолением давления воды при вдохе. На снижение величины максимальной вентиляции легких, наряду с этими причинами, большое влияние оказывают и продолжительные задержки дыхания при преодолении подводных участков дистанции после старта и поворотов. Поэтому в тренировке пловцов должно уделяться исключительно большое внимание совершенствованию техники дыхания и укреплению дыхательных мышц (McConnell, 2011).

Адаптация кислородтранспортной системы

Долговременные адаптационные перестройки кислородтранспортной системы носят как морфологический, так и функциональный характер и являются результатом систематического применения продолжительных физических нагрузок, требующих мобилизации различных звеньев функциональной системы, определяющей уровень аэробной производительности.

Наиболее ярко адаптационные возможности кислородтранспортной системы проявляются уже при рассмотрении такого обобщающего показателя, как ЧСС. У пловцов высокой квалификации ЧСС при предельной нагрузке по отношению к данным покоя может возрастать в 4—5 раз, в то время как у лиц, не занимающихся спортом, — всего в 2,5—3 раза. При особо напряженных кратковременных нагрузках отмечаются случаи, когда ЧСС может достигать 220 уд · мин$^{-1}$ и более. Здесь, однако, важно отметить, что величины максимального систолического объема крови наблюдаются лишь в определенном диапазоне ЧСС. Нижней границей этой зоны у молодого нетренированного человека обычно является ЧСС 100—110 уд · мин$^{-1}$, верхней — 170 уд · мин$^{-1}$. У пловцов высокой квалификации нижняя граница может составлять 110—130 уд · мин$^{-1}$, верхняя — 190—200 уд · мин$^{-1}$. В случае превышения этих величин отмечается уменьшение систолического объема крови (Turkevich et al., 1988). При ЧСС 200—220 уд · мин$^{-1}$ диастола составляет всего 0,10—0,15 с, и этого времени уже может быть недостаточно для полного наполнения обоих желудочков сердца несмотря на то, что адаптированная мышца сердца способна не только к более интенсивному сокращению, но и более быстрому и эффективному расслаблению, что способствует быстрому диастолическому расширению обоих желудочков после окончания систолы и, следовательно, создает лучшие условия для притока крови из предсердий к желудочкам (Карпман, Любина, 1982).

Специальная тренировка не только повышает максимальные величины ЧСС, но и приводит к выраженной брадикардии в состоянии покоя. ЧСС 40—50 уд · мин$^{-1}$ в состоянии покоя является обычной для квалифицированных пловцов. У отдельных выдающихся пловцов, специализирующихся на средние и длинные дистанции, ЧСС в покое может составить менее 40 уд · мин$^{-1}$. Тренировка приводит к существенному уменьшению ЧСС при выполнении стандартных нагрузок. Например, 6-месячная тренировка аэробной направленности способна привести к уменьшению ЧСС на 20—40 уд · мин$^{-1}$ при выполнении стандартных нагрузок аэробной направленности.

Адаптация сердца в процессе занятий плаванием протекает в различных направлениях: отмечаются гипертрофия сердца, совершенствование функций возбуждения, обмена веществ и нейрогуморальной регуляции его деятельности (Правосудов, 1982; Åstrand, Rodahl, 1986). Умеренная гипертрофия сердца сопровождается значительным увеличением капилляризации его мышечных волокон (Дембо, 1974, Ehsany et al., 1991).

Особенности адаптации сердца зависят от его исходного состояния, генетических факторов, адаптационных резервов, характера тренировки. Оптимальным вариантом адаптации сердца является умеренное утолщение мышечной стенки и увеличение полости левого желудочка (Козупица и др., 2000). В этом случае наблюдаются повышение сократительной способности миокарда и эластических свойств его магистральных сосудов, более низкие величины артериального давления, оптимальное соответствие сердечного выброса периферическому сопротивлению, что позволяет сердцу работать в экономичном режиме (Граевская и др., 1997).

Особая роль в адаптации сердца к физическим нагрузкам отводится приросту сократительной способности сердечной мышцы и, как следствие, увеличению систолического объема. Это связано с тем, что увеличение сердечного выброса значительно экономичнее, если он осуществляется не за счет увеличения ЧСС, а за счет систолического объема (рис. 12.13). Важным моментом адаптации миокарда под влиянием физических нагрузок является увеличение растяжимости, прирост скорости и амплитуды сокращения и еще более высокий прирост скорости расслабления. Отсюда следует, что миокард тренированного спортсмена может сохранять необходимую диастолу и обеспечивать сокращения при частотах, которые недоступны для нетренированного сердца (Пшенникова, 1986).

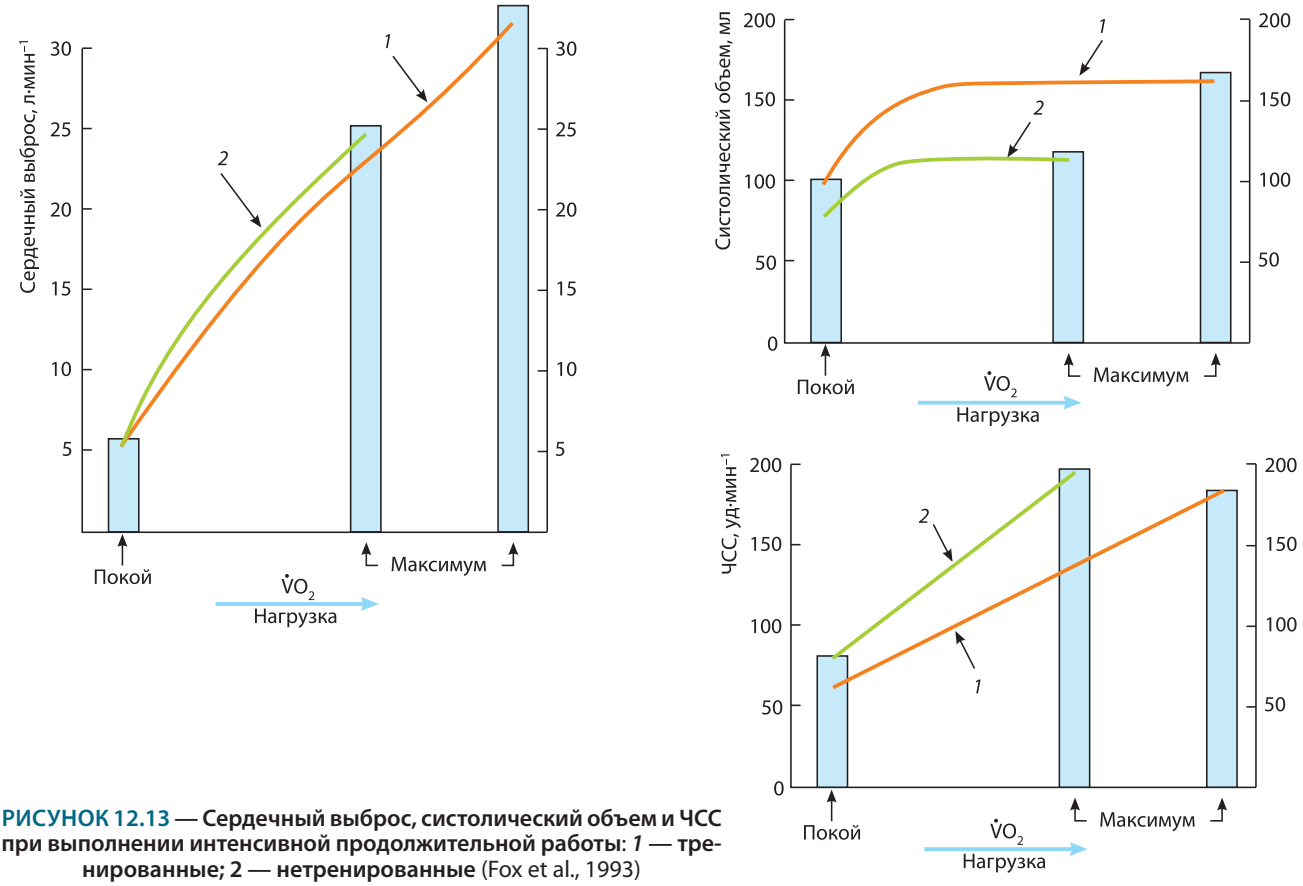


РИСУНОК 12.13 — Сердечный выброс, систолический объем и ЧСС при выполнении интенсивной продолжительной работы: *1* — тренированные; 2 — нетренированные (Fox et al., 1993)

У высокотренированных к аэробной работе спортсменов масса сердца увеличивается на 20—40 %. Увеличение сердца происходит в основном за счет расширения его полостей, одновременно утолщаются стенки сердца до 15 мм при нормальной толщине 9—10 мм. Существенно возрастают количество коронарных капилляров на единицу массы миокарда, емкость коронарного русла, что приводит к значительному увеличению доставки кислорода к клеткам. Одновременно возрастает мощность систем, ответственных за доставку субстратов к митохондриям, что обеспечивает более эффективную утилизацию из крови глюкозы, высокий темп ресинтеза гликогена (Landry et al., 1985; Ehsany et al., 1991). Адаптационные перестройки в первую очередь касаются левого желудочка: увеличивается его общая масса, толщина перегородки и задней стенки (Milliken et al., 1988; Уилмор, Костилл, 2001). В отличие от патологической гипертрофии здоровое сердце спортсменов характеризуется улучшением транспорта кислорода к митохондриям, повышением силы и скорости сокращения и расслабления мышечных волокон, мощности ресинтеза АТФ (Граевская и др., 1997).

Средний объем сердца у здорового мужчины обычно колеблется в пределах 700—800 см^3 или 10—11 см^3 на 1 кг массы тела. В результате длительной напряженной тренировки объем сердца существенно увеличивается, вплоть до величины 1200—1300 см^3 и более.

У женщин, не занимающихся спортом, объем сердца обычно составляет 500—550 см^3. Тренировка в плавании способна привести к существенному увеличению объема сердца — до 800—900 см^3 и более.

Максимальное развитие функционального потенциала сердца в результате напряженной специальной тренировки у взрослых происходит в течение 2—3 лет, а у детей, приступивших к занятиям спортом в возрасте 8—9 лет, этот процесс может продолжаться до 7—9 лет (Arnot, Games, 1992). Дальнейшая напряженная тренировка уже не будет способствовать повышению функциональных возможностей сердца, однако может быть существенным фактором риска развития неэффективных адаптационных реакций, связанных со снижением функциональных резервов сердца, проявлением признаков перенапряжения и переадаптации (Граевская и др., 1997). В этом случае резервы повышения возможностей кислородтранспортной системы и системы энергообеспечения в целом следует искать в периферических звеньях, увеличении количества энергетических субстратов, повышении экономичности и др.

Следует учитывать, что между объемом сердца и основными показателями, отражающими

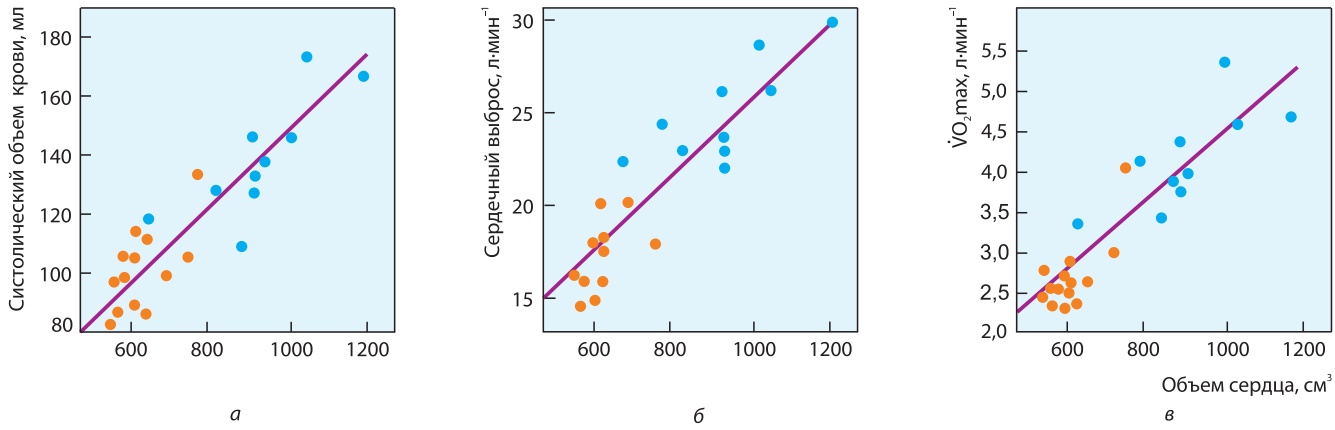


РИСУНОК 12.14 — Зависимость между объемом сердца и максимальным систолическим объемом крови (*а*), сердечным выбросом (*б*) и $\dot{V}O_2max$ (*в*) у женщин (●) и мужчин (●) (Åstrand, Rodahl, 1986)

уровень аэробных возможностей спортсмена, существует практически линейная зависимость (рис. 12.14), а увеличение потребления кислорода связано с параллельным повышением минутного объема дыхания, систолического объема крови, ЧСС, сердечного выброса (табл. 12.1). Однако такие реакции отмечаются лишь в случае оптимального варианта адаптации, при которой отмечается увеличение массы миокарда, утолщение стенки и полости левого желудочка.

У хорошо подготовленных спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, гипертрофия сердца выражена меньше, чем у спортсменов, подверженных переутомлению, существенным колебаниям функциональных возможностей. Эти явления понятны и объяснимы, поскольку оптимальная адаптация сердца, как и других мышц, развивается при наиболее высокой мощности внутриклеточных механизмов ресинтеза АТФ и характеризуется тем, что большие функциональные результаты адаптации сочетаются с умеренной гипертрофией тканей, т. е. оказываются достигнутыми наименьшей структурной ценой. При этом реализация экономного варианта адаптации предопределяется не только режимом нагрузок, но и генетически детерминированными адаптационными возможностями организма (Меерсон, 1981). В покое и при интенсивной физической работе коронарный кровоток, потребление сердцем кислорода и субстратов окисления в расчете на 100 г массы миокарда у тренированных лиц ниже, чем у нетренированных, т. е. сердце тренированных обладает не только большей мощностью, но и эффективностью. И если в состоянии покоя эти различия невелики, то при нагрузке проявляются очень ярко.

Гипертрофия сердца, увеличение его сократительной способности и растяжимости сопровождаются увеличением систолического объема крови, который у тренированного спортсмена в состоянии покоя может достигать 100—110 мл против 60—70 мл у нетренированных лиц. При нагрузках, требующих максимальной мобилизации сердечной деятельности, систолический объем у спортсменов может достигать 200—220 мл и даже 230—250 мл. В то же время у нетренированных лиц при максимальных физических нагрузках редко отмечаются величины, превышающие 130—140 мл.

Увеличение критической ЧСС при одновременном возрастании максимального систолического объема крови приводит к исключительно высоким величинам максимального сердечного выброса, который у тренированных спортсменов часто достигает 40 л · мин$^{-1}$, а у выдающихся спортсменов-мужчин, имеющих особенно высокие спортивные достижения на длинных дистанциях циклических видов спорта, нередко регистрируются и величины порядка 44—47 л · мин$^{-1}$ (табл. 12.2), у женщин — 30—34 л · мин$^{-1}$. В то же время у здоровых взрослых мужчин, не занимающихся спортом, предел срочной адаптации сердца не превышает 20—25 л · мин$^{-1}$

ТАБЛИЦА 12.1 — Изменение основных параметров кислородтранспортной системы при различных величинах потребления кислорода у спортсменов высокого класса, специализирующихся в видах спорта, требующих высокого уровня аэробной производительности

Потребление кислорода, мл·мин$^{-1}$	Вентиляция легких, л·мин$^{-1}$	Систолический объем крови, мл	ЧСС, уд·мин$^{-1}$	Сердечный выброс, л·мин$^{-1}$
3000	110	125	120	15,0
4000	150	140	150	21,0
5000	180	170	175	30,0
6000	200	210	200	42,0

(табл. 12.3). Таким образом, при напряженной работе сердечный выброс у нетренированных лиц увеличивается в среднем в 4—5раз (с 5 до 20—25 л · мин$^{-1}$), а у тренированных — в 8—10 раз (с 4,5 до 35—45 л · мин$^{-1}$).

Важнейшим показателем, свидетельствующим об эффективности долговременной адаптации сердца, является его устойчивость к напряженной работе в течение длительного времени. Пловцы высшей квалификации способны в течение 2 ч и более работать при ЧСС 180—190 уд · мин$^{-1}$, систолическом объеме крови 170—200 мл, сердечном выбросе — 33—38 л · мин$^{-1}$, т. е. поддерживать близкие к максимальным показатели сердечной деятельности в течение продолжительного времени. Нетренированные лица обладают значительно меньшими возможностями: работа на уровне предельных или околопредельных величин сердечной деятельности им доступна лишь в течение 5—10 мин.

В результате тренировки увеличивается и общий объем крови. Если у мужчин, не занимающихся спортом, общий объем крови обычно колеблется в пределах 5—6 л, а у женщин — 4,0—4,5 л, то у пловцов высокой квалификации объем крови может повышаться соответственно до 7—8 и 5,5—6,0 л. Увеличение общего объема крови приводит к увеличению количества гемоглобина, являющегося носителем кислорода. Увеличение гемоглобина связано с увеличением общего объема крови, а его концентрация остается без изменений. Эти адаптационные перестройки являются очень важными, так как при длительной работе, требующей функционирования значительных мышечных объемов, фактором, определяющим работоспособность, являются возможности центральной циркуляции крови (Shephard, Plyley, 1992; Robergs, Roberts, 2002).

Определенной спецификой отличается адаптация кислородтранспортной системы у мужчин и женщин. В таблице 12.4 приведены нормальные соотношения количества гемоглобина, объема крови и объема сердца у тренированных и нетренированных мужчин и женщин. Все эти показатели, как известно, тесно коррелируют с уровнем $\dot{V}O_2max$ и отражают возможности кислородтранспортной системы.

Существенным элементом срочной адаптации кислородтранспортной системы к физическим нагрузкам является перераспределение кровотока при напряженной мышечной деятельности к работающим мышцам. При нагрузке объем крови в работающих мышцах может превысить 80 % всего кровотока против 20 % в условиях покоя (рис. 12.15). Локальный кровоток в работающих мышцах с учетом резко увеличенного сердечного выброса может повыситься в 20—25 раз и более (Уилмор, Костилл, 2001). Резко возрастает количество функционирующих капилляров. Если в состоянии покоя функционирует только 5—7 % капилляров, то при длительной напряженной нагрузке функционируют

ТАБЛИЦА 12.2 — Частота сердечных сокращений, систолический объем и сердечный выброс при максимальной нагрузке у четырех спортсменов высшей квалификации, специализирующихся в видах спорта, требующих проявления выносливости

Вид соревнований	ЧСС, уд·мин$^{-1}$	Систолический объем крови, мл	Сердечный выброс, л·мин$^{-1}$
Бег, дистанции 5 и 10 км	212	198	42,0
Лыжные гонки	202	190	38,4
Велосипедный спорт (шоссе)	221	206	45,5
Плавание, дистанции 400 и 1500 м	200	196	39,2

ТАБЛИЦА 12.3 — Частота сердечных сокращений, систолический объем и сердечный выброс у молодых людей, не занимающихся спортом, в состоянии покоя и при максимальной нагрузке аэробной направленности (Уилмор, Костилл, 2001)

Вид деятельности	Условие	ЧСС, уд·мин$^{-1}$	Систолический объем крови, мл	Сердечный выброс, л·мин$^{-1}$
Бег	Покой	60	70	4,2
	Максимальная нагрузка	190	130	24,7
Езда на велосипеде	Покой	60	70	4,2
	Максимальная нагрузка	185	120	22,2
Плавание	Покой	55	95	5,2
	Максимальная нагрузка	170	135	22,9

ТАБЛИЦА 12.4 — Нормальные величины гемоглобина, объема крови и объема сердца у тренированных и нетренированных мужчин и женщин (Fox et al., 1993)

Субъекты	Hb, г	Hb, г·кг$^{-1}$	Hb, концентрация, г·100 мл крови	Объем крови, л	Объем сердца, см^3	Объем сердца, мл·кг$^{-1}$
Нетренированные						
женщины	555	8,5	13,6	4,07	560	8,5
мужчины	805	11,6	15,3	5,25	785	11,2
Тренированные						
женщины	800	12,5	14,1	5,67	790	12,3
мужчины	995	13,7	15,1	6,58	930	12,7

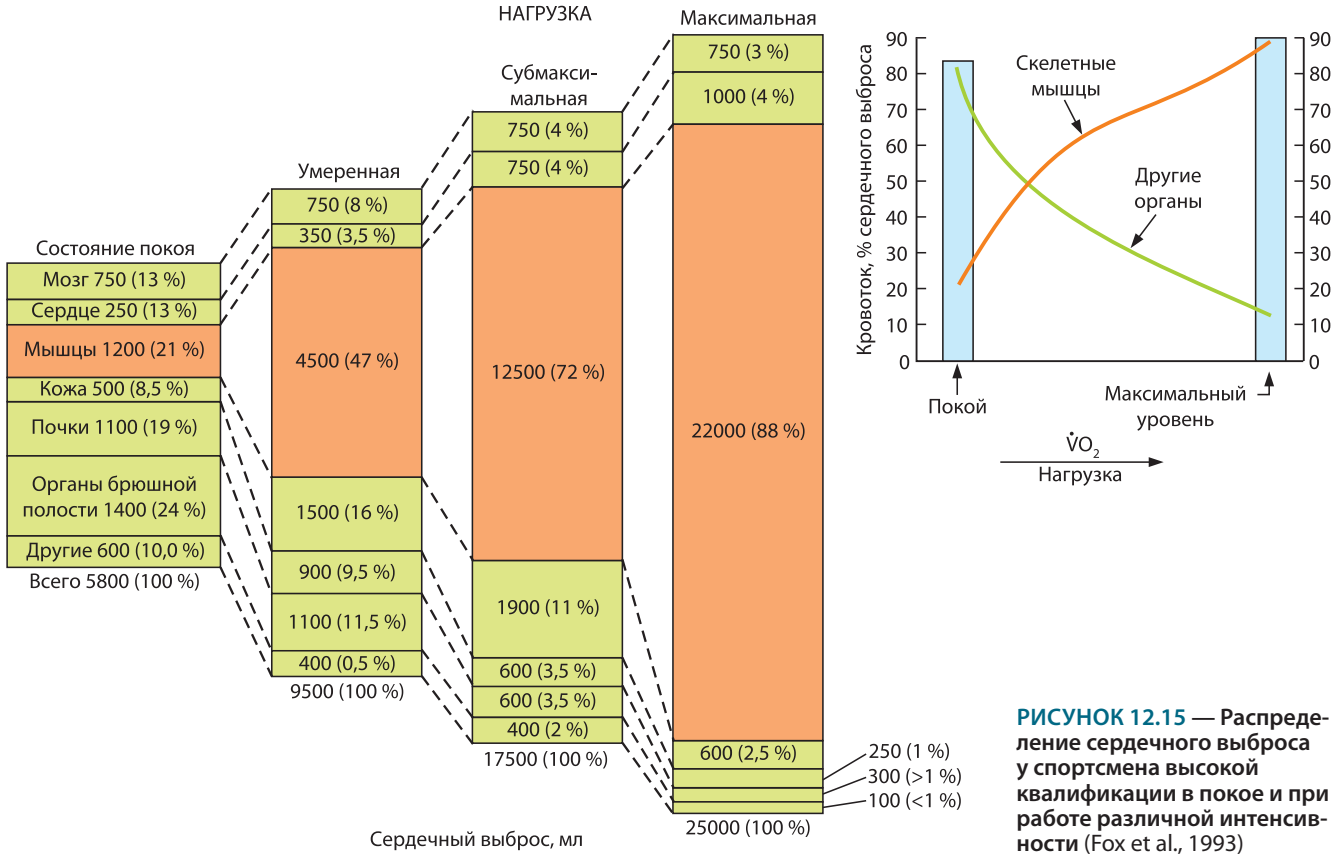


РИСУНОК 12.15 — Распределение сердечного выброса у спортсмена высокой квалификации в покое и при работе различной интенсивности (Fox et al., 1993)

практически все капилляры, притом, что важно, при дополнительном расширении. Увеличение сети функционирующих капилляров и расширение их поверхности приводит к многократному увеличению поверхности капиллярного русла.

С помощью специальной тренировки в процессе долговременной адаптации происходит образование новых капилляров, т. е. увеличивается их количество на мышечное волокно, что способствует улучшению кровоснабжения мышц, увеличению доставки кислорода и субстратов аэробных превращений в мышечные волокна.

Объем кровотока в работающих мышцах находится в прямой зависимости от интенсивности работы и связанным с ней внутримышечным давлением. Работа умеренной интенсивности (до 50—60 % $\dot{V}O_2$max) связана со значительным увеличением кровотока в мышцах. Повышение интенсивности работы приводит к существенному замедлению прироста кровотока во время работы и одновременно его заметному увеличению после ее окончания в восстановительном периоде. При околопредельных и предельных напряжениях кровоток в мышцах резко замедляется, а в отдельных случаях (особенно в изометрических условиях мышечной деятельности) может прекращаться вообще. Сразу после окончания работы кровоток возрастает тем больше, чем больше было напряжение мышцы. Чем выше уровень адаптации кислородтранспортной системы, тем при большем напряжении мышц отмечается их интенсивное кровоснабжение.

Уровень кровоснабжения мышц при интенсивной мышечной работе в значительной степени зависит от эффективности техники движений, рациональной внутри- и межмышечной координации. Эти характеристики способны оказать значительное влияние на повышение величины напряжения мышц, при котором сохраняется их эффективное кровоснабжение и одновременно замедляется процесс накопления лактата, протекающий тем интенсивнее, чем менее адекватным интенсивности работы является кровоток в мышцах. У пловцов высокого класса, специализирующихся в плавании на средних и длинных дистанциях, увеличение кровотока в мышцах может происходить даже при увеличении интенсивности работы до 80—90 % уровня максимальной аэробной мощности.

Периферическая адаптация

Повышение работоспособности за счет периферической адаптации может осуществляться путем гемодинамических и метаболических изменений. Гемодинамические изменения связаны с улучшением капилляризации, улучшением распределения крови в организме, в том числе

и внутримышечного. Улучшение капилляризации обусловлено вовлечением ранее не функционировавших капилляров, расширением и удлинением работающих капилляров, а также образованием новых. В результате тренировки на выносливость первые адаптационные изменения связаны с изменением капиллярной сети — в начале наблюдается расширение отдельных капилляров, а затем выход ростков и рост новых капилляров. Изменению капилляризации предшествует повышение активности аэробных ферментов (Brown et al., 1983). О высокой приспособительной способности капилляров в связи с тренировкой на выносливость свидетельствуют данные таблицы 12.5. Примечательным является тот факт, что мышечные волокна с большим числом митохондрий окружаются капиллярами, число которых превышает средние значения. Обнаруживается тесная связь между аэробными возможностями и средним числом капилляров на мышечное волокно. Уже двухмесячная тренировка нетренированных испытуемых с использованием нагрузок субмаксимальной интенсивности оказывается достаточной, чтобы привести к увеличению числа капилляров в скелетной мышце на 50 %. В то же время малоинтенсивная работа может привести к увеличению содержания окислительных ферментов без увеличения капиллярной сети (Saltin, Gollnick, 1983; Henriksson, 1992). Увеличение количества капилляров в мышечных волокнах зависит от их типа: наибольшие адаптационные реакции протекают в МС-волокнах, а наименьшие — в БСб-волокнах (Plyley, 1990).

Количество открытых капилляров прямо связано и с кровотоком в мышцах. Известно, что кровоток, не превышающий в состоянии покоя 2—4 мл · мин$^{-1}$ · 100 мл$^{-1}$ объема мышцы, при значительной нагрузке на выносливость может превысить 100 мл · мин$^{-1}$ · 100 мл$^{-1}$ мышцы. Были получены максимальные показатели кровотока в мышцах, достигающие 400 мл · мин$^{-1}$ · 100 мл$^{-1}$ (Rowell, 1988). Однако всегда следует помнить, что повышение внутримышечного давления при выполнении работы с высокой интенсивностью способно существенно ограничить местный кровоток в мышцах.

Метаболическая адаптация к работе аэробного характера включает увеличение в мышечных волокнах количества и величины митохондрий, повышение активности оксидативных ферментов, прирост содержания гемоглобина и миоглобина, увеличение внутримышечного содержания и окисления гликогена, окисления жиров. В тренированной мышце объемная плотность митохондрий может резко увеличиваться. Это обусловлено тем, что у спортсменов, широко применяющих нагрузки на выносливость, по сравнению с нетренированными лицами, отмечается увеличение количества, размера и общей поверхности митохондрий в мышечной ткани (Howald, 1982; Мохан и др., 2001), что вызывает повышение окислительных способностей мышечных клеток, улучшение условий для диффузии субстратов, возрастание способности клеток к утилизации кислорода (Coggan, Williams, 1999).

Увеличение количества и размера митохондрий имеет исключительное значение, так как в сочетании с увеличением мощности кислородтранспортной системы оно обеспечивает увеличение аэробной мощности организма — возрастание его способности утилизировать кислород и осуществлять аэробный ресинтез АТФ, необходимой для интенсивного функционирования опорно-двигательного аппарата.

Увеличение выносливости спортсменов при продолжительной работе аэробного характера связано и с более интенсивным окислением жиров при стабилизации или даже снижении скорости утилизации гликогена мышц и глюкозы крови. При этом возрастает как использование СЖК, транспортируемых к мышцам кровью из адипозной ткани, так и утилизация внутримышечных триглицеридов (рис. 12.16). Важно

ТАБЛИЦА 12.5 — Капилляризация нагружаемых мышц нетренированных и тренированных на выносливость спортсменов (Brodal et al., 1977)

Показатель	Нетренированные спортсмены	Спортсмены, тренированные на выносливость
Максимальное потребление кислорода, мл·кг$^{-1}$·мин$^{-1}$	51,3	72,0
Число капилляров в каждом мышечном волокне	1,77 ± 0,10	2,49 ± 0,08
Число капилляров вокруг каждого волокна	4,43 ± 0,19	5,87 ± 0,18

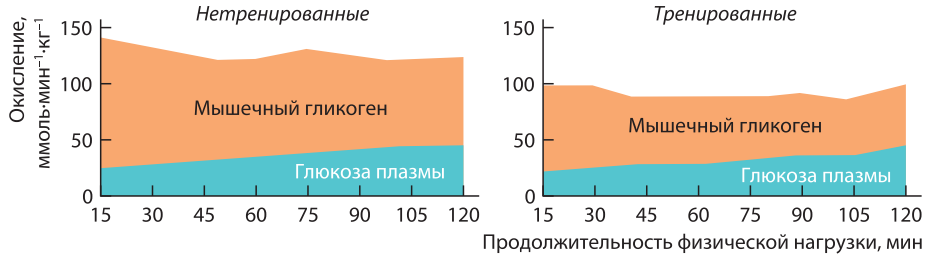


РИСУНОК 12.16 — Влияние 12-недельной тренировки, направленной на развитие выносливости, на утилизацию мышечных триглицеридов во время велоэргометрической нагрузки в течение 2 ч с мощностью, соответствующей 60 % дотренировочного уровня $\dot{V}O_2max$ (Hurley et al., 1986)

отметить, что эта тенденция проявляется как при стандартной, так и при относительной нагрузке, выраженной в процентах уровня максимального потребления кислорода. Как свидетельствуют представленные на рисунке данные, под влиянием 12-недельной тренировки аэробной направленности расход мышечного гликогена при выполнении стандартной двухчасовой нагрузки снизился примерно на 30 %, а глюкозы крови — на 20 %.

Смещение характера энергообеспечения продолжительной работы в сторону преимущественного использования жиров при снижении скорости утилизации гликогена и сохранении его запасов в мышцах следует рассматривать в качестве одной из важнейших адаптационных реакций, обеспечивающих увеличение выносливости при выполнении длительной работы.

В результате специальной тренировки в мышцах происходят изменения, приводящие к увеличению их способности окислять жирные кислоты. Например, миокард окисляет жирные кислоты быстрее, чем мышечная ткань, а МС-волокна — быстрее, чем БС-волокна; тренированные мышцы окисляют больше СЖК при одинаковой их концентрации по сравнению с нетренированными (Turcotte et al., 1999). Большее потребление СЖК и сохранение гликогена обусловлено в основном местными факторами в пределах тренированной мышцы: большим использованием внутри- и внеклеточных запасов триглицеридов, высоким содержанием окислительных ферментов в митохондриях. Особенно следует отметить роль ферментов окисления СЖК: в мышцах тренированных людей их содержание может увеличиваться в 3—4 раза (Henriksson, 1992; Мохан и др., 2001).

Напряженная тренировка вызывает примерно двукратное повышение способности МС-, БСа- и БСб-волокон к аэробному метаболизму, однако соотношение их возможностей практически остается без изменений, т. е. МС-волокна обладают значительно большей способностью к окислительному метаболизму по сравнению с БСб-волокнами, т. е. здесь правильнее говорить не о переходе БС-волокон в МС-волокна и появлении промежуточного типа волокон между БС- и МС-волокнами (Henriksson, 1992; Мохан и др., 2001), а о существенном изменении структуры и функций БС-волокон под влиянием аэробной тренировки.

Эффективность адаптации к длительной работе аэробного характера обусловливается также организацией сменности в работе двигательных единиц преимущественно медленного типа. Повышение эффективности внутри- и межмышечной координации является одним из важнейших направлений совершенствования экономичности. Именно это в значительной мере предопределяет возможность выполнения такой работы в течение нескольких часов (Зимкин, 1984). Убедительно проиллюстрировать это можно уже результатами следующего опыта. Группа пловцов и велогонщиков высокого класса, имеющих высокие аэробные возможности, но не тренированных в беге, сумели путем специальной беговой тренировки в течение 6 нед. значительно (на 10 %) сократить потребление кислорода при стандартных беговых испытаниях. При этом максимальные показатели аэробной производительности пловцов при выполнении плавательных тестов, а велосипедистов — велоэргометрических остались на прежних уровнях.

Энергообеспечение мышечной деятельности различной интенсивности и продолжительности

Высокая мощность анаэробной алактатной системы энергообеспечения определяет ее решающую роль в видах соревнований, требующих выполнения кратковременной работы максимально возможной интенсивности, в частности, при проплывании 50-метровых дистанций и тренировочных отрезков от 10—15 до 50 м, выполнении стартов. Проплывание 50-метровой дистанции за 22 с, например, требует потребления кислорода (если ресинтез АТФ осуществлялся бы аэробным путем) около 45—50 л · мин$^{-1}$, или 15,0—16,6 л за 20 с, что примерно в 8—10 раз превышает мощность аэробной системы энергообеспечения хорошо подготовленного спортсмена (Fox et al., 1993).

Анаэробные лактатные источники играют важную роль в энергообеспечении работы, продолжительность которой колеблется от 30 с до 5 мин, и именно они в значительной мере определяют выносливость спортсмена в плавании на дистанции 100, 200 и 400 м (рис. 12.17).

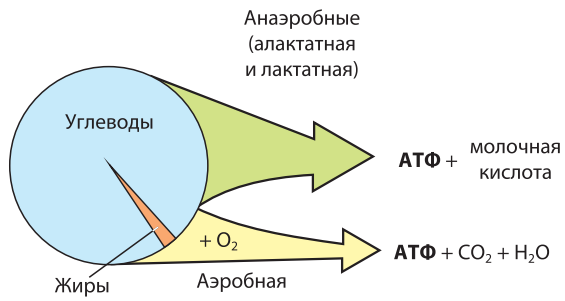


РИСУНОК 12.17 — Участие различных систем в энергообеспечении мышечной работы продолжительностью 30 с — 5 мин

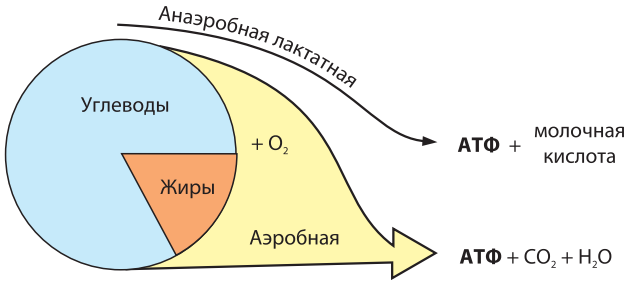


РИСУНОК 12.18 — Энергообеспечение мышечной работы продолжительностью 60—120 мин

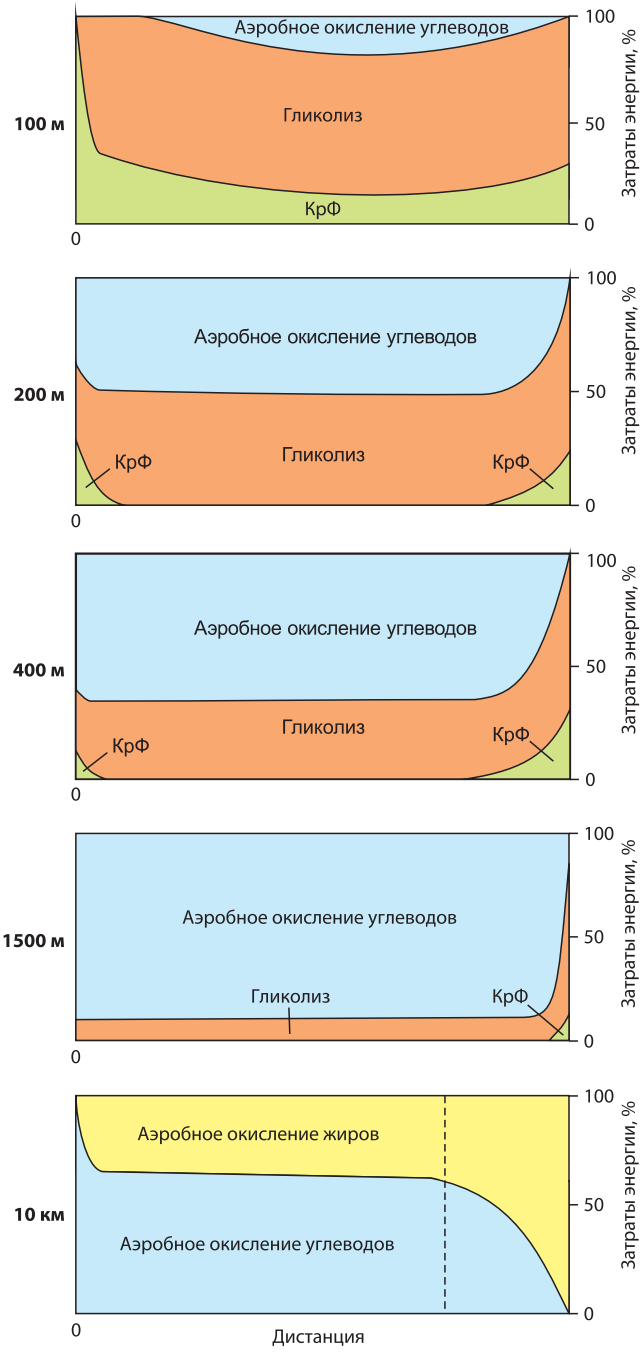


РИСУНОК 12.19 — Примерное соотношение различных путей энергообеспечения при проплывании дистанций разной длины (Н. Волков и др., 2000, переработано)

Аэробный путь энергообеспечения является основным при длительной работе: плавании на дистанции 800 и 1500 м, и особенно, 10 км (рис. 12.18). Большое значение аэробные источники имеют и при менее длительной работе, обеспечиваемой преимущественно анаэробными источниками энергии. Даже частичное получение энергии аэробным путем дает существенные преимущества. Во-первых, образование АТФ идет более экономично, во-вторых, что более важно, для обеспечения доставки кислорода увеличивается мышечный кровоток, что позволяет продуктам распада быстрее диффундировать из мышц в кровяное русло и устраняться. Достаточно полное представление о роли различных систем энергообеспечения при проплывании дистанций разной длины позволяют получить материалы рисунка 12.19.

Широко распространено мнение, что при выполнении работы высокой интенсивности энергия в основном поставляется за счет запасов АТФ и КФ, а активация анаэробного распада гликогена и продукция лактата не происходят, пока запасы фосфагенов существенно не истощатся. Однако исследования реакции организма на высокоинтенсивную работу через каждые 10 с ее выполнения, убедительно показали, что с первых секунд работы в мышце активизируется гликолиз, что подтверждается резким возрастанием уровня лактата и снижением уровня гликогена в мышце на ранней стадии перехода от покоя к высокоинтенсивной работе. Даже при беге на 100 м у спортсменов отмечаются высокие показатели уровня лактата в крови, достигающие 15 ммоль · $л^{-1}$ и более, причем была установлена заметная связь между скоростью бега и величиной образования лактата (рис. 12.20).

Резкое возрастание уровня лактата в мышцах и крови квалифицированных спортсменов отмечается и при смешанной анаэробно-аэробной работе. Например, серийное выполнение

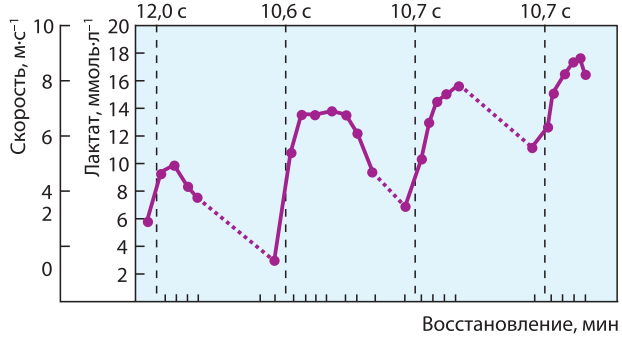


РИСУНОК 12.20 — Взаимосвязь образования лактата в крови и скорости бега на дистанции 100 м (три последних отрезка спринтер пробежал с максимальной интенсивностью; между пробежками он отдыхал по 20 мин) (Hollmann, Hettinger, 1980)

упражнений в плавании (8 × 200 м, 4 × 400 м и т. п.) с интенсивностью 90 % уровня $\dot{V}O_2max$ приводит к резкому возрастанию уровня молочной кислоты в мышцах и лактата в крови. Если же интенсивность работы снижается до уровня 70 % $\dot{V}O_2max$, работа приобретает преимущественно аэробный характер, приводит к существенной активизации деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, достижению высоких показателей VO_2, постепенному устранению лактата с последующей его стабилизацией на уровне порога анаэробного обмена.

Существенным параметром, определяющим эффективность аэробного энергообеспечения и выносливости пловца, является способность к утилизации имеющегося функционального потенциала, которая может быть оценена по показателям порога анаэробного обмена (ПАНО). У нетренированных лиц он обычно достигается при работе такой интенсивности, когда потребление кислорода составляет примерно 50—60 % уровня $\dot{V}O_2max$. У пловцов высокой квалификации, специализирующихся на дистанциях 400 и 1500 м, отмечается значительное смещение порога анаэробного обмена — до 75—85 % и более уровня $\dot{V}O_2max$. Высокие показатели ПАНО обусловливаются повышением так называемой функциональной экономизации, которая наряду с биомеханическими элементами экономизации техники в значительной мере определяет уровень выносливости спортсменов.

Существует высокая степень связи между уровнем ПАНО и результатами пловцов, специализирующихся на средних и длинных дистанциях. Рассматривая уровень лактата 4 ммоль · $л^{-1}$ в качестве максимально устойчивого, который спортсмен в состоянии выдерживать во время длительной работы, можно утверждать, что между величиной потребления кислорода на этом уровне и спортивными результатами в плавании на средние и длинные дистанции существует высокая корреляционная связь, в отдельных случаях превышающая 0,90 (Siodin, Svedenhag, 1985). В то же время спринтеры не отличаются высоким уровнем развития экономичности функций. Например, при исследованиях пловцов высшей квалификации анаэробный порог у спринтеров составил 65,9 ± 0,3 % $\dot{V}O_2max$; у стайеров показатели значительно выше — 90,4 ± 0,1 % $\dot{V}O_2max$ (Smith et al., 1984).

Глава 13

Нагрузки, утомление, восстановление, суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект

Под нагрузкой следует понимать воздействие на организм спортсмена, вызывающее увеличение активности его функциональных систем. Нагрузку спортсмен может получить в результате применения отдельных упражнений и их серий, выполнения программ отдельных занятий, микроциклов и более крупных структурных образований тренировочного процесса.

Тренировочные и соревновательные нагрузки

Характеристика нагрузок

По характеру нагрузки подразделяются на тренировочные и соревновательные, специфические и неспецифические, локальные, частичные и глобальные; по величине — на малые, средние, значительные (околопредельные), большие (предельные); по направленности — развивающие отдельные двигательные способности (скоростные, силовые, координационные, выносливость, гибкость) или их компоненты (например, алактатные или лактатные анаэробные возможности, аэробные возможности), совершенствующие структуру движений, компоненты психической подготовленности или тактического мастерства и др.; по координационной сложности — выполняемые в стереотипных условиях, не требующих значительной мобилизации координационных способностей, или связанные с выполнением движений высокой координационной сложности; по психической напряженности — предъявляющие различные требования к психическим возможностям спортсменов; по характеру распределения — в виде равномерно распределенной нагрузки или сконцентрированных воздействий.

Определяют нагрузки и по принадлежности к тому или иному структурному образованию тренировочного процесса. В частности, следует различать нагрузки отдельных тренировочных и соревновательных упражнений или их серий, нагрузки тренировочных занятий, дней, суммарные нагрузки микро- и мезоциклов, периодов и этапов подготовки, макроциклов, тренировочного года.

Величину тренировочных и соревновательных нагрузок можно охарактеризовать с «внешней» и «внутренней» стороны.

«Внешняя» сторона нагрузки в наиболее общем виде может быть представлена показателями суммарного объема работы. В их числе: общий объем работы в часах, объем плавания в километрах, количество тренировочных занятий, серий упражнений, соревновательных стартов и т. д. Для полной характеристики «внешней» стороны тренировочной нагрузки выделяют частные объемы нагрузки, отражающие планирование в общем объеме работы, выполняемой с повышенной интенсивностью или способствующей преимущественному совершенствованию отдельных сторон подготовленности. Для этого определяют, например, процент интенсивной работы в общем ее объеме, соотношение работы, направленной на развитие отдельных качеств и способностей, средств общей и специальной подготовки и др. Для оценки «внешней» стороны нагрузки широко используют и показатели ее интенсивности. К таким показателям относят: темп движений, скорость их выполнения, время преодоления тренировочных отрезков и дистанций, величину отягощений.

Оценка нагрузки с «внутренней» стороны предполагает выявление реакции организма пловца на выполняемую работу. Здесь наряду с показателями, несущими информацию о срочном эффекте нагрузки, проявляющемся в изменении состояния функциональных систем непосредственно во время работы и сразу после ее окончания, могут использоваться данные о характере и продолжительности протекания периода восстановления. О величине нагрузки при этом можно судить по самым различным показателям, характеризующим степень активности

функциональных систем, преимущественно обеспечивающих выполнение данной работы. К таким показателям относятся: время двигательной реакции, время выполнения одиночного движения, величина и характер развиваемых усилий, данные о биоэлектрической активности мышц, ЧСС, частота дыхания, легочная вентиляция, сердечный выброс, потребление кислорода, скорость накопления и концентрация лактата в крови и др. Величина нагрузки, помимо указанных показателей, может быть охарактеризована продолжительностью восстановления работоспособности, запасов гликогена, активности окислительных ферментов, быстроты и подвижности нервных процессов, устранения лактата и др.

Компоненты нагрузки и их влияние на формирование реакций адаптации

Величина и направленность нагрузок определяются особенностями применения и порядком сочетания следующих компонентов: продолжительностью и характером отдельных упражнений, интенсивностью работы при их выполнении, продолжительностью и характером пауз между отдельными повторениями, количеством упражнений в структурных образованиях тренировочного процесса (отдельных занятиях и их частях, микроциклах и др.). Иногда варьированием даже одного из указанных компонентов можно в корне изменить направленность тренировочной нагрузки. Так, например, выполнение тренировочной серии типа 10 × 50 м в плавании со скоростью 95 % максимальной, в зависимости от продолжительности пауз отдыха, может оказывать принципиально различное влияние на организм спортсмена. Паузы 10—15 с будут приводить к кумуляции функциональных сдвигов, а паузы 2—3 мин позволяют спортсмену восстановить работоспособность и устранить сдвиги, вызванные предшествующим упражнением. В первом случае тренировочные упражнения способствуют развитию специальной выносливости, совершенствованию психической устойчивости к преодолению утомления, устойчивости техники к значительным сдвигам во внутренней среде организма; во втором — совершенствованию техники в устойчивом состоянии организма, повышению скоростных возможностей спортсмена, мощности анаэробных систем энергообеспечения.

Иным является характер воздействия на организм занимающихся упражнений различной продолжительности, выполняемых в интервальном режиме, даже при постоянном соотношении продолжительности работы и интервалов отдыха — 1:2 (рис. 13.1). Испытуемые выполнили одинаковый объем работы при постоянной мощности нагрузки. Однако динамика концентрации лактата крови была принципиально различной во всех трех случаях, что обусловлено неодинаковым соотношением вовлечения алактатной и лактатной систем энергообеспечения при выполнении упражнений различной продолжительности.

Упражнения одинаковой продолжительности и интенсивности, выполняемые в постоянном режиме работы и отдыха, в зависимости от количества повторений вызывают различные реакции систем энергообеспечения (рис. 13.2).

По-разному воздействуют на организм спортсмена упражнения, вовлекающие в работу различные объемы мышечного массива. Например, при выполнении продолжительных упражнений локального характера, вовлекающих в работу менее 1/3 мышц, работоспособность спортсмена обусловливается прежде всего возможностями системы утилизации кислорода в мышечной ткани. В силу этого такие упражнения приводят к возникновению в мышцах специфических изменений, связанных с увеличением количества

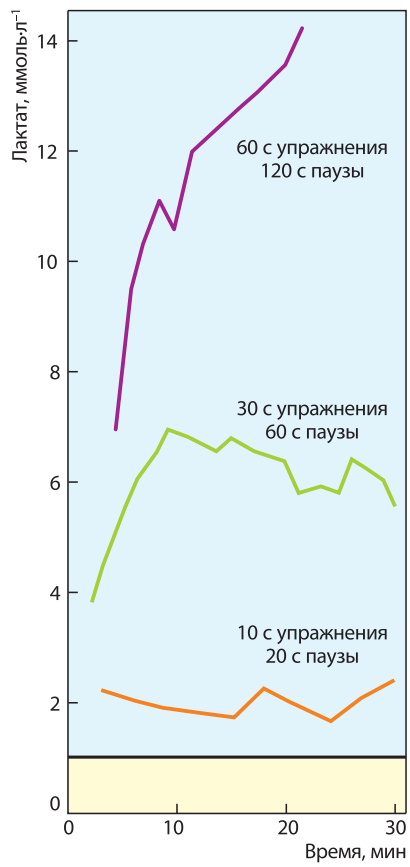


РИСУНОК 13.1 — Концентрация лактата в крови в зависимости от режима работы и отдыха при 30-минутной стандартной работе (247 кДж) и постоянной мощности (412 Вт) (Åstrand, 1992)

и плотности функционирующих капилляров, увеличением количества и плотности митохондрий, а также их способности использовать транспортируемый кровью кислород для синтеза АТФ (Hollmann, Hettinger, 1980). Эффект упражнений локального характера особенно возрастает, если используются технические средства, увеличивающие нагрузку на работающие мышечные группы, — лопатки, тормозные пояса, плавание на привязи и т. д. (Платонов, 2000). Использованием упражнений частичного характера, вовлекающих в работу до 40—60 % мышечного массива, обеспечивается более широкое воздействие на организм спортсмена, начиная от повышения возможностей систем энергообеспечения и заканчивая достижением оптимальной координации двигательной и вегетативных функций в условиях применения тренировочных и соревновательных нагрузок.

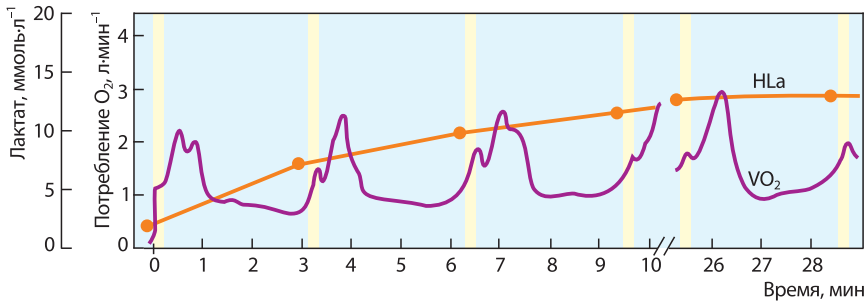


РИСУНОК 13.2 — Динамика биохимических изменений у спортсменов при повторном выполнении кратковременных упражнений максимальной мощности (Н. Волков и др., 2000, переработано)

Однако наиболее сильное воздействие на организм спортсмена оказывают упражнения глобального характера, вовлекающие в работу свыше 60—70 % мышечного массива. При этом следует учитывать, что центральные адаптационные перестройки, например, объема сердечной мышцы, сердечного выброса, жизненной емкости легких, максимальной легочной вентиляции и др., зависят только от объема функционирующих мышц и не связаны с их локализацией.

Важным моментом обеспечения эффективной адаптации является соответствие применяемых упражнений требованиям результативной соревновательной деятельности в плавании. Несоответствие характера упражнений заданному направлению адаптации мышечной ткани приводит к неадекватным специализации изменениям ее метаболизма, что подтверждается данными электронно-микроскопических и гистохимических исследований. В частности, у лиц, имеющих структуру мышечной ткани, характерную для спринтеров, но тренирующихся и выступающих как стайеры, в мышечных волокнах отмечается расширение межфибриллярных пространств вследствие отека и разрушения отдельных миофибрилл, их продольного расщепления, истощение запасов гликогена, разрушение митохондрий. Результатом такой тренировки часто является некроз мышечных волокон. У лиц со стайерской структурой мышечной ткани, но тренирующихся и выступающих как спринтеры, в мышечных волокнах наблюдается чрезмерная гипертрофия ряда миофибрилл, отмечаются зоны разрушения, охватывающие 1—3 саркомера мышечных волокон, отдельные волокна находятся в состоянии ярко выраженной контрактуры и др. (Сергеев, Язвиков, 1984).

Особенности срочных адаптационных реакций зависят и от степени освоения применяемых упражнений. Адаптация организма спортсмена к стандартным нагрузкам, связанным с решением известных двигательных задач, сопровождается меньшими сдвигами в деятельности обеспечивающей системы по сравнению с той, где двигательная задача носит вероятностный характер. Более выраженная реакция на такие нагрузки связана с повышенным эмоциональным возбуждением, менее эффективной внутри- и межмышечной координацией, а также координацией двигательной и вегетативных функций (Berger, 1994 a, b, c; Платонов, 2004).

Рассматривая интенсивность работы как степень напряженности деятельности функциональной системы организма, обеспечивающей эффективное выполнение конкретного упражнения, следует отметить ее исключительно большое влияние на характер энергообеспечения, вовлечение в работу различных двигательных единиц, формирование координационной структуры движений, соответствующей требованиям эффективной соревновательной деятельности. Например, при плавании увеличение скорости передвижения с 70 до 75 % не меняет характера энергообеспечения работы и лишь несколько увеличивает нагрузку на кислородтранспортную систему, которую вызывает проплывание отрезков или дистанции. Совсем иная ситуация имеет место, когда скорость плавания возрастает с 90 до 95 % максимальной. Энергообеспечение работы в значительной мере обеспечивается анаэробной лактатной системой (рис. 13.3), активизируются двигательные единицы, содержащие БСа- и БСб-волокна.

Увеличение объема и сократительной возможности мышцы сердца в значительной мере зависит от рационального выбора интенсивности

тренировочной работы, обеспечивающей максимальный или близкий к нему систолический объем (рис. 13.4). Исследования показывают, что такие величины систолического объема характерны для ЧСС, находящейся в диапазоне 70—90 % максимальной для конкретного спортсмена.

Реакция организма пловца на нагрузку зависит от продолжительности упражнений, их общего количества в программах отдельных занятий или серий занятий, интервалов отдыха между упражнениями. О необходимости строгого планирования и контроля данных компонентов нагрузки для достижения желаемого адаптационного эффекта свидетельствует следующее.

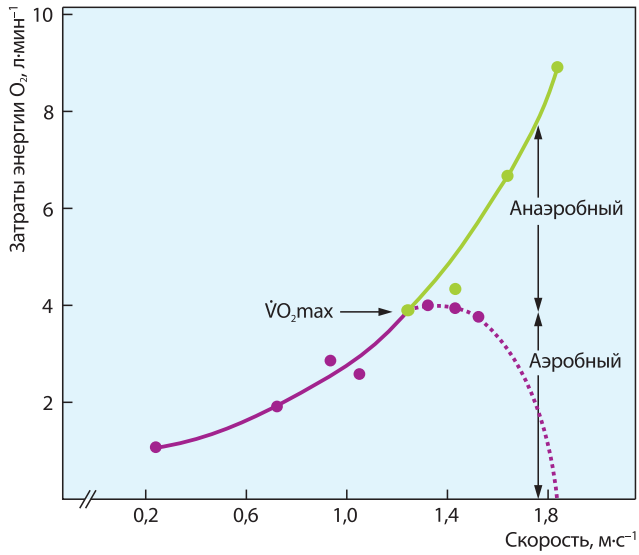


РИСУНОК 13.3 — Общие затраты энергии при плавании, выраженные в эквивалентных единицах потребления кислорода (Holmer, 1974)

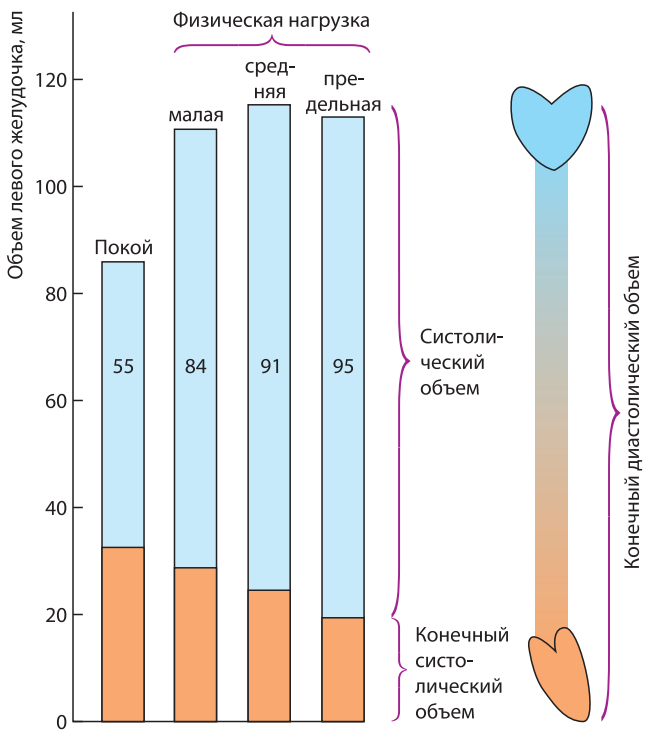


РИСУНОК 13.4 — Систолический объем в состоянии покоя и при выполнении физических упражнений различной интенсивности (Poliner et al., 1980)

Для повышения алактатных анаэробных возможностей, связанных с увеличением резервов макроэргических фосфорных соединений, наиболее приемлемыми являются кратковременные нагрузки (5—10 с) предельной интенсивности. Значительные паузы (до 2—3 мин) позволяют восстановить количество макроэргических фосфатов и избежать значительной активации гликолиза при выполнении очередных порций работы. Однако здесь следует учесть, что такие нагрузки, обеспечивая предельную активацию алактатных источников энергии, не способны привести к более чем 50 % исчерпанию алактатных энергетических депо мышц. К практически полному исчерпанию алактатных анаэробных источников во время нагрузки, а следовательно, и к повышению резервов макроэргических фосфатов, приводит работа максимальной интенсивности в течение 60—90 с, т. е. такая работа, которая является высокоэффективной для совершенствования процесса гликолиза (Di Prampero, Di Limas, Sassi, 1980).

Учитывая то, что максимум образования лактата обычно отмечается через 40—45 с, а работа преимущественно за счет гликолиза обычно продолжается в течение 60—90 с, именно работа такой продолжительности используется при повышении гликолитических возможностей. Паузы отдыха не должны быть продолжительными, чтобы величина лактата существенно не снижалась. Это будет способствовать как повышению мощности гликолитического процесса, так и увеличению его емкости (De Vries, Housh, 1994; Hoffman, 2002).

Количество лактата в крови при работе максимальной интенсивности существенно зависит от ее продолжительности. Максимальные величины лактата наблюдаются при длительности работы в пределах 1,5—5,0 мин; дальнейшее увеличение продолжительности работы связано со значительным снижением концентрации лактата (рис. 13.5). Это должно быть учтено при выборе продолжительности работы, направленной на повышение лактатной анаэробной производительности.

Относительно кратковременные интенсивные нагрузки характеризуются быстрым расходованием гликогена мышц и незначительным использованием гликогена печени, поэтому при таких систематических нагрузках содержание гликогена в мышцах возрастает, в то время как в печени количество гликогена почти не изме-

няется. Увеличение запасов гликогена в печени связано с применением продолжительных нагрузок умеренной интенсивности или выполнением большого количества скоростных упражнений в программах отдельных занятий.

Различные составляющие аэробной производительности могут совершенствоваться лишь при продолжительных однократных или при большом количестве кратковременных упражнений. В частности, локальная аэробная выносливость может быть полноценно повышена при выполнении длительных нагрузок, превышающих по продолжительности 60 % предельно доступных. В результате такой тренировки в мышцах происходит комплекс гемодинамических и метаболических изменений. Гемодинамические изменения преимущественно выражаются в улучшении капилляризации, внутримышечном перераспределении крови; метаболические — в увеличении внутримышечного гликогена, гемоглобина, увеличении количества и объема митохондрий, повышении активности оксидативных ферментов и удельного веса окисления жиров по сравнению с углеводами (De Vries, Housh, 1994).

Длительная работа определенной направленности в программах отдельных занятий приводит к снижению ее тренирующего эффекта или существенному изменению направленности преимущественного воздействия. Так, продолжительная работа аэробного характера связана с постепенным снижением максимально возможных показателей потребления кислорода. Аэробная нагрузка в течение 70—80 мин при интенсивности работы, составляющей 70—80 % $\dot{V}O_2max$, приводит к снижению потребления кислорода в среднем на 8 %, нагрузка в течение 100 мин — на 14 %. Уменьшение потребления кислорода сопровождается уменьшением систолического объема крови на 10—15 %, увеличением ЧСС на 15—20 %, снижением среднего артериального давления на 5—10 %, возрастанием минутного объема дыхания на 10—15 % (Hoffman, 2002; Wilmore, Costill, 2004).

Однако следует учитывать, что по мере выполнения длительной работы различной интенсивности происходят не столько количественные, сколько качественные изменения в деятельности органов и систем организма. Например, при выполнении длительной непрерывной или интервальной работы аэробной направленности сначала опустошаются запасы гликогена в МС-волокнах и лишь в конце ее при развитии утомления — в БС-волокнах (Shephard, 1992). У квалифицированных спортсменов работа аэробного характера в течение двух часов приводит к истощению гликогена в МС-волокнах. При увеличении продолжительности выполняемой работы постепенно истощаются запасы гликогена и в БС-волокнах. Резкое повышение интенсивности тренировочных воздействий (например, многократное повторение 15—30-секундных упражнений с высокой интенсивностью и короткими паузами) связано с первоочередным опустошением запасов гликогена в БС-волокнах и лишь после большого числа повторений истощаются запасы гликогена в МС-волокнах (Henriksson, 1992).

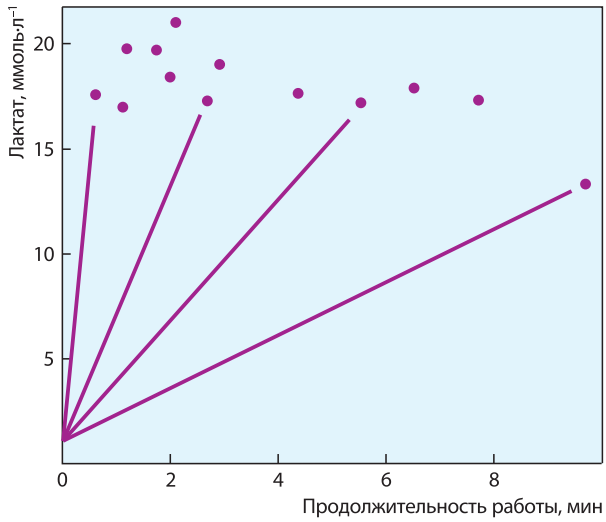


РИСУНОК 13.5 — Максимальная концентрация лактата в крови у одного и того же спортсмена при различной продолжительности работы с околопредельной интенсивностью (Hermansen, 1972)

Специфичность реакций адаптации организма спортсмена на нагрузки

При эффективном приспособлении к нагрузкам, имеющим конкретные характеристики, нервные центры, отдельные органы и функциональные механизмы, относящиеся к различным анатомическим структурам организма, объединяются в единый комплекс, что и является той основой, на которой формируются срочные и долговременные специфические приспособительные реакции. Специфичность адаптации ярко проявляется даже при нагрузках, характеризующихся одинаковой преимущественной направленностью, продолжительностью, интенсивностью, и различающихся только характером упражнений.

При специфической нагрузке спортсмены в состоянии проявить более высокие функциональные возможности по сравнению с неспецифической. Наряду с более высокими предельными величинами сдвигов в деятельности функциональных систем отмечают быстрое развертывание необходимого уровня функциональной активности, т. е. интенсивное врабатывание при использовании привычных нагрузок.

Например, как при выполнении дистанционной, так и интервальной специфической работы высокой интенсивности пловцы высокого класса достигают максимальных для данной работы показателей ЧСС, сердечного выброса и потребления кислорода в 1,5—2 раза быстрее по сравнению с выполнением аналогичной работы на велоэргометре. При этом и максимальные значения этих показателей оказываются на 5—7 % более высокими.

Специфичность адаптации к конкретным физическим нагрузкам обусловливается в большей мере особенностями сократительной активности конкретных мышц. Это видно из того, что митохондриальная адаптация ограничивается мышечными волокнами, участвующими в сокращении. Например, у бегунов и велосипедистов повышение содержания митохондрий ограничивается мышцами нижних конечностей; если тренируется одна конечность, адаптация ограничена лишь ее пределами (Wilmore et al., 2009).

Специфичность адаптации проявляется по отношению к различным физическим качествам. Об этом свидетельствуют данные, согласно которым ловкость в основном возрастает по отношению к показателям той руки, которая была подвергнута специальной тренировке.

Специфичность воздействия тренировки на выносливость в связи с вовлечением в работу волокон разного типа и их адаптационными резервами с точки зрения увеличения объемного содержания митохондрий проявляется в следующем: в БСб-волокнах объемное содержание митохондрий практически одинаково у нетренированных и тренированных на выносливость лиц. В БСа-волокнах, особенно в МС-волокнах, тренированных лиц объемное содержание митохондрий существенно превышает показатели лиц, не тренированных на выносливость (рис. 13.6).

Таким образом, при подготовке пловцов высокого класса следует ориентироваться на средства и методы, обеспечивающие адекватность тренировочных воздействий по характеру и глубине сдвигов в деятельности функциональных систем, динамической и кинематической структуре движений, особенностям соревновательной деятельности.

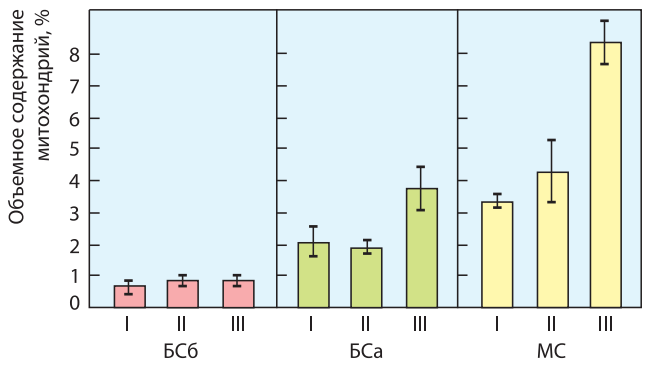


РИСУНОК 13.6 — Объемное содержание митохондрий в трех типах мышечных волокон у не занимающегося спортом (I), студента спортивного вуза (II) и тренированного на выносливость спортсмена (III) (Hollmann, Hettinger, 1980)

Воздействие нагрузок на организм спортсменов различной квалификации и подготовленности

Срочная и долговременная адаптация спортсменов значительно изменяется под влиянием уровня их квалификации, подготовленности и функционального состояния. При этом одна и та же по объему и интенсивности работа вызывает различную реакцию. Если реакция на определенную работу у спортсменов высокой квалификации выражена несущественно — утомление или сдвиги в деятельности несущих основную нагрузку функциональных систем невелики, восстановление протекает быстро, то у менее квалифицированных спортсменов такая же работа вызывает намного более бурную реакцию: чем ниже квалификация спортсмена, тем в большей степени выражено утомление и сдвиги в состоянии функциональных систем, наиболее активно участвующих в обеспечении работы, продолжительнее восстановительный период (рис. 13.7).

При предельных нагрузках у квалифицированных спортсменов отмечаются более выраженные реакции (рис. 13.8). В частности, повышение квалификации пловцов связано со снижением энерготрат при выполнении стандартной нагрузки и одновременным их повышением при предельных нагрузках (рис. 13.9).

У пловцов, тренированных к напряженной работе аэробного характера, отмечается значительное увеличение васкуляризации мышц за счет увеличения количества капилляров в мышечной ткани и открытия потенциальных коллатеральных сосудов, что приводит к увеличению кровотока при напряженной работе (Åstrand, Rodahl, 1986; Wilmore, Costill, 2004). Одновременно при стандартных нагрузках у тренированных лиц по сравнению с нетренированными отмечается меньшее снижение притока крови к не работающим мышцам, печени и другим внутренним органам. Это связано с усовершенствованием центральных механизмов дифференцированной регуляции кровотока, увеличением васкуляризации мышечных волокон, повышением способности мышечной ткани утилизировать кислород из крови.

У спортсменов высокого класса при более выраженной реакции на предельную нагрузку восстановительные процессы после нее проте-

кают интенсивнее. Если у пловцов невысокой квалификации восстановление работоспособности после тренировочных занятий с большими нагрузками смешанного аэробно-анаэробного характера может затянуться до 3—4 сут., то у мастеров спорта восстановительный период в 2 раза короче. И это при условии, что суммарный объем плавания в тренировочном занятии у них в 2,5—3,5 раза больше по сравнению со спортсменами невысокой квалификации.

Стандартные и предельные нагрузки вызывают неодинаковые по величине и характеру реакции на различных этапах тренировочного макроцикла, а также если их планируют при неполностью восстановившемся уровне функциональных возможностей организма после предшествовавших нагрузок. Так, в начале первого этапа подготовительного периода реакция организма спортсмена на стандартные специфические нагрузки выражена в большей мере по сравнению с показателями, регистрируемыми на втором этапе подготовительного и в соревновательном периодах (рис. 13.10), следовательно, прирост специальной тренированности приводит к существенной экономизации функций при выполнении стандартной работы. Предельные нагрузки, наоборот, связаны с более выраженными реакциями по мере роста тренированности спортсменов.

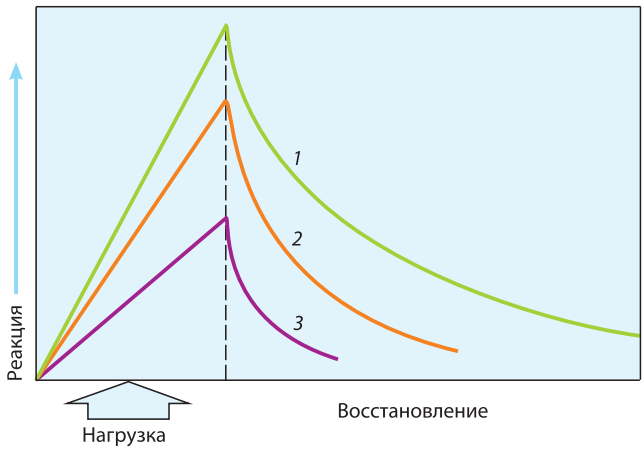


РИСУНОК 13.7 — Реакция организма на работу, одинаковую по объему и интенсивности: *1* — пловцы низкой квалификации; *2* — средней; *3* — высокой квалификации

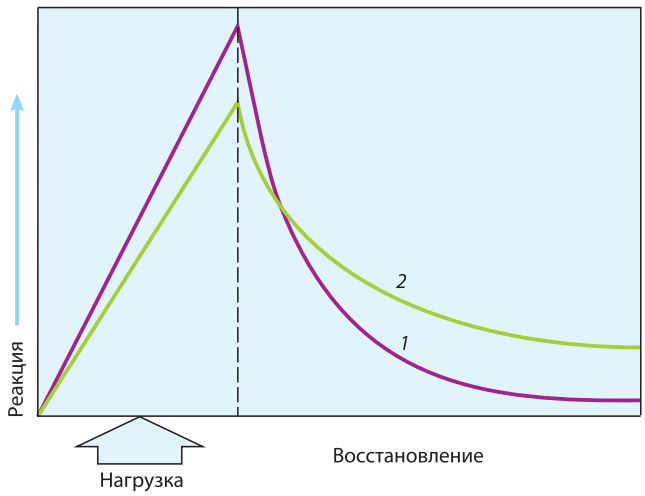


РИСУНОК 13.8 — Реакция организма на предельную нагрузку: *1* — пловцы высокой квалификации; *2* — пловцы низкой квалификации

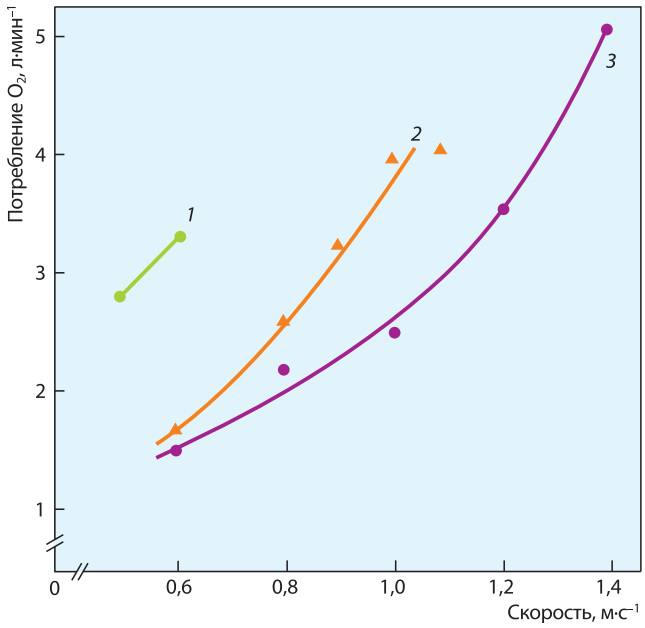


РИСУНОК 13.9 — Потребление кислорода в зависимости от скорости плавания у пловцов различной квалификации при плавании кролем на груди: *1* — пловец-любитель; *2* — хороший пловец; *3* — пловец высокого класса (Holmer, 1972)

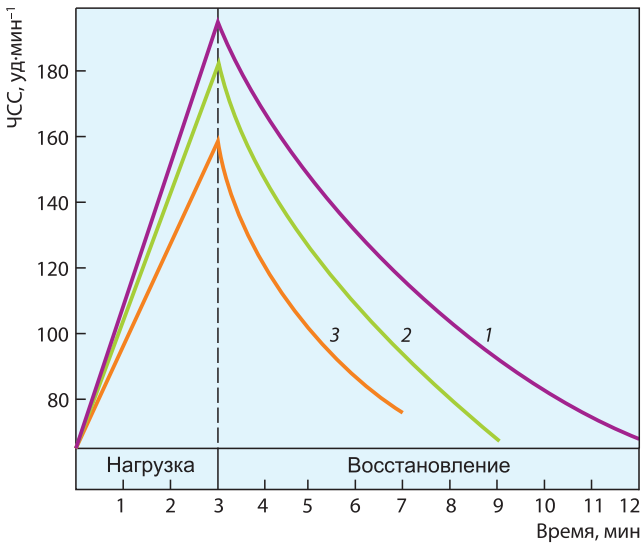


РИСУНОК 13.10 — Частота сердечных сокращений и продолжительность ее восстановления у спортсменов во время и после стандартной нагрузки: *1* — первый этап подготовительного периода; *2* — второй этап подготовительного периода; *3* — соревновательный период

У пловца высокой квалификации при прохождении соревновательной дистанции (100 м, вольный стиль) с предельной скоростью во второй половине подготовительного и в соревновательном периодах отмечается более выраженная реакция по сравнению с показателями, зарегистрированными на первом этапе подготовительного периода.

Реакции организма спортсмена на соревновательные нагрузки

Современное спортивное плавание отличается исключительно напряженным календарем соревнований, количество которых для спортсменов высокого класса может превышать 20 при количестве стартов, нередко достигающем 120—150. Столь высокий объем соревновательной деятельности обусловлен не только необходимостью успешного выступления в различных соревнованиях, но и использованием их как наиболее мощного средства стимуляции адаптационных реакций и интегральной подготовки, позволяющей объединить весь комплекс технико-тактических, функциональных, физических и психических предпосылок, качеств и способностей в единую систему, направленную на достижение запланированного результата. Даже при оптимальном планировании тренировочных нагрузок, моделирующих соревновательные, и при соответствующей мотивации спортсмена на их эффективное выполнение, уровень функциональной активности регуляторных и исполнительных органов оказывается ниже, чем в соревнованиях. Только в процессе соревнований спортсмен может выйти на уровень предельных функциональных проявлений и выполнить такую работу, которая во время тренировочных занятий оказывается непосильной. В качестве примера приводим данные, полученные у пловца высокой квалификации при выполнении однократной нагрузки (рис. 13.11).

Эти данные требуют изменения еще бытующих представлений о соревнованиях как о простой реализации того, что заложено в процессе тренировки. Ошибочность этих представлений очевидна, поскольку наивысшие достижения спортсмены показывают в главных соревнованиях. Чем выше ранг соревнований, конкуренция в них, внимание к соревнованиям со стороны болельщиков, прессы, тем более высокими оказываются спортивные результаты. И это несмотря на то, что в условиях контрольных соревнований можно избежать многих факторов, казалось бы, создающих помехи для эффективной соревновательной деятельности. Однако во второстепенных соревнованиях отсутствует один из решающих факторов, определяющий уровень результатов в спорте высших достижений, — предельная мобилизация психических возможностей. Хорошо известно, что результаты любой деятельности спортсмена, особенно связанной с экстремальными ситуациями, зависят не только от совершенства его умений и навыков, уровня развития физических качеств, но и от его характера, силы устремлений, решимости действий, мобилизации воли. При этом, чем выше класс спортсмена, тем большую роль для достижения высоких спортивных результатов играют его психические возможности, способные существенно повлиять на уровень функциональных проявлений (Цзен, Пахомов, 1985).

Рассматривая соревновательные старты в качестве важного средства мобилизации функциональных резервов организма пловцов и роста их спортивного мастерства, необходимо стремиться и к максимально широкому использованию соревновательного метода в тренировочном процессе. Создание микроклимата соревнований при выполнении комплексов тренировочных упражнений и программ занятий способствует приросту работоспособности спортсменов и более глубокой мобилизации функциональных резервов их организма. В частности, работоспособность пловцов высокой квалификации при выполнении программ тренировочных занятий в воде и на суше в условиях коллективной работы с применением соревновательного метода обычно оказывается на 10—20 % выше того уровня, который спортсмены способны продемонстрировать без такой мотивации. Это очень хорошо понимают тренеры США, которые организацию тренировочного процесса в условиях команды с постоянным взаимодействием и конкуренцией пловцов считают очень важной для успешности подготовки.

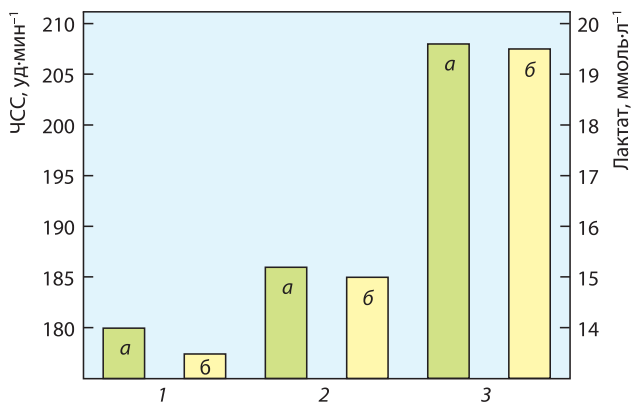


РИСУНОК 13.11 — Реакция организма пловца высокой квалификации (дистанция 400 м вольным стилем) на нагрузку: *1* — велоэргометрическая ступенчатая; *2* — контрольные соревнования; *3* — главные соревнования сезона; *а* — ЧСС; *б* — лактат

Утомление и восстановление при напряженной мышечной деятельности

Утомление следует рассматривать как сложный процесс, затрагивающий все уровни деятельности организма (молекулярный, субклеточный, клеточный, органный, системный, целостного организма) и проявляющийся в совокупности изменений, связанных со сдвигами гомеостаза, регулирующих, вегетативных и исполнительных систем, развитием чувства усталости, временным снижением работоспособности.

Утомление — особый вид функционального состояния человека, временно возникающий под влиянием продолжительной или интенсивной работы и приводящий к снижению ее эффективности. Утомление проявляется в уменьшении силы и выносливости мышц, ухудшении координации движений, в возрастании затрат энергии при выполнении одной и той же работы, в замедлении реакций и скорости переработки информации, затруднении процесса сосредоточения и переключения внимания и других явлениях. Утомление может носить **острый** и **хронический** характер. Острое утомление является следствием нагрузки отдельного тренировочного или соревновательного упражнения, серии упражнений или программы отдельного занятия. Хроническое утомление наступает в результате нагрузки серий занятий или микроциклов, программы которых выполняются в сочетании недовосстановления после предшествующих нагрузок. Хроническое утомление, за исключением отдельных случаев, является результатом чрезмерных нагрузок и нерационального построения тренировки.

При рассмотрении проблемы утомления в спорте широко используются такие понятия, как утомительность, утомляемость, утомленность, переутомление.

Утомительность — объективное свойство работы вызывать утомление. Утомительность любого вида деятельности определяется, с одной стороны, величиной нагрузки на организм, а с другой — степенью физической и психической подготовленности человека к определенным видам работы.

Утомляемость — свойство организма человека в целом, отдельных его частей или систем быть подверженным утомлению. Конкретная реализация этого свойства, т. е. глубина развивающегося утомления при одной и той же нагрузке, зависит от степени адаптации человека к определенному виду деятельности и его тренированности, физического и психологического состояния, уровней мотивации и нервно-эмоционального напряжения.

Утомленность — состояние всего организма или отдельных его частей, соответствующее определенной степени утомления. Градация степени утомленности человека оценивается по субъективным ощущениям, состоянию различных психофизиологических функций, изменению эффективности работы.

Переутомление — совокупность стойких функциональных нарушений в организме человека, возникающих в результате многократно повторяющегося чрезмерного утомления, не исчезающих за время отдыха и являющихся неблагоприятными для здоровья. Длительное переутомление является одной из причин развития перенапряжения и различного рода заболеваний.

Следует различать содержание понятий утомление и усталость. Утомление — это объективный процесс, возникающий вследствие напряженной или продолжительной деятельности, а усталость — субъективное восприятие и отражение этого процесса, предохраняющее организм от чрезмерного истощения.

Острые и хронические формы утомления могут быть обусловлены самыми различными причинами, которые можно свести к пяти основным группам — физиологические, психологические, медицинские, материально-технические и спортивно-педагогические (рис. 13.12). В этой главе рассмотрим в основном причины физиологического характера, которые могут привести к утомлению, так как именно знания в этой области во многом предопределяют рациональное построение подготовки спортсмена. Что касается других причин, приводящих к утомлению, то соответствующий материал вошел в содержание других глав книги, в которых рассматриваются вопросы нагрузки и отдыха, развития различных двигательных качеств, построения подготовки, травматизма, питания и применения средств восстановления и др.

Восстановление — процесс, протекающий как реакция на утомление и направленный на восстановление нарушенного гомеостаза и работоспособности. Восстановление после физических нагрузок означает не только возвращение функций организма к исходному или близкому к нему уровню. Если бы после тренировочной работы функциональное состояние организма спортсмена лишь возвращалось к исходному уровню, исчезла бы возможность его совершенствования путем целенаправленной тренировки.

Развитие тренированности спортсмена является результатом того, что следовые реакции, наблюдающиеся в организме после отдельных тренировочных нагрузок, полностью не устраняются, а сохраняются и закрепляются. Выполнение напряженной мышечной работы связано

РИСУНОК 13.12 — Причины, стимулирующие развитие утомления в системе подготовки и соревновательной деятельности спортсменов

с расходованием потенциала функций и развивающимся утомлением, его восстановлением к дорабочему уровню, в отдельных случаях со сверхвосстановлением и последующей стабилизацией на дорабочем или близком к нему уровне. Наличие этих этапов определяет и колебания работоспособности спортсмена. Различают фазу снижения работоспособности, ее восстановления, сверхвосстановления (суперкомпенсации) и стабилизации (рис. 13.13). В фазе восстановления происходит нормализация функций — восстановление гомеостаза, восполнение энергетических запасов, сверхвосстановления — суперкомпенсация энергетических ресурсов, стабилизации — реконструкция клеточных структур и ферментных систем.

Изменения в функциональных системах организма спортсмена, возникающие в восстановительном периоде, служат основой повышения тренированности. В силу этого при анализе послерабочего периода после нагрузок следует различать две фазы: 1) фазу измененных соматических и вегетативных функций под влиянием мышечной работы (ранний восстановительный период), исчисляемую минутами и часами, в основе которой лежит восстановление гомеостаза организма; 2) конструктивную фазу (период отставленного восстановления), в процессе которой происходит формирование функциональных и структурных изменений в органах и тканях вследствие суммирования следовых реакций на нагрузки.

Рассматривая восстановительные процессы, протекающие в организме в ответ на выполнение интенсивной или продолжительной работы, нельзя упускать такое понятие, как текущее восстановление по ходу выполнения работы, заключающееся в поддержании состояния равновесия и величин гомеостаза, которые изменяются в процессе мышечной деятельности. Центральное место среди этих процессов занимают метаболические превращения, направленные на поддержание должной концентрации АТФ в работающих мышцах.

Применительно к напряженной мышечной деятельности целесообразно различать **явное** утомление, проявляющееся снижением работоспособности и отказом от выполнения работы в заданном режиме вследствие некомпенсированных сдвигов в деятельности регуляторных и исполнительных систем, а также **скрытое (компенсируемое)** утомление, характеризующееся уменьшением запасов энергетических субстратов, накоплением в мышцах и крови продуктов

промежуточного обмена, деэкономизацией работы, существенными изменениями структуры движений, но еще не сопровождающееся снижением работоспособности вследствие использования компенсаторных механизмов.

Диагностика утомления очень важна для рационального планирования различных структурных образований тренировочного процесса. Если определение явного утомления практически не представляет сложности в силу четкого и объективного критерия его проявления — работоспособности, то оценить скрытое утомление значительно сложнее. Поддержание стабильного уровня работоспособности при выполнении работы различной мощности у спортсменов высокой квалификации практически с самого начала работы осуществляется при постоянном изменении основных функциональных показателей (рис. 13.14). Определить, на каком этапе работы компенсаторные изменения связаны с формированием скрытого утомления, довольно сложно, тем более, что время его наступления и характер протекания зависят от индивидуальных возможностей спортсменов, степени их тренированности, характера нагрузки и др. Первые признаки скрытого утомления, связанные со снижением экономичности работы, ухудшением внутримышечной и межмышечной координации, значительными изменениями в координационной структуре движений, появляются чаще всего после выполнения 70—75 % объема работы, приводящего к явному утомлению. Постепенно эти изменения усиливаются в направлении все более глубокого исчерпания функциональных резервов и достигают максимально доступных для данной работы величин в период перехода скрытого утомления в явное, т. е. в момент заметного снижения работоспособности спортсмена.

Основным показателем, свидетельствующим о наступлении скрытого утомления и его усугублении при стабильной работоспособности спортсмена, могут служить энерготраты на единицу механической работы. Именно существенное повышение энерготрат по отношению к показателям устойчивого состояния свидетельствует об использовании компенсаторных механизмов поддержания работоспособности и развитии скрытого утомления.

Исследования, проведенные В. Д. Моногаровым (1986, 1994), показали, что при однообразной мышечной деятельности циклического характера большой и субмаксимальной интенсивности субъективные и объективные признаки утомления начинают проявляться через отрезок времени, равный 55—65 % общей продолжительности работы, выполняемой до вынужденного

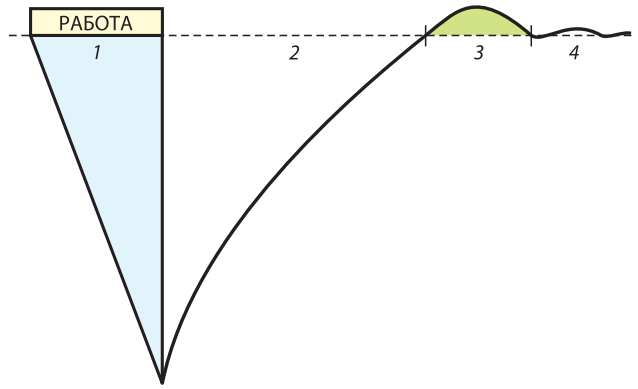


РИСУНОК 13.13 — Схема развития процесса утомления и восстановления при мышечной деятельности, приводящей к исчерпанию запасов гликогена в мышцах: *1* — утомление; *2* — восстановление; *3* — сверхвосстановление (суперкомпенсация); *4* — стабилизация

отказа, т. е. до наступления явного утомления. В это время начинает развиваться скрытое утомление — процесс накопления функциональных сдвигов во внутренней среде организма и изменения регуляции его функций, развивающийся задолго до снижения работоспособности. Скрытое утомление сопровождается постоянно возрастающими ощущениями усталости. Высокий уровень подготовленности и психической устойчивости пловцов высокой квалификации и избранные ими рациональные технико-тактические схемы приводят к тому, что в конце дистанций скорость плавания у них не только не снижается, а часто превышает среднюю дистанционную. Однако существенная деэкономизация функций, мобилизация компенсаторных механизмов и постоянно нарастающее чувство усталости, достигающее исключительно мучительного уровня, начинают развиваться после проплывания 75—80 % дистанции.

Тренировка в состоянии компенсируемого утомления является весьма эффективной для создания специфических условий, адекватных

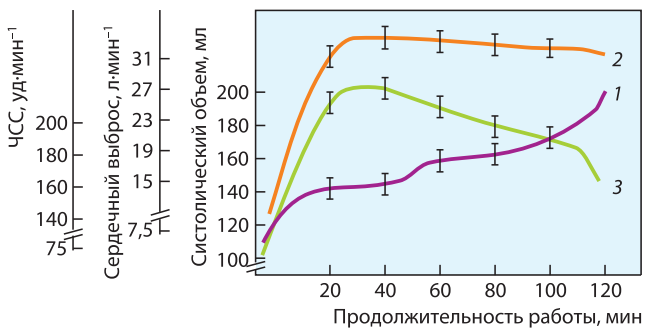


РИСУНОК 13.14 — Изменение показателей кровообращения у пловцов высокой квалификации при мышечной деятельности умеренной мощности: *1* — частота сердечных сокращений; *2* — сердечный выброс; *3* — систолический объем (Моногаров, 1986)

деятельности спортсмена в соревнованиях, когда он, преодолевая утомление, стремится достигнуть высокого спортивного результата, а напряженную работу в условиях соревнований, связанную с компенсацией утомления на последней трети дистанции, следует рассматривать как весьма эффективное воздействие, направленное на расширение функциональных возможностей организма спортсмена.

Результаты научных исследований и опыт соревновательной деятельности выдающихся спортсменов убедительно показывают, что работа, выполняемая в условиях компенсируемого утомления и направленная на сбалансированное совершенствование компонентов технико-тактического, функционального и психологического порядка, является эффективным средством обеспечения высокого уровня работоспособности в условиях развивающегося утомления и прогрессирующего чувства усталости.

В современной системе спортивной тренировки утомление играет в основном положительную роль, так как его развитие и компенсация являются необходимыми условиями для повышения функциональных возможностей организма, своего рода стресс-синдромом, который должен широко использоваться в различных видах спорта для стимулирования адаптационных сдвигов в организме спортсмена (Сологуб, 1993; Kellmann, 2002).

Понимание основных механизмов обеспечения работоспособности при выполнении работы различного характера и продолжительности, особенностей развития утомления позволяет при планировании отдельных комплексов упражнений и программ тренировочных занятий моделировать весь спектр функциональных состояний и компенсаторных реакций, характерных для соревновательной деятельности спортсмена.

Не менее существенным для планирования рационального режима работы и отдыха в системе подготовки спортсменов является знание закономерностей восстановительных реакций после тренировочных и соревновательных нагрузок.

В связи с этим в первую очередь следует выделить специфичность восстановительных реакций, тесную взаимосвязь характера и продолжительности как раннего, так и отставленного периода восстановления с направленностью и величиной тренировочных и соревновательных нагрузок, глубиной, локализацией и механизмами развившегося утомления.

Не менее важной для теории и практики спортивной подготовки является фазность восстановительных реакций, которую обычно принято увязывать с показателями работоспособности. Однако здесь следует учитывать теснейшую взаимосвязь работоспособности с важнейшими характеристиками состояния обеспечивающей функциональной системы (Анохин, 1975) во всем сложнейшем взаимодействии протекающих в ней процессов.

Выраженность, продолжительность фаз колебания работоспособности, физиологических, биохимических и психических реакций находятся в теснейшей взаимосвязи с направленностью и величиной нагрузок, квалификацией, подготовленностью и состоянием спортсмена, его возрастом и др.

Одной из важных особенностей протекания восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок является неодновременность (гетерохронность) восстановления различных показателей к исходному уровню. После выполнения 30-секундных тренировочных упражнений в плавании с 90 %-ной интенсивностью восстановление работоспособности обычно происходит через 90—120 с. Отдельные показатели вегетативной нервной системы возвращаются к дорабочему уровню через 30—60 с, восстановление других может затянуться до 3—4 мин и более. Это же можно сказать и о восстановительных процессах после выполнения программ тренировочных занятий, участия в соревнованиях. Так, восстановление основных показателей кислородтранспортной системы происходит раньше, чем возвращаются к исходному уровню запасы гликогена мышц. Участие в ответственных соревнованиях, связанное с большой психической нагрузкой, часто приводит к тому, что наиболее длительным оказывается восстановление психических функций спортсмена.

Исследования биохимических процессов в период отдыха после мышечной работы (Henriksson, 1992; Волков и др., 2000; Мохан и др., 2001) позволили установить, что быстрее всего восстанавливаются резервы кислорода и креатинфосфата в работающих мышцах, затем — внутримышечные запасы гликогена и гликогена печени, и лишь в последнюю очередь — ферментные белковые структуры (табл. 13.1).

Гетерохронность восстановительных процессов обусловлена в первую очередь направленностью тренировочной нагрузки. При одинаковых условиях именно направленность нагрузки, определяющая меру участия в выполняемой работе различных органов и функций, указывает на степень их угнетения и продолжительность восстановления.

После однократной большой нагрузки аэробного характера гликоген в мышцах восстанавливается достаточно быстро: через 12 ч — до

ТАБЛИЦА 13.1 — Время, необходимое для завершения восстановления различных биохимических процессов в период отдыха после напряженной мышечной работы (Н. Волков и др., 2000)

Процесс	Время восстановления
Восстановление запасов O_2 в организме	10—15 с
Восстановление алактатных анаэробных резервов в мышцах	2—5 с
Оплата алактатного O_2-долга	3—5 мин
Устранение лактата	0,5—1,5 ч
Оплата лактатного O_2-долга	0,5—1,5 ч
Ресинтез запасов гликогена в мышцах и печени	12— 48 ч
Синтез ферментных и структурных белков	12—72 ч

67 %, через 24 ч — обычно до исходного уровня (McDougall et al., 1977). Если применять нагрузки аэробного характера подряд с паузами, не обеспечивающими полного восстановления, то количество гликогена в мышечной ткани снижается практически до нуля. Несколько максимальных многократных нагрузок даже при условии полноценной углеводной диеты способны удлинить восстановительный период до 3—4 дней и более (Платонов, 1988; Hultman, Greenhaff, 1992).

В восстановительном периоде после напряженной мышечной деятельности ЧСС резко снижается уже в течение первых 10—15 с после работы. Этот быстрый спад следует увязывать с резким уменьшением кортикальной и проприоцептивной стимуляции. В дальнейшем ЧСС уменьшается значительно медленнее, что определяется снижением периферических импульсов вследствие устранения из тканей продуктов распада.

Резкое уменьшение ЧСС непосредственно после нагрузки сопровождается снижением систолического объема крови. Вместе с тем непосредственно после нагрузок, связанных с накоплением лактата, происходит удержание высоких величин потребления кислорода, иногда превышающих наблюдаемые во время работы. Связано это с повышенной потребностью тканей в кислороде для восстановления количества фосфатов и устранения лактата, повышенным уровнем катехоламинов и температуры тела, хорошими условиями для периферического кровоснабжения в связи с расслаблением мышц. По мере устранения сдвигов, вызванных работой, восстановительные процессы замедляются. В целом при нагрузках различной направленности, величины и продолжительности в течение первой трети восстановительного периода протекает около 55—65 %, во второй — 25—35 % и в третьей — 5—15 % восстановительных реакций.

Функциональная активность при продолжительной работе, утомление и восстановление при нагрузках различной величины

Начало мышечной деятельности сопровождается активизацией деятельности регулирующих и исполнительных органов организма — происходит процесс врабатывания. Он характерен для любой мышечной деятельности и является биологической закономерностью. Периоду врабатывания предшествует период предрабочего возбуждения нервной системы и активизации деятельности вегетативных функций как настройки организма на выполнение заданной работы.

В период врабатывания налаживается необходимый стереотип движений: улучшается координация, уменьшаются энерготраты на единицу работы, т. е. повышается ее КПД; улучшается регуляция вегетативных функций, причем процесс активизации отдельных систем происходит неодновременно. Так, период врабатывания двигательной системы (в зависимости от интенсивности работы) колеблется от 10—20 с до 2—3 мин. Врабатывание вегетативной нервной системы происходит медленнее — максимальная активизация деятельности систем кровообращения и дыхания может происходить в течение 3—5 мин, причем одни показатели достигают устойчивого уровня быстрее, другие — медленнее (рис 13.15).

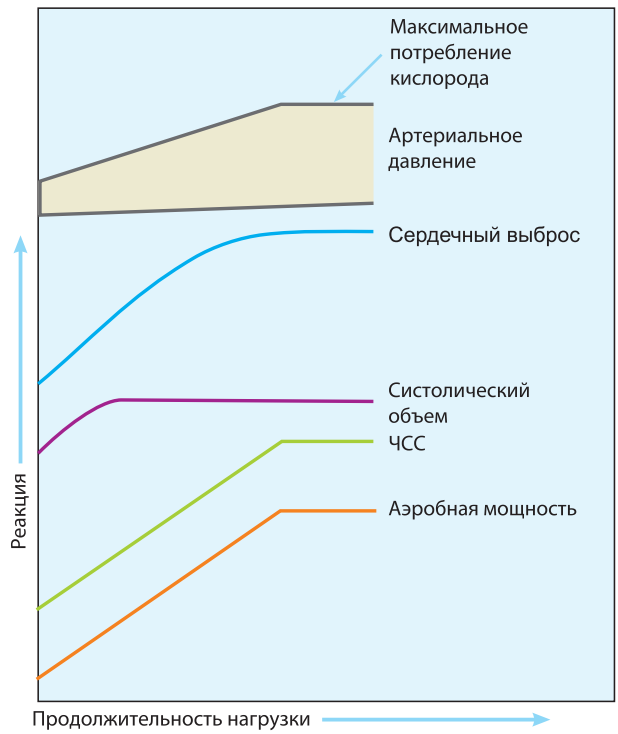


РИСУНОК 13.15 — Динамика врабатывания организма спортсмена при выполнении работы аэробного характера (Åstrand, 1992)

Относительно медленная активизация возможностей кислородтранспортной системы даже при выполнении работы, находящейся в зоне интенсивности, обеспечиваемой аэробной системой энергообеспечения, на первых минутах работы, как правило, приводит к активизации анаэробного гликолиза и накоплению в крови лактата. После окончания периода врабатывания продукты промежуточного обмена постепенно устраняются и анаэробные источники продуцирования энергии не используются.

Период врабатывания находится в прямой зависимости от интенсивности выполняемой работы: чем она интенсивнее, тем длительнее врабатывание. Процесс врабатывания протекает особенно успешно, если в разминке используют упражнения, которые выполняют в последующей деятельности. Этот период обычно короче у спортсменов, адаптированных к данной работе, а также у спортсменов более высокой квалификации, которых отличают достаточно стойкие и одновременно лабильные связи двигательной и вегетативной функций. Например, пловцы высокого класса, адаптированные к применяемым упражнениям, достигают максимальных для данной работы показателей $\dot{V}O_2max$ уже через 60—90 с. Спортсменам невысокой квалификации для этого часто не хватает 3—4 мин.

После окончания периода врабатывания программа тренировочного занятия выполняется в течение определенного времени на относительно постоянном уровне работоспособности — в устойчивом состоянии. В это время достигается согласованная деятельность двигательной и вегетативных функций.

Состояние устойчивой работоспособности нарушается вследствие развития процесса утомления, характеризующегося возрастанием напряженности деятельности функциональных систем при относительно стабильном уровне работоспособности, а затем и ее снижением. Характеристика функциональных возможностей спортсмена в различных фазах мышечной деятельности циклического характера приведена в таблице 13.2.

Величина нагрузки отдельных упражнений или их серий, программ тренировочных занятий, нескольких занятий, микроциклов определяется глубиной утомления, выраженностью сдвигов гомеостаза и отражается в продолжительности восстановительных процессов. После малых и средних нагрузок тренировочных занятий восстановительные процессы протекают в течение десятков минут или нескольких часов, большие нагрузки могут вызвать длительный период последействия, достигающий нескольких суток.

Величина нагрузок, по данным протекания восстановительного периода, может быть объективно оценена не только по разнообразным физиологическим и биохимическим показателям, но и по относительно простым, но достаточно объективным характеристикам: окраске кожи, сосредоточенности и общему самочувствию спортсмена и др. (табл. 13.3).

ТАБЛИЦА 13.2 — Изменение функциональных возможностей спортсменов в процессе мышечной деятельности циклического характера (Данько, 1972)

Период, фаза	Функция двигательного аппарата	Регуляция ЦНС	
		Соматические функции	Вегетативные функции
Врабатывание			
Начальное усилие	Формирование двигательного стереотипа	Доминантное возбуждение одних двигательных центров и сопряженное торможение других	Избирательное усиление отдельных функций и торможение других
Мобилизация вегетативных функций	Стабилизация движений	Уменьшение сопряженного торможения и более полное включение системы гипофиз—надпочечники	Усиление функций гипофиза до требуемого уровня
Устойчивая работоспособность			
Неполная стабилизация вегетативных функций	Стабильность движений	Рабочее возбуждение центральной нервной системы	Возможны незначительные колебания в стабильности
Полная стабилизация вегетативных функций	Стабильность движений	Сохранение рабочего возбуждения	Устойчивая стабилизация показателей вегетативных функций
Утомление			
Скрытое (преодолеваемое)	Сохранение эффективности движений	Усиление доминантного возбуждения (волевым путем), появление индукционного торможения	Максимальное повышение функций при снижении их коэффициента полезного действия
Явное (неопреодолеваемое)	Затруднение или нарушение биомеханики движений	Выраженное развитие охранительного торможения	Дискоординация функций и возможное их ослабление

ТАБЛИЦА 13.3 — Симптомы утомления после нагрузок различной величины (Harre, 1982)

Показатель	Средняя нагрузка	Большая нагрузка	Чрезмерная нагрузка (непосредственные изменения)	Восстановительный период после чрезмерной нагрузки
Окраска кожи	Легкое покраснение	Сильное покраснение	Очень сильное покраснение или чрезмерная бледность	Бледность, сохраняющаяся в течение нескольких дней
Движение	Уверенное выполнение	Увеличение ошибок, снижение точности, появление неуверенности	Сильное нарушение координации, вялое выполнение движений, явное проявление ошибок	Нарушение движений и бессилие в следующем тренировочном занятии
Сосредоточенность	Нормальная, корригирующие указания выполняются, полное внимание при объяснении и показе упражнений	Невнимательность при объяснении, пониженная восприимчивость при отработке технических и тактических навыков, сниженная способность к дифференциации	Значительно сниженная сосредоточенность, большая нервозность, рассеянность, сильно замедленная реакция	Невнимательность, неспособность к исправлению движений после 24 или 48 ч отдыха, неспособность сосредоточиться во время умственной работы
Общее самочувствие	Никаких жалоб, выполняются все нагрузочные задания	Слабость в мышцах, значительно затрудненное дыхание, нарастающее бессилие, явно сниженная работоспособность	Свинцовая тяжесть в мышцах, головокружение, тошнота	
Готовность к достижениям	Стойкая, желание продолжать тренироваться	Пониженная активность, стремление к более длительным паузам, снижение готовности продолжать работу	Желание полного покоя и прекращения работы	Нежелание тренироваться на следующий день, безразличие, сопротивление требованиям тренера
Настроение	Приподнятое, радостное, оживленное	Несколько «приглушенное», но радостное, если результаты тренировки соответствуют ожиданию, радость по поводу предстоящей тренировки	Возникновение сомнений в ценности и смысле тренировки, боязнь перед новой тренировкой	Подавленность, непрекращающиеся сомнения в ценности тренировки, поиск причин для отсутствия на тренировке

Применительно к процессу подготовки квалифицированных пловцов наибольшим тренирующим эффектом отличаются занятия с большими нагрузками. Связано это с тем, что при выполнении программ таких занятий значительный объем работы спортсмен выполняет в условиях постоянно прогрессирующих сдвигов в деятельности функциональных систем организма, несущих основную нагрузку при выполнении конкретной работы.

Велико, по-видимому, значение занятий с большими нагрузками как фактора интенсификации синтеза белков, обеспечивающих замену истощенных клеточных структур и увеличение их рабочей площади для выполнения функций, наиболее активных в процессах срочной адаптации. Необходимо учесть, что изменения, наступающие во время срочных адаптационных реакций при работе в условиях скрытого утомления, составляют важные предпосылки развития долговременной адаптации. При этом в первую очередь деградации должны подвергаться белки с заканчивающимся периодом жизни и уже не способные обеспечивать надежное выполнение функций в напряженных условиях. Усиленная деградация устаревших белков ведет к замене их новыми и тем самым к повышению надежности сократительного аппарата.

Более того, систематическое применение больших тренировочных и соревновательных нагрузок обеспечивает формирование тесной взаимосвязи между функцией соответствующих структур организма и индивидуальным генетическим аппаратом срочной и долговременной адаптации. В результате применения таких нагрузок обеспечивается значительно более глубокое исчерпание функциональных резервов организма спортсмена, более интенсивное и сбалансированное восстановление и регенерация израсходованных структур, формирование эффективного ритма взаимодействия между процессами истощения, восстановления, функциональной и структурной адаптации.

Утомление и восстановление при нагрузках различной направленности

Утомление — сложное явление, обусловленное множеством различных процессов, специфичных для каждого вида двигательной активности. Выявление звена, играющего ведущую роль в развитии утомления, особенно затруднено в реальной тренировочной и

соревновательной деятельности, отличающейся исключительным многообразием двигательных действий, процессов их регуляции и обеспечения, сложным характером проявления различных двигательных качеств. Существенным затруднением для установления специфического звена, в котором развивается утомление, является большое число компенсаторных приспособлений, включающихся при напряженной двигательной активности различной интенсивности. Для преодоления утомления организм использует избирательное вовлечение различных двигательных единиц, а также чередование деятельности различных мышц-синергистов (Green, 1990), мобилизацию буферных систем для нейтрализации действия продуктов распада на мышечное волокно (De Vries, Housh, 1994), преимущественное вовлечение различных источников энергообеспечения работы (Wilmore, Costill, 2009).

Двигательное утомление — это не какой-то единый, общий для разных видов мышечной деятельности комплекс физиологических процессов. Существуют виды мышечной деятельности, в неодинаковой степени вовлекающие различные физиологические системы и функции, а также имеются виды утомления, в большей или меньшей степени различающиеся по феноменологии, локализации и механизму.

В зависимости от условий мышечной деятельности и индивидуальных особенностей организма роль ведущего звена в развитии утомления может принимать на себя любой орган или функция, возможности которых в определенный момент работы становятся неадекватными требованиям нагрузки. Первопричиной утомления может стать и истощение энергетических ресурсов организма, и уменьшение активности ключевых ферментов из-за угнетающего действия продуктов метаболизма, и нарушение целостности функционирующих структур из-за недостаточности их пластического обеспечения, и изменение нейрогуморальной регуляции функций, и др. (Н. Волков, 1974, 1986; Платонов, 1997; Wilmore, Costill, 2009).

Изучение процессов развития утомления при кратковременной высокоинтенсивной работе, обеспечиваемой алактатной анаэробной системой, позволило установить тесную взаимосвязь между истощением запасов КФ в работающих мышцах и снижением работоспособности (Newsholme et al., 1992; Shephard, 1992).

Принципиально иные механизмы определяют развитие утомления при выполнении работы, преимущественно обеспечиваемой деятельностью анаэробной гликолитической системы. Основным здесь является интенсивное накопление в мышцах молочной кислоты. Молочная кислота преобразуется в лактат и протоны, накопление которых очень быстро снижает pH мышцы. Изменение pH в мышце при высокоинтенсивной работе в таких видах соревнований, как плавание на дистанции 200 и 400 м и др., ограничивает результат вследствие наступающего утомления, в то время как резервы мышечного гликогена могут оставаться достаточно большими (Newsholme et al., 1992). В отдельных случаях pH может снизиться до 6,6—6,4 при показателе в состоянии покоя 7,4. Снижение внутриклеточного pH нарушает клеточные процессы производства энергии и сокращения мышц. В частности, снижение pH ниже 6,9 притормаживает процесс гликолиза и производство АТФ, а при pH 6,4 расщепление гликогена прекращается, вызывая резкое снижение АТФ в мышцах. Кроме того, из мышечных волокон вытесняется кальций, что снижает сократительные способности мышц (Wilmore, Costill, 2004). Восстановление pH после кратковременной нагрузки предельной интенсивности может затянуться до 30—35 мин (рис. 13.16).

Отодвинуть наступление утомления при выполнении работы, требующей максимальной активизации анаэробного гликолиза, позволяют буферные системы мышц и крови, поглощающие протоны. Емкость буферной системы мышц невелика и позволяет нейтрализовывать протоны в течение 10—15 с (Newsholme et al., 1992). Интенсивное кровоснабжение мышц не только обеспечивает их кислородом для аэробного метаболизма, но и способствует выведению молочной кислоты в кровь, буферные способности которой значительно выше по сравнению с

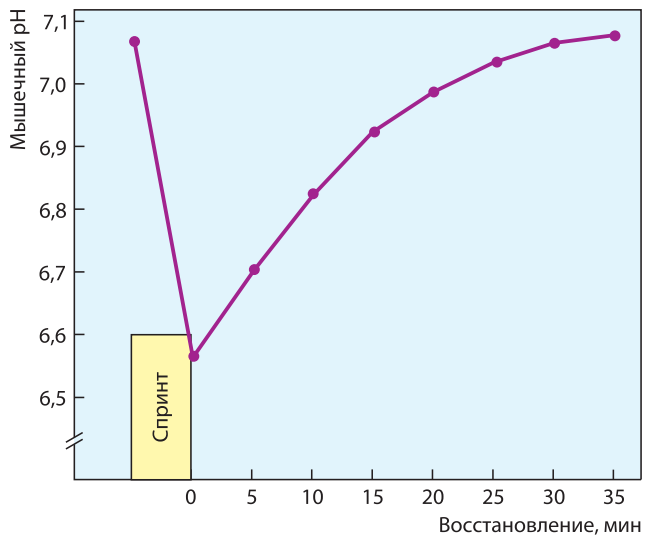


РИСУНОК 13.16 — Изменение pH мышц во время спринтерской нагрузки и восстановительного периода (Н. Волков и др., 2000)

мышцами (Sutton et al., 1981; De Vries, Housh, 1994).

При длительной работе аэробного характера развитие утомления в первую очередь связано с истощением запасов мышечного гликогена. Например, Д. Костилл с соавторами (Costill et al., 1991) показали, что типичные серии, включаемые в основные части тренировочных занятий, приводят к утрате большей части мышечного гликогена: 30 × 100 м с паузами 20 с приводят к сокращению запасов гликогена на 69 %; 60 × 100 м с паузами 20 с — на 85 %; 12 × 500 м с паузами 1 мин — на 62 %. В целом наиболее популярные программы тренировочных занятий, связанных с развитием выносливости, продолжительностью 2—2,5 ч и суммарным объемом плавания 6000—8000 м приводят к расходованию 70—80 % мышечного гликогена.

Для восстановления запасов мышечного гликогена, израсходованного в процессе занятий с большими нагрузками, может потребоваться от 24 до 48 ч. Например, выполнение программы тренировочного занятия, основной частью которого была серия 40 × 100 м с паузами 15 с, привело у пловцов к уменьшению содержания гликогена в дельтовидных мышцах со 160 до 70 ммоль · кг$^{-1}$ влажной ткани мышц. Через 24 ч содержание гликогена увеличилось до 115 ммоль · кг$^{-1}$, а полное восстановление произошло через 36—48 ч (Costill et al., 1991).

Рассматривая исчерпание запасов гликогена в мышцах в качестве одного из важнейших факторов, определяющих развитие утомления, следует подчеркнуть, что наибольшее истощение гликогена отмечается в мышцах, наиболее активно участвующих в работе (рис. 13.17). В развитии утомления при длительной работе определенная роль принадлежит также истощению запасов гликогена печени. Расщепление гликогена печени приводит к поступлению глюкозы в кровь, а из нее — в работающие мышцы. Истощение ограниченных запасов гликогена печени и снижение содержания глюкозы в крови заставляет мышцы еще более интенсивно использовать мышечный гликоген.

Изнурительные физические нагрузки приводят к резкому снижению гликогена в мышечной ткани (примерно со 130 до 20 ммоль · кг$^{-1}$). Такое снижение может произойти за 2—3 ч работы, выполняемой с интенсивностью на уровне 60—80 % $\dot{V}O_2$max, а также в результате 30—45-минутной напряженной (до 130 % уровня $\dot{V}O_2$max) интервальной работы в 1—5-минутных упражнениях с незначительными паузами.

Скорость ресинтеза гликогена (ммоль · кг$^{-1}$ · ч$^{-1}$) при рациональном питании обычно составляет 5 % в час. Выбор углеводов определенного типа, увеличение скорости их поступления в организм, оптимизация времени приема могут несколько интенсифицировать этот процесс и довести скорость ресинтеза гликогена в мышечной ткани до 7—8 % в час (Reed, 1989). Скорость ресинтеза гликогена в ближайшем восстановительном периоде повышается и в случае приема сразу после нагрузки различных растворов, содержащих глюкозу, сахарозу, зерновые сиропы, и может достигать 7—8 % в час, постепенно снижаясь до 5—6 % (Коул, 1996).

Снижение интенсивности работы в случаях преодоления сверхдлинных (плавание на 10 и 25 км) дистанций ниже уровня 50 % $\dot{V}O_2$max свидетельствует о практически полном исчерпании запасов гликогена и энергообеспечении работы исключительно за счет жирных кислот. В то же время в этих условиях возникает проблема сохранения уровня концентрации глюкозы крови, достаточного для поддержания деятельности головного мозга. В этом случае утомление носит центральный характер, так как головной мозг утрачивает способность к эффективной сознательной регуляции движений (Nielsen, 1992). Преодолеть это противоречие позволяет потребление напитков, содержащих глюкозу или другие углеводы (Хоули и др., 1996).

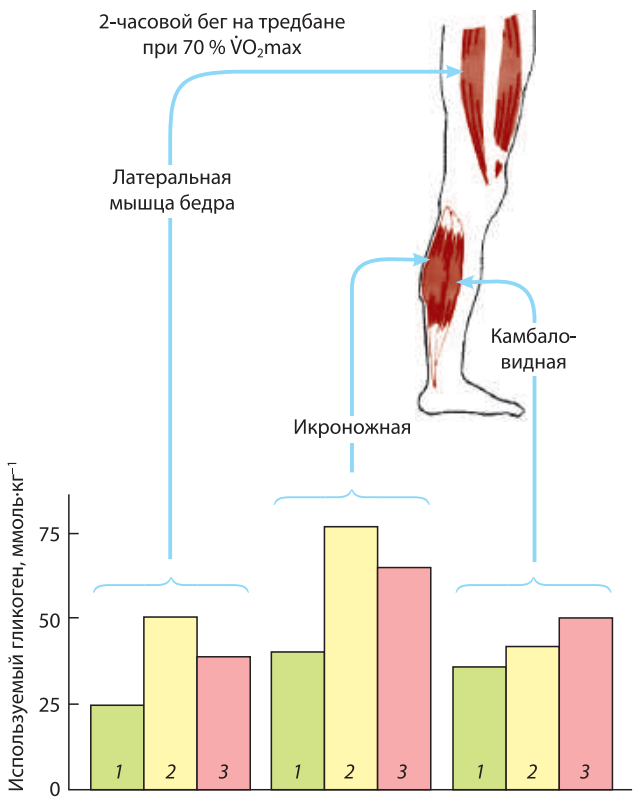


РИСУНОК 13.17 — Использование мышечного гликогена в мышцах ног, несущих основную нагрузку в беге: *1* — плоская поверхность; *2* — вверх под углом; *3* — вниз под углом (Wilmore et al., 2009)

При выполнении одних и тех же тренировочных программ расходование мышечного гликогена наиболее интенсивно протекает у пловцов-спринтеров. Пловцы на средние дистанции, и особенно стайеры, расходуют гликоген значительно более экономно. Естественно, что и восстановительные процессы у спринтеров продолжительнее — примерно в 1,3—1,5 раза. Обусловлено это двумя факторами. Во-первых, основная направленность тренировки спринтеров связана с повышением мощности работы, увеличением способности к максимальному выбросу энергии из различных систем энергообеспечения, что резко снижает возможности пловцов к экономному использованию энергии. Во-вторых, в соответствии с различиями в структуре мышечной ткани, при выполнении одной и той же работы спринтеры, по сравнению со стайерами и средневиками, рекрутируют значительно больший объем БСа- и БСб-волокон, что существенно снижает экономичность работы, интенсифицирует процесс расходования гликогена. В-третьих, спринтеры отличаются меньшими относительными возможностями аэробной системы энергообеспечения, потенциал которой в значительной мере определяет интенсивность протекания восстановительных реакций.

Развитие утомления связано со структурой мышечной ткани спортсмена и характером вовлечения в работу различных двигательных единиц, что позволило отдельным специалистам классифицировать двигательные единицы не по структуре и быстроте сокращения, а по устойчивости к утомлению (Burke, 1991; Roy, Edgerton, 1991). Наиболее устойчивыми к утомлению являются МС-волокна, а наименее — БСб-волокна. Интенсивность работы и особенности ее обеспечения за счет преимущественного рекрутирования МС- или БС-волокон предопределяет их избирательное истощение. При длительной малоинтенсивной работе утомление связано с изменениями в МС-волокнах, а при скоростно-силовой — в БС-волокнах (Secher, 1992; Hoffman, 2002).

Установлено также, что развитие утомления может быть обусловлено метаболическими реакциями, протекающими в процессе мышечного сокращения, а также ухудшением кровоснабжения, что происходит при интенсивной работе, требующей рекрутирования большинства двигательных единиц (Харгривз, 1998; Мак-Комас, 2001).

В процессе утомления в мышцах происходит ряд биохимических изменений, которые приводят к уменьшению силы, замедлению процессов сокращения и расслабления двигательных единиц. В частности, увеличение при утомлении концентрации H^+ (ионов водорода) способствует снижению pH мышцы и может привести к резкому снижению работоспособности, особенно БС-волокон. Снижение pH в утомленной мышце до уровня 6,5—6,7 приводит к снижению усилия, развиваемого БС-волокнами, на 30 %, МС-волокнами — на 10 % (Мак-Комас, 2001).

Утомление может быть связано и со снижением уровня креатинфосфата, что нарушает процесс фосфорилирования АДФ в АТФ и в результате может привести к снижению концентрации АТФ (Мохан и др., 2001).

Отмечая большую роль в развитии утомления истощения энергетических источников и накопления продуктов распада в мышечной ткани, не следует преуменьшать роль нервной системы, нарушения деятельности как центральных, так и периферических элементов которой могут явиться причиной утомления (рис. 13.18).

Одним из проявлений центрально-нервного характера утомления является неспособность в случае необходимости рекрутировать дополнительные двигательные единицы. Особенно часто это проявляется в отношении БС-волокон, когда возникает необходимость их дополнительной мобилизации для выполнения высокоинтенсивной работы. Однако даже в случае оптимального вовлечения в работу двигательных единиц, центральное утомление является существенным фактором в развитии утомления. В этом легко убедиться, если использовать эффективные психологические методы в момент снижения работоспособности в результате прогрессирующего утомления. Реакция в этих случаях однозначна: улучшается эффективность двигательных действий, возрастает работоспособность (Уэйнберг, Гоулд, 2001).

Доказательством большой роли ЦНС в развитии утомления являются и многочисленные факты, свидетельствующие о том, что даже при явно выраженном мышечном утомлении и резком снижении работоспособности психологические воздействия или электростимуляция мышц способны повысить их работоспособность. Об этом убедительно свидетельствует и опыт многих выдающихся спортсменов, наглядно продемонстрировавших огромную роль эмоционального возбуждения и мотивации в преодолении мышечного утомления для достижения высочайших показателей работоспособности в условиях глубокого исчерпания энергетических ресурсов мышц и накопления в них продуктов распада (Вайцеховский, 1986).

Нарушения в центральном звене двигательной системы могут быть обусловлены в первую очередь изменением возбудимости мотонейрона и неспособностью двигательного нерва прово-

дить повторные потенциалы действия к пресинаптической части нейромышечного соединения (Green, 1990). Периферическая природа нервно-мышечного утомления может определяться нарушением одного или нескольких звеньев процесса передачи нервного импульса и процесса сокращения в утомленной мышце. В развитии утомления решающую роль могут также сыграть процессы, протекающие в нейромышечном соединении, связывающем центральную импульсацию с периферической активацией: проводимость импульсов в двигательных аксонах, нервно-мышечная передача, проводимость импульсов в мышечных волокнах, процесс возбуждения, сокращения и расслабления мышечных волокон (Мак-Комас, 2001; Сили и др., 2007).

В целом, основные причины утомления связаны с двумя следующими понятиями: 1) локализация утомления, т. е. выделение той ведущей системы или ее звена, функциональные изменения в которых и определяют наступление утомления; 2) механизмы утомления, т. е. те конкретные изменения в деятельности ведущих функциональных систем, которые обусловливают развитие утомления. В наиболее общем плане локализация и механизмы утомления применительно к упражнениям различной энергетической направленности представляются следующими.

Анаэробные упражнения. Первая группа включает упражнения максимальной анаэробной мощности, продолжительность которых обычно не превышает 15—25 с. Утомление здесь в первую очередь связано с процессами, происходящими в ЦНС и исполнительном нервно-мышечном аппарате. При выполнении этих упражнений моторные центры активизируют максимальное количество спинальных мотонейронов и обеспечивают высокочастотную импульсацию. Максимальная активность моторных центров очень непродолжительна, обычно до 10—15 с, особенно по отношению к мотонейронам, интервирующим БС-волокна (Коц, 1986). При выполнении этих упражнений исключительно быстро расходуются фосфагены, что также является одним из ведущих механизмов утомления (Волков и др., 2000).

При выполнении упражнений второй группы — околомаксимальной анаэробной мощности (обычно 25—60 с) — утомление связано не только с исчерпанием возможностей ЦНС к эффективному рекрутированию и высокочастотной импульсации большинства спинальных мотонейронов, иннервирующих работающие мышцы, и истощением запасов фосфагенов, но и с накоплением в мышцах лактата и протонов, что нарушает процессы сокращения мышц и ресинтеза АТФ (De Vries, Housh, 1994; Wilmore, Costill, 2004), а также оказывает неблагоприятное влияние на деятельность ЦНС.

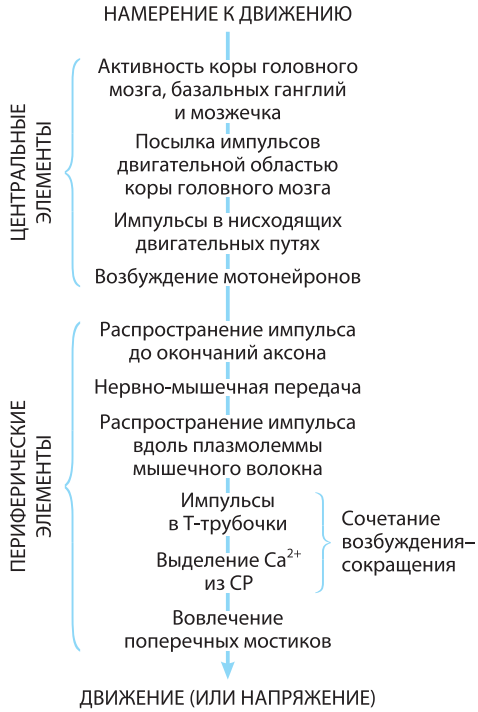


РИСУНОК 13.18 — Центральные и периферические элементы регуляции произвольного движения, способные оказать влияние на развитие утомления; СР — саркоплазматический ретикулум (Мак-Комас, 2001)

При выполнении упражнений третьей группы — субмаксимальной анаэробной мощности (обычно 60—120 с) — основная роль в развитии утомления принадлежит уже накоплению лактата и протонов в мышцах и крови, резкому снижению pH и, как следствие, нарушению клеточных процессов сокращения мышц и восстановления запасов АТФ (Мохан и др., 2001; Newsholme, 1992), ухудшению деятельности ЦНС.

Аэробные упражнения. Упражнения первой группы — субмаксимальной аэробной мощности (30—80 мин) — связаны с большой нагрузкой на кислородтранспортную систему и использованием в качестве субстрата мышечного гликогена. Развитие утомления в основном определяется истощением запасов гликогена в мышцах, а также снижением производительности миокарда.

При выполнении упражнений второй группы — средней аэробной мощности (80—120 мин) — локализация и механизмы утомления аналогичны тем, которые характерны для упражнений субмаксимальной аэробной мощности. Кроме того, в развитии утомления большое значение имеет истощение запасов гликогена печени, а также нарушение терморегуляции, что может вызвать критическое повышение температуры тела.

Развитие утомления при выполнении упражнений третьей группы — малой аэробной мощности (продолжительность более 2 ч) — характеризуется такой же локализацией и механизмами, что и при выполнении упражнений средней аэробной мощности, однако при менее интенсивном развитии процессов утомления, но более глубоком исчерпании энергетических ресурсов. Кроме того, следует указать на большую роль жиров для энергообеспечения работы и влияние недоокисленных продуктов их расщепления на развитие утомления, а также неблагоприятное влияние снижения концентрации глюкозы крови на деятельность головного мозга.

Таким образом, при выполнении любого упражнения можно выделить ведущие, наиболее нагружаемые функции, возможности которых и определяют способность спортсмена выполнять упражнения на требуемом уровне интенсивности, а также предельную продолжительность выполнения упражнения.

Представления, согласно которым существуют различные виды утомления, тесно взаимосвязанные с характером и направленностью мышечной деятельности, имеют решающее значение для рационального чередования в микроциклах занятий различной преимущественной направленности.

В современной спортивной практике находят применение занятия избирательной (преимущественной) и комплексной направленности. Занятие избирательной направленности планируют так, чтобы основной объем упражнений обеспечивал преимущественное решение одной задачи (например, повышение скоростно-силовых качеств, возможностей аэробной или анаэробной систем энергообеспечения, совершенствование техники и др.), а построение занятий комплексной направленности предполагает равномерное использование тренировочных средств, способствующих решению нескольких задач.

Занятия избирательной направленности оказывают глубокое, но относительно локальное воздействие на организм спортсменов. Так, после занятия скоростно-силовой направленности с большой нагрузкой явно выраженное утомление спортсменов отмечается при выполнении ими работы скоростного и скоростно-силового характера. Даже через сутки после выполнения программы такого занятия скоростные и силовые качества остаются достоверно сниженными. Что касается различных видов выносливости спортсменов, то по отношению к этим качествам явно выраженного утомления не отмечается и уже через 6 ч после занятия их уровень не отличается от исходного. Эта закономерность проявляется и при изучении последействия занятий, направленных на развитие выносливости при длительной работе (аэробной направленности), а также при работе анаэробного и смешанного (аэробно-анаэробного) характера.

Учет конкретного характера утомления является принципиально важным при планировании тренировочных микроциклов с большим количеством занятий и высокой суммарной нагрузкой, так как позволяет обеспечить одновременное выполнение следующих, в значительной мере противоречащих друг другу, условий: 1) создать предпосылки для оптимальной функциональной активности и работоспособности по отношению к работе конкретного занятия; 2) обеспечить необходимое соответствие между процессами утомления и восстановления, между стимулами к развитию адаптационных перестроек в организме спортсмена и условиями для их осуществления.

Занятия одной и той же направленности, проводимые в состоянии недовосстановления спортсмена после программы предыдущего занятия, приводят к усугублению утомления, не изменяя его характера. Если через 24 ч после выполнения программы занятия скоростно-силовой направленности с большой нагрузкой, когда скоростно-силовые возможности спортсменов остаются угнетенными, проводят аналогичное занятие, то утомление будет выражено в большей мере, а восстановительные реакции затянутся. Третье аналогичное занятие приводит к дальнейшему развитию специфического утомления и значительному удлинению восстановительного периода (рис. 13.19).

В случае последовательного выполнения программ занятий с большими нагрузками различной преимущественной направленности картина принципиально изменяется (рис. 13.20). Например, когда после занятия, направленного на повышение скоростных возможностей, проводится занятие, способствующее повышению возможностей аэробной системы энергообеспечения, происходит значительное угнетение последней. В то же время второе занятие существенно не снижает уровень скоростных возможностей. Проведение третьего занятия анаэробной направленности связано прежде всего с угнетением анаэробных возможностей и не сопровождается ярко выраженным снижением скоростных качеств и аэробных возможностей.

Таким образом, чередование занятий различной преимущественной направленности является действенным путем управления формированием утомления и протекания восстановительных процессов для достижения заданных срочных и отставленных реакций адаптации организма спортсменов способом эффективной профилактики перегрузки и переутомления.

Следует отметить, что даже в случае рационального планирования нагрузок, постоянного контроля за развитием процессов утомления и восстановления в условиях современной тренировочной и соревновательной деятельности далеко не всегда удается избежать перегрузок и переутомления, что чревато развитием перетренированности — явления, способного отрицательно сказаться не только на эффективности процесса подготовки, но и на здоровье спортсмена.

В случае, если методы текущего контроля позволяют своевременно выявить развитие переутомления и своевременно откорректировать тренировочные и соревновательные нагрузки, реализовать комплекс эффективных восстановительных процедур, то можно не только предотвратить негативные явления, но и обеспечить выраженный отставленный тренировочный эффект как реакцию на предельные нагрузки. Если своевременно не внести коррективы в процесс подготовки, то неизбежно развитие перенапряжения со всеми вытекающими негативными последствиями (Kennta et al., 2001; Weinberg, Gould, 2003).

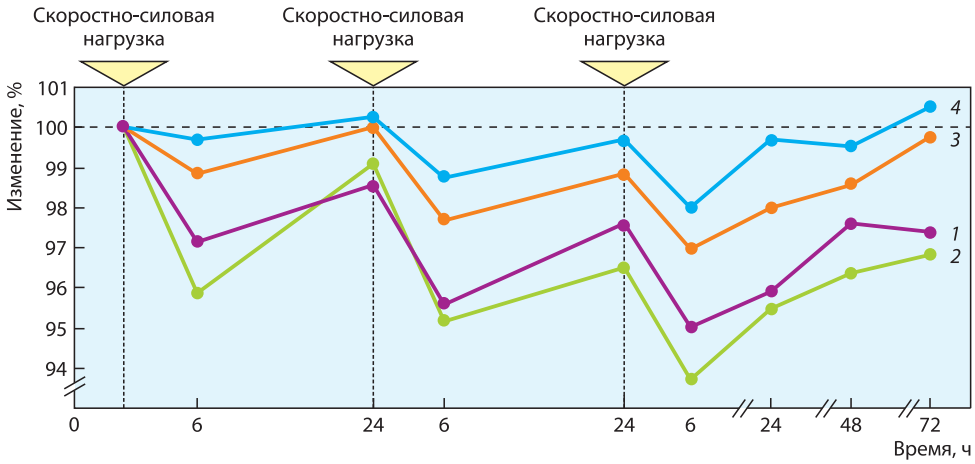


РИСУНОК 13.19 — Динамика функциональных возможностей пловцов высокого класса при последовательном выполнении с интервалом в 24 ч программ трех занятий с большими нагрузками скоростно-силовой направленности: *1* — скоростные возможности; *2* — специальные силовые возможности; *3* — выносливость при анаэробной работе; *4* — выносливость при аэробной работе

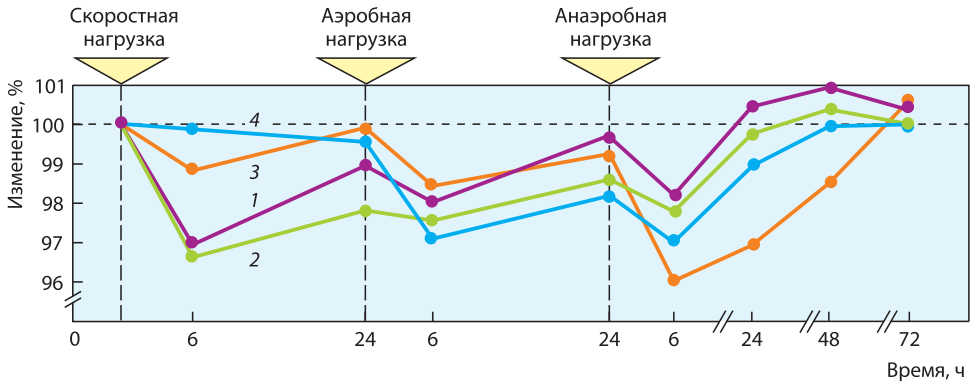


РИСУНОК 13.20 — Динамика функциональных возможностей пловцов высокого класса при последовательном выполнении с интервалом в 24 ч программ трех занятий с большими нагрузками различной направленности: *1* — скоростные возможности; *2* — специальные силовые качества; *3* — выносливость при анаэробной работе; *4* — выносливость при аэробной работе

Особое внимание к профилактике перетренированности должно быть уделено в связи с огромными тренировочными и соревновательными нагрузками современного спорта и большим количеством случаев перетренированности спортсменов ко времени ответственных соревнований. Исследования, проведенные с участием 296 спортсменов сборной команды США, принимавших участие в Играх Олимпиады в Атланте, показали, что 28 % из них находились в состоянии перетренированности и это отрицательно сказалось на их выступлениях. Наибольшее количество перетренированных спортсменов приходится на виды спорта, в которых выполняются большие объемы однонаправленной работы, — плавание, велосипедний спорт, гребля (Уэйнберг, Гоулд, 2001).

Утомление и восстановление в зависимости от квалификации и тренированности спортсменов

Известно, что квалифицированные или хорошо тренированные спортсмены отвечают на стандартную нагрузку меньшими сдвигами гомеостаза и ускоренным протеканием восстановительных реакций по сравнению с менее квалифицированными или недостаточно тренированными спортсменами.

На предельные нагрузки отмечается иная реакция. Пловцы высокой квалификации при выполнении программ занятий с большими

нагрузками способны доводить себя до значительно более выраженного утомления по сравнению со спортсменами низкой квалификации. Одновременно у спортсменов высокой квалификации восстановительные реакции протекают значительно интенсивнее. На рисунке 13.21 показана реакция организма пловцов высокой и низкой квалификации на выполнение программы занятия с большой нагрузкой аэробного характера. У пловцов высокой квалификации через 6 ч после занятия выносливость при работе аэробного характера снижена в большей мере, чем у спортсменов низкой квалификации. Однако суперкомпенсация функций у квалифицированных спортсменов отмечается через трое суток, а у неквалифицированных — через четверо. При этом суммарный объем плавания при выполнении программы занятия у спортсменов высокой квалификации был практически в четыре раза больше, чем у неквалифицированных.

Аналогичным образом реагируют на предельные нагрузки спортсмены одинаковой квалификации, но тренированные в разной мере. Так, например, занятия с большими нагрузками, проведенные на первом этапе подготовительного периода, когда тренированность спортсменов невелика, связаны с менее выраженными сдвигами гомеостаза и снижением работоспособности и одновременно с более продолжительным периодом восстановления по сравнению с занятиями, проведенными во второй половине подготовительного периода при высоком уровне тренированности спортсменов. И это несмотря на то, что работоспособность тренированных спортсменов при выполнении программ занятий была на 30—40 % выше, чем нетренированных.

Современные пловцы высокого класса отличаются высокими способностями к быстрому восстановлению после перенесенных нагрузок. Для подтверждения этого сошлемся на результаты передовых для своего времени исследований воздействия на организм спортсменов высокой квалификации занятий с большими нагрузками, проведенных в Киевском институте физической культуры (Горкин, 1962; Вржесневский, 1964, 1966; Качоровская, 1964). В частности, было установлено, что последействие занятий с большой нагрузкой, направленных на повышение выносливости при работе аэробного характера, наблюдается в течение 5—7 дней и сопровождается снижением работоспособности и угнетением возможностей функциональных систем в 1—4-й дни после нагрузки, возвращением к исходному уровню на 5-й день, фазой суперкомпенсации — на 6—7-й дни после нагрузки.

Аналогичные исследования, проведенные более чем через 20 лет (Платонов, 1988) с участием спортсменов такой же квалификации, позволили выявить, что фаза суперкомпенсации после нагрузки наступила не через 6 сут., а на 3-и сутки, а явное снижение работоспособности и возможностей функциональных систем, несущих основную нагрузку, наблюдалось всего в течение 24—30 ч. При этом существенным является еще один факт: спортсмены, принявшие участие во втором эксперименте, выполняли в 2—3 раза больший объем работы по сравнению со спортсменами, участвовавшими в исследованиях около 20 лет назад. Реакция организма на нагрузку в остром периоде последействия была идентичной в обоих случаях. Причины такого явления различны. Это и несравнимый функциональный потенциал испытуемых, прежде всего способность к восстановлению, и принципиально различная психическая реакция на нагрузку: если занятие с большой нагрузкой, сопровождаемое работой «до отказа», в начале 1960-х годов было для спортсменов явлением редким (не чаще 1—2 раз в неделю), то в дальнейшем такие нагрузки стали применяться значительно чаще.

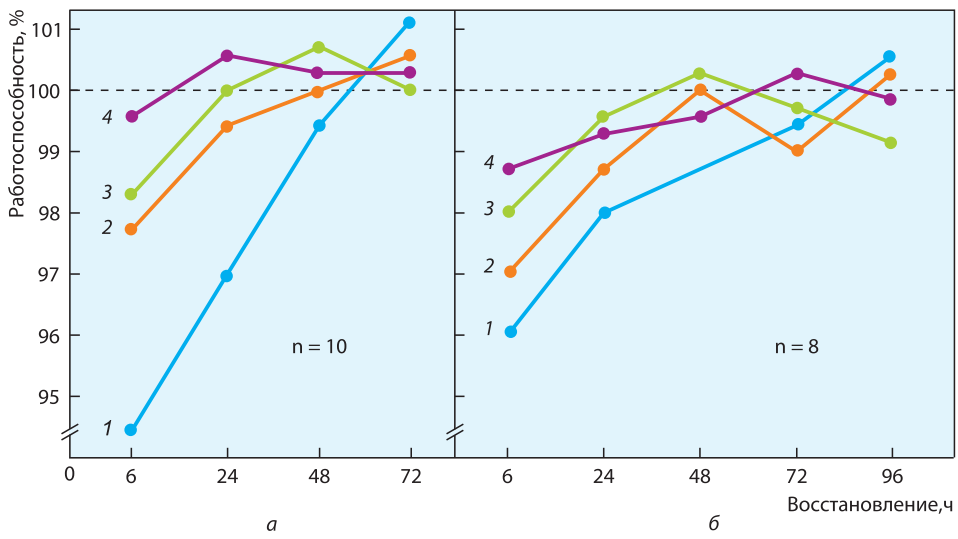


РИСУНОК 13.21 — Функциональные возможности пловцов высокой (*а*) и низкой (*б*) квалификации после выполнения программы занятий с большой нагрузкой аэробной направленности: *1* — выносливость при работе аэробного характера; *2* — выносливость при работе анаэробного характера; *3* — специальные силовые возможности; *4* — скоростные возможности. Объем плавания у спортсменов высокой квалификации составлял 6000—8000 м, у спортсменов низкой квалификации — 1600—2200 м

Таким образом, способности к большему исчерпанию функциональных резервов, развитию глубокого утомления, а также к интенсивному протеканию восстановительных процессов являются важнейшими реакциями адаптации организма спортсмена, способствующими росту тренированности.

Суперкомпенсация

В основе феномена суперкомпенсации лежит биологическая закономерность, согласно которой функция организма, выведенная из состояния равновесия, возвращается к нему, проходя фазу избыточного восстановления (сверхвосстановления, суперкомпенсации) потенциала. Эта закономерность была подтверждена в первой половине XX ст. многими физиологами и биохимиками.

Один из крупнейших авторитетов в области биохимии спорта Н. Н. Яковлев в своих работах по исследованию мышечной деятельности строго ограничил пределы проявления феномена суперкомпенсации применительно к задачам спорта биохимическими изменениями, связанными исключительно с энергетическими субстратами (Яковлев, 1955, 1974).

Эти пределы практически не были расширены и в дальнейшем. Например, Н. Волков с соавт. в своем фундаментом труде «Биохимия мышечной деятельности» (2000) фазу суперкомпенсации связывает только с энергетическими предпосылками определенного двигательного качества спортсмена и рекомендует чередовать режим работы и отдыха с учетом того, что «в фазе суперкомпенсации определенного энергетического источника, сочетаемой с высокой активностью регуляторных механизмов, создаются более благоприятные условия для выполнения работы с большей интенсивностью или в большем объеме».

Данные исследования были развиты и дополнены лишь в тех случаях, когда явление суперкомпенсации, возникающее в процессе последействия после истощающих нагрузок, изучалось в связи с различными пищевыми манипуляциями и диетами — безуглеводными и высокоуглеводными, в результате применения которых удавалось выйти на более высокий уровень суперкомпенсации гликогена и работоспособности при выполнении продолжительной работы (Hultman, 1992; Wilmore, Costill, 2009).

Возможность ограниченного применения явления суперкомпенсации нашла отражение и в фундаментальных трудах по теории и методике спортивной подготовки (Харре, 1971; Матвеев, 1977; Платонов, 2004 и др.). В частности, показано, что возможности использования явления суперкомпенсации для оптимизации режима работы и отдыха с целью формирования заданного адаптационного эффекта ограничиваются воздействием на увеличение выносливости, определяемой потенциалом энергетических систем организма спортсмена. При этом отмечено, что система чередования нагрузок, базирующаяся на концепции, предполагающей выполнение очередной нагрузки в фазе суперкомпенсации после предыдущей, представляет собой схему, значительно упрощающую ситуацию. Ее применение возможно лишь в отдельных случаях и не должно сдерживать возможности оптимизации режима работы и отдыха при решении многообразных задач, возникающих в спортивной тренировке, ориентируясь не только на фазу суперкомпенсации, а на различные состояния организма спортсмена в течение всего периода восстановления (Матвеев, 1997; Платонов, 2009). Что же касается различных схем, представленных в специальной литературе, то они предлагались лишь для иллюстрации наиболее общих взглядов на чередование нагрузок тренировочных занятий (рис. 13.22—13.24).

Многие специалисты в области теории и методики подготовки, не имея каких-либо серьезных оснований и некорректно ссылаясь на труды Н. Н. Яковлева (Bompa, 2002; Dick, 2007; Иссурин, 2010; Weineck, 2005; и др.), резко расширили возможности феномена суперкомпенсации

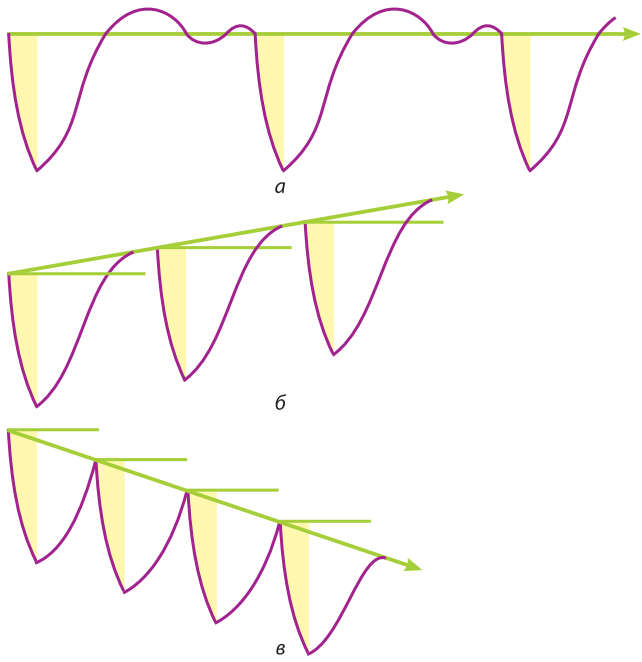


РИСУНОК 13.22 — Суммирование тренировочных эффектов при повторном выполнении нагрузок через различные интервалы отдыха в фазах устойчивого состояния (*а*), суперкомпенсации (*б*) и недовосстановления (*в*) (Н. Волков и др., 2000)

и возвели его чуть ли не в один из основных принципов, лежащих в основе совершенствования различных сторон подготовленности спортсмена, не говоря уже о двигательных (физических) качествах. Для такого расширения сферы использования схем, рекомендованных в свое время Н. Яковлевым исключительно для стимулирования «процесса стойкого повышения того или иного биохимического ингредиента в мышце», в частности имея в виду запасы энергетических фосфатов и гликогена, научных оснований не было. К сожалению, попытка необоснованного использования явления суперкомпенсации в качестве главного фактора, лежащего в основе чередования тренировочных занятий с большими нагрузками, нашла отражение и в работах, касающихся подготовки пловцов.

Подобные теоретические ошибки при анализе процессов, относящихся к области «нагрузка — тренировочный эффект», весьма часто встречаются в современной специальной литературе. Например, Я. Олбрехт в не так давно вышедшей книге «Наука побеждать. Планирование, периодизация и оптимизация тренировки в плавании» (Olbrecht, 2007) рекомендует использование 6-недельных структурных образований тренировочного процесса с выделением двух фаз (рис. 13.25). Первая фаза (2 нед.) очередного тренировочного цикла обеспечивает приспособление к новому тренировочному стимулу и формирует фазу быстрой адаптации, а в последующие 4 нед. адаптационные реакции стабилизируются (фаза стабилизации). И здесь автор задает себе вопрос и своеобразно на него

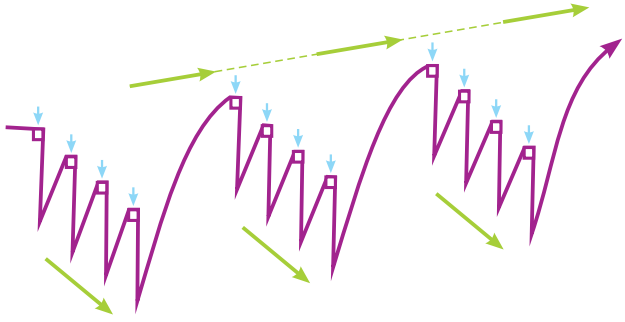


РИСУНОК 13.23 — Суммирование последствия серий тренировочных занятий, проводимых на фоне недовосстановления (Hegedus, 1992)

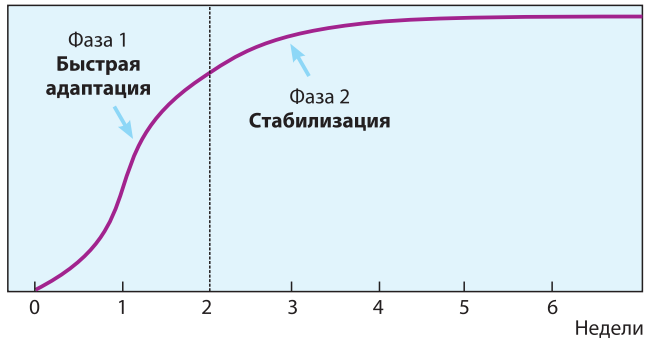


РИСУНОК 13.25 — Протекание процесса адаптации в течение тренировки (Olbrecht, 2007)

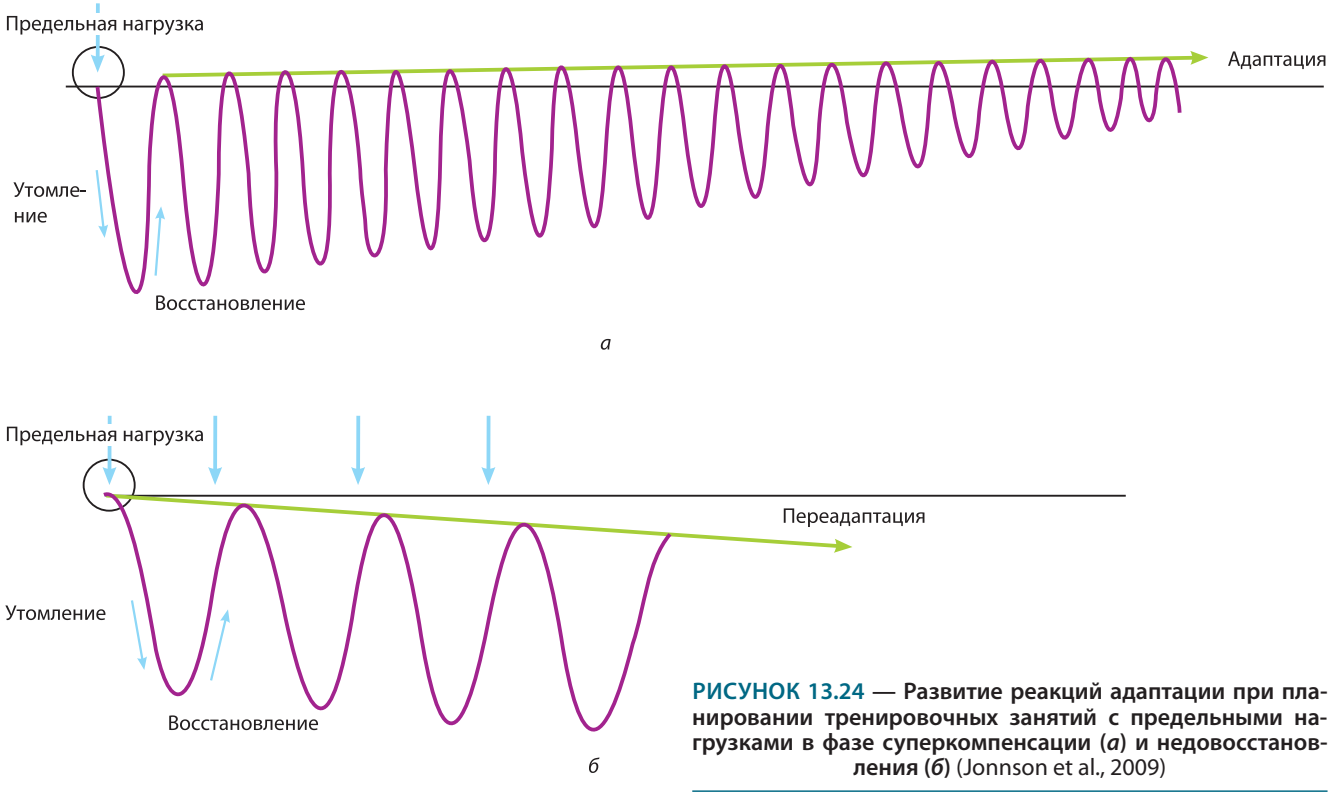


РИСУНОК 13.24 — Развитие реакций адаптации при планировании тренировочных занятий с предельными нагрузками в фазе суперкомпенсации (*а*) и недовосстановления (*б*) (Jonnson et al., 2009)

отвечает: «Почему необходимо ждать шесть недель, прежде чем ввести новый стимул и новую тренировочную нагрузку? Почему бы не изменить тренировочный план после двух недель, когда стимул вызвал быструю адаптацию? Причина состоит в том, что недели 3—6 необходимы, чтобы стабилизировать адаптацию, вызванную в неделях 1 и 2». После окончания шестой недели, когда организм прекращает отвечать на текущие тренировочные воздействия, необходимо увеличить нагрузку (объем работы, интенсивность, частота занятий и др.), чтобы вызвать дальнейшую адаптацию» (Olbrecht, 2007).

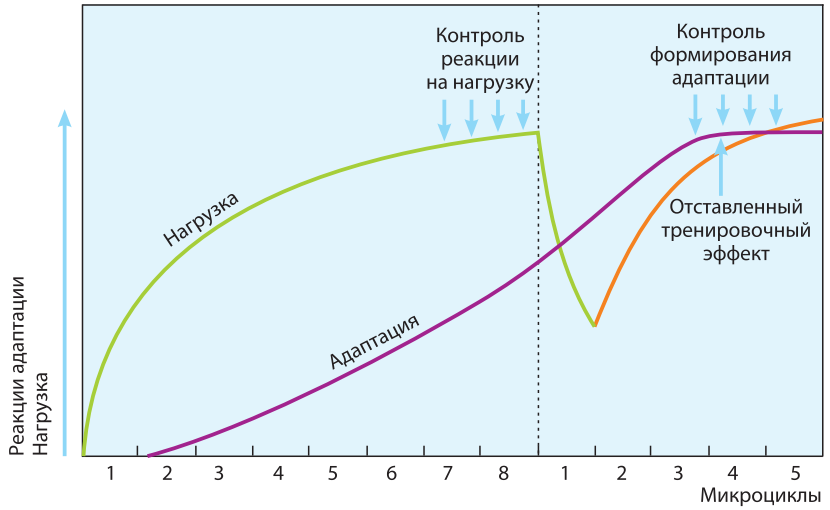


РИСУНОК 13.26 — Формирование отставленного тренировочного эффекта суммарной нагрузки серии микроциклов

К сожалению, такой подход к построению тренировки является ошибочным и противоречит как закономерностям протекания долговременной адаптации, так и передовой спортивной практике. При рациональном построении 6-недельного мезоцикла первые две недели носят втягивающий характер с постепенно возрастающей нагрузкой и направлены на подготовку организма пловца к перенесению высоких тренировочных нагрузок в последующие недели, поэтому не первые две недели, а последующие 4—6 нед. напряженной подготовки являются стимулом для формирования долговременной адаптации, которая развивается постепенно, достигая максимальных величин уже после окончания программы в виде так называемого отставленного тренировочного эффекта, формирующегося в фазе «запаздывающей трансформации» (Л. П. Матвеев), продолжительность которой обычно составляет 2—4 нед. Ни о какой стабилизации адаптивных реакций в процессе выполнения напряженной программы 6-недельного мезоцикла не может быть и речи в связи с регулярным проведением занятий с большими нагрузками, стимулирующими адаптационные перестройки. При этом в конце мезоцикла, как правило, отмечается не стабилизация адаптации, а явно выраженное утомление. И лишь затем, на фоне резкого снижения, а не увеличения нагрузок, характерных для предшествовавшей тренировки, происходят реакции восстановления и протекания отставленного тренировочного эффекта (рис. 13.26). Что касается нагрузки очередного мезоцикла, то ее изменение, как правило, проявляется не в увеличении объема работы, ее интенсивности и количества занятий, а в существенном изменении направленности тренировочного процесса, обусловленной закономерностями построения микроцикла.

Д. Олбрехт определяет принцип суперкомпенсации со ссылкой на работы Н. Н. Яковлева (Olbrecht, 2007). При этом содержание взглядов Н. Н. Яковлева искажается, а явление суперкомпенсации представляется как универсальное и переносится на те процессы, в которых оно не проявляется. Оптимальное соотношение между работой и отдыхом Д. Олбрехт видит исключительно в «достижении максимальной суперкомпенсации», а успешность тренировочного процесса — в таком «чередовании объема и интенсивности работы, который обеспечивает наличие последовательных циклов суперкомпенсации в течение всего сезона» (рис. 13.27). При чередовании программ занятий в микроцикле Д. Олбрехт рекомендует использовать явление суперкомпенсации как ключевое и ожидать после каждого занятия с работой высокой интенсивности или большого объема наступления

Принципы построения тренировочного процесса			
Оптимальное соотношение работы и восстановления (суперкомпенсация)	Прогрессивное увеличение тренировочной нагрузки	Вариативность тренировочной нагрузки	Соотношение средств базовой и специальной подготовки
↓	↓↓↓↓↓	↓↓↓↓↓	↓↓↓↓↓
Годовое планирование			
↓↓↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓
Планирование микроцикла			
↓↓↓	↓	↓↓	↓
Планирование тренировочного занятия			

РИСУНОК 13.27 — Основные принципы построения тренировочного процесса и их влияние на различные типы тренировочных планов пловцов (количество стрелок указывает на степень важности) (Olbrecht, 2007)

максимальной суперкомпенсации, после чего можно планировать очередное занятие с большим объемом работы или ее высокой интенсивностью. Он также отмечает, что продолжительность восстановительной тренировки или отдыха между занятиями должна обеспечивать достижение суперкомпенсации, так как в противном случае неизбежна перетренированность.

Подобные публикации явились поводом для появления критических работ, в которых было показано, что по отношению к большей части нагрузок различной направленности, характерных для современного спорта, но не связанных с исчерпанием энергетических субстратов, фаза суперкомпенсации отсутствует. Из этого вытекает невозможность использования феномена суперкомпенсации при подготовке спортсменов, специализирующихся в видах спорта, не предъявляющих высоких требований к метаболическим факторам, связанным с энергетическим потенциалом, а также при развитии ряда физических качеств (например, гибкости и координационных способностей), совершенствовании таких сторон подготовленности, как техническая, тактическая, психологическая. Поэтому распространять возможности использования феномена суперкомпенсации как фактора оптимизации режима работы и отдыха на случаи, где этот феномен не проявляется вообще либо проявляется столь несущественно, что практического значения не имеет, не корректно (Friedrich, Moeller, 1999).

Суперкомпенсация является реакцией на нагрузки, приводящие к глубокому исчерпанию функциональных резервов организма спортсмена, обеспечивающих выполнение конкретной работы: чем выше квалификация и подготовленность спортсменов, тем в большей мере выраженность фазы суперкомпенсации зависит от глубины истощения энергетических субстратов. Более того, суперкомпенсация, как своего рода защитная реакция нейрогуморального характера в ответ на истощающие энергетические ресурсы организма нагрузки, как и другие реакции на воздействия экстремального характера, при каждом очередном повторении стимула склонна к угасанию. В частности, если в начале подготовительного периода предложить квалифицированным пловцам выполнить напряженные тренировочные программы аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера (два занятия в течение дня с суммарным объемом плавания 10 000—12 000 м), приводящие к исчерпанию запасов мышечного гликогена, как правило, через 2—3 сут. можно обнаружить несколько повышенные возможности к выполнению аналогичной работы, что является отражением суперкомпенсации. Однако повторная работа с предельной нагрузкой, выполняемая в фазе суперкомпенсации, уже не вызывает столь выраженной суперкомпенсации, а после третьей и четвертой нагрузок суперкомпенсацию уже практически не удается обнаружить. И это вполне объяснимо, так как нагрузки стали привычными для спортсмена и не вызывают резких реакций нейрогуморального характера, а несколько дней явно недостаточно для формирования существенных адаптационных реакций структурного и функционального порядка. К сожалению, сторонники построения тренировочного процесса на основе планирования программ занятий с большими нагрузками на фоне суперкомпенсации после предшествовавших нагрузок этот факт игнорируют, хотя он явно свидетельствует об ущербности рекомендуемого подхода.

Нельзя не учитывать и еще одного очевидного факта. Восстановительные реакции после программ занятий, приводящих к истощению запасов энергетических субстратов, могут достигать 36—48 ч и более. В течение этого периода квалифицированный пловец выполняет программы нескольких тренировочных занятий с большим суммарным объемом работы, который, естественно, сказывается на протекании процессов утомления и восстановления и влияет на восстановление и выявление фазы суперкомпенсации.

Следует констатировать, что и сама идея ориентации на фазу суперкомпенсации при чередовании нагрузок является далеко не бесспорной, а ее продуктивность базируется на предположениях, а не на серьезной экспериментальной основе. Можно с не меньшим основанием полагать, что повторные нагрузки в фазе суперкоменсации затрудняют протекание конструктивной фазы (периода отставленного восстановления), в процессе которой происходит формирование функциональных и структурных изменений в подвергнутой нагрузке системе. Передовая практика свидетельствует о целесообразности планирования истощающих тренировочных программ аэробной и смешанной аэробно-анаэробной направленности, как правило, не чаще 2 раз в неделю, т. е. реже, чем было бы необходимо с ориентацией на возникновение фазы суперкомпенсации.

Еще одним фактором, ограничивающим роль явления суперкомпенсации как определяющего чередование тренировочных занятий с большими нагрузками, является многоступенчатость адаптационного процесса в ответ на нагрузки определенной направленности. Специфика вида спорта, этап многолетнего совершенствования предопределяют программу

тренировочных воздействий на организм спортсмена. Реакции адаптации на эти воздействия протекают не одновременно, а в строгой временной последовательности, в значительной мере заложенной генетически, в частности в той части, которая относится к адаптации на молекулярном уровне (Hood, 2001). Например, если на определенном этапе подготовки ставится задача повышения возможностей аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения и развития соответствующего вида выносливости, то уже после первых тренировочных занятий адаптация проявляется в виде улучшения нервной регуляции двигательной деятельности, экономизации работы. Затем увеличиваются запасы энергетических субстратов — креатинфосфата и гликогена. На следующем этапе происходят изменения структурного характера в мышечной ткани (увеличивается количество митохондрий, расширяется капиллярная сеть, возрастает мощность и эффективность процессов преобразования химической энергии в механическую непосредственно в мышечных волокнах и др.). Затем процесс нервной регуляции двигательной деятельности приводится в соответствие с возросшим уровнем возможностей систем энергообеспечения. Среди всей этой совокупности адаптационных реакций использование фазы суперкомпенсации может быть стимулом лишь в отношении повышения уровня энергетических субстратов. Все остальные приспособительные реакции обусловлены большим суммарным объемом работы в тренировочных занятиях и разнообразием применяемых средств и методов их использования (Hottenrott, Neumann, 2010). При этом доведение спортсмена до состояниях глубокого утомления, обусловленного исчерпанием запасов гликогена в мышечной ткани, во многих случаях может оказаться фактором, снижающим эффективность адаптационного процесса. Поэтому исследователи (Mader, 1990; Friedrich, Moeller, 1999; P. Tshiene, 2006 и др.) абсолютно обоснованно считают принципиально неверным рассматривать суперкомпенсацию как явление, которое может быть положено в основу одного из базовых принципов спортивной тренировки, что в последние годы делается многими специалистами, опубликовавшими обобщающие работы по теории и методике спортивной тренировки (Bompa, 2002, 2009; Olbrecht, 2007; Иссурин, 2010 и др.).

В то же время нельзя не отметить, что ориентация на схемы, отражающие целесообразность планирования повторных нагрузок в фазе суперкомпенсации, отражает продуктивную идею, согласно которой основные тренировочные нагрузки должны осуществляться в условиях готовности к их перенесению при высоких количественных и качественных характеристиках. Естественно, что это не исключает частных случаев, характерных для современной спортивной тренировки, когда упражнения, направленные не только на развитие выносливости, но и на совершенствование техники или тактики, проявление скоростно-силовых качеств или координационных способностей, выполняются в крайне затрудненных условиях — тяжелого утомления, негативного действия различного рода внешних факторов. На это указывал и Н. Н. Яковлев (1974), когда рекомендовал работу в отдельных занятиях или в их сериях в наиболее выгодном состоянии организма для адаптации к тем биохимическим и функциональным сдвигам, которые обусловлены требованиями эффективной соревновательной деятельности. Это часто требует выполнения упражнений и программ тренировочных занятий в условиях различной степени недовосстановления, а повторная работа в фазе суперкомпенсации является лишь одним из многих случаев, характерных для тренировочного процесса.

Отставленный тренировочный эффект

В конце 1950-х — начале 1960-х годов в различных видах спорта, в том числе и в плавании, резко возросли объемы и интенсивность тренировочной работы, в течение дня стали планироваться два тренировочных занятия. У пловцов стали широко применяться упражнения на суше, направленные на повышение силовых качеств. Получил распространение интервальный метод, который предусматривал серийное выполнение упражнений с непродолжительными интервалами отдыха. Выполнение очередного упражнения на фоне недовосстановления после предыдущего явилось мощным средством повышения выносливости, однако одновременно существенно повысило требования к функциональным возможностям организма спортсменов.

Все это привело к скачкообразному увеличению нагрузок на организм спортсмена и, как следствие, к обостренному вниманию специалистов к проблемам утомления, восстановления и развития приспособительных реакций. В начале 1960-х годов в различных лабораториях мира была выдвинута и получила развитие идея, согласно которой для формирования реакций адаптации на суммарное воздействие относительно длительной тренировки с большими нагрузками необходим определенный период тренировки с невысокими нагрузками, позволяющий

обеспечить полноценное протекание восстановительных и приспособительных реакций в организме спортсмена.

Применительно к спортивной тренировке это явление впервые подробно описал Л. П. Матвеев (1964), определив его как «запаздывающую трансформацию», отражающую отставание адаптационных перестроек от тренировочных воздействий того или иного этапа подготовки. Время проявления эффекта «запаздывающей трансформации» от момента окончания этапа интенсивных тренировочных нагрузок может быть различным, что определяется квалификацией и тренированностью спортсмена, величиной и направленностью нагрузок, индивидуальными особенностями спортсмена и другими причинами. С этим согласился и известный немецкий специалист Д. Харре в своей книге «Учение о тренировке» (1971), получившей всемирное признание. Соглашаясь с Л. П. Матвеевым в трактовке понятия «запаздывающая трансформация», Д. Харре отмечал, что у квалифицированных спортсменов накапливающиеся в результате серии тренировочных воздействий эффекты через определенный промежуток времени часто приводят к скачкообразному приросту подготовленности и спортивных результатов.

Этот феномен давно привлек внимание тренеров. Например, всемирно известный австралийский тренер по плаванию Форбс Карлайл, среди учеников которого чемпионы Игр Олимпиад Шейн Гоулд, Джон Девис, Ян О'Брайен и многие другие известные пловцы, еще в 50-х годах XX ст. пришел к выводу, согласно которому резкое увеличение нагрузок, характерное для подготовки австралийских пловцов тех лет, требовало включения перед соревнованиями непродолжительного периода тренировки подводящего характера с небольшими нагрузками (Carlile, 1963). В этом его поддержал известный австралийский физиолог Франк Коттон, показавший, что период «сужения» после длительной и напряженной тренировки должен быть более продолжительным, чем это было принято в те годы (Colwin, 1992).

Выдающийся американский тренер по плаванию Дж. Каунсилмен, подготовивший в 60-х—70-х годах XX ст. многих выдающихся пловцов, вводит такие понятия, как «фаза напряженной тренировки» и «фаза сужения». В первой из этих фаз выполняется большой объем работы, часто на фоне недовосстановления. Для этой фазы, по мнению Дж. Каунсилмена, применимы такие термины, как утомление, стресс, «боль — сильная боль — агония». Работа в этой фазе служит стимулом для «суперадаптации», наступающей скачкообразно в конце следующей фазы — сужения, продолжительность которой составляет 2—4 нед. Фаза сужения предусматривает тренировку с небольшими объемами работы, невысокой суммарной нагрузкой, созданием условий для эффективного восстановления и протекания адаптационных реакций. В конце этой фазы спортсмен, находясь в состоянии «суперадаптации», способен к демонстрации наивысших результатов (Caunsilman, 1968).

Особенно подробно и всесторонне проявление отставленного тренировочного эффекта изучалось с конца 70-х годов XX ст. в связи с разработкой периода непосредственной подготовки пловцов к главным соревнованиям. Исследования, проведенные в ГДР и СССР, позволили разработать схемы построения подготовки, обеспечивающие в 65—75 % случаев достижение пика отставленного тренировочного эффекта при участии пловцов в главных соревнованиях года. Наиболее целесообразным оказалось планирование двух мезоциклов, первый из которых предусматривал исключительно большие нагрузки, часто отягощенные воздействием факторов внешней среды (среднегорье, высокогорье), а второй — создание оптимальных условий для формирования долговременных реакций и проявления отставленного тренировочного эффекта во время главных соревнований (Вайцеховский, 1985; Платонов, Вайцеховский, 1985; Müller, 1989).

Применительно к силовой подготовке пловцов С. М. Вайцеховский (1985) не только констатировал сам факт «запаздывающей трансформации» в отношении эффекта 4-6-недельной напряженной силовой тренировки, но и показал, каким образом необходимо строить последующую тренировку, чтобы отставленный эффект мог проявиться скачкообразно через 3—4 нед. после ее окончания. Аналогичные исследования коснулись и других составляющих подготовленности пловцов, в частности, возможностей аэробной и анаэробной систем энергообеспечения (Платонов, 1988). Было показано, что величина отставленного тренировочного эффекта находится в прямой зависимости от суммарной величины и направленности тренировочных нагрузок мезоциклов, призванных перевести спортсмена на более высокий уровень адаптированности — повышение работоспособности, функциональных возможностей систем энергообеспечения, готовности к достижению наивысшего результата. Исключительно высокие тренировочные нагрузки мезоциклов, предъявляющие предельные требования к функциональным системам организма, однако не переходящие границ, связанных с развитием переадаптации (развитие сердечной недостаточности, повреждения мышц,

нарушение гормонального баланса и др.), часто приводят к скачкообразному приросту у спортсменов функциональных возможностей и спортивного результата через определенное время — обычно через 18—25 дней.

Пловцы ГДР, ставшие в 80-х годах XX ст. лидерами мирового плавания, уверенно опередив спортсменов США на чемпионате мира 1986 г. и Играх Олимпиады 1988 г., стимулирующую адаптационный скачок нагрузку обеспечивали проведением 3—4-недельной тренировки с высокими нагрузками в условиях среднегорья. При этом программа мезоцикла, объем и интенсивность работы, стандартные комплексы упражнений по своим параметрам должны были соответствовать наивысшим показателям, регистрировавшимся до этого в процессе подготовки на равнине. В этом случае резкое увеличение суммарной величины нагрузки мезоцикла (примерно 15—20 %) обеспечивалось естественной гипоксией, а отставленный тренировочный эффект наблюдался после 3 нед. тренировки в условиях равнины с относительно невысокой нагрузкой.

Создание достаточного стимула для эффективного формирования отставленного тренировочного эффекта и скачкообразного повышения возможностей спортсмена может быть обеспечено и тренировкой в условиях равнины. Об этом свидетельствуют, например, недавно проведенные специалистами Франции и Испании исследования с участием пловцов высокой квалификации (Thomas et al., 2008). Выраженный отставленный эффект напряженной тренировки в 28-дневном мезоцикле отмечался в том случае, если суммарная нагрузка на 20 % превышала средние показатели, характерные для предшествовавшего тренировочного макроцикла. Сразу после окончания программы мезоцикла со сверхнагрузкой спортивный результат пловцов, показатели их работоспособности при выполнении программ тестов и стандартных тренировочных серий достоверно снижались по сравнению с показателями, зарегистрированными перед началом мезоцикла. Через 3 нед. после окончания программы такого мезоцикла отмечался явно выраженный прирост функциональных возможностей, сопровождавшийся достижением наивысших индивидуальных результатов в соревнованиях. Уменьшение времени проплывания соревновательных дистанций составило в среднем около 1 %.

В случае, когда нагрузка 28-дневного мезоцикла была ниже и предусматривала лишь повторение прежних аналогичных программ, готовность к соревнованиям проявлялась значительно раньше — не позднее чем через 2 нед. после окончания программы мезоцикла. Однако в этом случае скачкообразного прироста функциональных возможностей не отмечалось, а вероятность достижения не только наивысшего индивидуального результата, но и лучшего результата макроцикла резко снижалась (Thomas et al., 2008). Поэтому применительно к этому случаю следует говорить не об отставленном тренировочном эффекте, а о полноценном восстановлении после суммарной нагрузки мезоцикла и поддержании ранее достигнутого уровня адаптированности.

В этих же исследованиях изучался еще один очень важный момент, которому не уделяется необходимого внимания в специальной литературе, а именно оптимальная величина нагрузки в предсоревновательном мезоцикле перед главными соревнованиями макроцикла, который часто называют «фазой сужения». Установлено, что относительная суммарная нагрузка от нагрузки 28-дневного мезоцикла, как малая (30 %), так и большая (80 %), явились менее эффективными по сравнению со средней — 50—60 %. При этом отмечается, что в этом заключительном перед главными соревнованиями мезоцикле в большей мере, по сравнению с другими периодами и мезоциклами, величина тренировочной нагрузки и ее направленность должны быть индивидуализированы применительно к узкой специализации, функциональным и психическим особенностям каждого пловца, реактивности его приспособительных и восстановительных реакций (Thomas et al., 2008).

Изучение динамики изменения функционального состояния пловцов в процессе сужения после напряженной тренировки показало, что 2—3 нед. эффективного восстановления и тренировки с резко уменьшенной суммарной нагрузкой приводят к существенном прогрессу во всех важнейших составляющих подготовленности. В различных исследованиях отмечено, что этого периода достаточно для существенного увеличения мощности гребковых движений, что проявляется как при плавании на привязи, так и при работе на суше с использованием различных приборов, позволяющих моделировать движения, характерные для плавания. В частности, обнаружено увеличение мощности работы при плавании на 24,6 % (Costill et al., 1985), при работе на суше — до 19 % (Anderson et al., 1992; Sheply et al., 1992). Увеличение мощности является следствием резкого повышения сократительных возможностей мышц, особенно быстросокращающихся мышечных волокон (Trappe et al., 1998), что, несомненно, является результатом как восстановления, так и адаптационных перестроек в мышечной ткани и нервной регуляции мышечной активности.

Суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект являются принципиально различными явлениями. Суперкомпенсация представляет собой срочную и быстро проходящую адаптационную реакцию защитного типа и нейрогуморального характера, а отставленный тренировочный эффект — устойчивую реакцию долговременной адаптации.

К сожалению, многие специалисты не делают различий между этими явлениями, допуская серьезную методологическую ошибку. Например, известный американский специалист Эрнст Маглишо в своем фундаментальном труде «Swimming fastest» (Maglischo, 2003) приводит явно ошибочную схему (рис. 13.28), позаимствованную из книги Тедора Бомпы (Bompa, 1999). На этом рисунке Бомпа исказил результаты работ Н. Н. Яковлева, ошибочно увязав кривую, отражающую реакцию на однократную истощающую нагрузку, со структурой четырехнедельного мезоцикла. Здесь присутствует несколько принципиальных ошибок. Во-первых, в течение второго и третьего микроциклов с максимальной нагрузкой вся тренировочная работа должна выполняться не в состоянии глубокого утомления, а в состоянии высокой готовности к выполнению программ тренировочных

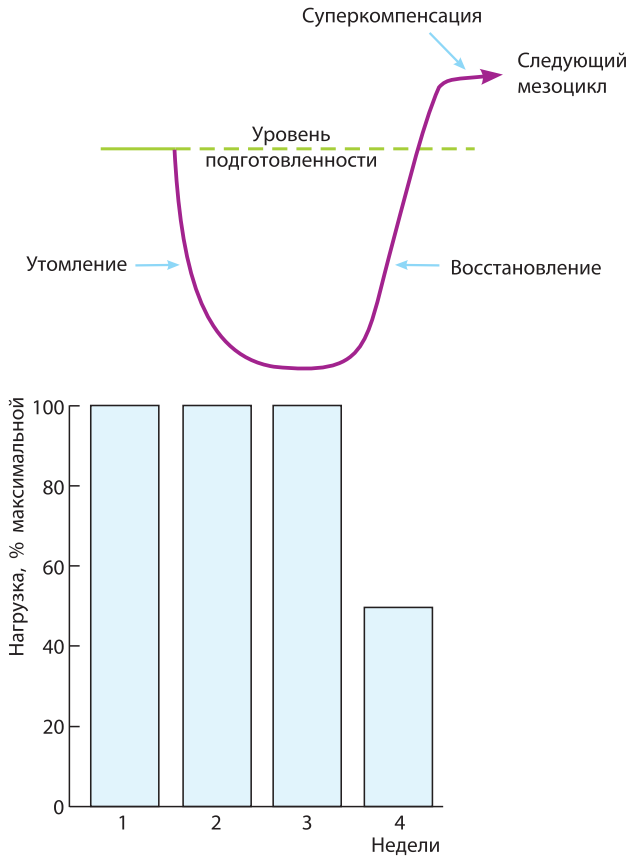


РИСУНОК 13.28 — Теория суперкомпенсации Яковлева (Bompa, 1999)

занятий, чему способствует рациональное чередование занятий различной преимущественной направленности, оптимальное построение программ отдельных занятий, широкое использование восстановительного плавания, различных физиотерапевтических процедур, специальных диет. При рационально построенной тренировке ни о каком утомлении, носящем хронический характер, не может быть и речи. В течение ударных микроциклов имеет место многократная управляемая смена процессов утомления и восстановления как реакций на нагрузки тренировочных занятий. При этом утомление является одним из стимулов для развития адаптационных реакций, а восстановление обеспечивает высокую готовность пловца к выполнению программ очередных занятий. Во-вторых, как хорошо известно из работ Н. Н. Яковлева и многих других специалистов, явление суперкомпенсации проявляется исключительно в концентрации запасов макроэргов в мышцах, в основном гликогена, и никак не распространяется на множество других не менее важных реакций и компонентов подготовленности пловца. Более того, даже в отношении суперкомпенсации гликогена, как защитной реакции на исчерпание его запасов в результате истощающих нагрузок, нельзя говорить как о независящей от уровня подготовленности спортсменов стабильной реакции. Явно выраженная суперкомпенсация мышечного гликогена после нагрузок, приводящих к истощению его запасов, характерна для нетренированных людей, не переносящих систематически таких нагрузок. Что же касается пловцов высокой квалификации, хорошо адаптированных к работе, приводящей к исчерпанию гликогенных запасов мышц, то у них применение больших нагрузок соответствующей направленности приводит либо к восстановлению запасов гликогена к дорабочему уровню, либо к его несущественному превышению. В-третьих, рационально построенные мезоциклы с эффективными стимулирующими и восстановительными составляющими, действительно, приводят к повышению функциональных возможностей к началу очередного мезоцикла. Однако этот повышенный уровень подготовленности является не реакцией суперкомпенсации гликогена, запасы которого уже были восстановлены в течение двух-трех дней восстановительного микроцикла, а следствием значительно более важной и сложной комплексной адаптационной реакции, которая обозначается как отставленный тренировочный эффект и проявляется в широком спектре изменений, относящихся к технико-тактической, физической и психологической подготовленности пловца. Эти изменения явля-

ются отражением проявления долговременной адаптации и никакого отношения к явлению суперкомпенсации не имеют.

Конечно, при планировании нагрузок мезоцикла можно обеспечить развитие реакций организма пловца и в полном соответствии с кривой, рекомендуемой Бомпой. Однако для этого уже в первом микроцикле необходимо планировать чрезмерные тренировочные нагрузки, приводящие к тяжелому суммарному утомлению. В этом случае нагрузки второго и третьего микроциклов будут выполняться при сниженном уровне функциональных возможностей, тяжелом психологическом состоянии, низком качестве выполнения тренировочных программ и, в конечном счете, приводить к переутомлению. Итогом такой тренировки с высокой вероятностью станет не наличие суперкомпенсации, а состояние переадаптации, преодоление которого может потребовать не только коррекции тренировочного процесса в сторону резкого снижения нагрузок, но и медицинского вмешательства.

Глава 14

Основы управления произвольными движениями

Нервная система, являясь одной из наиболее сложных систем организма человека, стимулирует, координирует и контролирует все его функции.

Нервная система в регуляции движений

Нервная состоит система из головного и спинного мозга, нервов и чувствительных рецепторов. Нервную систему делят на две части — центральную и периферическую. Центральная нервная система (ЦНС) образована головным и спинным мозгом, а периферическая нервная система состоит из 12 пар черепных нервов и 31 — спинномозговых нервов, чувствительных нервных окончаний, ганглиев (скоплений нейронов) и сплетений (сети аксонов, а в отдельных случаях и нейронов, расположенных за пределами ЦНС).

В общем виде строение и функции нервной системы, обусловливающие управление движениями, представлены на рисунках 14.1 и 14.2.

Условно разделяя головной мозг на четыре участка — конечный мозг, промежуточный мозг, мозжечок и ствол мозга, следует выделить его области, связанные с двигательной деятельностью. Это двигательная кора конечного мозга, базальные ядра, промежуточный мозг, мозжечок, средний мозг и продолговатый мозг.

Двигательная область коры конечного мозга обеспечивает сознательный контроль мышечных движений. В двигательной области находятся тела пирамидных нейронов, аксоны которых образуют корково-спинномозговые пути, по которым обеспечивается произвольный контроль скелетных мышц.

Базальные ядра находятся в белом веществе под корой головного мозга. Они играют важную роль в планировании и осуществлении движений. Базальные ядра представляют собой скопления нейронов, соединенных сложными нервными цепями друг с другом, с таламусом и корой головного мозга. Эти соединения формулируют стимулирующие и тормозящие мышечную деятельность цепи. Стимулирующие цепи обеспечивают оптимальный мышечный тонус, облегчают движение, особенно в его начале. Тормозные цепи способствуют деятельности стимулирующих цепей, блокируя деятельность мышц-антагонистов.

В **промежуточном мозге**, расположенном под передним и перед средним мозгом, за обработку сенсорных сигналов и их передачу в кору больших полушарий отвечает таламус.

Мозжечок — отдел головного мозга, расположенный позади продолговатого мозга, под затылочными долями полушарий головного мозга. Мозжечок отвечает за координацию и регуляцию движений, постоянно корректирует как произвольные, так и автоматизированные движения. Мозжечок способствует осуществлению стойкой двигательной координации простых движений за счет своей дифференцирующей (сравнительной) функции. Согласно этой функции, потенциалы действия из двигательной зоны коры мозга опускаются в спинной мозг, инициируя произвольные движения, а также в мозжечок, предоставляя нейронам мозжечка информацию о запланированном движении. Проприоцептивные нейроны направляют в мозжечок информацию о действительных движениях. В мозжечке сигналы, поступающие из двигательной зоны головного мозга, сравниваются с теми, которые получены от двигательного аппарата, то есть запланированное двигательное действие связывается с реальным. В случае обнаружения несоответствия мозжечок направляет коррегирующие сигналы через таламус в двигательную зону коры мозга и в спинной мозг с целью устранения расхождений (рис. 14.3). Функции мозжечка не ограничиваются дифференцирующей функцией. Мозжечок вместе с двигательной зоной коры головного мозга и базальными ядрами участвует в усвоении быстрых и точных движений, отличающихся координационной сложностью и широкой вари-

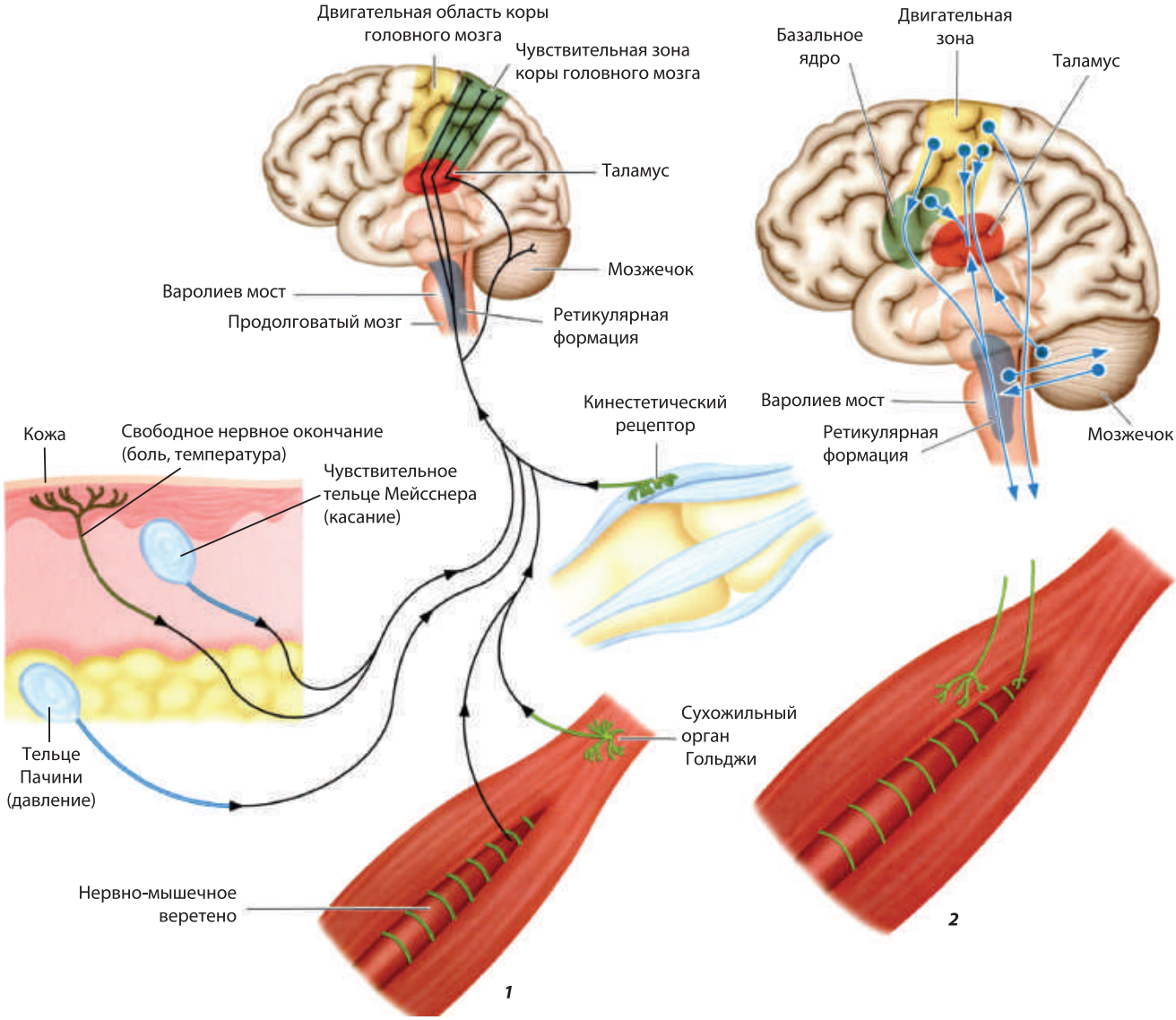


РИСУНОК 14.1 — Чувствительные рецепторы и их пути к спинному и головному мозгу (*1*), двигательные пути нервной системы (*2*) (Wilmore, Costill, 2004)

ативностью скоростно-силовых характеристик, синхронизирует двигательную деятельность, обеспечивает быстрый переход от одного движения к другому.

Мозжечок получает и интегрирует информацию из головного мозга и проприорецепторов, зрительного анализатора о положении тела и его частей, равновесии, развиваемых усилиях и выполняемых движениях. Мозжечок обрабатывает всю эту информацию и определяет наилучший план действий, направленных на выполнение движения (Wilmore, Costill, 2009).

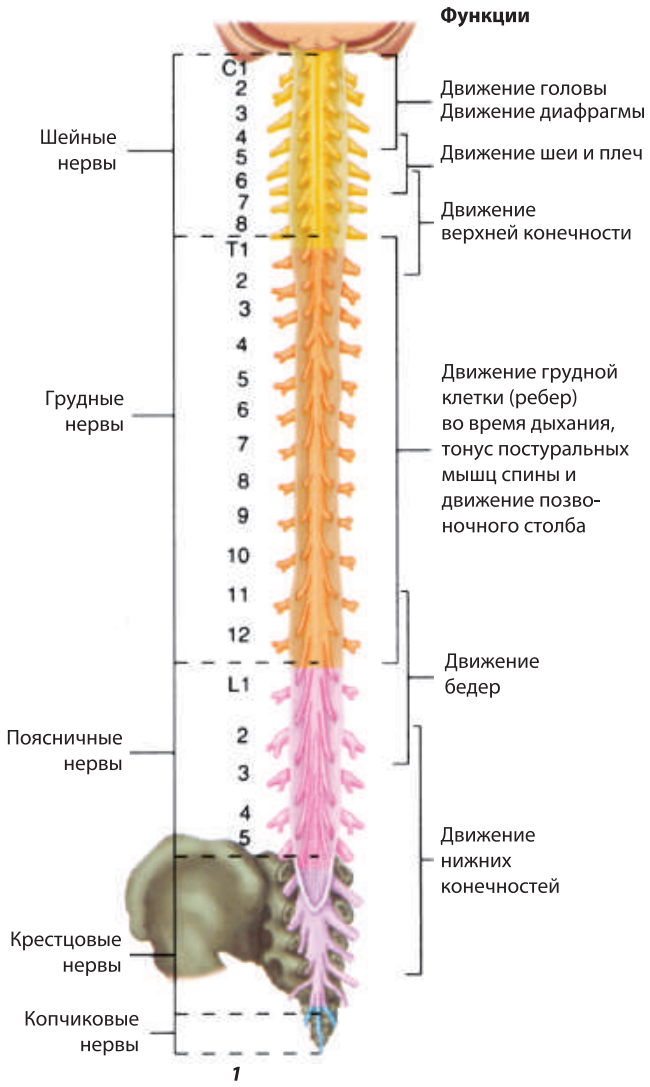
Ствол мозга состоит из среднего мозга, варолиевого моста и продолговатого мозга и представляет собой часть мозга, соединяющую головной мозг со спинным. Через средний мозг проходят сенсорные и двигательные нервы, обеспечивающие обмен информацией между головным и спинным мозгом. По всей длине ствола проходит ряд специальных нейронов, образующих так называемую ретикулярную формацию, которая участвует в координации мышечных сокращений, а также в контроле деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Нижняя часть ствола мозга — продолговатый мозг — в основном состоит из пучков нервных сенсорных (афферентных) и двигательных (эфферентных) волокон. Сенсорные волокна передают сигналы от рецепторов мышц и суставов в верхние отделы головного мозга, а двигательные волокна направляют сигналы из головного мозга к мышцам и сухожилиям.

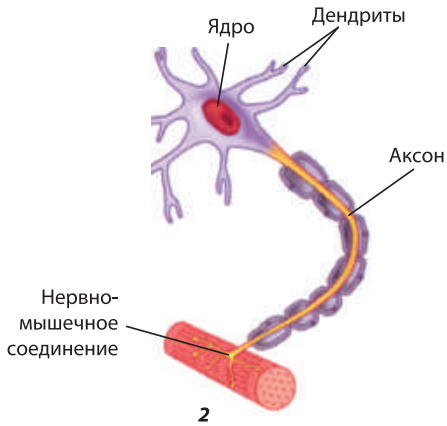
Нижняя часть ствола мозга постепенно переходит во вторую часть ЦНС — спинной мозг, который содержит совокупность сенсорных и двигательных волокон, обеспечивающих про-

ведение нервных импульсов из головного мозга к периферии и от периферических органов — к головному мозгу.

В периферической нервной системе выделяется два отдела. Сенсорный (афферентный, чувствительный), передающий электрические сигналы (потенциалы действия) из чувствительных нервных окончаний в ЦНС, и двигательный (эфферентный), передающий потенциалы действия в эфферентные органы — мышцы и железы. Периферическая нервная система подразделяется также на соматическую нервную систему и вегетативную (автономную) нервную систему. Соматическая нервная система представляет собой совокупность афферентных и эфферентных нервных волокон, иннервирующих скелетные мышцы, а вегетативная нервная система, которая часто называется автономной, — комплекс периферических нервов, контролирующих обмен веществ и деятельность внутренних органов.

Применительно к задачам, возникающим в спорте, деятельность нервной системы выглядит





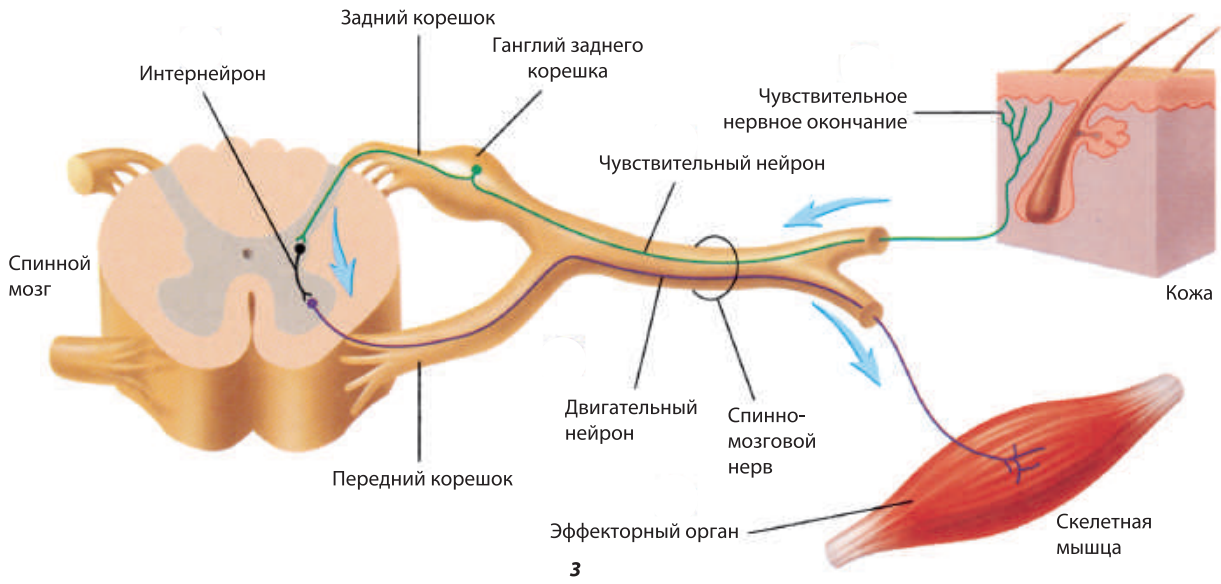


РИСУНОК 14.2 — Спинномозговые нервы и их функции (*1*), строение нейрона (*2*) и рефлекторной дуги (*3*) (Сили и др., 2007)

1. Двигательная зона коры мозга направляет потенциалы действия в нижние двигательные нейроны спинного мозга.
2. Потенциалы действия из двигательной зоны коры мозга информируют мозжечок о намеренном движении.
3. Нижние двигательные нейроны спинного мозга направляют потенциалы действия в скелетные мышцы, вызывая их сокращения.
4. Проприоцептивные сигналы из скелетных мышц и суставов, идущие в мозжечок, передают информацию о состоянии мышц и структур, которые будут двигаться во время сокращения.
5. Мозжечок сравнивает информацию, поступившую из двигательной зоны коры мозга, с проприоцептивной информацией из скелетных мышц и суставов.
6. Потенциалы действия, идущие из мозжечка в спинной мозг, модифицируют стимулирование двигательной зоны коры мозга нижних двигательных нейронов.
7. Потенциалы действия из мозжечка направляются в двигательную зону коры мозга, которая модифицирует двигательную деятельность.

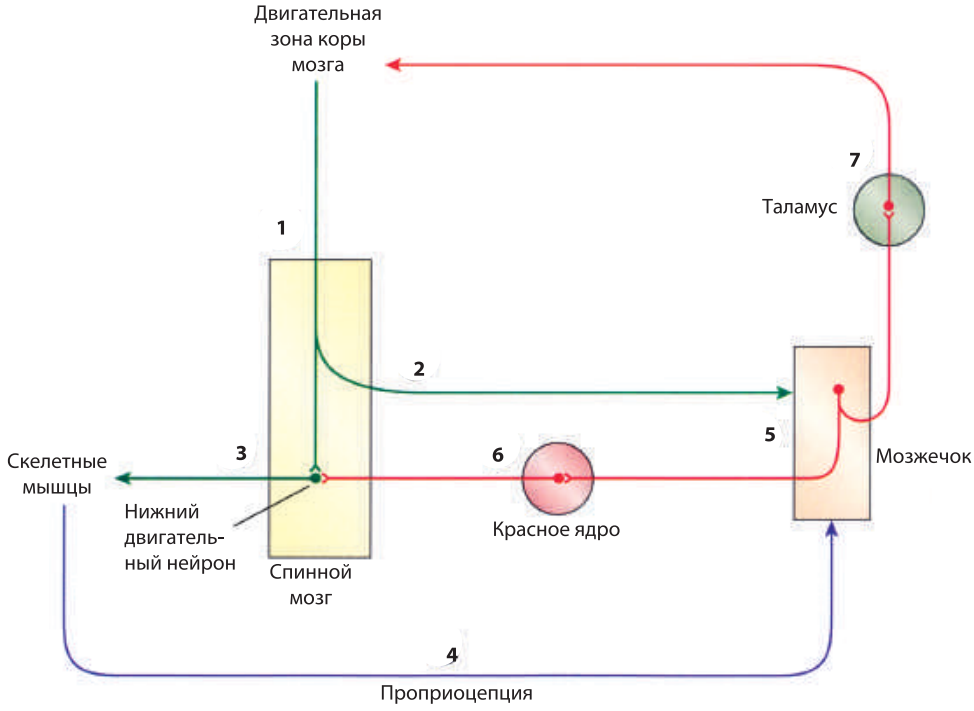


РИСУНОК 14.3 — Дифференцирующая функция мозжечка (Сили и др., 2007)

следующим образом (рис. 14.4). Сенсорный отдел периферической нервной системы выявляет стимулы и направляет потенциал действия в ЦНС, которая обрабатывает поступающую информацию и инициирует потенциалы действия. Последние проводятся через двигательный отдел и мобилизуют соматическую и вегетативную нервную систему.

Сенсорные нейроны обеспечивают передачу информации об основных характеристиках двигательной деятельности с помощью различных видов рецепторов (механических, болевых, зрительных, хеморецепторов) в спинной мозг. Эта информация может останавливаться на различных уровнях. Простейшие импульсы обрабатываются в спинном мозгу и ответом являются двигательные рефлексы. Более сложные реакции связаны с обработкой информации на более высоких уровнях. Сенсорные импульсы, регулирующие позу и простые передвижения, обрабатываются в нижней части ствола мозга и вызывают подсознательные двигательные реакции, более сложные по сравнению с рефлексами спинного мозга.

Импульсы, обрабатываемые в мозжечке, также связаны с подсознательным уровнем управления движениями. Однако движения, которые координируются мозжечком вместе с базальными ядрами головного мозга, отличаются высокой координацией и воспроизводятся автоматически. Сенсорные импульсы, обрабатываемые на уровне таламуса, уже связаны с сознательной деятельностью

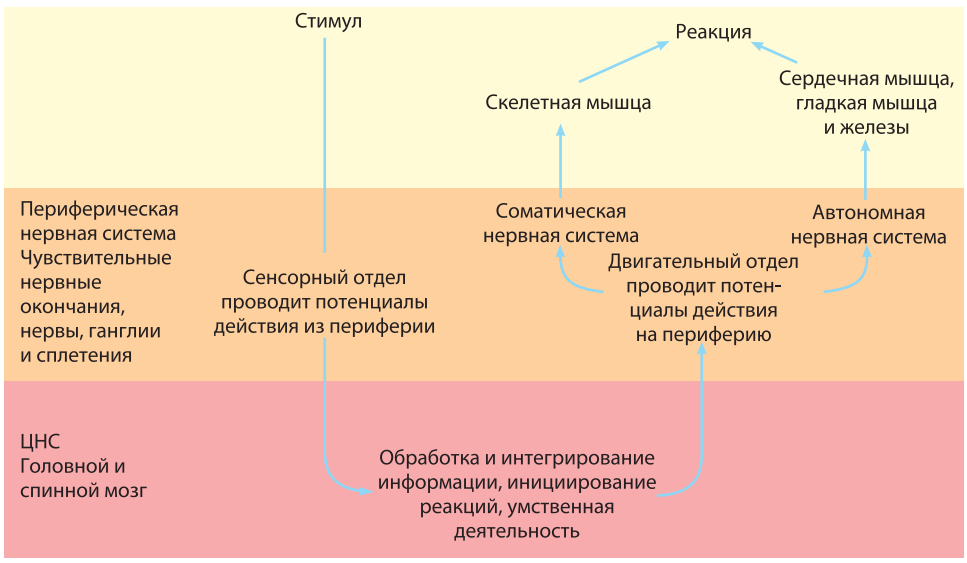


РИСУНОК 14.4 — Организация нервной системы (Сили и др., 2007)

человека, однако доля сознания в их регуляции еще невелика и система управления движениями представляет собой сочетание подсознательных реакций с элементами осознанной корректировки.

Полностью осознанная обработка сенсорных импульсов протекает только на уровне коры головного мозга и проявляется в двигательных реакциях, обеспечивающих выполнение сложных или неосвоенных движений и связана с ощущениями, которые представляют собой осознанное восприятие воздействий, принимаемых рецепторами.

К возникновению ощущений приводит не вся информация, воспринимаемая рецепторами. Очень многие потенциалы действия не воспринимаются на уровне сознания, а обрабатываются автоматически на более низких уровнях ЦНС. В частности, подавляющий объем информации о хорошо освоенных и привычных положениях тела обрабатывается на подсознательном уровне в мозжечке. Рост технического мастерства спортсмена, его способность к точному управлению пространственно-временными и динамическими характеристиками движений в соответствии с требованиями тренировочной и соревновательной деятельности прямо обусловлен способностью к автоматической обработке потенциалов действия на подсознательном уровне.

После поступления и обработки сенсорных импульсов передача информации к мышцам осуществляется через двигательные (эфферентные) нейроны, которые контролируют мышечную деятельность различного уровня сложности. Простейшие реакции осуществляются в виде простых рефлексов на уровне спинного мозга, регуляция более сложных движений происходит на уровне нижних отделов головного мозга, а управление сложными движениями осуществляется в результате обработки информации и двигательных реакций, протекающих в двигательной зоне коры головного мозга (Wilmore, Costill, 2004).

Освоение новых и сложных двигательных программ требует активной мыслительной деятельности и обостренного внимания. По мере формирования двигательных умений и навыков необходимость в повышенном внимании и осознанном контроле постепенно снижается. Хорошо освоенные структуры двигательных действий хранятся в сенсорном и двигательном отделах мозга и могут быть мобилизованы без существенного двигательного контроля.

Двигательные умения и навыки

Эффективная соревновательная деятельность может осуществляться спортсменом только при условии совершенного владения им произвольными специализированными приемами и действиями, составляющими арсенал техники конкретного вида спорта. Всякий произвольный двигательный акт человека характеризуется двумя взаимосвязанными сторонами: двигательной и смысловой. Произвольным является такое движение, в управление смысловой частью которого возможно вмешательство сознания человека.

Приобретенная на основе знаний и опыта способность неавтоматизированно управлять движениями в процессе двигательной деятельности является **умением**. В процессе спортивной деятельности (тренировочной и соревновательной) спортсменом приобретаются необходимые умения осуществлять двигательную деятельность, характерную как для целостного спортивного упражнения, так и для его отдельных элементов. Умение выполнять двигательное действие формируется на основе определенных знаний о его технике, наличия соответствующих двигательных предпосылок в результате ряда попыток сознательно построить заданную систему движений. В процессе становления двигательных умений происходит поиск оптимального варианта движения при ведущей роли сознания. Умение представляет собой достаточно примитивную форму освоения приемов и действий, характеризующуюся отсутствием надежности, наличием серьезных ошибок, низкой эффективностью и др.

Многократное повторение движений при активном участии сознания постепенно приводит к автоматизации основных элементов их координационной структуры и к образованию **двигательного навыка** — автоматизированного способа управления движениями в целостном двигательном действии. При этом автоматизированным движением становится такое, в котором двигательная часть выполняется за счет управления низшими отделами ЦНС, а смысловая — высшими.

Значение двигательных умений и навыков вытекает из их характерных черт (рис. 14.5). Автоматизированное управление движениями является важнейшей особенностью двигательного навыка в силу того, что позволяет освободить сознание от контроля за деталями движения и переключить его на достижение основной двигательной задачи в конкретных условиях, выбор и применение наиболее рациональных для ее решения приемов, т. е. обеспечить эффективное функционирование высших механизмов управления движениями. Особенностью навыков является слитность движений, проявляющаяся в эффективной координационной структуре, легкости их выполнения, рациональной коррекции. Двигательные навыки спортсменов характеризуются высоким уровнем надежности и вариа-

тивности, способности к достижению цели двигательного действия при воздействии неблагоприятных факторов — излишнего возбуждения, утомления, изменения условий внешней среды и др.

В процессе спортивной подготовки двигательные умения несут вспомогательную функцию, которая может проявляться двояко: во-первых, когда необходимо добиться прочного освоения техники соответствующих двигательных действий, формирование умений является предпосылкой для последующего становления двигательных навыков; во-вторых — когда необходимо освоить подводящие упражнения для последующего разучивания более сложных двигательных действий.

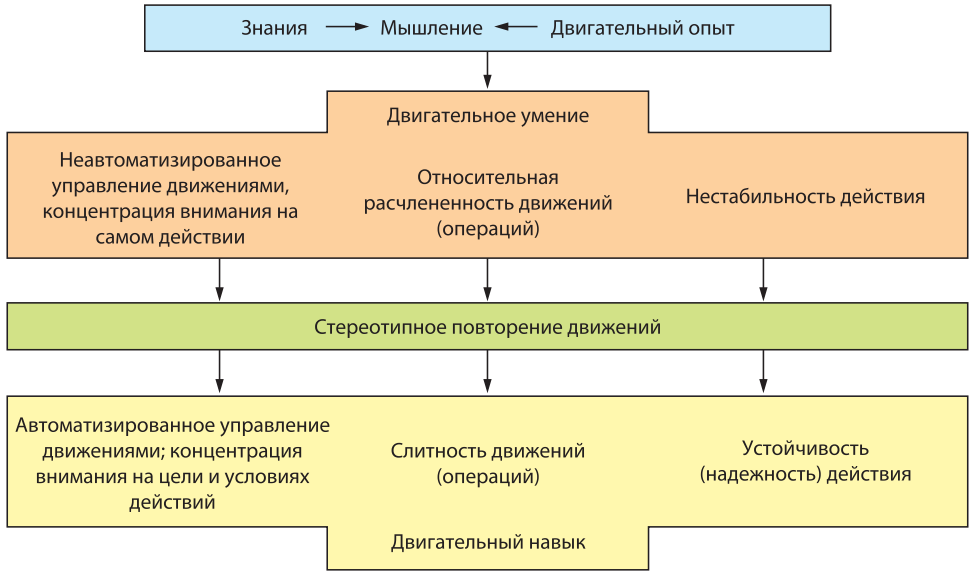


РИСУНОК 14.5 — Характерные особенности двигательных умений и навыков и переход умения в навык (Мазниченко, 1976)

Большое количество разнообразных двигательных умений является хорошей предпосылкой для эффективного технического совершенствования. В процессе их освоения у спортсменов вырабатывается способность к творческому мышлению, анализу выполняемых движений, совершенствуются специализированные восприятия, способность объединять простые движения в более сложные двигательные действия и др.

Основы теории управления движениями

На протяжении многих лет формирование теории управления движениями сдерживалось односторонним развитием биомеханики и физиологии двигательного акта. Изолированное изучение движений спортсменов с позиций механики в отрыве от психических и физиологических процессов, как делалось в большинстве биомеханических исследований (что в значительной мере сохранилось и в настоящее время), равно как и односторонний подход к управлению движениями и формированию двигательного навыка на основе теории об условных рефлексах — путем многократной реализации заранее подготовленных точных эффекторных команд, как было принято в спортивной физиологии, существенно затормозило развитие теории управления движениями. Именно это обусловливает актуальность давно опубликованных работ Н. А. Бернштейна (1940, 1947), согласно концепции которого живое движение является не простой реакцией на воздействие внешней среды, а целенаправленным действием, управляемым в ходе его выполнения во взаимодействии с внешней средой и представляет собой не цепочку деталей, а целостную структуру, дифференцирующуюся на множество элементов при большом разнообразии форм взаимодействия между ними. Управление движениями осуществляется на различных уровнях, начиная от ведущего (корковый уровень произвольных действий) и заканчивая фоновыми, регулирующими непроизвольные движения. Основным признаком, отличающим живое движение от механического, является то, что оно представляет собой не только и даже не столько перемещение тела в пространстве и времени, сколько овладение пространством и временем. Обобщение всей совокупности свойств моторики в сложнейшем взаимодействии с внешней средой позволило Н. А. Бернштейну ввести понятие «моторное поле», которое отличается отсутствием устойчивых характеристик, а формируется на основе поисковых, пробных движений, зондирующих пространство во всех направлениях.

Эти представления, равно как и учение о доминанте А. А. Ухтомского, теория функциональных систем П. К. Анохина, достижения в области психологии обучения и психофизиологии, явились мощным стимулом к объективизации исследований в области теории строения движений, отходу от локалистических концепций. Описание живых движений потребовало нового концептуального аппарата и соответствующей

терминологии. Появились такие термины и соответствующие им определения, как «образ двигательного действия», «модель действия», «двигательная задача», «образ ситуации», «предвосхищение», «предвидение», «опробование» и др. Большое внимание уделено проблеме дифференциации и интеграции деятельности в процессе обучения при сохранении ее целостности, взаимосвязи деятельности в целом и ее структурных элементов с соответствующими ориентирующими и регулирующими психическими образами, а также взаимосвязи психологических механизмов наиболее сложных видов сознательного, целенаправленного и саморегулирующегося поведения с соответствующими физиологическими процессами.

В инициировании и управлении движениями выделяются четыре компонента — мотивация, мышление, программирование и выполнение (рис. 14.6). Мотивация связана с формированием побуждений и специфических эмоциональных поведенческих реакций, обусловливающих возбудимость нейронов, связанных с конкретной деятельностью. Побуждения и эмоциональные поведенческие реакции анализируются и интегрируются в мысли ассоциативной зоной коры головного мозга. В свою очередь, мысли проецируются на сенсорно-двигательную зону коры, мозжечок и другие структуры головного мозга для разработки программы двигательного действия. Программирование предполагает преобразование мысли в схему мышечной деятельности, реализация которой приводит к выполнению заданного двигательного действия. Команда на выполнение запрограммированного двигательного действия подается в виде центральной команды, которая передается как в нижние нервные структуры, ответственные за выполнение двигательных действий, так и верхние, что позволяет осуществлять их корректировку (Сили и др., 2007). Последовательность команд, поступающих из спинного мозга и обеспечивающих выполнение двигательных действий, определяется как двигательная программа (Энока, 2000).

В начальном периоде освоения сложных навыков движения управляются кортикальными системами, которые функционируют практически независимо от проприорецепторики. Когда в результате многократного повторения упражнений в управление ими включается таламопаллидарный уровень, тесно связанный с органами тактильной и проприоцептивной чувствительности, движения становятся более координированными, точными, четкими, экономичными, легкими, пластичными. Постепенно кортикальные системы (ведущий уровень) разрушаются и координация движений уходит из поля сознания, управление ими передается на фоновые уровни, которые постепенно осваивают многочисленные компоненты движения, обеспечивают взаимосвязь между ними.

Следует отметить, что движения, различные по смысловым характеристикам и двигательному составу (сложнокоординационные, скоростные, скоростно-силовые), обусловливаются различными ведущими и фоновыми уровнями, т. е. применительно к каждому движению формируется своя система управления. Если эти системы строятся на одинаковых ведущих и фоновых уровнях управления движениями (сходные смысловые и программирующие стороны, исполнительные компоненты, двигательный состав, координационная структура), между движениями имеется положительный перенос, существенно облегчающий процесс освоения двигательного навыка. По мере увеличения различия между ведущими и фоновыми уровнями управления движениями эффект положительного переноса сглаживается и при кардинальном различии систем управления может перейти в отрицательный (Лях, 1991).

Пониманию процесса формирования рационального навыка способствуют представления П. К. Анохина (1975) об общих механизмах управления произвольными движениями, в соответствии с которыми основой процесса управления движениями является цикличность, которая предполагает, что каждый двигательный акт должен заканчиваться обратной афферентацией, сигнализирующей о результатах действия (рис. 14.7).

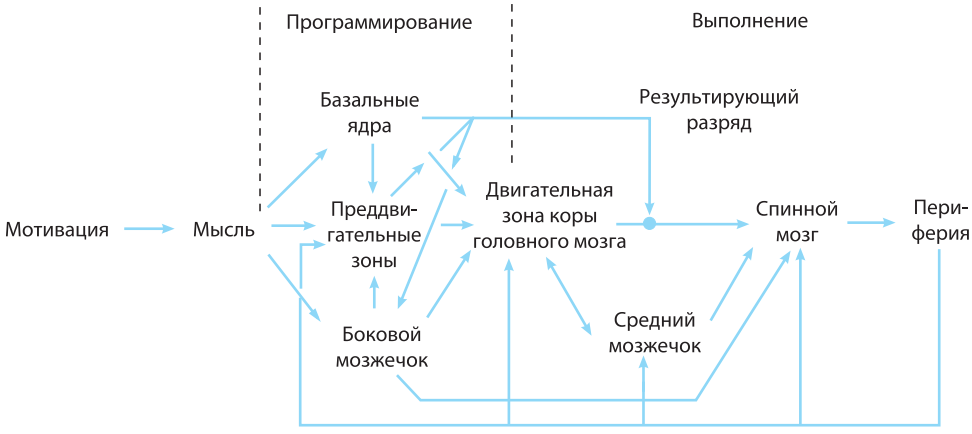


РИСУНОК 14.6 — Схема основных невральных взаимодействий, связанных с осуществлением движения (Cheney, 1985)

Осуществление эффекта цикличности управления движениями строится на двух группах афферентных раздражителей: обстановочной и пусковой афферентации. Обстановочная афферентация представляет собой совокупность раздражений, подготавливающих соответствующую реакцию, и приводит к интеграции нервных процессов, предшествующих пусковой афферентации. Последняя представляет собой непосредственное действие условного раздражителя.

Обе афферентации объединяются афферентным синтезом. Афферентный синтез, подчиняясь доминирующей на данный момент мотивации и под коррекцией памяти, ведет такой подбор возможных степеней свободы, при котором возбуждение избирательно направляется к мышцам, совершающим нужное действие. В афферентном аппарате не происходит рефлекторных действий до тех пор, пока не завершится синтез всех афферентных воздействий на организм. После этого следует принятие решения, основанное на выборе и определении степени активности компонентов, которые должны обеспечить выполнение двигательного действия.

В эффекторной части нервной системы создается особый аппарат сличения актуальной афферентации с сенсорным образом формируемого действия — акцептор результатов действия, который представляет собой возбуждение, опережающее реальное событие. Этот аппарат, сформированный на основе нервных механизмов, позволяет прогнозировать признаки необходимого в данный момент результата, сличать их с параметрами реального сиюминутного результата, информация о которых приходит к акцептору результата действия благодаря обратной афферентации. Циркуляторное развитие этих возбуждений при «узнавании» и «поиске» может быть столь быстрым, что каждый блок функции, состоящий из компонентов результат — обратная афферентация — сличение и оценка результатов в акцепторе результатов действия — коррекция — новый результат и т. д., может развиваться в течение долей секунды. Этот аппарат дает возможность организму исправить ошибку действия, превратить несовершенные двигательные акты в более целесообразные. Акцептор действия является постоянным фактором управления, который устанавливает соответствие выполненного действия первоначальному намерению. Он воспринимает эфферентные раздражители, сопоставляет данные афферентного синтеза с выполненным действием. Если цель достигнута, то цикл завершен, если нет — вызывается комплекс новых реакций, которые в результате должны привести к соответствию двигательного действия его модели в акцепторе действия (Анохин, 1975).

Представления Н. А. Бернштейна и П. К. Анохина применительно к задачам спортивной практики уточняют результаты исследований Л. В. Чхаидзе (1970), который выделил следующие основные положения теории управления произвольными движениями.

1. Управление произвольными движениями у человека следует рассматривать как сложный кольцевой процесс, включающий наличие двух основных колец: внешнего, преимущественно строящегося на внешней афферентации, и внутреннего, строящегося на внутренней афферентации. Внешнее кольцо связано с деятельностью сознания, внутреннее — с мышечными синергиями. Как внутренние, так и внешние афферентные пути (как вместе, так и в отдельности) могут входить с различными физиологическими параметрами и механизмами в те или иные компоненты условных и безусловных рефлексов.

2. Учитывая не поддающееся точному определению количество степеней свободы открытых кинематических цепей, из которых состоят конечности человека, сложность силового поля движений, неоднозначность связи между мышечным напряжением и результирующим усилием, а также необходимость создания динамически устойчивого движения, можно сделать заключение, что координация произвольных движений, требующая в первую очередь

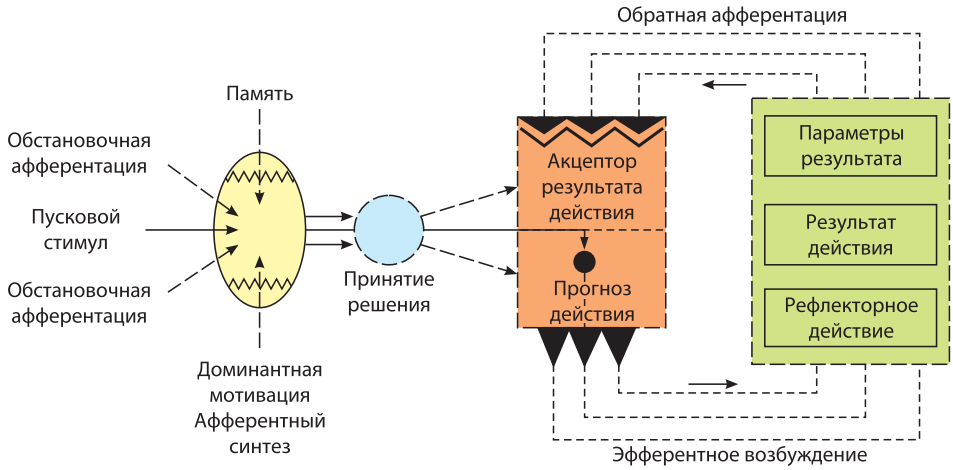


РИСУНОК 14.7 — Процесс формирования функциональной системы, обеспечивающей рациональное двигательное действие (Анохин, 1975)

превращения мышечной периферии в управляемую систему, обусловлена системой рефлексов с обязательным участием самопрограммирующегося управляющегося механизма.

3. Важнейшей неотъемлемой частью всего управления движениями является внутренняя обратная связь, приемным элементом которой можно считать мышечные, суставные и сухожильные рецепторы, сигнализирующие о состоянии мышц и положении звена тела в пространстве. Сигналы этих рецепторов после синтеза поступают в важнейший элемент всей системы — сличающий механизм, который несет основную функцию, связанную с координацией движения, установлением взаимоотношения между мышечным напряжением и результирующим движением. На основании сложной взаимосвязи между сличающим механизмом, задающим элементом и моторной памятью вырабатываются необходимые коррекции, которые, поступая в программирующий механизм, продолжают управлять уточненным движением.

4. Выполнение неосвоенного двигательного действия можно представить как управление в условиях, когда внутреннее кольцо не подготовлено к осуществлению своих функций. Это приводит к биомеханической неполноценности движения, так как конкретные синергические детали большей частью остаются вне контроля или регулируются внешним кольцом, рецепторы которого не могут установить правильное взаимоотношение между мышечным напряжением и результирующим движением. В результате не может быть полностью осуществлена и смысловая сторона движения.

Выполнение освоенного действия, наоборот, можно представить в виде управления как по внешнему (смысловая сторона движения), так и по внутреннему кольцу (автоматизированные детали движения). На последнее в этом случае ложится выработка и управление наиболее удобными формами непосредственного (в деталях) осуществления навыка.

Поскольку этим обеспечивается биомеханическая целесообразность движения, внешнее кольцо имеет возможность правильно осуществить тончайшие детали смысловой стороны движения.

Представления П. К. Анохина (1975) о формировании и действии функциональной системы, обеспечивающей регуляцию движений, нашли широкое признание и получили дальнейшее развитие в различных зарубежных школах спорта, добившихся высоких результатов на международной спортивной арене. Выявлены процессы и факторы, определяющие эффективность циклической структуры регуляции двигательных действий спортсмена, показана их взаимосвязь (рис. 14.8). Установлены различные элементы, взаимодействие которых обеспечивает точное определение цели действий, их рациональное осуществление и сравнение с моделью (рис. 14.9).

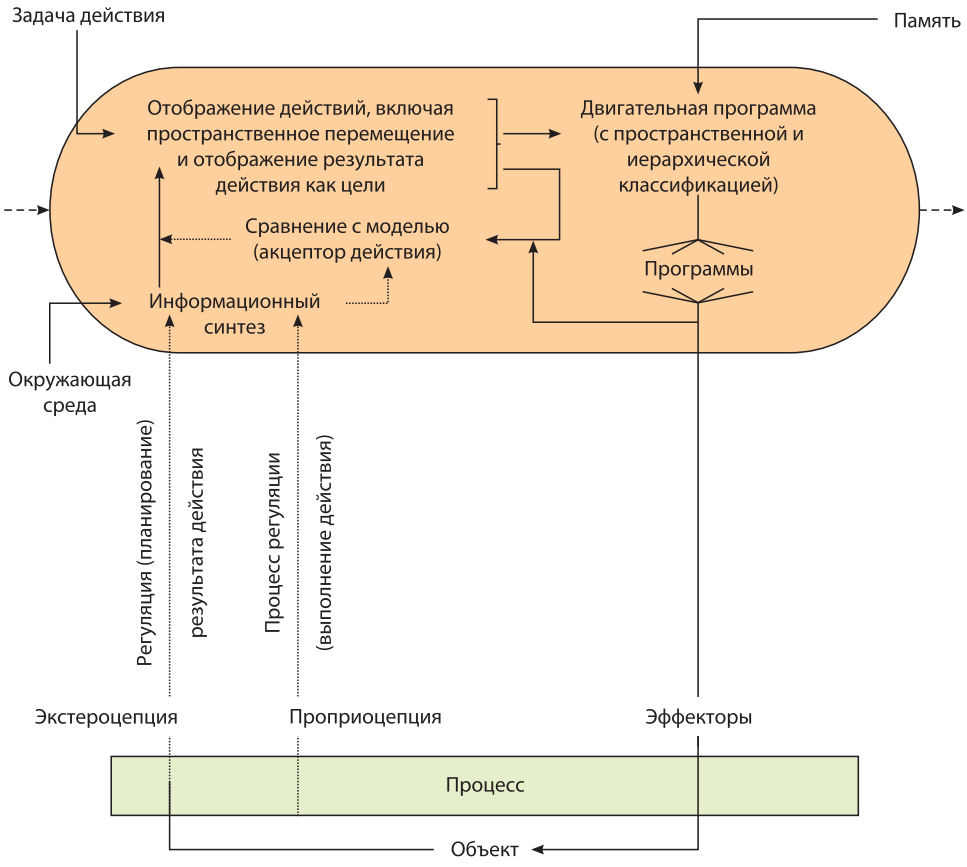


РИСУНОК 14.8 — Схематическое изображение циклической структуры регуляции двигательных действий спортсмена в тренировочной и соревновательной деятельности (Hacker, 1986)

Эффективность управления движениями в значительной степени определяется сенсорными коррекциями — оперативными изменениями, вносимыми в структуру движений на основе обратных связей. В. М. Смолевский и

Ю. К. Гавердовский (1999) справедливо указывают, что на формировании способности к сенсорным коррекциям строится процесс обучения движениям, а на их текущем применении — исполнение освоенных упражнений.

Время, необходимое для оперативной коррекции двигательных действий, меняется в зависимости от многих факторов, в числе которых уровень технического мастерства спортсмена, его функциональное состояние в данный момент, наличие сбивающих факторов, сложность двигательного действия и др. Учитывая то, что время, необходимое для осуществления процесса обратной афферентации, часто превышает время выполнения отдельных движений, рекомендуется выделять три группы движений — быстротечные, умеренно быстрые и медленные.

При быстротечных движениях, которые обычно протекают в течение 0,1—0,3 с, спортсмен практически не успевает использовать информацию, воспринятую рецепторами и даже зафиксированную в сознании, довести до уровня реализации путем механической коррекции движения.

Умеренно быстрые движения более доступны для коррекции, так как их продолжительность достаточно велика (не менее 1 с). В течение этого времени хорошо подготовленный спортсмен может внести изменения в структуру движения, особенно если оно хорошо освоено и сопровождается срочной информацией.

Наиболее доступны для сенсорных коррекций медленные движения, в ходе которых спортсмен может руководствоваться указаниями тренера, показателями приборов. На этапе освоения многие быстрые и умеренно быстрые движения могут быть переведены в медленные, что существенно облегчает их освоение (Смолевский, Гавердовский, 1999).

В. М. Дьячков (1972) акцентирует внимание на том, что ведущую роль в управлении движениями играют центральные, психические его механизмы, получившие отражение в двигательной установке спортсмена на предстоящие действия. Основой для такого подхода является многоуровневая теория управления движениями. При этом ведущий уровень управления связан со смысловой стороной действия, что обеспечивает высокую устойчивость навыка. Переключение же фонового уровня в положение ведущего немедленно вызывает деавтоматизацию навыка. Вот почему надежность двигательного навыка в большей мере зависит от устойчивости центрального управления, чувственного восприятия и контроля за собственными движениями.

Физическое упражнение, как отмечает Д. Д. Донской (1991), может быть описано как знание о нем (модель), освоенность его с учетом индивидуальных особенностей (программа) и как исполнение конкретного акта в форме системы движений (действие). Вполне естественно, что рассматривая основы строения действий невозможно ограничиться рамками одной научной дисциплины. Необходим комплексный подход к анализу основ двигательных действий, позволяющий рассматривать проблему с позиций механики, биомеханики, биологии,

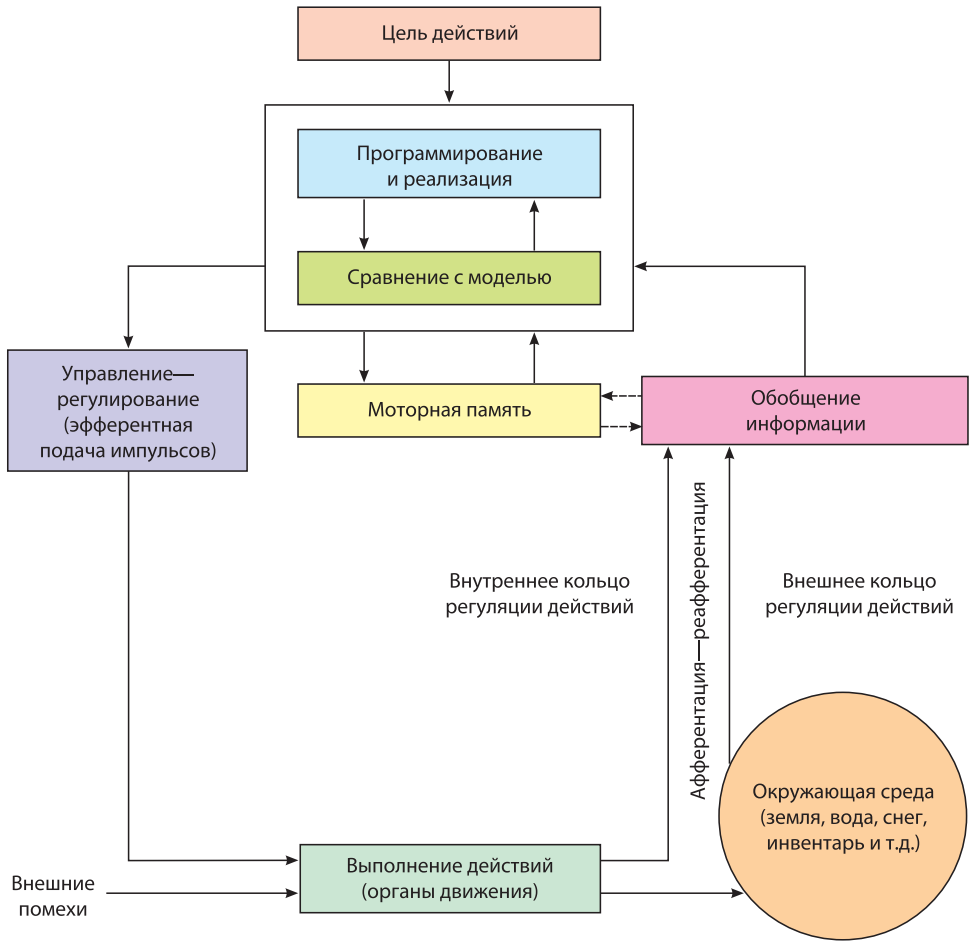


РИСУНОК 14.9 — Модель управления двигательными действиями (Schnabel, 1994)

психологии, теории и методики спортивной подготовки. В проблеме управления движениями следует выделить две составляющие: биомеханическую и биологическую (Донской, 1991; Энока, 2000).

Биомеханический аспект касается механических основ движений человека, которые невозможны без биологического управления сложнейшей деятельностью мышц. Многочисленность разнообразных звеньев тела человека со сложными соединениями порождает огромное количество взаимодействий и возникающих сил, в том числе инерционных, упругих и реактивных, с малопредсказуемыми нелинейными изменениями. При вращательном характере движений в суставах переменны и силы, и их плечи, а следовательно, и моменты сил, а также моменты инерции биокинематических цепей и определяемые всем этим угловые ускорения и скорости. К этому следует добавить сложнейшую деятельность мышц как накопителей, преобразователей и рассеивателей механической энергии. Строением органов движения объясняется коренное отличие механического движения в машинах (характерное именно определенностью передачи движения) от живого движения с непредсказуемостью заранее его результата вследствие переменности внутренних условий, не говоря уже о переменных по ходу движения взаимодействиях со средой (Энока, 2000).

Биологический аспект связан с управлением огромным количеством звеньев тела человека с их бесчисленными взаимодействиями. Наряду с многоуровневой системой управления движениями большое значение приобретает фазовое строение движений (Cafarelly, 1992; Энока, 2000). Логика выделения фаз исходит из изменения движений в зависимости от условий. При смене внешних и внутренних условий происходит существенное изменение движений и смена их конкретных задач. Мгновенные моменты времени, устанавливаемые по изменению биомеханических характеристик, служат границами выделения соответствующих подсистем (фаз) движений. Граничные позы тела в эти моменты служат показателями как готовности к последующим элементам, так и нацеленности на них в предыдущих элементах. Решающим в подобном членении служит их назначение, воспринимаемое исполнителем как смысловое содержание. В системе движений выделяются временные подсистемы (циклы, фазы) и пространственные — для частей тела и их биокинематических целей. Это закономерное членение обусловливается и принципом интегрирующей роли головного мозга в объединении в одновременные группы и последовательные ряды как эффекторных, так и центральных афферентных процессов. К биологическому аспекту относится также подчиненность отдельных блоков общей цели действия, их различение по специализированным подцелям и функциям и, особенно, многосторонние и многоуровневые структурные связи, приводящие к достижению общей цели (Донской, 1991; De Vries, Housh, 1994).

Однако было бы большим упрощением систему управления движениями ограничить только биомеханическим и биологическим подходом. Не менее важными являются **психологический** и **педагогический аспекты**. Большую, часто решающую роль психических процессов в управлении движениями и формировании их рациональной структуры легко проследить, анализируя работы специалистов в области психологии труда и спорта (Цзен, Пахомов, 1985; Косилов, 1991; Kellmann, 2002; Weinberg, Gould, 2003). Что касается педагогического аспекта, то он в значительной мере выпадает из общей теории управления движениями. Однако в спорте именно педагогическая установка на выполнение движения является важнейшим элементом, позволяющим спортсмену реализовать двигательное действие во всем сложном взаимодействии рационально спланированных механических, биологических и психологических компонентов.

Педагогические методы, опирающиеся на словесные и образные характеристики движений, позволяют сформировать у занимающихся образ движения и соответствующую целевую установку (Schnabel, 1994). К сожалению, этот аспект управления движения обычно упускается из поля зрения специалистами, увлеченными биомеханическими, физиологическими и психологическими сторонами управления движениями. В то же время спортивная педагогика, передовая практика подготовки спортсменов в последние десятилетия сформировала большой объем эмпирического материала и его обобщений, связанных с формированием сложнейших двигательных навыков во всем спектре взаимодействий ведущего и фонового уровней, единства внутренних и внешних характеристик и, что самое сложное, реализацией этих навыков при постоянном изменении внутренней среды организма (включая состояние глубочайшего утомления) и вариативности, динамичности и изменчивости внешней среды.

Современные школы спорта сформировали множество специальных упражнений и способов их применения, специфических терминов, команд, инструкций, делающих ясными для занимающихся сложные механические, биологические и психологические понятия и за-

кономерности, внешних и внутренних условий и ориентиров, способов контроля и коррекции, позволяющих сделать процесс обучения сложнейшим движениям контролируемым и управляемым. Здесь несомненным лидером является американская школа плавания, которая творческими усилиями своих многих видных представителей (Schubert, 1991; Maglischo, 2003; Hines, 2008; Lucero, 2009, 2010 и др.) в последние годы кардинально обогатила систему знаний в области спортивной техники и методики освоения ее наиболее эффективных вариантов.

Осознание необходимости управления движениями на уровне активного участия сознания и уровне мышечного чувства, мышечных образов в спортивной практике существовало задолго до формулирования физиологами и психологами представлений о системе регуляции двигательной деятельности во всей сложности и взаимосвязи протекающих здесь процессов. Такие термины, как чувство воды, темпа, ритма, гребка, усилий, пространства и др., давно вошли в спортивную практику в качестве не только терминов и соответствующих им определений, но и всей системы педагогической деятельности, включающей разнообразные средства и методы совершенствования этих психофизиологических способностей, способы контроля и объективного управления их совершенствованием, технические средства и специальные ориентиры в тесной взаимосвязи с динамическими и кинематическими параметрами движений, функциональными возможностями важных функциональных систем, уровнем развития различных двигательных качеств, совершенства тактического мастерства и др. Работа именно в этом направлении способствовала выдающимся успехам спортивных школ различных видов спорта во многих странах, позволила сформировать систему знаний в сфере управления движениями и технической подготовки спортсмена как составную часть общей теории спорта.

Не менее важным явилась также разработка частных теоретико-методических направлений обучения и управления движениями в различных видах спорта. Очень многие выдающиеся тренеры различных стран мира сумели построение спортивной техники своих учеников органически увязать с экспериментальной и теоретической работой в области управления движениями. К сожалению, их опыт является еще невостребованным общей теорией построения двигательных действий, что в значительной мере обедняет ее, делает оторванной от высших проявлений сложнейших двигательных действий в передовой спортивной практике.

Основы технического совершенствования

Процесс освоения спортивной техники может быть разделен на два периода. В первом устанавливается ведущий уровень, определяется структура движения, его состав, осуществляется выявление коррекций для всех деталей, компонентов движения и соответствующих им фоновых уровней, постепенное переключение коррекций на низовые уровни. Во втором периоде происходит освоение фоновыми уровнями деталей и компонентов движения, обеспечение взаимосвязи различных фоновых уровней между собой и с ведущим уровнем, завершается автоматизация движения, формируется его устойчивость к сбивающим факторам. При этом важно учесть, что на ведущем уровне управления, связанном с деятельностью кортикальных систем, движения всегда осознаются и носят произвольный характер. Управление движениями на лежащих ниже фоновых уровнях может иметь смешанный характер, когда часть движений выполняется произвольно, а часть — непроизвольно, или полностью носит непроизвольный характер, когда все компоненты движения выполняются без участия кортикальных систем (Бернштейн, 1991).

К сожалению, в практической деятельности да и в специальной литературе еще можно встретить рекомендации по формированию двигательного навыка по принципу становления условных рефлексов путем многократного повторения стандартных разучиваемых упражнений. В этом плане уместно сослаться на высказывание Н. А. Бернштейна, который предостерегал от применения такого подхода: «Истолкование образования двигательного навыка как повторения условных связей принесло ощутимый практический вред главным образом тем, что оно оправдывало монотонное пассивное разучивание («зазубривание»), в котором основное ударение делалось на количестве выполненных повторений». Это не отрицает необходимости многократного повторения двигательных действий в процессе обучения, без которого не может быть обеспечено формирование полноценного навыка. Важно так организовать процесс многократного повторения упражнений, чтобы он не противоречил объективным закономерностям построения двигательного навыка. При работе над техникой всегда следует помнить, что «процесс, протекающий в центральной нервной системе по ходу упражнения и выработки навыков, представляет собой полные активности изыскания все более и более адекватных во всех отношениях решений осваиваемой двигательной задачи...». Центральная нервная система деятельно

проходит через большое количество проб, ошибок, прилаживаний, приспособительных модуляций и др., которые в конце концов обеспечивают ее наиболее правильное, быстрое, рациональное и при этом находчивое осуществление искомых решений. В этих поисках оптимальных решений, бесспорно, заключается одна из причин продолжительности работы над двигательным навыком (Бернштейн, 1991).

Процесс технического совершенствования в значительной мере определяется способностью спортсмена воспринимать и перерабатывать информацию, необходимую для эффективного выполнения движений, их коррекции, контроля за качеством. Однако через анализаторы обычно проходит большое количество разнообразной информации как необходимой для эффективной двигательной деятельности, так и отвлекающей. Во время выполнения двигательного действия поступающая информация разделяется на следующие компоненты.

Сигнально-мотивационная информация обеспечивает мотивацию двигательных действий (побуждение выполнить их), пусковой сигнал к действию, опознание и оценку опасной ситуации в случае ее возникновения.

Информация обратной связи относится к контролю над выполнением движения (телом и его частями, перемещением снаряда, партнеров и соперников, развитием ситуации и др.).

Фоновая информация — остальная информация, связанная с накоплением различного рода знаний, оценкой и ориентацией в окружающей обстановке.

Безразличная и сбивающая информации затрудняют рациональную двигательную деятельность.

В процессе технического совершенствования следует постоянно ориентировать спортсмена на восприятие информации только определенного рода путем активного направленного поиска информации (зрительной, слуховой, проприоцептивной и др.), что обеспечивает решение конкретной задачи. Недостаточная и неправильно используемая информация часто становится причиной неэффективных действий, не позволяет спортсмену реализовать физические и технико-тактические возможности. Тренеру и спортсмену необходимо знать возможные недостатки информационного обеспечения тренировочной и соревновательной деятельности, приводящие к ошибкам в технико-тактических действиях спортсмена. Эти недостатки могут быть связаны как с отсутствием, так и неэффективным использованием информации (рис. 14.10).

Большое значение для построения рационального процесса технического совершенствования спортсмена имеют изыскания С. А. Косилова (1991), согласно которым формирование совершенной техники двигательного действия, отличающейся ритмичностью, плавностью, экономичностью, отсутствием лишних движений и др., возможно лишь в том случае, если весь процесс обучения и совершенствования строится на основе формирования интегрального образа целостного двигательного действия. При выполнении движения или его составной части спортсмен должен руководствоваться цельным образом движения. Уже при выполнении первого элемента (фазы) движения он должен учитывать влияние техники его выполнения на эффективность всех последующих элементов. Только в этом случае будет сформирована эффективная координационная структура движения, обеспечивающая рациональное использование кинетической энергии, накопленной в предыдущих фазах движения, оптимальную концентрацию во времени мышечных усилий, наиболее эффективное взаимодействие мышечной силы с силами сопротивления движению.

Однако в процессе технического совершенствования, естественно, нельзя обойтись без сложного процесса дробления и укрупнения двигательного действия. Известный специалист в области психологии и теории деятельности А. Н. Леонтьев (1981) обращал внимание на то, что сложные действия характеризуются подвижностью отдельных составляющих. Это может выражаться в дроблении целостного действия на относительно самостоятельные последовательные действия. Противоположный процесс состоит в укрупнении отдельных структурных образований целостного двигательного действия. Принципиально важным здесь является то обстоятельство, что в соответствии с превращениями единиц действий происходит дробление или объединение ориентирующих и регулирующих их психических образов. Таким образом, внутри двигательного действия при сохранении его целостности происходит как дифференциация, так и интеграция его составляющих и связанных с ними образов. В этом процессе совершенствуются как отдельные компоненты, так и процессы их интеграции.

Эффективность процесса технического совершенствования во многом зависит от способности головного мозга к осознанному восприятию воздействий, принимаемых сенсорными рецепторами, восприятию и осознанию существенной информации и центрированию малозначимой. Лишь в этом случае формируются ощущения, способствующие совершенствованию специфических видов чувств, играющих исключительно важную роль в формировании оптимальной системы управления движениями и совершенство-

вания технического мастерства. Применительно к плаванию к таким специфическим видам относятся чувство темпа, ритма, скорости, времени, пространства, воды, гребка, развиваемых усилий и др.

Создание мысленных образов (представлений), мысленная репетиция различных движений и двигательных действий характерны для подготовки и соревновательной деятельности спортсменов. Однако этот тип психической деятельности всегда воспринимался как дополнительный и не предполагал включения в процесс подготовки спортсменов в виде специально планируемой и контролируемой составной части. Однако в последние годы накоплены серьезные научные доказательства, свидетельствующие о большой эффективности представлений для формирования эффективной системы управления движениями.

С каждым годом все большее количество спортсменов использует мысленные представления в качестве одной из важных частей технико-тактического совершенствования. Использование представлений позволяет воспроизвести эффективные двигательный действия, выполненные ранее, и способствует формированию новых. Исследования показали, что мысленные представления влияют на нервную систему таким же образом, как и реальные действия. В процессе представлений мобилизируются те же нервные проводящие пути, которые используются при реальном выполнении движений. Многократные представления совершенствуют систему нервной регуляции движений, оптимизируют процесс мышечной активности, способствуют доведению его до автоматизма (Weinberg, Gould, 2003).

Особенно эффективным оказывается широкое использование двигательных представлений для повышения способности концентрировать внимание, оптимизации психических реакций, акцентированного воздействия на совершенствование наиболее сложных и проблемных элементов двигательных действий, отработки и автоматизации двигательных навыков. При этом положительный эффект отмечается как в отношении оптимизации нервной регуляции двигательных действий, так и рациональной активизации мышечной деятельности.

Формирование четкого и контролируемого двигательного образа отмечается тогда, когда при формировании мысленных образов используются так называемые внутренние и внешние представления. Внутренние представления акцентируются на ощущении движения на основе сигналов, принимаемых сенсорными рецепторами, а внешние представляют взгляд

РИСУНОК 14.10 — Недостаток и нерациональное использование информации как причина ошибок в технико-тактических действиях спортсмена (Barth, 1994)

как бы со стороны. Использование внутренних представлений более эффективно для совершенствования кинестетических ощущений, дифференцировки движений, формирования реальных навыков. Однако наибольший эффект отмечается при использовании как внутренних, так и внешних представлений (Уэйнберг, Гоулд, 2001).

На разных этапах технического совершенствования спортсмен сталкивается с необходимостью формирования образа действия, соответствующего его квалификации и двигательному опыту. Например, Е. Н. Сурков (1984) этапы становления технического мастерства увязывает с формированием в сознании спортсмена соответствующих образов движений: первичный зрительный образ; расчлененный зрительный образ; детализированный зрительно-двигательный образ; обобщенный, преимущественно двигательный образ. Опираясь на эти образы, спортсмен повышает свое техническое мастерство, постепенно углубляя возможности управления движениями на ведущем и фоновых уровнях, постоянно увеличивая долю последних. Если в процессе начального обучения занимающиеся опираются преимущественно на полный и расчлененный зрительный образ, то при подготовке к высшим достижениям совершенствование технического

мастерства в основном осуществляется на основе формирования двигательного образа с опорой на специфические виды чувств.

В процессе технического совершенствования возможны создание вполне четких смысловых и содержательных образов рациональной спортивной техники, разработка конкретных моделей спортивной техники с достаточно точной количественной характеристикой ее основных элементов. Это предопределяет всю стратегию технического совершенствования спортсмена, направленную на формирование конкретных вариантов спортивной техники, ориентированной на вполне определенные пространственные, временные и динамические параметры.

Следует учитывать, что чем выше квалификация спортсменов и владение ими двигательным навыком, тем большую мышечную активность они проявляют, что наглядно проявляется уже в уровне энерготрат. Относится это, естественно, к мышцам, несущим основную нагрузку при выполнении данного действия. Все остальные реакции (меж- и внутримышечная координация, использование реактивных и внешних сил, эластичных свойств растянутых мышц и др.) могут быть рассмотрены только как реакции рационализации движений, призванные обеспечить не только максимальную, но и главное — целенаправленную мышечную активность, нацеленную на достижение наивысшего результата.

Для того чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить результаты как общей мышечной активности, так и активности той части мышечной системы, которая несет основную нагрузку в конкретном двигательном действии у выдающихся спортсменов и спортсменов более низкой квалификации. С ростом спортивного мастерства общая мышечная активность и активность основных мышечных групп одновременно сопровождается снижением активности части мышечного аппарата, не участвующей в выполнении двигательного акта.

Это принципиальное положение является одним из основных в рациональном построении системы управления движениями в различных видах спорта: стремление к максимальной активности ведущей для данного вида спорта части мышечной системы и подчинение этой задаче всех остальных ее частей.

Часть IV

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, СРЕДСТВА, МЕТОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

В. Платонов

Глава 15
Цель, задачи, методы и основные принципы спортивной подготовки

Глава 16
Средства спортивной тренировки

Глава 15

Цель, задачи, методы и основные принципы спортивной подготовки

Цель спортивной подготовки в плавании — разносторонняя и предельно возможная для конкретного индивидуума подготовленность, обусловленная спецификой вида спорта и требованиями получения максимально высоких результатов в соревновательной деятельности.

Цель и задачи спортивной подготовки

Достижение цели спортивной подготовки осуществляется в процессе многолетнего совершенствования пловцов путем решения разнообразных задач, сводящихся в наиболее общем виде к следующим:

- освоение техники и тактики вида спорта;
- обеспечение разностороннего физического развития;
- обеспечение необходимого для демонстрации наивысших индивидуальных достижений уровня развития различных двигательных качеств, возможностей функциональных систем организма, несущих основную нагрузку в тренировочной и соревновательной деятельности;
- воспитание должного для успешной подготовки и соревновательной деятельности уровня моральных и волевых качеств;
- обеспечение необходимого для успешной подготовки и соревновательной деятельности уровня специальной психологической подготовленности;
- приобретение теоретических знаний и практического опыта, необходимых для успешной тренировочной и соревновательной деятельности;
- комплексное совершенствование и проявление в соревновательной деятельности различных сторон подготовленности спортсмена.

Указанные задачи определяют основные стороны (направления) спортивной подготовки пловцов: техническую, тактическую, физическую, психологическую и интегральную. Из содержания каждой из них вытекают конкретные задачи подготовки.

В области технического совершенствования пловцов такими задачами являются: создание нужных представлений о спортивной технике, овладение необходимыми умениями и навыками, постоянное совершенствование спортивной техники путем изменения ее динамических и кинематических параметров, обеспечение вариативности спортивной техники, ее адекватности условиям соревновательной деятельности и функциональным возможностям спортсмена, обеспечение устойчивости основных характеристик техники к действию сбивающих факторов.

Тактическое совершенствование предполагает определение оптимальной тактики соревновательной деятельности, соответствующей специфике конкретного вида соревнований и индивидуальным возможностям пловца, постоянное совершенствование наиболее приемлемых для него тактических схем, их моделирование и отработку в тренировочных условиях.

В процессе физической подготовки спортсмену необходимо повышать значимость возможностей функциональных систем, обеспечивающих высокий уровень общей и специальной тренированности, развивать двигательные качества — силу, быстроту, выносливость, гибкость, координационные способности, а также способность к проявлению физических качеств в условиях соревновательной деятельности.

В процессе психологической подготовки воспитываются и совершенствуются морально-волевые качества и специальные психические способности спортсмена, умение управлять своим психическим состоянием в период тренировочной и соревновательной деятельности.

Отдельная группа задач связана с интеграцией, т. е. объединением в единое целое качеств, умений, навыков, накопленных знаний и опыта, преимущественно связанных с различными сторонами подготовленности, что достигается в процессе интегральной подготовки.

Разделение процесса подготовки на относительно самостоятельные стороны (техническую,

тактическую, физическую, психологическую, интегральную) упорядочивает представления о составляющих спортивного мастерства, позволяет в определенной мере систематизировать средства и методы их совершенствования, систему контроля и управления процессом спортивного совершенствования. Вместе с тем в тренировочной и, особенно, соревновательной деятельности ни одна из этих сторон не проявляется изолированно; они объединяются в сложный комплекс, направленный на достижение наивысших спортивных результатов. Степень включения различных элементов в такой комплекс, их взаимосвязь и взаимодействие обусловливаются закономерностями формирования функциональных систем (Анохин, 1975), нацеленных на конечный результат, специфический для каждого вида соревнований и компонента тренировочной или соревновательной деятельности.

Следует учитывать, что каждая из сторон подготовленности пловца зависит от степени совершенства других ее сторон, определяется ими и обусловливает их уровень. Например, техническое совершенствование спортсмена зависит от уровня развития различных двигательных качеств — силы, быстроты, гибкости, координационных способностей. Уровень проявления двигательных качеств, например выносливости, тесно связан с экономичностью техники, уровнем психической устойчивости к преодолению утомления, умением реализовывать рациональную тактическую схему соревновательной борьбы в сложных условиях. Тактическая подготовленность связана не только со способностью спортсмена к восприятию и оперативной переработке информации, умением составить рациональный тактический план и находить эффективные пути его реализации, но и определяется уровнем технического мастерства, функциональной подготовленностью, смелостью, решительностью, целеустремленностью и др.

Методы спортивной подготовки

Под методами спортивной подготовки, следует понимать способы работы тренера и спортсмена, при помощи которых достигается овладение знаниями, умениями и навыками, развиваются необходимые качества, формируется мировоззрение. В практических целях все методы условно делят на три группы: словесные, наглядные и практические. В практической деятельности эти методы применяют в различных формах и сочетаниях. Каждый метод используют не стандартно, а постоянно приспосабливают к конкретным требованиям, обусловленным особенностями спортивной подготовки.

При подборе методов следует следить за тем, чтобы они строго соответствовали поставленным задачам, общедидактическим принципам, а также специальным принципам спортивной тренировки, возрастным и половым особенностям спортсменов, их квалификации и подготовленности.

К словесным методам, применяемым в спортивной тренировке, относятся рассказ, объяснение, лекция, беседа, анализ и обсуждение. Эти формы наиболее часто используют в лаконичном виде, особенно при подготовке квалифицированных спортсменов, чему способствует специальная терминология, сочетание словесных методов с наглядными. Эффективность тренировочного процесса во многом зависит от умелого использования указаний и команд, замечаний, словесных оценок и разъяснений.

Наглядные методы, используемые в спортивной практике, многообразны и в значительной степени обусловливают действенность процесса подготовки. К ним прежде всего следует отнести правильный в методическом отношении показ отдельных упражнений и их элементов, который обычно проводит тренер или квалифицированный спортсмен.

В спортивной практике широко применяются вспомогательные средства демонстрации — учебные фильмы, видеомагнитофонные записи. Широко используются также методы ориентирования. Здесь следует различать как простейшие ориентиры, которые ограничивают направление движений, преодолеваемое расстояние и др., так и более сложные — световые, звуковые и механические лидирующие устройства, в том числе с программным управлением и обратной связью. Эти устройства позволяют спортсмену получить информацию о темпоритмовых, пространственных и динамических характеристиках движений, а иногда и обеспечить не только информацию о движениях и их результатах, но и принудительную коррекцию.

В спорте, где особое место уделяется связи с практикой, а также в силу специфических особенностей спортивной деятельности основная роль отводится практическим методам, которые условно могут быть разделены на три основные группы:

1) направленные преимущественно на освоение спортивной техники, т. е. на формирование двигательных умений и навыков, характерных для избранного вида спорта;

2) направленные преимущественно на развитие двигательных качеств и повышение возможностей различных органов и систем организма пловцов;

3) интегрального воздействия, обеспечивающие комплексное совершенствование и объединение в единую систему различных сторон подготовленности и их составляющих в соответствии с требованиями соревновательной деятельности.

Методы, направленные преимущественно на освоение спортивной техники

Следует выделять методы разучивания упражнения в целом и по частям.

Разучивание движения в целом осуществляется при освоении относительно простых упражнений, а также сложных движений, разделение которых на части невозможно. Однако при освоении целостного движения внимание занимающихся последовательно акцентируют на рациональном выполнении отдельных элементов целостного двигательного акта.

При разучивании более или менее сложных движений, которые можно разделить на относительно самостоятельные части, освоение спортивной техники осуществляется по частям. В дальнейшем целостное выполнение двигательных действий приведет к интеграции в единое целое ранее освоенных составляющих сложного упражнения.

При использовании методов освоения движений как в целом, так и по частям большая роль отводится подводящим и имитационным упражнениям.

Подводящие упражнения служат для облегчения освоения спортивной техники путем планомерного освоения более простых двигательных действий, обеспечивающих выполнение основного движения. Это обусловливается родственной координационной структурой подводящих и основных упражнений. В плавании существует множество подготовительных упражнений, способствующих совершенствованию техники в различных фазах циклической работы рук и ног, улучшению координации движений, оптимизации положения тела и техники дыхания, становлению и совершенствованию различных элементов техники старта, поворота, преодоления переходных участков и т. д. Каждое из этих упражнений является подводящим по отношению к целостным действиям — плаванию в координации, старту, повороту, способствует более эффективному их становлению и реализации в соревновательной деятельности.

В имитационных упражнениях сохраняется общая структура основных упражнений, однако при их выполнении обеспечиваются условия, облегчающие освоение двигательных действий. Имитационные упражнения очень широко используются при совершенствовании технического мастерства как новичков, так и спортсменов различной квалификации. Они не только позволяют создать представление о технике спортивного упражнения и облегчить процесс его усвоения, способствовать настройке оптимальной координационной структуры движений непосредственно перед соревнованиями, но и обеспечивают эффективную координацию между двигательной и вегетативными функциями, повышают эффективность реализации функционального потенциала в соревновательном упражнении.

Эффективность методов, направленных на освоение спортивной техники, в решающей мере зависит от количества, сложности и особенностей сочетания применяемых упражнений. При освоении движений, особенно сложных в координационном отношении, очень важно подобрать совокупность упражнений, объединенных общностью программы, исходных положений, подготовительных и основных действий, и различающихся лишь координационной сложностью. При этом освоение каждого сложного технического приема предполагает наличие большого количества упражнений различной сложности, увязанных в единую дидактическую цепь. В случае рационального подбора и распределения упражнений в этой цепи удается обеспечить планомерный процесс освоения спортивной техники с широким использованием возможностей положительного переноса двигательных навыков, при котором освоение нового упражнения опирается на широкий фундамент предпосылочных умений и навыков (Гавердовский, 1991, Матвеев, 2001).

Методы, направленные преимущественно на развитие двигательных качеств и повышение возможностей различных органов и систем организма пловцов

Критериями, определяющими структуру методов, относящихся к этой группе, можно считать то, имеет ли упражнение в процессе однократного использования данного метода непрерывный характер или дается с интервалами отдыха. Непрерывный метод характеризуется непрерывным выполнением достаточно продолжительной тренировочной работы; интервальный предусматривает выполнение упражнений с регламентированными паузами отдыха.

При использовании любого из этих методов упражнения могут выполняться как в равномерном, так и переменном режимах. При

равномерном режиме скорость плавания является постоянной, при переменном — варьирующей. Например, преодоление дистанции 3000 м с постоянной скоростью при ЧСС 165—170 уд · мин$^{-1}$ — пример использования непрерывного метода в равномерном режиме. Серия 20 × 100 м со скоростью 90 % максимальной с паузами между отрезками 30 с — пример использования интервального метода в равномерном режиме. Преодоление дистанции 3000 м с переменной скоростью (например, 150 со скоростью 90 % максимальной, 50 — свободно) или серии 10 × 200 м с возрастающей от отрезка к отрезку скоростью плавания — примеры использования переменного режима.

Вариантов использования различных упражнений в рамках указанных методов может быть множество, что и имеет место в современной практике подготовки пловцов, отличающейся исключительным многообразием тренировочных средств. Варьированием протяженности дистанции и отрезков, интенсивности работы при их преодолении, разнообразием тренировочных упражнений, пауз отдыха между ними может быть обеспечено избирательное совершенствование различных составляющих подготовленности пловца или их объединение в единую систему.

Методы интегрального воздействия

Методы, относящиеся к этой группе, предусматривают выполнение упражнений, моделирующих соревновательную деятельность или ее важнейшие составляющие в условиях, максимально приближенных к соревновательным.

Применение данного метода связано с исключительно высокими требованиями к технико-тактическим, функциональным и психологическим возможностям пловца, вызывает глубокие сдвиги в деятельности важнейших систем организма, характерные для соревновательной деятельности, и тем самым стимулирует адаптационные реакции, обеспечивающие объединение в единое целое различных составляющих подготовленности пловца.

В качестве средств, применяемых в процессе интегральной подготовки, можно использовать проплывание дистанции в условиях соревнований, проплывание серий отрезков в режимах, соответствующих реакциям организма в планируемой соревновательной деятельности с различным сочетанием старта, дистанционных участков, поворотов, финиша. При этом акцент может делаться на всю совокупность компонентов соревновательной деятельности либо на отдельные из них — старт и переход к дистанционному плаванию, дистанционное плавание и поворот и т. д.

Специфические принципы спортивной подготовки

Объективно существующие закономерности социального, медико-биологического, психологического и спортивно-педагогического характера, обусловливающие эффективность учебно-тренировочного процесса и соревновательной деятельности, позволили сформулировать специфические принципы подготовки спортсменов. Эти принципы представляют собой теоретические обобщения, являющиеся основополагающими для разработки методических рекомендаций, лежащих в основе рациональной системы подготовки к соревновательной деятельности.

Расширение научно-методических основ подготовки спортсменов, организационные изменения в сфере спорта высших достижений, опыт передовой спортивной практики требуют постоянного совершенствования специфических принципов спортивной подготовки — уточнения существующих и разработки новых.

К важнейшим принципам, базирующимся на прочной научной основе и прошедшим многолетнюю проверку спортивной практикой, следует отнести:

- направленность к высшим достижениям;
- углубленную специализацию;
- непрерывность тренировочного процесса;
- единство постепенности увеличения нагрузки и тенденции к максимальным нагрузкам;
- волнообразность и вариативность нагрузок;
- цикличность процесса подготовки;
- единство и взаимосвязь структуры соревновательной деятельности и структуры подготовленности.

Современные достижения науки и техники, проблемы и перспективы, обозначившиеся на современном этапе развития спорта, требуют выделения дополнительных принципов, выходящих за специфические рамки спортивной тренировки. В частности, речь идет о двух принципах, которые способны оптимизировать систему знаний в области теории и методики подготовки спортсменов и повысить ее эффективность:

- единство и взаимосвязь тренировочного процесса и соревновательной деятельности с внетренировочными факторами;
- взамосвязь процесса подготовки с профилактикой травматизма.

Направленность к высшим достижениям

Закономерности спорта, выраженные в его соревновательном начале, нацеленности спортивной деятельности на достижение победы в соревнованиях, установление рекорда, острейшей конкуренции между участниками спортивных соревнований и др., выдвигают в качестве одного из специфических принципов спортивной тренировки направленность к высшим достижениям.

Устремленность к высшим достижениям реализуется в использовании наиболее эффективных средств и методов тренировки, постоянной интенсификации тренировочного процесса и соревновательной деятельности, оптимизации режима жизни, применении специальной системы питания, отдыха и восстановления и др. Опыт показывает, что следствием использования этого принципа является непрекращающийся рост спортивных рекордов и обострение конкуренции в соревнованиях различного уровня.

Устремленностью к высшим достижениям в значительной мере предопределяются все отличительные черты спортивной подготовки: ее целевая направленность и задачи, состав средств и методов, структура различных образований тренировочного процесса (этапов многолетней подготовки, макроциклов, периодов и др.), система комплексного контроля и управления, соревновательная деятельность и т. д.

Именно этот принцип предопределяет и постоянное совершенствование спортивного инвентаря и оборудования, условий мест проведения соревнований, правил соревнований, развитие спортивной науки и спортивной медицины, т. е. деятельность в направлениях, которые существенным образом влияют на результативность тренировочной и соревновательной деятельности.

Углубленная специализация

Одной из закономерностей современного спорта является невозможность добиться одновременно одинаково высоких результатов не только в различных видах спорта, но и в различных видах соревнований одного и того же вида, существенно различающихся по структуре и особенностям обеспечения соревновательной деятельности, требованиям к различным функциональным системам организма спортсменов. Это предопределяет необходимость соблюдения принципа углубленной специализации, в основе которого необходимость такого содержания процесса подготовки, которое обеспечивало бы становление состояния подготовленности, соответствующего требованиям одного или нескольких родственных видов соревнований.

Этим принципом следует руководствоваться уже на ранних этапах многолетнего совершенствования, в частности на этапе предварительной базовой подготовки, и особенно специализированной базовой подготовки. В этой связи возникает необходимость всестороннего изучения задатков юных пловцов, их предрасположенности к достижениям на различных дистанциях и в различных способах плавания и, на этой основе, ориентации процесса их подготовки. Игнорирование этого принципа способно привести к выполнению больших объемов тренировочной работы и высоким нагрузкам, неадекватным предрасположенности пловцов, что может отрицательно сказаться на эффективности процесса подготовки, подавить яркие индивидуальные задатки к достижениям в определенном виде соревнований.

Реализация принципа углубленной специализации не исключает успешной карьеры пловцов в различных видах соревнований, достижения в которых в значительной мере обусловлены одними и теми же факторами. В частности, многие пловцы совмещают успешные выступления на дистанциях 50 и 100 м, 100 и 200 м, 200 и 400 м, 400 и 1500 м. Естественным является и совмещение плавания на дистанциях вольного стиля и баттерфляя, комплексного плавания и плавания вольным стилем, баттерфляем и на спине. Например, Ройан Лохте на Играх Олимпиад и чемпионатах мира с одинаковым успехом выступает в плавании на спине, комплексном плавании и плавании вольным стилем, Ласло Чех — в плавании баттерфляем и комплексном плавании, Майкл Фелпс — в плавании вольным стилем, баттерфляем и комплексном плавании.

В прежние годы Марк Спитц и Михаэль Гросс с одинаковым успехом выступали в плавании вольным стилем и баттерфляем. Однако практически отсутствуют случаи совмещения выдающихся результатов в брассе с достижениями в других способах плавания, что обусловлено принципиальными отличиями техники брасса от техники других способов плавания. Нельзя не отметить, что и многие «чистые» спринтеры, добившиеся выдающихся результатов на 50-метровых дистанциях, менее уверенно выступают уже на 100-метровых дистанциях. Что касается выступлений на стайерских (800 и 1500 м) дистанциях, то, как свидетельствует мировая практика, здесь совмещение возможно только с выступлениями на дистанции 400 м вольным стилем.

Возможность успешного выступления в различных способах плавания во многом обусловлена широко распространенной в мире методоло-

гией многолетней подготовки, в основе которой лежит всестороннее овладение техникой плавания всеми способами на ранних этапах многолетнего совершенствования. Это закладывает технический и функциональный фундамент для последующей успешной специализированной подготовки и соревновательной деятельности в плавании вольным стилем, на спине, баттерфляем, комплексном плавании.

Непрерывность тренировочного процесса

Закономерности становления различных сторон подготовленности (технической, физической, тактической, психической) и связанное с ними расширение функционального резерва систем организма спортсмена требуют регулярных тренировочных воздействий на протяжении длительного времени. Даже незначительные перерывы в процессе подготовки приводят к достаточно быстро развивающейся деадаптации в отношении различных составляющих подготовленности пловца. Это выдвигает необходимость выделения в качестве одного из принципов спортивной подготовки непрерывности тренировочного процесса. Данный принцип характеризуется следующими положениями:

- спортивная подготовка строится как многолетний и круглогодичный процесс, все звенья которого взаимосвязаны, взаимообусловлены и подчинены задаче достижения максимальных спортивных результатов;
- воздействие каждого последующего тренировочного занятия, микроцикла, мезоцикла, периода и т. д. как бы наслаивается на результаты предыдущих, закрепляя и развивая их;
- работа и отдых в спортивной подготовке регламентируются таким образом, чтобы обеспечить оптимальное развитие качеств и способностей, определяющих уровень спортивного мастерства, не допускать развития деадаптации различных составляющих подготовленности пловца.

Единство постепенности увеличения нагрузки и тенденции к максимальным нагрузкам

Закономерности формирования адаптации к факторам тренировочного воздействия и становления различных составляющих спортивного мастерства предусматривают на каждом новом этапе совершенствования предъявление к организму спортсменов требований, близких к пределу их функциональных возможностей, что имеет решающее значение для эффективного протекания приспособительных процессов и предопределяет важность соблюдения указанного принципа.

Выделяют следующие направления увеличения нагрузки в процессе многолетнего совершенствования пловцов:

- увеличение суммарного годового объема работы от 100—200 до 1300—1500 ч;
- увеличение годового объема плавания от 100—150 км до 2000—3500 км;
- увеличение количества тренировочных занятий в течение недельного микроцикла от 2—3 до 10—15;
- увеличение количества тренировочных занятий в течение одного дня с 1 до 2—3;
- увеличение количества занятий с большими нагрузками в течение недельного микроцикла до 4—5;
- увеличение количества занятий избирательной направленности, вызывающих глубокую мобилизацию соответствующих функциональных возможностей организма спортсменов;
- возрастание в суммарном объеме доли работы в «жестких» режимах, предъявляющих высокие требования к системам анаэробного энергообеспечения;
- использование различного рода технических средств и природных факторов, способствующих дополнительной мобилизации функциональных резервов организма спортсмена (специальные тренажеры, тренировка в условиях гипоксии и др.);
- увеличение объема соревновательной деятельности;
- постепенное расширение применения дополнительных факторов (физиотерапевтических, психологических и фармакологических) с целью повышения работоспособности спортсменов в тренировочной деятельности и ускорения процессов восстановления после нее.

Разумное использование перечисленных выше возможностей интенсификации тренировочного процесса позволяет обеспечить планомерный прогресс и достижение высоких результатов в оптимальной возрастной зоне. При подготовке спортсменов подросткового и юношеского возраста чрезмерное увлечение большими тренировочными нагрузками, специально-подготовительными упражнениями, средствами ускорения восстановительных процессов и др. приводит к относительно быстрому исчерпанию адаптационного ресурса их организма, переутомлению и перенапряжению важнейших функциональных систем.

Известный американский тренер по плаванию Джеймс Каунсилмен (Counsilman, 1968) в свое время в качестве одного из концептуальных принципов выдвинул необходимость создания условий, при которых спортсмен должен

так строить процесс своей подготовки, чтобы испытывать тяжелые, мучительные ощущения и научиться преодолевать их. Этот принцип, которому Каунсилмен дал броское название «дискомфорт—боль—агония», приобрел многочисленных сторонников среди тренеров, работающих в видах спорта, требующих проявления выносливости. Реализация этого принципа на практике, несомненно, способствует повышению работоспособности спортсмена в процессе тренировочных занятий, доводит его до более глубокого исчерпания функциональных резервов, стимулирует адаптационные реакции, связанные с повышением выносливости. Перестраивается и психика спортсмена: он постепенно привыкает к болевым ощущениям, переносимые им мучения воспринимаются как неизбежные для достижения успеха. У пловца развивается невосприимчивость к боли, сопровождающей тяжелое утомление.

Однако этот принцип, приемлемый для пловцов, находящихся на этапах подготовки к высшим достижениям или максимальной реализации индивидуальных возможностей, абсолютно недопустим для юных спортсменов, находящихся на первых трех этапах многолетнего совершенствования, как нарушающий базовые закономерности многолетней подготовки, приводящий к форсированию результатов и опасный для здоровья. Принесет негативные результаты использование этого принципа и при подготовке пловцов, специализирующихся в спринтерском плавании.

Неприемлем этот принцип и при развитии такого качества, как гибкость, хотя многие тренеры придерживаются ошибочного правила, согласно которому эффективным для развития этого качества является только растягивание, связанное с проявлением и преодолением болевых ощущений.

Волнообразность и вариативность нагрузок

Волнообразная динамика нагрузок характерна для различных структурных образований тренировочного процесса, особенно для макроциклов, мезоциклов и микроциклов тренировки. В многолетней подготовке имеет место планомерное увеличение нагрузок от одного этапа к другому. Однако в случае планирования подготовки на основе 4-летних олимпийских циклов волнообразность в отношении различных компонентов нагрузки просматривается четко. Иллюстрируется этот принцип, как правило, волнообразными колебаниями объема и интенсивности работы в течение макроцикла: волны объема и интенсивности противоположно направлены, большие величины объема работы (например, на первом этапе подготовительного периода) сопровождаются относительно невысокой ее интенсивностью; возрастание интенсивности, связанное с увеличением доли средств специальной подготовки, неизбежно влечет за собой уменьшение объема работы. Однако такие схемы недопустимо упрощают ситуацию. В частности, в процессе тренировки пловцов высокого класса резкое увеличение скоростной работы связано не с уменьшением суммарного объема плавания, а иногда и с его увеличением, что происходит вследствие широкого использования так называемого компенсаторного (восстановительного) плавания, ускоряющего восстановительные реакции и способствующего увеличению работоспособности пловцов.

Волнообразное изменение тренировочных нагрузок позволяет избежать противоречий между видами работы различной преимущественной направленности, объемом и интенсивностью тренировочной работы, процессами утомления и восстановления и, следовательно, является инструментом реализации в тренировочном процессе ряда важнейших закономерностей спортивной тренировки.

Вариативность нагрузок обусловливается многообразием задач, стоящих в спортивной тренировке, необходимостью управления работоспособностью спортсменов и процессами восстановления в различных структурных образованиях тренировочного процесса. Широкий спектр методов и средств спортивной тренировки, обеспечивающих разнонаправленные воздействия на организм спортсменов, применение различных по величине нагрузок в тренировочных занятиях и их частях, микро- и мезоциклах, а также в более крупных структурных образованиях определяют вариативность нагрузок в тренировочном процессе.

Вариативность нагрузок позволяет обеспечить всестороннее развитие качеств, определяющих уровень спортивных достижений, а также их отдельных компонентов. Она способствует повышению работоспособности при выполнении отдельных упражнений, программ занятий и микроциклов, увеличению суммарного объема работы, интенсификации восстановительных процессов и профилактике явлений переутомления и перенапряжения функциональных систем.

Цикличность процесса подготовки

Цикличность процесса спортивной подготовки проявляется в систематическом повторении относительно законченных структурных единиц тренировочного процесса — отдельных занятий, микроциклов, мезоциклов, периодов, макроциклов.

Различают микроциклы продолжительностью от 3—4 до 7—10 дней; мезоциклы — от 3 до 5—6 нед.; периоды — от 2—3 нед. до 4—5 мес., макроциклы — от 2—4 до 12 мес. и более (в частности, четырехлетние (олимпийские) макроциклы).

Построение подготовки на основе различных циклов дает возможность систематизировать задачи, методы и средства подготовки и реализовать ее специфические принципы.

Рациональное построение циклов тренировки имеет особое значение в настоящее время, когда одним из важнейших резервов совершенствования системы тренировки является оптимизация тренировочного процесса при относительной стабилизации количественных параметров тренировочной работы, достигших уже околопредельных величин.

Основные методические положения, вытекающие из принципа цикличности, требуют:

- исходить при построении тренировки следует из необходимости систематического повторения ее элементов и одновременного изменения их содержания в соответствии с закономерностями процесса подготовки;
- рассматривать любой элемент процесса подготовки в его взаимосвязи с более и менее крупными составляющими структуры тренировочного процесса;
- выбор тренировочных средств, характер и величину нагрузок осуществлять в соответствии с требованиями закономерно чередующихся этапов и периодов подготовки, находя им соответствующее место в структуре тренировочных циклов (Матвеев, 2010).

Единство и взаимосвязь структуры соревновательной деятельности и структуры подготовленности

В основе данного принципа лежат закономерности, отражающие структуру, взаимосвязь и единство соревновательной и тренировочной деятельности.

Рациональное построение процесса подготовки предполагает его строгую направленность на формирование оптимальной структуры соревновательной деятельности, обеспечивающей эффективное ведение соревновательной борьбы.

Это возможно лишь при наличии развернутых представлений о факторах, определяющих эффективную соревновательную деятельность, о взаимосвязях между структурой соревновательной деятельности и подготовленности. В этом плане необходимо четко уяснить субординационные отношения между составляющими соревновательной деятельности и подготовленности:

- соревновательная деятельность как интегральная характеристика подготовленности спортсмена;
- основные компоненты соревновательной деятельности (старт, скорость на различных отрезках дистанции, поворот, скорость на подводных участках дистанции, финиш);
- интегральные качества, определяющие эффективность действий спортсмена при выполнении основных составляющих соревновательной деятельности;
- скоростно-силовые возможности, специальная выносливость;
- основные функциональные параметры и характеристики, определяющие уровень развития интегральных качеств (по отношению к специальной выносливости — это показатели мощности и емкости систем энергообеспечения, экономичности работы, устойчивости и подвижности в деятельности основных функциональных систем и др.);
- частные показатели, определяющие уровень основных функциональных параметров и характеристик (например, по отношению к максимальному потреблению кислорода — интегральной характеристике мощности аэробной производительности — это процент МС-волокон, объем сердца, сердечный выброс, емкость капиллярной сети, активность аэробных ферментов и др.).

Такой подход позволяет упорядочить процесс управления, тесно увязать структуру соревновательной деятельности и соответствующую ей структуру подготовленности с методикой диагностики функциональных возможностей спортсменов, характеристиками моделей соответствующих уровней, системой средств и методов, направленных на совершенствование различных компонентов подготовленности и соревновательной деятельности (Platonov, 2002).

Важным моментом в реализации этого принципа является и опережающее моделирование соревновательной деятельности в процессе подготовки к ней. При этом речь идет не только о мысленном предвидении расчетной модели, а и о практическом моделировании, выражающемся в реальном воспроизведении пловцом прогнозируемых (модельных) параметров предстоящей деятельности посредством специально-подготовительных упражнений, связанных с отдельными компонентами соревновательной деятельности, их связками, а затем и в целостных формах (Матвеев, 2010).

Единство и взаимосвязь тренировочного процесса и соревновательной деятельности с внетренировочными факторами

В современном спорте достижения высших спортивных результатов все в большей мере определяются так называемыми внетренировочными и внесоревновательными факторами. Обусловлено это многими причинами. Во-первых, с каждым годом остается все меньше резервов для повышения эффективности тренировочного процесса на основе использования традиционных тренировочных средств и методов. Это вполне естественно, так как многочисленные и широкомасштабные исследования в сфере теории и методики подготовки спортсменов и многих смежных дисциплин (кинезиологии, спортивной морфологии, физиологии, биохимии, спортивной медицины, психологии спорта и др.) и внедрение их результатов в практику оставляют все меньше возможностей для роста спортивных результатов за счет средств и методов совершенствования технико-тактического мастерства, повышения уровня физической и психологической подготовленности спортсменов, повышения эффективности построения различных структурных элементов тренировочного процесса. Во-вторых, в последнее десятилетие все в большей мере проявляется тенденция к повышению спортивной результативности за счет внешних факторов (спортивное оборудование и инвентарь, спортивная форма, разрешенные и запрещенные средства стимуляции эффективности тренировочной и соревновательной деятельности, среднегорная и высокогорная подготовка, тренажерные и диагностические комплексы и др.). И наконец, в-третьих, интенсивная коммерциализация и политизация спорта приводит к внедрению в сферу подготовки и соревновательной деятельности спортсменов самых передовых достижений научно-технического прогресса, что обусловлено обостренным вниманием к его развитию государственных деятелей различных стран, стремлением крупнейших фирм-производителей не только расширять производство и ассортимент товаров для спорта, но и отождествлять результаты своей деятельности с развитием спорта высших достижений, ростом спортивных рекордов, мастерством выдающихся спортсменов.

Таким образом, становится очевидной необходимость выделения нового принципа спортивной подготовки — единства и взаимосвязи тренировочного процесса и соревновательной деятельности с внетренировочными и внесоревновательными факторами. Этот принцип предполагает учет возможности роста спортивных достижений за счет:

- применения средств восстановления и стимуляции работоспособности спортсмена;
- использования специальных диет, соответствующих специфике вида спорта и особенностям подготовки спортсменов;
- применения среднегорной, высокогорной и искусственной гипоксической тренировки;
- преодоления нарушения циркадных ритмов вследствие дальних перелетов к местам подготовки и соревнований;
- использования эффективного спортивного инвентаря и спортивной формы;
- применения высокоточной диагностической и управляющей аппаратуры, эффективного тренажерного оборудования.

Можно с уверенностью говорить о том, что большинство мировых рекордов и побед на Играх Олимпиад и чемпионатах мира в плавании, начиная со второй половины 90-х годов XX ст., в равной мере явилось следствием как эффективной спортивной подготовки в ее традиционном русле, так и комплексным использованием внешнетренировочных факторов — гидрокостюмов, улучшивших плавучесть и обтекаемость тела, среднегорной и высокогорной подготовки, фармакологических средств и специальных диет, специальных тренажеров.

Взаимосвязь процесса подготовки с профилактикой травматизма

Современный спорт высших достижений относится к одной из немногих сфер деятельности, в которых человеку приходится постоянно сталкиваться с экстремальными условиями. Огромные физические и психические нагрузки, часто усугубленные сложными погодными и климатическими условиями (жара, среднегорье, высокогорье), привели к тому, что современный спорт, в том числе и плавание, превратился в исключительно травмоопасную сферу деятельности.

В современном спорте спортивные травмы и заболевания существенно снижают эффективность тренировочной и соревновательной деятельности, во многих случаях ломают карьеру спортсменов, нередко приводят к уходу из спорта наиболее одаренных из них, а в отдельных случаях — к серьезным отклонениям в состоянии здоровья. Исследования этой проблемы убедительно свидетельствуют о том, что большая часть факторов риска и причин спортивного травматизма и заболеваний находится в сфере спортивной подготовки и является следствием нерационального построения тренировочного процесса, чрезмерных нагрузок, применения травмоопас-

ных средств и методов подготовки, применения некачественного спортивного инвентаря и оборудования, использования допинга и др.

Таким образом, рационально построенный процесс подготовки наряду с решением задач физической, технико-тактической, психологической подготовки должен предусматривать постоянную работу по профилактике спортивного травматизма. Более того, назрела необходимость выделения профилактики травматизма за счет естественных методов и средств спортивной подготовки в ранг одного из специфических принципов спортивной подготовки.

Реализация принципа профилактики спортивного травматизма предусматривает устранение или сведение к минимуму риска спортивных травм за счет повышения качества подготовки и соревновательной деятельности. При этом акцент должен быть сделан на улучшении работы в следующих направлениях:

- материально-техническое и организационное обеспечение тренировочной и соревновательной деятельности;
- построение многолетней подготовки;
- построение годовой подготовки;
- методически правильный подбор и использование средств и методов технико-тактической и физической подготовки;
- учет погодных, климатических и географических условий мест подготовки и соревнований;
- соответствие средств и методов подготовки, тренировочных и соревновательных нагрузок состоянию и функциональным возможностям пловца;
- система питания, средств восстановления и стимуляции работоспособности, активизации адаптационных реакций.

Устранение факторов риска спортивных травм в каждом из указанных направлений является эффективным средством роста мастерства пловцов, гарантией успешных выступлений в соревнованиях, продолжительной спортивной карьеры и отсутствия проблем со здоровьем после ее завершения.

Дидактические принципы и их использование в системе подготовки спортсменов

Кроме изложенных выше специфических принципов в спорте широко используются общедидактические принципы: научность, доступность, систематичность и последовательность, сознательность и активность, наглядность, прочность, коллективность в единстве с индивидуализацией, связь с практикой. Кроме того, действуют и общие принципы физического воспитания: всестороннее и гармоничное развитие личности, оздоровительная направленность, связь с трудовой и оборонной деятельностью.

В отечественной литературе как по общетеоретическим аспектам спортивной подготовки, так и вопросам подготовки спортсменов в различных видах спорта внимание акцентируется на общедидактических принципах и их использовании в практической деятельности. Однако, как справедливо отмечает Ю. К. Гавердовский (1991), очень немногие авторы осознают, что эти общие принципы представляют собой лишь основу для формирования специальных вариантов дидактики для каждой конкретной сферы деятельности, особенно такой специфичной, как спорт. Хорошо известно, что развитие дидактических принципов осуществлялось преимущественно в связи с задачами образовательного обучения. В то же время в спорте основная часть обучения осуществляется на моторном уровне с широким использованием терминов и понятий физиологии, психологии, биомеханики, а обучение сложным двигательным действиям, развитие двигательных качеств, совершенствование тактики осуществляется во многом на иной основе, чем освоение образовательных дисциплин школьной или вузовской программы. Поэтому дидактические принципы требуют осмысления, конкретизации и переработки в связи с задачами современного спорта. Такой подход реализован в ряде теоретических обобщающих работ (Озолин, 1970; Харре, 1971; Матвеев, 1999, 2010; Платонов, 1997, 2004; Желязков, Дашева, 2002; Гавердовский, 1999, 2008).

Одним из примеров наиболее удачной адаптации дидактических принципов к нуждам современного спорта являются разработанные Ю. К. Гавердовским (1991) дидактические положения, достаточно всесторонне отображающие общедидактические принципы, а также значимые для практики спорта закономерности. Хотя все эти положения увязываются автором лишь с системой обучения спортивным упражнениям, однако практически они актуальны не только для процесса обучения, но и для всей системы подготовки, включая развитие двигательных качеств, совершенствование компонентов тактической и психической подготовленности, повышение возможностей различных органов и систем организма спортсмена и др. Ниже приводятся основные из этих положений.

Принцип целесообразности и практичности. Обучение должно носить целеполагающий характер. Необходимо соответствие всех основных компонентов обучения, особенно его методических и программных элементов как ближним,

так и, особенно, отдаленным целям подготовки. Высшей целью обучения каждому упражнению является методичное продвижение к технически наиболее совершенным сложным упражнениям, качество освоения которых определяет в будущем класс спортсмена. Работа над движением должна быть также практичной, прикладной. Необходимо отсеивать все бесперспективное, ясно отдавая себе отчет, в какой именно ситуации каждое новое упражнение, сознательно сделанное предметом работы, может быть полезным теперь или в дальнейшем.

Принцип готовности. Тренер должен быть готов к работе над конкретным упражнением со спортсменом, обладая определенными профессиональными знаниями, умениями, навыками. В свою очередь, спортсмен должен быть в достаточной и необходимой готовности, чтобы в данной ситуации обучения рассчитывать на успех. Это относится как к его базовой готовности (квалификации, уровню подготовленности), так и к функциональному состоянию, способному заметно меняться в ходе одного занятия.

Принцип управляемости и подконтрольности. Обучение должно быть построено как система с развитыми обратными связями между тренером и спортсменом, в противном случае оно носит неуправляемый, стихийный характер. Необходимым компонентом управления процессом обучения является текущий контроль. Даже в тех случаях, когда в работе над упражнением допускается элемент спонтанности, текущие результаты обучения должны оставаться подконтрольными как тренеру, так и спортсмену.

Принцип позитивной мотивации. Успешное обучение, особенно сложным упражнениям, невозможно без должного психологического стимула к работе. Первичное побуждение к занятиям избранным видом физических упражнений определяется правильным отбором и ориентацией. В дальнейшем поддержание интереса к работе и сопутствующее воспитание учеников — важная задача тренера, особенно при подготовке взрослеющих спортсменов, в жизни которых неизбежно появляются мотивы поведения, которые могут препятствовать успешной подготовке.

Принцип систематичности. Эффективный процесс усвоения нового материала возможен только при условии работы, носящей систематический, упорядоченный характер с рациональным чередованием работы и отдыха. Правильный режим работы позволяет строить процесс подготовки в строгом соответствии с закономерностями адаптации организма спортсмена к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Принцип смысловой и перцептивной «наглядности» является версией традиционного принципа наглядности и в отличие от него подчеркивает важность не только зримого образа движения, но и всего концептуального образа, включающего в себя как смысловую, так, особенно, и сенсомоторную информацию о движении, «собираемую» в процессе обучения по всему перцептивному полю, задействованному в исполнении данного упражнения.

Принцип планомерности и постепенности. Обучение сложному упражнению должно следовать некоторой стратегии, заблаговременный выбор которой предопределяется степенью готовности обучающегося в отношении избранной им цели. Тактика обучения выбирается оперативно, в ходе конкретной работы над движением. Программа обучения должна обеспечивать постепенное наращивание сложности и трудности заданий.

Принцип методического динамизма и прогрессирования. Процесс обучения, оцениваемый по его реальным результатам, должен активно продвигаться вперед, не допуская стагнации, застоя, которые часто возникают не только по причинам принципиально неверного выбора средств и методов обучения, но и ввиду их однообразия, когда ранее эффективные методы, приемы работы в применении к меняющейся ситуации обучения теряют свою силу, но по инерции продолжают использоваться тренером. Это не только отдаляет конечный результат обучения, но и приводит к вредному заучиванию промежуточных учебных форм. Таким образом, правильно выстроенный процесс работы требует не только соответствия методологии обучения его текущим задачам, но и своевременной ротации методов, приемов, средств обучения.

Принцип функциональной избыточности и надежности. Успешный процесс обучения движениям предполагает свободу варьирования их основных параметров, включая возможность уверенных действий в условиях повышенного напряжения, высокой или предельной мобилизации двигательных и психических ресурсов. Только при выполнении этого требования возможно достаточно гибкое управление движением, необходимое как условие поиска нужных форм двигательного действия. В связи с этим следует отметить необходимость создания у спортсмена запаса двигательных ресурсов, дающих «свободу маневра» в управлении двигательным действием. Данный принцип действует также в стадии эксплуатации ранее освоенного движения в практике, поскольку исполнение упражнения должно оставаться достаточно надежным в условиях утомления, в присутствии разнообразных сбивающих факторов.

Принцип прочности и пластичности. Связи, вырабатываемые как в процессе, так и в итоге обучения движению, должны в достаточной степени фиксироваться. Известно, что необходимым свойством сформированного двигательного навыка является автоматизация части действий. Вместе с тем чрезмерная степень автоматизации элементов навыка будет приводить к целому ряду его пороков: навык становится косным, плохо поддается коррекциям, развитию. Добиваясь достаточной прочности двигательного навыка, следует сохранять за ним и свойства необходимой пластичности, одно из средств достижения которой — вариативная тренировка. Прочность навыка следует отличать от его надежности, поскольку прочность есть характеристика степени сформированности центральнонервного механизма двигательного навыка, а под надежностью следует понимать наличие функционального резерва для успешных двигательных действий.

Принцип доступности и стимулирующей трудности. Предлагаемый для усвоения материал должен быть не столько легко доступным, сколько оптимально трудным. Упражнение должно быть достаточно легким, чтобы гарантировать свободную, непринужденную над ним работу, но одновременно достаточно трудным, чтобы бросать вызов способностям исполнителя, стимулируя его тем самым к полной мобилизации интеллектуальных, психических и физических возможностей.

Принцип индивидуализированного обучения в коллективе. Коллективное взаимодействие в коллективе спортсменов важно не только в связи с воспитательными моментами, но и потому, что содействует полезному обмену информацией, важной для обучения, помогает организовать техническую взаимопомощь, применять групповые методы работы. Следует отметить также, что атмосфера соперничества, неизменно возникающая в коллективе спортсменов приблизительно одинаковой квалификации, положительно сказывается на их отношении к работе, способствует более эффективному ее выполнению, повышению работоспособности.

Принцип формально-эвристического единства. Как всякий конструктивный процесс, обучение движениям должно опираться на единство традиций и новаторства. С одной стороны, тренеру важно знать все, что было ранее известно об обучении данному движению и уметь выбирать из этой информации главное, с другой — в отношении всего общепринятого должен существовать здоровый скепсис, разумная критика, без которых невозможно обновление. В этом смысле между традициями и новаторством следует сохранять диалектический баланс, нарушение которого уводит в досадные крайности. Перевес традиций делает работу консервативной, закрытой для новых идей; перегиб же в сторону радикализма, неуместного новаторства приводит к утрате необходимых основ.

Принцип научно-рационального и интуитивно-эмпирического единства. Методика обучения движениям в норме основывается на достоверных научных данных и в этом отношении должна быть рациональной. Практика показывает, что многие затруднения в учебно-тренировочной работе объясняются недостаточным профессионализмом тренеров, их научно-методической неосведомленностью. Однако научные данные, которыми мы располагаем (даже если они достоверны и правильно реализованы на практике), не могут охватить все явления, объективно имеющие место при обучении. Излишне педантичная, тем более догматическая трактовка основ и положений методики может дать результат гораздо меньший или даже принести вред в сравнении с интуитивной работой опытного тренера и думающего спортсмена. В связи с этим особо следует отметить существование закономерностей самоорганизации движения, которые не только плохо изучены, но и в принципе исключают тренерский диктат, неразумное вмешательство в те элементы движения, действия, которые в процессе тренировки формируются самостоятельно и по законам, не известным обучающему.

Глава 16

Средства спортивной тренировки

Современная система тренировки пловцов характеризуется исключительно широким и постоянно расширяющимся объемом средств — разнообразных упражнений, прямо или опосредованно влияющих на мастерство пловцов и уровень их спортивных результатов. Многообразие признаков, отражающих особенности содержания, форм и направленность воздействия упражнений, требует различных подходов к их систематизации.

Систематизация средств спортивной тренировки

Общепринятым является подход, согласно которому упражнения подразделяются по их соответствию специфическим особенностям вида спорта.

Принято выделять четыре группы упражнений — общеподготовительные, вспомогательные (полуспециальные), специально-подготовительные и соревновательные.

К **общеподготовительным** относятся упражнения, служащие всестороннему и гармоничному физическому развитию пловца. Такие упражнения занимают существенное место на ранних этапах многолетнего совершенствования пловца.

Вспомогательные (полуспециальнные) упражнения способствуют созданию фундамента для последующей эффективной специальной подготовки.

Специально-подготовительные упражнения охватывают широкий круг средств, включающих элементы соревновательной деятельности и действия, приближенные к ним по форме, структуре, а также характеру проявляемых двигательных качеств, особенностям энергообеспечения и деятельности функциональных систем.

Соревновательные упражнения представляют собой проплывание различных дистанций в соответствии с правилами соревнований.

Систематизируются упражнения и по отношению к различным разделам подготовки — **технической, физической, тактической, психологической, интегральной**. Каждый из этих разделов подготовки отличается исключительно широким кругом средств. Например, в процессе физической подготовки используются средства, направленные на развитие различных видов скоростных и силовых возможностей, выносливости, гибкости, координационных способностей. К этой же группе относятся средства избирательного воздействия на основные звенья систем энергообеспечения работы и др.

Упражнения подразделяются и по их направленности на совершенствование различных компонентов соревновательной деятельности и их составляющих — **старта, поворота, дистанционного плавания, подводных участков дистанции после старта и поворота**. В рамках совершенствования каждого из компонентов соревновательной деятельности выделяются упражнения узконаправленного и интегрального воздействия. Например, по отношению к старту используются узконаправленные упражнения, способствующие принятию правильного и устойчивого исходного положения тела, улучшающие реакцию на стартовый сигнал, оптимизирующие движения, предшествующие отталкиванию от стартовой тумбы, обеспечивающие рациональное отталкивание, отрыв ног от стартовой тумбы и угол вылета, рациональное положение тела во время полета и входа в воду, своевременный переход от скольжения к движениям под водой, рациональное положение тела при преодолении подводной части дистанции, всплывании и переходе к первым движениям на поверхности воды.

По отношению к каждому из этих компонентов существуют строгие рекомендации, вытекающие из опыта передовой практики и данных научных исследований, реализация которых лежит в основе соответствующих специально-подготовительных упражнений. Упражнения интегрального воздей-

ствия предусматривают выполнение целостного двигательного действия (в данном случае старта), позволяющего объединить в систему всю совокупность отдельных элементов.

«Мы работаем на суше в каждом дивизионе, совершенствуя овладение своим телом, координацию и мышечный контроль. Дети восьми лет и младше прыгают через скакалку, делают отжимания и приседания, выполняют упражнения на равновесие и координацию; 11—12-летние тренируют выносливость, занимаются бегом и работают с медицинскими мячами; 13—14-летние занимаются растягиванием шнуров, бегом, некоторыми силовыми упражнениями. Пловцы-старшеклассники работают с мячами для развития стабильности и тренируют взрывные движения, а также занимаются изометрией».

Адам Дасенбери,
тренер центра Мишон Вьехо Нададорес
(штат Калифорния)

В подготовке пловцов также следует выделять две самостоятельные группы средств — **упражнения на суше** и **упражнения в воде**. Упражнения на суше носят общеподготовительный и вспомогательный характер и связаны преимущественно с развитием различных двигательных качеств, в основном, скоростно-силовых, гибкости, координационных способностей. Упражнения в воде охватывают широчайший круг средств специально-подготовительного и соревновательного характера.

Одной из характерных особенностей современной тренировки пловцов является органическое единство огромного арсенала средств общеподготовительного и вспомогательного характера, создающих разносторонний технический и функциональный фундамент для полноценной специальной подготовки, с широчайшим комплексом специально-подготовительных упражнений, обеспечивающих узкую специализацию, обусловленную специфическими требованиями конкретных видов соревнований. Например, многие современные пловцы высокого класса при работе на суше наряду с традиционными средствами стали широко использовать упражнения плиометрического характера с различными дополнительными средствами — тумбами, медицинболами, гирями, упражнения, позаимствованные из систем йоги и пилатеса, различных форм оздоровительного фитнеса. Расширилось использование разнообразных тренажеров в процессе базовой силовой подготовки. Некоторые известные пловцы включили в свою подготовку упражнения из арсенала средств тяжелой атлетики. Все большее внимание уделяется упражнениям, способствующим развитию различных видов координационных способностей.

«Упражнения, направленные на совершенствование техники, — неотъемлемая часть моих тренировочных занятий. На каждом занятии я обычно проплываю около 400 м, выполняя эти упражнения.

Кроме того, 300—400 м я проплываю, чтобы тщательно отработать элементы различных способов плавания, а 400 м — для совершенствования техники комплексного плавания.

Одно из упражнений, которое я выполняю каждый день, — плавание способом баттерфляй с работой одной рукой. Это упражнение развивает чувство воды и учит согласовывать движения таза и гребковые движения руками.

Когда я выполняю это упражнение, я сосредотачиваюсь на трех моментах: сохраняю большой шаг гребка, стараюсь удерживать бедра близко к поверхности воды и достаточно энергично выполнять удары ногами при каждом гребке. Движения в точности повторяют движения при плавании способом баттерфляй, за исключением того, что я выполняю их только одной рукой, а вдох делаю в сторону.

Иногда я чередую гребки, выполняя один гребок левой рукой, другой правой, или делаю по два-три гребка каждой рукой, тогда как вторая остается неподвижной, а иногда проплываю всю длину бассейна используя одну руку.

Мой многолетний опыт научил меня, что все, что я делаю на занятиях, потом проявится в заплыве на соревнованиях. Поэтому очень важно следить за правильностью гребка, высоким положением таза и выполнением сильных равномерных ударов ногами:

- упражнение начинается, когда левая рука, вытянутая вперед, входит в воду;
- сохраняя обтекаемое положение тела, я погружаю в воду верхнюю часть туловища так, чтобы бедра оставались вблизи поверхности воды;
- выполняя вдох в сторону, я отталкиваю левой рукой воду прямо назад, удерживая локоть в высоком положении. Правая рука остается вытянутой вперед, а ноги выполняют энергичные удары способом дельфин;
- левая рука завершает выполнение гребка, а ноги снова выполняют удар способом дельфин;
- сохраняя тело в обтекаемом положении, я вынимаю руку из воды, выполняю пронос и подготавливаюсь ко входу в воду и выполнению следующего гребка»

Майкл Фелпс,
многократный победитель Игр Олимпиад
и чемпионатов мира

Резко расширился и объем специально-подготовительных упражнений в воде. В отличие от прошлых лет в тренировочном процессе пловцов стали широко применяться упражнения, способствующие повышению скорости преодоления подводных участков дистанции после старта и поворотов. Неизмеримо большее внимание стало уделяться статодинамической устойчивости тела пловца, улучшению его обтекаемости, снижению лобового и волнового сопротивления, что привело к разработке и внедрению широкого комплекса специальных упражнений, в том числе

и выполняемых в вертикальном положении. Постоянно расширяется и круг средств, связанных с использованием различных приспособлений, — ласт различной формы и размеров, досок, поплавков, лопаток, тормозных устройств, тренажеров Power Rack и Power Tower и др. В последние годы широко используется плавание с дыхательной трубкой, что позволяет пловцам сконцентрировать внимание на совершенствовании положения тела, деталях движений рук, ног, вращения и колебания тела и др., не отвлекаясь на дыхание. Все упражнения, предусматривающие использование различного рода приспособлений и устройств, могут быть выделены в отдельную группу.

В настоящее время стала общепринятой систематизация упражнений в воде, в основе которой различия в механизмах энергообеспечения работы, мобилизация различных систем энергообеспечения. Подобная систематизация тренировочных средств была рекомендована еще в середине XX ст. видным советским спортивным физиологом В. С. Фарфелем (1960), затем с успехом реализовывалась в практике подготовки пловцов СССР и ГДР в 1970—1980-е годы, а в настоящее время, уточненная и дополненная (Volkers, 1997; Urbanchek, 1998; Maglischo, 2003; и др.), стала общепринятой в различных странах с хорошо развитым спортивным плаванием. Подробно этот вариант систематизации упражнений в воде будет рассмотрен ниже.

Подавляющее большинство упражнений, применяющихся в тренировке пловцов, предусматривает различные двигательные действия. В дополнение к ним используются и так называемые идеомоторные упражнения — мысленное воспроизведение мышечно-двигательных, зрительно-двигательных, двигательно-словесных представлений, позволяющее лучше усвоить динамические и пространственно-временные составляющие спортивной техники, усовершенствовать систему нервной регуляции движений.

Как уже отмечалось, объем средств, применяемых в современной подготовке пловцов, огромен и постепенно увеличивается как в результате творческой деятельности тренеров и спортсменов, так и в соответствии с рекомендациями, вытекающими из научных исследований. Существенным источником расширения средств спортивной тренировки являются и достижения спортивной индустрии, предоставляющей в распоряжение пловцов различные тренажеры и приспособления.

Подробная информация об упражнениях, составляющих арсенал средств современной системы спортивной подготовки в плавании и особенностях их использования, будет представлена в следующих главах, в которых излагается методика совершенствования различных сторон подготовленности пловца. Здесь же мы остановимся на некоторых упражнениях, привлекающих особое внимание тренеров и спортсменов и существенно повлиявших на эффективность процесса спортивной подготовки в плавании в последние годы.

В зависимости от характера и методики применения упражнения, относящиеся к любой из групп, могут носить локальный, частичный или глобальный характер, иметь строго избирательную или комплексную направленность. При подборе упражнений и методики их использования следует стремиться к тому, чтобы наряду с основной задачей решались не менее важные дополнительные. Например, желательно, чтобы использование упражнений, направленных на повышение мощности аэробной системы энергообеспечения, одновременно способствовало бы совершенствованию техники гребка, положения тела, координации движений рук и ног с дыханием и др. Упражнения, основной целью использования которых является совершенствование статодинамической устойчивости тела пловца, чувства воды, времени, развиваемых усилий, одновременно должны способствовать повышению возможностей систем энергообеспечения, мощности гребка, скоростно-силовых возможностей. Использование восстановительного плавания одновременно должно быть ориентировано на совершенствование чувства воды, времени, развиваемых усилий, гребка и др., т. е. методика правильного применения упражнений различной направленности предполагает их комплексное воздействие на различные составляющие спортивного мастерства пловцов. Однако комплексность воздействия не должна затруднять достижение основной задачи, для решения которой используются конкретные упражнения.

При таком подходе решаются не только основная и дополнительные задачи, направленные на совершенствование тех или иных локальных составляющих спортивного мастерства, но и их интеграция в целостную систему двигательной активности пловца.

Упражнения для совершенствования техники плавания

Принципиальной особенностью современной системы подготовки пловцов является постоянное и равнозначное внимание к совершенствованию техники плавания в течение всей спортивной карьеры пловца практически в каж-

дом тренировочном занятии, при выполнении любых тренировочных упражнений, а не только тех, которые непосредственно направлены на совершенствование тех или иных элементов спортивной техники.

Основой развития техники плавания, поиска резервов совершенствования кинематической и динамической структуры движений при плавании различными способами, выполнении стартов и поворотов является изучение техники выдающихся спортсменов, творческой деятельности многих тренеров, постоянно расширяющих представления в этой части системы подготовки пловцов.

Если обратиться к недалекой истории и проанализировать основные причины успехов, например, в 1970—1980-х годах пловцов ГДР, СССР, Венгрии и, в меньшей мере, США, Австралии и других стран, лидировавших в те годы в мировом плавании, то нетрудно убедиться в том, что в основе прогресса оказалась система спортивного отбора, централизация и рациональное построение многолетней подготовки, периодизация годовой подготовки, резкое увеличение объемов тренировочной работы в воде и на суше, особенно смешанного анаэробно-аэробного характера, оптимизация контроля за протеканием реакций адаптации на основе использования биохимических методов и ряд других факторов.

За последние полтора десятилетия ситуация кардинально изменилась. Объемы работы не только стабилизировались, но, в ряде случаев, и уменьшились по сравнению с 1980-ми — началом 1990-х годов. Обилие мировых рекордов и возрастание конкуренции на мировой и олимпийских аренах явились следствием внимания к качественным характеристикам тренировочного процесса, особенно в сфере совершенствования техники плавания, стартов и поворотов.

В каждом из способов плавания выделены и усовершенствованы основные составляющие технического мастерства, установлены взаимосвязи между ними, систематизирована и существенно дополнена система специальных упражнений, способствующих как избирательному совершенствованию различных составляющих спортивной техники, так и их объединению в целостную систему. Особое внимание уделяют обучению рациональному положению тела и сохранению его устойчивости при плавании, что существенным образом повлияло на уменьшение сопротивления движению, повысило эффективность рабочих движений, уменьшило энерготраты на единицу работы.

Важно отметить, что передовой мировой опыт в деле обучения рациональной технике и методике ее совершенствования, особенно в части систематизации и применения множества специальных упражнений и методических подходов, нашел отражение как в специальной литературе, так и в ряде видеофильмов, которые сделали доступным данные мирового опыта специалистам различных стран. В качестве особо значимых работ в этом направлении следует отметить книги известного американского тренера, видного специалиста в области обучения и совершенствования техники плавания Блайт Лучеро (Lucero, 2009, 2010), которая систематизировала множество упражнений, направленных на совершенствование техники плавания различными способами и разработала методику их использования в тренировочных занятиях. Не менее интересны в этом отношении и разработки известного американского тренера Эммета Хайнеса (Heines, 2000), представившего подробную методику использования различных специальных упражнений для совершенствования важнейших элементов техники плавания, особенно тех, которые направлены на обеспечение обтекаемого положения тела и его статодинамическую устойчивость при плавании.

Фундаментальные знания в области техники спортивного плавания и методики технического совершенствования можно получить, ознакомившись с содержанием первой части этого учебника, подготовленной ведущим в мире экспертом в этой сфере Эрнестом Маглишо. В этой главе мы лишь кратко охарактеризуем современный подход к систематизации и методике применения упражнений, направленных на совершенствование техники плавания.

При подборе упражнений, направленных на совершенствование техники, необходимо выделять наиболее значимые ее элементы и основные ориентиры в методике их совершенствования. В частности, упражнения совершенствования техники плавания можно разделить на:

- направленные на обучение рациональному положению тела и сохранению его устойчивости при плавании;
- направленные на обучение эффективным поворотам тела вокруг продольной оси (при плавании кролем на груди и на спине);
- способствующие эффективному волнообразному движению тела (при плавании брассом и баттерфляем);
- направленные на совершенствование работы рук;
- направленные на совершенствование работы ног;
- направленные на обучение рациональному сочетанию движений туловища, рук, ног и дыхания;

- направленные на совершенствование техники старта;
- направленные на совершенствование техники поворота;
- способствующие совершенствованию техники прохождения подводных участков дистанции после старта и поворота;
- направленные на интеграцию, объединение в систему положения тела, его вращения, работу рук и ног, дыхание;
- направленные на интеграцию, объединение в систему подплывания к стенке бассейна и перехода к повороту, поворот, отталкивания от стенки, преодоления подводного участка дистанции, перехода к циклической работе и дыханию.

Упражнениям, относящимся к каждой из этих групп, должно быть найдено соответствующее место в процессе подготовки пловцов. Однако особое место должны занять упражнения, обеспечивающие обтекаемое положение и устойчивость тела. К сожалению, в практике тренерской работы таким упражнениям редко уделяется должное внимание.

Тренеры и пловцы должны знать, что рациональное положение тела и его устойчивость являются той основой, на которой формируются целесообразные движения рук, ног и дыхания. Даже незначительные отклонения положения тела от рационального, наиболее обтекаемого, способны существенно увеличить лобовое и волновое сопротивление движению пловца, привести к снижению эффективности рабочих движений, непроизводительным энерготратам.

В каждой из представленных групп существует достаточно большое количество упражнений локального воздействия, в которых акцент делается на каком-либо элементе техники. Например, при совершенствовании движений рук при плавании кролем на груди используются упражнения, способствующие правильному положению кисти при входе в воду, перемещению вперед плечевого сустава и правильному выдвижению руки вперед, правильному положению кисти, локтя и предплечья при переходе от наплыва к захвату, рациональной технике гребка и увеличению его длины, согласованию работы рук с поворотами тела, согласованию работы рук с дыханием, выносу руки из воды, правильному положению кисти, локтя и предплечья при проносе, развитию чувства воды, гребка, ритма, темпа, развиваемых усилий и др.

Каждый из способов плавания отличается своей спецификой, требующей подбора соответствующих упражнений. Например, при плавании брассом и баттерфляем применяются разнообразные упражнения, обеспечивающие оптимизацию волнообразных движений тела, в то время как при плавании кролем на груди и на спине — упражнения, повышающие эффективность поворота тела вокруг продольной оси. Особое место при совершенствовании техники плавания баттерфляем и брассом занимают упражнения, улучшающие сочетания движений рук, ног и дыхания с целью уменьшения колебаний внутрицикловой скорости, которые при плавании этими способами значительно больше, чем при плавании кролем на груди и на спине.

Поэтому при выполнении любых упражнений, направленных не только на обеспечение правильного положения тела и его устойчивости, но и способствующих повышению качества работы рук, ног, пловец постоянно должен контролировать уровень напряжения соответствующих мышечных групп, развивая мышечное чувство и формируя стереотип, обеспечивающий наиболее обтекаемое положение тела.

При акцентированном внимании к положению тела при выполнении различных упражнений и использовании приведенных рекомендаций у пловцов довольно быстро формируется устойчивый стереотип, обеспечивающий максимально обтекаемое положение тела и его устойчивость при плавании в координации (Heines, 2000).

Рациональный подход к совершенствованию техники плавания и подбору соответствующих упражнений проиллюстрируем краткими сведениями, относящимся к основным моментам техники плавания кролем на груди.

Движения ногами, находясь в воде в вертикальном положении. Эти упражнения получили широкое распространение в последние годы. Основная цель их применения — обеспечение рационального положения тела и его устойчивости, совершенствование вращения тела вокруг продольной оси, совершенствование техники движений ног, согласование движений ног и туловища.

При выполнении упражнений необходимо скрестить руки на груди так, чтобы кисти находились у поверхности воды, а тело максимально вытянуть. Это обеспечит положение таза, грудной клетки и головы на одной вертикальной линии, а подбородка — у поверхности воды.

Обучение будет наиболее эффективным, если на его первом этапе будут использоваться обычные ласты, затем укороченные ласты, и наконец, работа только ногами. В начале движения следует выполнять с небольшой амплитудой, постепенно увеличивая ее до оптимальной. Увеличение амплитуды движений возможно до того момента, пока тело после каждого удара ног не

начинает немного приподниматься, а затем опускаться. Если это происходит, амплитуду движений следует уменьшить.

Усложнение упражнений осуществляется разными способами: можно поднять руки вверх, разместить кисти рук за головой, попеременно менять положение рук. Для повышения мощности работы ног можно использовать пояса с отягощениями. Эффективны попеременные повороты тела, его вращение. Однако во всех случаях необходимо следить за тем, чтобы голова, туловище и таз были неподвижны относительно друг друга и находились на одной вертикальной линии.

Движения ногами, находясь в воде в горизонтальном положении. Оттолкнувшись от стенки бассейна, необходимо принять строго горизонтальное, максимально вытянутое положение тела. Руки вытянуты вдоль тела. После этого начинать движения ногами, руководствуясь теми же рекомендациями, которые использовались при работе в вертикальном положении. Лицо повернуто вниз, подбородок слегка опущен в сторону груди. Затылочная часть головы, верхняя часть головы и ягодицы должны находиться на поверхности воды.

На начальном этапе обучения следует выполнять упражнения с дыхательной трубкой, что позволит более эффективно следить за положением тела. В дальнейшем движения ногами следует сочетать с дыханием. Голова для вдоха поворачивается строго в сторону, приподнимать голову не следует, так как это сразу приводит к опусканию таза и ног и увеличению лобового сопротивления.

Упражнения следует разнообразить за счет изменения положения рук. Можно вывести обе руки вперед или одну руку вывести вперед, а другую вытянуть вдоль туловища.

Движения ногами, находясь на боку. Следует помнить, что основой рациональной техники кроля на груди является максимальная длительность перемещения в положении на боку, быстрый поворот тела с одного бока на другой и доведение до минимума продолжительности нахождения в положении на груди. При плавании на боку, как и при плавании на груди, необходимо постоянно следить за положением тела.

При проплывании отрезков на боку одна рука вытянута вперед и слегка наклонена вниз, другая расположена вдоль туловища. Наиболее популярными тренировочными отрезками являются 25- и 50-метровые. Следует постоянно чередовать плавание на одном и на другом боку, а также изменять положение головы, которая может быть повернута лицом вниз или лицом вверх. Руку, находящуюся внизу, не следует держать в строго горизонтальном положении, так как это затруднит поддержание наиболее обтекаемого положения тела, рука должна быть слегка опущена. При правильном положении тела кисть руки, вытянутой вдоль туловища, должна находиться на поверхности воды, что является свидетельством правильного положения таза.

Плавание на боку при помощи ног вначале желательно выполнять с дыхательной трубкой, что позволит более эффективно контролировать положение тела. Затем работу ног следует сочетать с дыханием. Принципиально важным является обеспечение стабильного положения тела — строго на боку. Продвижение обеспечивается работой ног, дыхание — поворотом головы только вокруг продольной оси, исключая ее приподнимание. При повороте головы для вдоха не следует опираться на вытянутую руку, которая должна быть расслабленной.

Поворот таза и вращающие движения ногами в вертикальном положении. Оптимальная работа ног при плавании вольным стилем предполагает сочетание движений ногами в вертикальной плоскости с так называемыми вращающими ударами, способствующими ускорению поворота таза и, как следствие, более быстрому повороту тела с одного бока на другой. При этом поворот таза не должен сопровождаться активным поворотом плеч. При правильном повороте таза, ускоренном вращающим ударом ноги, туловище, включая плечи, повернется непроизвольно.

При плавании шестиударным кролем необходимо обеспечить чередование двух обычных ударов с одним вращающим, сопровождающим поворот таза. Для поворота таза вправо выполняется удар правой ногой с одновременным движением левой ноги назад, для поворота таза влево — удар левой ногой одновременно с движением правой ноги назад. Движение таза, дополнительно стимулируемое вращающим ударом ног, способствует повороту всего туловища. Поворот туловища следует обеспечивать исключительно активным поворотом таза, подхваченным вращающим ударом и рациональным положением слегка напряженного и максимально вытянутого тела. Помощь вращению тела пловца вокруг продольной оси активным поворотом плеч или более сильным акцентированным вращающим ударом нецелесообразна.

Наиболее эффективным обучение поворотам тела и вращающим ударам окажется в том случае, если сначала упражнения будут выполняться с ластами, что замедлит темп движений, активизирует работу мышц и позволит сконцентрировать внимание на определении согласования вращающих ударов с поворотами таза и напряжении мышц, вовлеченных в работу. Сила и амплитуда вращающих ударов не должна отличаться

от остальных. Все внимание пловца должно быть сосредоточено на усилении поворота таза за счет движений ног. По мере освоения рациональной техники поворота таза, вращающего удара ног и поворота туловища, формирования эффективного ритма движений таза, ног и туловища при выполнении различных упражнений следует постепенно увеличивать и постоянно варьировать темп движений ногами, что автоматически приведет к увеличению скорости поворота туловища.

Поворот таза и вращающие движения ногами в горизонтальном положении. После освоения поворота таза, вращающего удара ног и поворота тела в вертикальном положении можно переходить к упражнениям, при выполнении которых тело пловца находится в горизонтальном положении. Упражнения следует выполнять поворачивая таз и выполняя вращающие удары при максимально вытянутом и обтекаемом положении тела с руками, вытянутыми вперед.

> «Сильные удары ногами — основа мощности и ритма. Очень важно понять разницу между эффективными движениями, способствующими передвижению пловца вперед, и жесткими ударами ног. Движения ног в цикле гребка могут быть либо эффективными, либо представлять трату сил впустую».
>
> Мэтт Кредич, главный тренер женской команды Университета штата Теннесси

Освоению этих элементов техники поможет плавание в ластах, использование дыхательной трубки, выполнение движений с задержкой дыхания.

После того как будет освоена рациональная техника поворота таза, вращающего удара и поворота туловища при плавании при помощи ног в относительно невысоком темпе, необходимо максимально разнообразить упражнения, не нарушая методических требований. Осуществляется это за счет изменения темпа движений ног, плавания с дыхательной трубкой, задержкой дыхания, дыхания в разные стороны, плавания на спине и на боку, плавания с руками, вытянутыми вперед, расположенными вдоль тела или в положении, когда одна рука вытянута вперед, а другая расположена вдоль тела.

> «Обучение основам техники, постоянное внимание к деталям, работа над совершенствованием самых незначительных элементов — важнейшая часть подготовки пловцов».
>
> Джордж Хейнс, тренер Национальной олимпийской команды США 1960—1984 гг.

Для сохранения вытянутого и максимально обтекаемого положения тела, испытывающего наименьшее лобовое сопротивление, необходимо постоянно контролировать положение таза. Оно будет оптимальным, если при повороте тела внешняя боковая часть бедра в месте тазобедренного сустава будет находиться над поверхностью воды. Пловец постоянно должен контролировать свои ощущения и следить за тем, чтобы эта часть бедра не погружалась в воду, особенно во время поворота головы для вдоха и при выполнении скольжения. Если этого не происходит, то, вероятнее всего, голова во время вдоха не только поворачивается в сторону, но и приподнимается вверх, или вытянутая вперед рука во время скольжения не опускается плавно на необходимую глубину, а находится под поверхностью воды, а затем непроизводительно давит на воду для перехода в рациональное для начала гребка положение.

Движения руками. При подборе упражнений, направленных на освоение рациональных движений рук, принципиально важно выделить те основные элементы техники плавания применительно к каждой из фаз движения, которые предопределяют ее эффективность. Хорошо известно, что каждый цикл движения руки предусматривает наличие пяти относительно самостоятельных фаз: вход руки в воду, скольжение, захват, гребок, вынос и пронос руки. Тренировочные упражнения, направленные на освоение рациональной техники движений рук, могут содействовать комплексному совершенствованию, способствующему повышению качества движений во всех фазах, или же носить преимущественный характер с акцентом на совершенствование движений в той или иной фазе.

Следует учитывать, что рациональная техника движений рук органически взаимосвязана с поворотами тела вокруг продольной оси и движениями ног. Поэтому подавляющее большинство упражнений, направленных на совершенствование работы рук, одновременно предусматривает согласование этих движений с поворотами туловища и работой ног.

Рациональная техника плавания кролем на груди предполагает выполнение большей части движений в каждом цикле в положении на боку и сведение к минимуму времени нахождения пловца в положении на груди. Обусловлено это несколькими причинами. Во-первых, положение на боку позволяет максимально вытянуть тело и выполнить более длинный гребок. Во-вторых, выполнение гребка в положении на боку после вращения тела вокруг продольной оси увеличивает объем мышц, вовлеченных в работу, существенно повышая мощность гребка по сравнению со случаем, когда тело находится в положении на груди. В-третьих, облегчается пронос руки над водой, что делает его более свободным,

экономичным и нетравмоопасным. И наконец, в-четвертых, положение тела на боку существенно уменьшает волновое сопротивление, которое является максимальным при положении тела пловца на груди и минимальным — при нахождении тела на боку. При положении тела на боку пловец смещает в сторону значительно меньшее количество воды, чем при плавании на груди, что повышает экономичность работы и увеличивает движущую силу.

Поэтому плавание при помощи одной руки (другая вытянута вперед или прижата к туловищу), выполнение одного движения руки на 3, 6 или 12 ударов ногами, поочередные движения рук из положения, когда руки вытянуты вперед или прижаты к туловищу, выполнение движений руками из положения, когда тело пловца находится на боку, нижняя рука вытянута вперед и слегка опущена вниз, а верхняя прижата к бедру и т. д., одновременно предполагает соответствующее положение тела, его повороты вокруг продольной оси, акцентированные повороты таза.

При выполнении упражнений, направленных на совершенствование движений руками, пловец и тренер должны постоянно держать в поле зрения положение кисти при входе в воду, выдвижение руки вперед с перемещением плечевого сустава, положение кисти, предплечья и локтя в процессе скольжения и захвата, траекторию гребка, положение предплечья и кисти в фазах подтягивания и отталкивания, положение локтя и кисти при выносе руки из воды и при проносе, расслабление мышц кисти и предплечья при проносе, место входа кисти в воду после завершения проноса и др.

Правильный подбор упражнений, оценка действий пловца, рекомендации по устранению ошибок и недостатков должны опираться на четкое понимание основных, наиболее значимых элементов техники движений руками.

Вход руки в воду различными пловцами осуществляется непосредственно перед головой или несколько шире, вплоть до линии, проходящей через плечевой сустав. Специалисты склоняются к мнению, что вход руки в воду наиболее целесообразно выполнять непосредственно перед плечевым суставом. Траектория движений рук во время скольжения, захвата и гребка также должна проходить на уровне плечевых суставов.

После входа руки начинается скольжение, во время которого рука плавно продвигается вперед—вниз до полного выпрямления. Скольжение осуществляется одновременно с поворотом тела вокруг продольной оси в положение на боку. Во время перемещения кисти вперед-вниз пловец должен стремиться к тому, чтобы движение руки было органически связано с движением туловища, являлось как бы естественным продолжением его вращения вокруг продольной оси. Движение руки носит своего рода винтообразный и скользящий характер с максимальным вытягиванием тела и выдвижением вперед плечевого сустава. В итоге создаются предпосылки для увеличения протяженности гребка и вовлечения в работу при его выполнении больших объемов мышц груди и спины.

Скольжение завершается тогда, когда рука находится в воде под углом 40—45°. В этот момент происходит сцепление кисти и предплечья с водой, а скольжение переходит в гребок. Движение руки в завершающей части скольжения должно предусматривать опускание кисти в положение, близкое к перпендикулярному по отношению к поверхности воды при сохранении высокого положения локтя. Пловец как бы пытается охватить большой круглый предмет, находящийся на пути движения руки.

При выполнении скольжения необходимо следить за тем, чтобы рука плавно скользила вперед—вниз, достигая в конце скольжения оптимальной для начала гребка глубины. Необходимо избегать ошибки, при которой во время скольжения рука выводится вперед под поверхностью воды и лишь после этого опускается вниз. В результате увеличивается лобовое сопротивление вследствие приподнимания верхней части туловища и опускания таза.

Гребок начинается из положения, когда рука полностью вытянута вперед—вниз после окончания фазы скольжения, а заканчивается в момент, когда рука находится у бедра. В момент начала гребка тело пловца должно находиться в положении на боку, а в момент окончания — на противоположном боку.

При выполнении гребка нужно стремиться к тому, чтобы кисть и предплечье находились в вертикальном по отношению к поверхности воды или близком к нему положении. Чтобы уже в начале захвата рука заняла такое положение, необходимо поднять локоть, выдвинуть вперед плечо и стремиться к тому, чтобы кисть заняла вертикальное, а предплечье максимально близкое к вертикальному положение. Чтобы предплечье во время захвата заняло оптимальное положение, необходимо стремиться вывести локоть вперед до уровня кисти. Во время большей части гребка кисть и предплечье должны находиться в строго вертикальном положении, а в конце гребка кисть в вертикальном, а предплечье в близком к вертикальному положении. Во время выполнения гребка нельзя ускорять движение кисти одновременно с опусканием

локтя. В этом случае существенно уменьшается поверхность предплечья, создающая вместе с кистью силу тяги.

Распространенной ошибкой является раннее окончание гребка. Для ее устранения необходимо полностью выпрямлять руку в локтевом суставе и периодически касаться большим пальцем руки бедра. Такой контроль позволит обеспечить полноценное окончание гребка.

Пронос начинается после завершения гребка, когда тело пловца находится на боку, а кисть у поверхности воды, и предполагает перемещение руки по воздуху от бедра в точку, расположенную перед пловцом на уровне плечевого сустава. Во время проноса тело находится на боку. Для рационального выполнения проноса следует сконцентрировать внимание на положении локтя, который должен подниматься вверх, а затем перемещаться вперед. Расслабленные плечо и кисть свободно свисают, пальцы у поверхности воды. Локоть, а за ним и кисть, должны перемещаться вперед практически по прямой линии, а не отходить в сторону от туловища.

После пересечения горизонтальной линии, проходящей через плечевой сустав, кисть и предплечье свободно и расслабленно перемещаются вперед. Кинетическая энергия, образующаяся при входе руки в воду и скольжении, является еще одним импульсом для увеличения быстроты и мощности поворота туловища дополнительно к энергии, образованной поворотом таза и вращающим ударом ноги.

Рациональное согласование движений рук имеет принципиальное значение для становления эффективной техники плавания кролем. К сожалению, в практической деятельности многих тренеров на этот момент обращается явно недостаточное внимание, что отрицательно сказывается на скорости и экономичности плавания. Многие пловцы начинают гребок одновременно с началом проноса, в результате чего обе руки переходят линию плеч почти одновременно. Тело пловца теряет вытянутое положение, его обтекаемость уменьшается, волновое сопротивление увеличивается.

Увеличению продолжительности сохранения в цикле гребка вытянутого обтекаемого положения тела способствует согласование движений рук, при котором пронос одной руки происходит в момент, когда другая рука не начинает гребок, а выполняет последнюю треть скольжения. Когда рука, выполняющая пронос, достигает воображаемой горизонтальной линии, проходящей через плечевой сустав, вторая рука только переходит от скольжения к гребку. В этом случае горизонтальная линия, на которой пересекутся кисти проносимой и гребковой рук, находится не на уровне плечевого сустава, а на воображаемой горизонтальной линии, находящейся непосредственно перед головой. Такое согласование движений рук в цикле приводит к тому, что большую часть гребка пловец выполняет в вытянутом обтекаемом положении тела, тело находится на боку, а другая рука вытянута вперед, выполняя первые две трети скольжения. В результате существенно снижается волновое сопротивление и создаются лучшие условия для повышения мощности гребка.

Практически все успешно работающие современные тренеры уделяют особое внимание разнообразным упражнениям, выполняемым при помощи ног, что в равной мере относится ко всем способам плавания. Упражнения, выполняемые при помощи ног, обычно составляют до 25—30 % общего объема тренировочной работы в воде.

Специалисты единодушны в понимании исключительной значимости эффективной работы ног не только для создания движущей силы, но и для обеспечения рационального положения тела, высокого темпа движений рук и интенсивного гребка. Снижение темпа работы ног в результате неэффективной техники или утомления неизбежно влечет за собой нарушения положения тела, темпа движений и качества работы рук.

Следует знать, что упражнения, выполняемые при помощи ног, вовлекая в работу крупные мышцы, предъявляют высокие требования к кислородтранспортной системе и эффективны для повышения ее возможностей. Не менее велико их значение и для снижения нагрузки на плечевые суставы с целью профилактики травматизма и реабилитации спортсменов с травмами плечевых суставов.

Упражнения, выполняемые при помощи ног, очень разнообразны: плавание при помощи ног на груди, на боку, на спине при различном положении рук, плавание с небольшими досками, плавание с ластами, плавание с манжетами, закрепляемыми на голенях, и поплавками для тренировки дельфинообразных движений ногами, различные упражнения с работой ног в вертикальном положении с отягощениями и без них.

Для повышения эффективности работы ног при плавании вольным стилем, на спине и, особенно, баттерфляем в тренировочном процессе должны широко использоваться упражнения с ластами и моноластами. Особенно эффективным является проплывание 25-метровых отрезков под водой без дыхания, что наряду с совершенствованием работы ног создает необходимые предпосылки для эффективного преодоления участков дистанции под водой после старта и поворотов.

Систематизация упражнений в воде на основе различий в энергообеспечении работы

Стремление объективно оценить воздействие, которое оказывают различные упражнения в плавании на организм пловца, и на этой основе рационально построить программы тренировочных занятий и микроциклов привело к систематизации упражнений на основе различий в механизмах энергообеспечения работы различной интенсивности. Согласно современным представлениям, упражнения в воде принято разделять на семь зон. Первые три зоны охватывают весь спектр упражнений, энергообеспечение которых осуществляется аэробной системой. Упражнения последующих двух зон, наряду с максимальной активизацией деятельности аэробной системы энергообеспечения, требуют и мобилизации возможностей анаэробной лактатной системы. И наконец, упражнения, включенные в последние две зоны, приводят к исключительной активизации возможностей соответственно лактатной и алактатной систем анаэробного обеспечения.

Зона I. Аэробное плавание малой интенсивности (восстановительное).

Частота сердечных сокращений — 60—70 % максимальной. Тренировочные отрезки от 200 до 600 м. Объем плавания колеблется в широком диапазоне в зависимости от задач и содержания конкретного тренировочного занятия.

Зона II. Аэробное плавание умеренной интенсивности.

Частота сердечных сокращений 70—80 % максимальной. Концентрация лактата в крови 2—3 ммоль · л$^{-1}$. Работа выполняется на уровне порога аэробного обмена. Тренировочные отрезки от 200 до 2000 м, серии от 1200 до 4000 м.

Типичные серии: 8—15 × 200 (отдых 10—20 с); 6—10 × 400 (отдых 30—45 с), 3—4 × 800 (отдых 60 с); 2 × 1600 (300 с умеренной скоростью, 100 свободно и т. д.); 200 + 400 + 800 + 400 + 200 (отдых 10—30 с).

Зона III. Аэробное плавание с высокой интенсивностью.

Частота сердечных сокращений 80—90 % максимальной. Концентрация лактата в крови 3—4 ммоль · л$^{-1}$. Работа выполняется на уровне ПАНО. Тренировочные отрезки от 100 до 800 м, серии от 800 до 2000 м.

Типичные серии: 10—20 × 100 (отдых 10 с); 6—10 × 200 (отдых 20 с); 4—6 × 300 (отдых 30 с); 3—5 × 400 (отдых 45 с); 2 × 800 (отдых 60 с); 2000 м (300 с высокой скоростью, 100 свободно и т. д.); 200 + 400 + 600 + 400 + 200 (отдых 15—45 с).

Зона IV. Смешанное аэробно-анаэробное плавание с преимущественной мобилизацией аэробной системы энергообеспечения.

Частота сердечных сокращений 90—95 % максимальной. Концентрация лактата в крови 5—6 ммоль · л$^{-1}$. Тренировочные отрезки от 50 до 400 м, серии от 400 до 1200 м.

Типичные серии: 8—20 × 50 (отдых 10—15 с); 4—10 × 100 (отдых 15—30 с); 4—6 × 200 (отдых 30—45 с); 3—4 × 300 (отдых 45—60 с); 3 × 400 (отдых 60 с); 50 + 100 + 200 + 300 + 200 + 100 + 50; 1000 (150 быстро, 50 свободно).

Зона V. Смешанное аэробно-анаэробное плавание с преимущественной мобилизацией анаэробной лактатной системы энергообеспечения.

Частота сердечных сокращений — 95—100 %. Концентрация лактата: у спринтеров — 7—9 ммоль · л$^{-1}$; средневиков — 7—8 ммоль · л$^{-1}$; стайеров — 6—7 ммоль · л$^{-1}$.

Тренировочные отрезки от 50 до 200 м, серии от 200 до 600 м.

Типичные серии: 6—10 × 50 (отдых 20—30 с); 4—8 × 75 (отдых 30—45 с); 4—6 × 100 (отдых 60 с); 3 × 200 м (отдых 90 с); 600 м (100 с высокой скоростью, 50 свободно); 50 + 75 + 100 + 75 + + 75 + 100 + 75 + 50 (отдых 30—90 с).

Определенные колебания интенсивности работы в пределах выделенного для этой зоны диапазона с одновременными колебаниями продолжительности интервалов отдыха могут несколько изменять направленность воздействия упражнений. Увеличение скорости плавания и продолжительности пауз приводит к возрастанию нагрузки на анаэробную лактатную систему, а их уменьшение — к возрастанию доли аэробного процесса в энергообеспечении работы.

Зона VI. Анаэробное плавание с максимальной активизацией возможностей лактатной анаэробной системы энергообеспечения.

Частота сердечных сокращений максимальная. Концентрация лактата: у спринтеров — 10—12 ммоль · л$^{-1}$ и более; средневиков — 9—10 ммоль · л$^{-1}$ и более; стайеров — 8—9 ммоль · л$^{-1}$. Тренировочные отрезки 25—100 м, серии 200—400 м.

Типичные серии: 2—8 × 50 м; 2—4 × 75 м; 2 × 100 м; 25 + 50 м + 75 м + 50 м + 75 м + 25; 400 м (50 с максимальной скоростью, 50 свободно).

Упражнения, выполняемые в этой зоне интенсивности, в зависимости от продолжительности интервалов отдыха между отдельными упражнениям существенно изменяют направленность их воздействия. Продолжительные интервалы, обеспечивающие восстановление работоспособности (около 1 мин — между 25-метровыми отрезками, 2—3 мин — между 50-метровыми, 3—4 мин — между 75-метровыми, 6—8 мин —

между 100-метровыми), способствуют увеличению подвижности и мощности анаэробной лактатной системы. Применение непродолжительных интервалов (от 5—10 с между 25-метровыми отрезками, 10—15 — между 50-метровыми, 20—30 с — между 75-метровыми, 30—40 с — между 100-метровыми) существенно изменяет направленность воздействия упражнений. В отношении повышения подвижности и мощности анаэробной лактатной системы их эффективность существенно снижается, однако резко увеличивается эффективность таких упражнений для повышения устойчивости пловца к перенесению состояния мучительного утомления, обусловленного накоплением в тканях продуктов промежуточного обмена.

Зона VII. Спринтерское плавание с максимальной активизацией анаэробной алактатной системы и подвижности анаэробной лактатной системы.

Скорость максимальная. Частота сердечных сокращений максимальная. Протяженность отрезков от 10—12,5 м до 25—35 м. Объем работы в сериях 50—150 м.

Типичные серии: 4—8 × 12,5 м (отдых 1 мин); 2—4 × 25 м (отдых 2 мин); 6 × 25 (12,5 м с максимальной скоростью, 12,5 свободно); 2—4 старта (отдых 2—3 мин); 2—4 поворота — 10—7,5 м — до стенки бассейна, 10—15 м — после (отдых 2—3 мин); 2—3 старта — 12—15 м (отдых 2—3 мин).

Подобной классификации в настоящее время придерживается подавляющее большинство тренеров, подготовивших победителей Игр Олимпиад и чемпионатов мира в течение последних пятнадцати лет. Различия касаются лишь терминологии. Например, всемирно известный американский тренер Джон Урбанчек упражнения, относящиеся к третьей, четвертой и пятой зонам, обозначает соответственно как тяжелое терпимое плавание, тяжелое трудноперенosимое плавание, тяжелое и мучительное плавание (Urbanchek, 1998). Норимаса Хираи — тренер обладателя четырех золотых медалей в плавании брассом на Играх Олимпиад 2004 и 2008 гг. Косуке Китадзима — плавание в этих же зонах интенсивности обозначает как пороговую тренировку выносливости (на уровне ПАНО), тренировку выносливости с перегрузкой, тренировку устойчивости к накоплению лактата (Oveden, 2003).

Следует отметить, что большинство специалистов для отнесения упражнений к той или иной энергетической зоне используют абсолютные показатели ЧСС. Так, например, упражнениям, выполняемым на уровне порога аэробного обмена, соответствует ЧСС 145—160 уд · мин$^{-1}$, а на уровне ПАНО — 160—170 уд · мин$^{-1}$, восстановительному плаванию — 120—140 уд · мин$^{-1}$.

Такой подход нам представляется мало приемлемым, так как не учитывает данных о максимальной ЧСС, характерной для различных пловцов, которая, как известно, обычно колеблется в диапазоне 180—210 уд · мин$^{-1}$, а в отдельных случаях может достигать 220 уд · мин$^{-1}$ и более. Понятно, что выполнение упражнений при ЧСС 170 уд · мин$^{-1}$ для пловца с максимальной ЧСС 210 уд · мин$^{-1}$, вероятнее всего, будет выполняться с интенсивностью ниже ПАНО, а для пловцов с максимальной частотой 180 уд · мин$^{-1}$ — несколько выше.

К более точным результатам приводят рекомендации австралийских специалистов Б. Свитенхема и Д. Аткинсона (Sweetenham, Atkinson, 2003), согласно которым скорости на уровне порога аэробного обмена соответствует ЧСС на 30—40, а скорости на уровне ПАНО — на 20—30 ударов ниже максимальной.

Однако оптимальным нам представляется подход, при котором соответствующая каждой зоне интенсивности ЧСС базируется на выявлении зависимости между ЧСС и концентрацией лактата в крови и выражается в процентах от максимальной. При таком подходе, в частности, если ПАНО соответствует ЧСС, составляющая 80—90 % максимальной, то для пловцов с максимальной ЧСС 180 уд · мин$^{-1}$ к этой зоне будут отнесены упражнения, выполняемые при ЧСС 145—160 уд · мин$^{-1}$. При максимальной ЧСС 190 уд · мин$^{-1}$ этот диапазон составит 150—170 уд · мин$^{-1}$. Если же максимальная ЧСС составит 200 или 210 уд · мин$^{-1}$, то и упражнения, выполняемые на уровне ПАНО, должны выполняться при ЧСС 160—180 и 170—190 уд · мин$^{-1}$ соответственно.

Концентрация лактата, характерная для порога аэробного обмена и ПАНО у различных пловцов может колебаться. Однако в практических целях для подбора скорости плавания, соответствующей порогу аэробного обмена, можно ориентироваться на показатели концентрации лактата в крови около 2 ммоль · л$^{-1}$, а ПАНО — 3,5—4 ммоль · л$^{-1}$. Однако применительно к подготовке квалифицированных пловцов эти данные могут использоваться лишь как ориентировочные. К каждому пловцу следует подходить индивидуально, так как специализация пловца (спринтер, средневик, стайер) и изменение уровня его тренированности существенно влияют на скорость, соответствующую тому или иному порогу. Применение неадекватной скорости сказывается на эффективности тренировочных программ. Регулярное тестирование и коррекция на его основе тренировочных программ — важный фактор повышения качества тренировочного процесса.

При подборе скорости плавания, характерной для заданной концентрации лактата в сериях типа 15—20 × 100 м, 8—12 × 200 м, 4—6 × 400 м и т. д., нельзя ориентироваться на показатели концентрации лактата, зарегистрированные при однократном проплывании отрезка 100, 200 или 400 м. При однократном проплывании отрезка с определенной скоростью концентрация лактата будет, как правило, несколько выше по сравнению с концентрацией, характерной для последующих отрезков. Обусловлено это относительно невысокой подвижностью аэробных реакций. Поэтому распространение данных, характерных для однократного проплывания отрезка, на всю серию приведет к ошибочным рекомендациям — скорость окажется заниженной, а накопление лактата — меньшим относительно заданного.

При дистанционном плавании ПАНО будет соответствовать максимально высокая скорость, которую может поддерживать пловец в течение 20—30 мин, начиная с 3—4 мин работы. К этому времени аэробные процессы будут полностью развернуты, а избыточное накопление лактата, характерное для первых 2 мин работы, устранено.

Опытные тренеры при отнесении упражнений к той или иной зоне и выборе скорости проплывания отрезков, подборе упражнений и их серий ориентируются на самые различные показатели, отражающие воздействие упражнений на организм пловца. Это воздействие оценивается по:

- скорости преодоления отрезков в процентах максимальной — 100 %, 95 %, 90 % и др.;
- времени проплывания отрезков или дистанций — лучшее время, на 3 с хуже лучшего времени, на 5 с хуже лучшего времени, на 15 с хуже лучшего времени и т. д.;
- субъективным оценкам скорости — низкая, средняя, умеренная, субмаксимальная, максимальная;
- субъективным ощущениям пловца, отражающим тяжесть работы (например, многие тренеры США используют 20-балльную систему оценки тяжести работы, ориентируя пловцов на сопоставление субъективных ощущений с объективными показателями — скоростью плавания, ЧСС, концентрацией лактата в крови);
- ЧСС — максимальная, на 10—15 ударов ниже максимальной, на 20—30 ударов ниже максимальной и т. д.;
- по концентрации лактата в крови после проплывания отрезков или дистанции — 2 ммоль · $л^{-1}$ (порог аэробного обмена), 3—4 ммоль · $л^{-1}$ (ПАНО), 5—8 ммоль · $л^{-1}$ (работа смешанного аэробно-анаэробного характера), 9—12 ммоль · $л^{-1}$ и выше (работа преимущественно анаэробного лактатного характера).

В практике подготовки пловцов в основном используются простейшие показатели (время проплывания отрезков, различные качественные показатели). Однако периодически эти характеристики сопоставляются с данными концентрации лактата в крови и ЧСС, что позволяет пловцу более точно и рационально подбирать скорость проплывания отрезков и дистанций, соответствующую конкретной задаче.

Упражнения для совершенствования техники старта

Для эффективной работы над совершенствованием старта прежде всего необходимо выбрать способ старта, соответствующий индивидуальным возможностям пловца — его телосложению, скоростной силе ног, эффективности преодоления подводного участка и др., а после этого формировать систему упражнений для его совершенствования. В настоящее время пловцы в основном используют две разновидности старта. Первая — относительно плоский старт, при котором тело пловца с сильным всплеском входит в воду под небольшим углом. При выполнении старта тело пловца испытывает большое сопротивление, скорость продвижения быстро падает, подводная часть преодоления дистанции невелика. Вторая — старт с большой траекторией полета и мягким входом тела с небольшим всплеском под большим углом. При этом способе тело пловца глубоко погружается в воду, подводная часть преодоления дистанции достигает 12—15 м при интенсивной работе ногами, обтекаемом положении тела и его естественном всплывании на поверхность воды.

Пловцы, отличающиеся быстротой реакции, высоким уровнем скоростной силы, но не обладающие высокой эффективностью работы ног и скоростью продвижения под водой, как правило, используют плоский старт с короткой фазой скольжения. Вторая разновидность — удел пловцов, отличающихся хорошо обтекаемым телом и высокоэффективной работой ног, что позволяет им преодолевать значительную часть дистанции под водой со скоростью, превышающей среднюю дистанционную.

> «Ян Крокер — само совершенство: сохранение положения тела в полете после старта, выполнение движений ногами от бедра и отсутствие движений верхней части туловища при плавании под водой. Ян выходит на поверхность, лидируя на полкорпуса, и в этом заключается его преимущество над Майклом Фелпсом».
>
> Марк Шуберт, тренер национальной команды США с 1980 г., главный тренер сборной команды США на Играх Олимпиады 2008 г.

Вполне естественно, что принятая разновидность старта предполагает и соответствующий подбор специальных упражнений для его совершенствования. При работе над техникой старта, подбором и характеристикой упражнений, определением эффективности их использования следует ориентироваться на показатели, подлежащие регистрации и количественной оценке: время реакции; время полета; время входа (время между началом входа рук и окончанием входа ног в воду); время нахождения тела пловца под водой; угол отталкивания; угол между руками и поверхностью воды при входе пловца в воду; угол, под которым плечи входят в воду; угол, под которым бедра входят в воду; угол, под которым стопы входят в воду; фаза полета (расстояние от стартовой тумбы до точки входа ног в воду); фаза скольжения (расстояние между моментом входа ног в воду и началом работы ног при всплывании). Принципиально важным моментом для оценки эффективности обеих разновидностей старта является то, что при правильном старте через точку входа рук в воду под тем же углом последовательно проходят плечи, туловище, бедра, голени и стопы. Следует отметить, что в случае хорошей техники пловцов ни одной из разновидностей старта нельзя отдать предпочтение, если оценивать их эффективность по времени преодоления 15-метрового отрезка (Müller, 2010).

Упражнения для повышения скорости преодоления подводных участков дистанции

В настоящее время работа над повышением скорости преодоления подводных участков дистанции после выполнения старта и поворотов стала самостоятельной и исключительно важной частью подготовки пловца. Сенсационные выступления Дэвида Беркоффа во второй половине 1980-х годов с его уникальным стартом и высокой скоростью преодоления большого подводного участка стали примером для многих других пловцов, также добившихся выдающихся результатов во многом за счет высокой скорости преодоления подводных участков после старта и поворотов — Дениса Панкратова, Мисти Хаймэн, Джеффа Роуза и ряда других.

Ограничение правилами расстояния, преодолеваемого под водой, до 15 м не снизило значимости работы над скоростью преодоления подводных участков, так как практика показала, что скорость движения пловца на этих участках может оказать решающее влияние на исход соревнований, что неоднократно демонстрировали многие выдающиеся современные пловцы — Натали Коглин, Ян Крокер, Майкл Фелпс, Аарон Пирсол, Усама Меллоули, Райан Лохте и многие другие. Однако успех в преодолении подводных участков дистанций требует серьезной специальной тренировки, подбора соответствующих упражнений и методики их использования.

> «Очень многие пловцы используют разрешенные 15 м под водой в спринте и в заплывах на средние дистанции, что требует высокоэффективной работы ног. Даже пловцы на длинные дистанции часто пользуются сильным шестиударным ритмом на протяжении всего заплыва. Мы достаточно много времени отводим упражнениям для тренировки ударов ногами в начале сезона как с плавательной доской, так и без нее, с ластами и без ласт, с дыхательной трубкой и без нее, а также используем движения ног с вертикальным положением туловища с отягощениями и без них. Позднее мы добавляем скольжение на боку и на спине при помощи ударов ногами и с различным положением рук для совершенствования устойчивости тела».
>
> Рич де Селм,
> главный тренер Университета Северной Каролины

После отталкивания от стенки бассейна тело пловца движется под водой со значительно большей скоростью по сравнению со скоростью плавания на поверхности. Значительно меньшее сопротивление при плавании под водой, по сравнению с плаванием на поверхности, позволяет пловцу поддерживать скорость выше дистанционной не менее 6—8 м. При интенсивных волнообразных движениях ног и тела, как при плавании баттерфляем, протяженность подводного отрезка плавания с повышенной скоростью может быть увеличена до 12—15 м. Поэтому обтекаемое положение тела под водой, обеспечивающее минимальное сопротивление, своевременное включение в работу ног, рациональный выход тела на поверхность и эффективный переход к плаванию в координации, не менее важны для достижения высокого спортивного результата, чем уровень дистанционной скорости и выносливости.

При использовании упражнений, направленных на повышение скорости преодоления подводных участков дистанции, необходимо соблюдать ряд правил. Положение тела, занятое пловцом к моменту отталкивания, должно обеспечивать начало движения на глубине 30—40 см, чтобы избежать сопротивления, вызванного волнами, возникшими при выполнении поворота. Стопы должны быть четко зафиксированы на стенке бассейна на расстоянии 15—20 см друг от друга, нагрузка в начале отталкивания должна равномерно распределяться на обе ноги. Не следует стремить-

ся к предельной мобилизации силы в момент отталкивания, так как это, как правило, приводит к избыточной концентрации внимания на величине усилия в ущерб выбору рационального, наиболее обтекаемого положения тела. Пловцу следует рекомендовать толчок с субъективным восприятием усилия 90—95 % максимального с концентрацией внимания на выборе обтекаемого положения тела, обеспечивающего минимальное сопротивление продвижению пловца.

«Мы считаем подводное плавание пятым способом. Мы регулярно выполняем сеты из 12,5 ярда под водой от стен, сосредотачиваясь на работе ног. В начале сезона мы с пловцами учим волнообразное движение, а затем переходим к более энергичной и быстрой работе ног.

Я предпочитаю делать отрезки подводного плавания с работой ног в два раза большей протяженности, чем это нужно для заплыва. Мы пытаемся выстроить линию, которая привела бы к балансу между скоростью и движением вперед и привела к постепенному горизонтальному подъему тела на поверхность вместо крутого вертикального подъема».

Тед Сэллэд (США)

К моменту полного выпрямления ног и отрыва стоп от стенки бассейна тело пловца должно находиться в максимально обтекаемом вытянутом положении. Руки вытянуты вперед, голова зажата между плечами.

Постепенно следует отрабатывать положение, при котором естественное, не подкрепленное движениями рук или ног всплывание на поверхность вследствие действия выталкивающей силы воды происходит тогда, когда скорость движения пловца падает до уровня дистанционной. В этот момент при плавании кролем на груди или на спине пловец должен завершить первый гребок и начать вынос руки. Слишком раннее выполнение первого гребка затруднит вынос руки и пронос, увеличит лобовое сопротивление и замедлит скорость движения. Нельзя и запаздывать с первым гребком, так как в этом случае скорость упадет ниже дистанционной и на ее восстановление потребуются дополнительные усилия и время, что обычно приводит к ухудшению результата на 0,3—0,5 с при выполнении каждого поворота. Первый вдох следует производить через 2—3 цикла движений, когда тело пловца примет устойчивое положение. В противном случае высока вероятность снижения скорости ниже дистанционной во время перехода от подводного участка дистанции к надводному.

Наблюдения за пловцами кролем на груди, кролем на спине и баттерфляем, которые наиболее эффективно преодолевают участки дистанции под водой, показывают, что за счет правильного положения ног на стенке бассейна при повороте и рационального направления отталкивания они уходят в глубину, а затем постепенно и плавно всплывают на поверхность, не способствуя всплыванию движениями рук, ног или туловища. Чтобы это произошло, ступни в момент отталкивания должны находиться у поверхности воды, выше, чем голова. Угол сгибания ног в тазобедренных и коленных суставах должен составлять 85—90°, в противном случае толчок будет недостаточно сильным. Перед толчком руки должны быть выпрямлены и направлены под небольшим углом вниз, голова опущена и находится на одной линии с туловищем. Движения ногами мощные, с акцентированным разгибанием и относительно небольшой амплитудой.

Пловцы, способные к мощной высокоэффективной работе ногами, увеличивающей скорость продвижения тела под водой, могут подключать движения ног уже через 0,2—0,5 с после полного выпрямления тела и придания ему обтекаемого положения. Если же движения ног недостаточно эффективны, то лучше ориентироваться на максимально продолжительное скольжение в обтекаемом положении, а работу ногами подключать непосредственно перед первым гребком, когда тело пловца уже находится у поверхности воды. В противном случае эффект движений ногами может не позволить восполнить потери, связанные с увеличением сопротивления воды, не говоря уже о непроизводительных энерготратах.

О некоторых моментах рациональной техники подводного плавания после поворотов можно узнать, если ознакомиться с мнением Натали Коглин, добившейся высочайшего мастерства в этой части соревновательной деятельности: «Раньше после старта и поворота я выполняла по 7—8 ударов ногами, а сейчас — 10—12, что более эффективно. Волнообразные движения ногами выполняются от нижней части туловища, верхняя – неподвижна. При плавании кролем на спине последний гребок я использую для помощи быстрому вращению тела и переходу в поворот. При плавании кролем на груди после поворота я делаю только два удара способом дельфин, после чего перехожу к попеременным движениям ногами» (Collins, 2003). Натали дополняет ее тренер Тери МакКивер, которая отмечает, что для совершенствования подводного плавания часто выполняются упражнения, в которых пловец делает на два удара ногами больше, чем в соревнованиях. Широко используются упражнения, когда тело находится в вертикальном положении. Часто также выполняются гипоксические упражнения – обычно серии 25-метровых отрезков с 1—4 вдохами на каждом отрезке.

Упражнения с задержкой дыхания

Достижения современных пловцов в значительной мере обусловлены их способностью к плаванию с задержкой дыхания. Общеизвестно, что достижения пловцов-спринтеров, особенно специализирующихся в вольном стиле и баттерфляе на 50-метровых дистанциях, во многом зависят от их способности к преодолению дистанции вообще без дыхания или с минимальным количеством вдохов, что способствует уменьшению сопротивления воды и увеличению скорости плавания. При проплывании более длинных дистанций способность к задержке дыхания может существенно повысить эффективность преодоления подводных участков дистанции после выполнения поворотов, а также преодоления 10—15-метрового финишного отрезка.

Опыт показывает, что после всплывания тела после старта и поворота целесообразно выполнить не менее двух циклов движений без дыхания, так как совмещение вдоха с первыми плавательными движениями существенно усложняет процесс перехода от подводной части преодоления дистанции к надводной, что также свидетельствует о значимости способности к длительной задержке дыхания. В связи с этим в тренировке современных пловцов значительное внимание уделяется упражнениям с задержкой дыхания или, как их часто называют, гипоксическим упражнениям.

Следует учитывать, что упражнения с задержкой дыхания по своему физиологическому воздействию принципиально отличаются от гипоксической тренировки, характерной для работы в среднегорье, барокамерах или с вдыханием обедненных кислородом смесей.

Длительная задержка дыхания приводит к гиперкапнии — состоянию, вызванному повышенным напряжением углекислого газа в дыхательной и сердечно-сосудистой системах. Гиперкапния является частным случаем гипоксии, принципиально отличающимся от гипоксии, вызываемой недостаточным потреблением кислорода и характерной для тренировки в горах или в других условиях, связанных с уменьшением содержания кислорода во вдыхаемом воздухе. Поэтому упражнения с задержкой дыхания не могут быть заменены тренировкой в горах.

Повышение устойчивости к гиперкапнии в тренировке пловцов в основном обеспечивается выполнением различных тренировочных упражнений с задержкой дыхания. Например, в серии 10 × 25 м первый отрезок может преодолеваться с одним вдохом на два цикла движений, второй — на 3, третий — на 4, четвертый — на 5, пятый — на 6, шестой — с полной задержкой дыхания. При проплывании длинных дистанций каждый нечетный 50-метровый отрезок может проплываться с одним вдохом на различное количество циклов (от 2 до 6—8), четный — со вдохом на каждый цикл. В тренировочный процесс следует включать и проплывание 25-метровых отрезков со старта и с поворота с полной задержкой дыхания.

При выполнении упражнений, направленных на успешное преодоление подводной части дистанции после старта и поворота, следует стремиться к тому, чтобы всплывание тела и переход к гребку не сопровождались вдохом. Первый вдох желательно выполнять после двух циклов движений, когда тело пловца заняло устойчивое положение.

Для повышения способности преодолевать с задержкой дыхания финишный отрезок следует планировать упражнения с задержкой дыхания, выполняемые в условиях тяжелого утомления, сопровождающегося высокими показателями концентрации лактата в крови. В частности, при проплывании серий отрезков типа 6—10 × 50 м, 4—6 × 100 м заключительные метры каждого отрезка следует проплывать с задержкой дыхания, постепенно увеличивая протяженность финишного отрезка с 4—6 м до 10—15 м.

Следует знать, что состояние гиперкапнии, вызванное длительной задержкой дыхания, может привести к головным болям, головокружению, тошноте и даже потере сознания. Поэтому при тренировке пловцов не следует применять упражнений, требующих максимально возможной задержки дыхания и тем более устраивать соревнования на продолжительность задержки дыхания. Упражнения с задержкой дыхания не должны приводить к тяжелому психическому состоянию, снижению контроля за качеством движений. Перед выполнением гипоксических упражнений не следует осуществлять гипервентиляцию легких, которая в определенной мере блокирует механизмы, стимулирующие дыхание. В результате может возникнуть опасность потери сознания (Milak, 2003).

Упражнения с дыхательной трубкой

Дыхательная трубка «Swimmer's Snorkel» компании Finis в последние годы получила столь широкое распространение в тренировке пловцов, что даже один из международных семинаров Американской ассоциации тренеров по плаванию, проведенный в Сан-Диего в 2007 г., был посвящен методике ее применения.

Использование упражнений с дыхательной трубкой позволяет исключить движения головы, обусловленные вдохом, и обеспечить устойчивое и обтекаемое положение тела. Это помогает сосредоточиться на многих деталях техники плавания — входе кисти в воду, наплыве и захвате, положении кисти и локтя, длине гребка, положении и вращении тела и т. д., не отвлекаясь на дыхание.

Упражнения с трубкой в определенной мере способствуют устойчивости пловца к гипоксии и гиперкапнии, так как во вдыхаемом воздухе, оставшемся в трубке после выдоха, концентрация CO_2 повышена, а O_2 — понижена. Дополнительная нагрузка на систему дыхания обеспечивается необходимостью интенсивного выдоха после поворота с целью устранения из трубки воды, а также может обеспечиваться применением специального клапана Finis Cardio Cap, ограничивающего размер отверстия и затрудняющего вдох, что является исключительно важным для укрепления дыхательных мышц (McConnell, 2011).

Упражнения интегрального характера

Важнейшее место в специальной подготовке пловцов занимают упражнения, в которых моделируется соревновательная деятельность и ее важнейшие составляющие. Эти упражнения, являясь средствами интегральной подготовки, объединяют в единый комплекс совокупность возможностей систем энергообеспечения, психофизиологических и технико-тактических возможностей, двигательных качеств в строгом соответствии со спецификой соревновательной деятельности и запланированным результатом.

Тренировочные серии интегральной направленности, в которых моделируются условия предстоящей соревновательной деятельности, по своей протяженности могут соответствовать длине соревновательной дистанции или превышать ее в 1,5—3 раза. В частности, для пловцов, готовящихся к старту на различных дистанциях, оптимальными являются следующие тренировочные серии:

дистанция 50 м — 4—8 × 12,5 м; 3—6 × 25 м; 12,5 м + 25 м + 12,5 м;

дистанция 100 м — 4—8 × 25 м; 3—6 × 50 м; 12,5 м + 25 м + 50 м + 25 м + 12,5 м; 75 м + + 50 м + 25 м + 50 м;

дистанция 200 м — 2—4 × 100 м; 4—8 × 50 м; 50 м + 100 м + 50 м + 25 м; 75 м + 50 м + 50 м + + 25 м + 25 м + 12,5 м + 12,5 м;

дистанция 400 м — 2—4 × 200 м; 4—8 × 100 м; 8—12 × 50 м; 200 м + 100 м + 100 м + 75 м + + 50 м + 50 м + 25 м;

дистанция 800 м — 2—3 × 400 м; 4—6 × 200 м; 10—12 × 100 м; 20 × 50 м; 400 м + 200 м + 200 м + + 100 м + 100 м;

дистанция 1500 м — 2—3 × 800 м; 4—6 × 400 м; 8—12 × 200 м; 20—30 × 100 м; 600 м + 400 м + + 400 м + 200 м + 200 м + 100 м + 100 м.

Сочетания тренировочных отрезков в сериях, их общая протяженность могут быть самыми различными. Принципиальные моменты — соответствие интенсивности работы продолжительности пауз между отрезками, подбор упражнений (плавание в координации, старт, поворот), отвечающих требованиям эффективной соревновательной деятельности, с учетом особенностей ее энергообеспечения, динамических и кинематических характеристик спортивной техники во всех ее проявлениях (плавание в координации, выполнение старта, поворотов, прохождения подводных отрезков), целесообразных тактических схем.

Восстановительные упражнения

Восстановительное (свободное, малоинтенсивное, компенсаторное) плавание в аэробном режиме ранее рассматривалось как второстепенное дополнительное средство, заполняющее паузы между основными упражнениями в качестве активного отдыха. В последние годы восстановительное плавание стало играть важную самостоятельную роль в программах тренировочных занятий, способствуя решению задач, недоступных для других средств.

Малоинтенсивное плавание в аэробном режиме является важным для существенного ускорения восстановления запасов мышечного гликогена, устранения продуктов промежуточного обмена из мышечной ткани и крови. Увеличение мышечного кровотока в утомленной мышечной ткани при компенсаторном плавании способно в 2 раза ускорить восстановительные реакции (Nevill и др., 1996; Maglischo, 2003). Кроме того, восстановительное плавание повышает внутримышечную координацию, способствует минимизации количества двигательных единиц, вовлеченных в работу, улучшает взаимодействие процессов напряжения и расслабления мышц и экономизацию двигательной функции.

Ускорение восстановительных реакций, особенно после работы, связанной с мобилизацией возможностей анаэробной лактатной системы, способствует существенному увеличению плотности занятий и объема тренировочной работы.

Упражнения на суше

Проблему необходимости специальной тренировки на суше, направленной на развитие необходимых для плавания качеств, для которых тренировка в воде является малоэффективной, пожалуй, впервые наиболее полно осознал знаменитый Боб Кифут — тренер мужской команды Йельского университета. За свою 42-летнюю карьеру на посту главного тренера университета (1918—1959), а также главного тренера олимпийских команд США разных лет Кифут привел своих подопечных не только ко множеству побед в национальных чемпионатах и Играх Олимпиад, но и многое сделал для методики совершенствования тренировки пловцов. Одним из его достижений было опровержение теории, согласно которой упражнения на суше мешают пловцу, делая его мышцы менее эластичными. Он ввел в тренировочный процесс пловцов бег по пересеченной местности, различные упражнения с отягощениями, направленные преимущественно на развитие широчайшей мышцы спины, мышц груди, прямой и косых мышц живота, а также упражнения, способствующие растяжению мышц и сухожилий. Рациональной методике применения Кифутом этих упражнений во многом способствовало то, что до того как стать тренером по плаванию в течение нескольких лет он работал инструктором по оздоровительной гимнастике. Правоту Кифута в отношении применения упражнений на суше убедительно продемонстрировали его многочисленные ученики — победители национальных чемпионатов, призеры и победители Игр Олимпиад, авторы большого количества мировых рекордов — Алан Форд, Аллен Стэк, Джон Маршалл, Джеймс Маклейн, Уэйн Мур, Чарльз Хаддин, Джо Робинсон и другие.

В 60—80-е годы XX ст. в отношении работы на суше преобладала тенденция ее максимальной специализации. Это приводило к тому, что в процессе подготовки квалифицированных пловцов применялся относительно ограниченный круг упражнений, направленных на развитие гибкости, максимальной силы и силовой выносливости. Например, в годовом объеме работы на суше сильнейших пловцов ГДР и СССР, добивавшихся исключительно высоких результатов на мировой арене, упражнениям, направленным на развитие гибкости, и силовым упражнениям имитационного характера, выполняемым с использованием тренажеров Мертенса-Хюттеля, скользящих тележек и резиновых жгутов, отводилось не менее 85—90 % тренировочного времени. Подготовка на суше юных пловцов носила больше общеразвивающий характер, и наряду с упражнениями, направленными на развитие гибкости и специальных силовых качеств, включала бег, различные общеразвивающие гимнастические упражнения, спортивные игры и др.

В настоящее время ситуация изменилась кардинально и современные тренеры являются сторонниками исключительного разнообразия упражнений, выполняемых на суше, не только применительно к подготовке юных пловцов, но и по отношению к спортсменам высокого класса. В определенной мере это явилось следствием привлечения для работы в различных плавательных центрах тренеров по физической подготовке, привнесших в практику подготовки пловцов достижения индустрии современного фитнеса, отличающейся исключительным многообразием средств и методических подходов. Каких-либо серьезных исследований, свидетельствующих о большей эффективности подготовки пловцов высокой квалификации на суше с широким использованием упражнений общеразвивающего характера, не связанных со спецификой плавания, по сравнению с более узкой подготовкой вспомогательного характера, не проводилось. Однако опыт передовой практики убедительно свидетельствует об эффективности применения разнообразных упражнений общеподготовительного характера в течение всей спортивной карьеры пловца на различных этапах многолетнего совершенствования. Различия касаются лишь соотношения средств общей и вспомогательной подготовки на суше на различных этапах многолетнего совершенствования. Так, например, если на этапе предварительной базовой подготовки средства общей подготовки могут достигать 70—80 %, то на этапе подготовки к высшим достижениям они обычно не превышают 30—45 % общего объема работы на суше.

Боб Боумен, тренер Майкла Фелпса, при работе с пловцами высокого класса отводит до 30—45 мин 6 раз в неделю упражнениям на суше преимущественно скоростно-силового характера, а также упражнениям, способствующим улучшению координационных способностей, в частности равновесия. Большое место уделяется упражнениям плиометрического характера, выполняемым с медицинболом — броски от груди, броски из-за головы, броски одной рукой вперед и в стороны, броски из положения сед. Количество бросков, выполняемых сериями по 10 повторений, в отдельных случаях может достигать 180—240 (например 3× (6 × 10). Не менее широко Фелпс использует отжимания от пола взрывного характера с хлопками в ладоши с различным положением локтей (повернуты внутрь

или наружу) и кистей, приседания у стены (спина прижата к стене, ноги сгибаются до угла 90° в коленях и тазобедренных суставах) в течение 2 мин, приседания с отягощениями, приседания с последующим прыжком, подтягивания на перекладине, разнообразные упражнения для тренировки мышц живота, улучшения равновесия (удержание равновесия стоя на одной ноге на вращающемся диске — 3 × 30 с на каждой ноге) и др. Один—два раза в программы некоторых недельных микроциклов включается 30-минутный бег. Однако особое внимание уделяется упражнениям, направленным на развитие гибкости, которым ежедневно отводится 15 мин (Bowman, 2003).

Представляет несомненный интерес отношение к силовой подготовке на суше Норимаса Хираи — тренера выдающегося пловца Косуке Китадзима — обладателя четырех золотых медалей Игр Олимпиад 2000 и 2004 гг. и трех золотых медалей чемпионатов мира (2003 и 2007 гг.) в плавании брассом на дистанциях 100 и 200 м. Китадзима является одним из немногих представителей современного плавания, включивших в программу силовой подготовки на суше традиционные тяжелоатлетические упражнения — рывок, толчок, жим лежа, приседания со штангой и др. Эти упражнения, по мнению пловца и его тренера, сочетающиеся с упражнениями, способствующими развитию подвижности в суставах и большим объемом работы в воде, направленной на совершенствование техники, способствовали увеличению мощности рабочих движений, включая особенно характерное для техники Китадзима интенсивное и акцентирование разгибание ног в голеностопных суставах в конце толчка. В результате Китадзима достигает высокой скорости при относительно невысоком темпе движений и высоком шаге гребка: на проплывание 50-метрового отрезка он затрачивает 18—20 гребков, в то время как у большинства пловцов этот показатель составляет 22—24 гребка. Это делает технику более экономичной и позволяет пловцу эффективно финишировать (Odeven, 2003).

Большинство современных тренеров являются сторонниками исключительного разнообразия тренировочных средств, используемых в занятиях на суше: бег, гребля, езда на велосипеде, упражнения с использованием различных эргометров, общеразвивающих и специальных силовых тренажеров, штанг, гантелей, гирь, эластичных шнуров, медицинболов, фитболов, различные прыжки, упражнения для развития равновесия и других видов координационных способностей. В тренировке пловцов высокого класса интенсивно используются упражнения и методические подходы из систем йоги и пилатеса, позволяющие обеспечить контроль за положением тела, связать посредством мышечной активности различные части тела в целостную систему, обеспечивающую оптимальное положение тела и его устойчивость.

Упражнения с использованием специальных тренажеров

Стремление обеспечить органическую взаимосвязь процесса развития силовых качеств пловцов с требованиями, диктуемыми спецификой спортивного плавания, привело к внедрению в спортивную практику множества устройств и приспособлений, способствующих повышению эффективности силовой подготовки на суше и в воде. В 70-х годах XX ст. в практику подготовки пловцов США, а затем и других стран были широко внедрены тренажеры «Mini Gym», позволяющие выполнять различные силовые упражнения, в первую очередь, имитационного характера, в изокинетическом режиме (рис. 16.1). На базе этих тренажеров был разработан и внедрен в широкую практику «Biometer» — тренажер, позволяющий не только выполнять специфические упражнения в заданном режиме работы, но и контролировать темп движений и их мощность, выполненную работу (рис. 16.2).

В 70-х—80-х годах XX ст. силовая подготовка пловцов ГДР и СССР преимущественно была построена на разнообразных упражнениях, выполняемых с использованием пружинно-рычажного тренажера «Mertens Huttel» (рис. 16.3), разработанного немецкими специалистами, и так

РИСУНОК 16.1 — Тренажер «Mini Gym» для выполнения силовых упражнений

называемой скользящей тележки, позволявшей регулировать нагрузку изменением наклона несущей поверхности (рис. 16.4).

В дальнейшем появились различные модификации этих тренажеров. В практике подготовки пловцов нашли широкое распространение тренажеры, которые в своих конструктивных особенностях опираются на хорошо известные устройства, показавшие высокую эффективность при подготовке пловцов. К этим тренажерам относятся Power Rack и Power Tower — для работы в воде (рис. 16.5) и эргометры Vasa Swim Trainer и Vasa Swim Erqometer — для работы на суше (рис. 16.6).

Практически все сильнейшие пловцы мира в большей или меньшей мере используют упражнения, выполняемые на этих тренажерах в процессе силовой подготовки, направленной на повышение мощности рабочих движений при плавании всеми способами.

Упражнения на тренажере «Power Tower» являются также эффективным средством совершенствования скоростной техники и качества движений рук и ног при плавании с высокой скоростью, так как тренажер может использоваться и как устройство, протягивающее тело пловца.

РИСУНОК 16.2 — Тренажер «Biometer» позволяет контролировать выполненную работу

«В подготовке пловцов мы постоянно используем «Vasa Ergometer» — тренажер, который позволяет улучшить технику гребка и координацию движений, развивать мощность, силу и выносливость мышц, используемых во всех фазах гребка. Каждый из тренажеров используется по 18 ч в неделю и ни у одного из них не было простоя из-за ремонта. Я задаю разные сеты для пловцов на различные дистанции. Спринтеры отличаются от пловцов на средние дистанции. Плавание на длинные дистанции, а также плавание разными способами имеет свои особенности. Кроме этого тренажеры предоставляют прекрасную возможность для занятий травмированным спортсменам. Тренажер является также превосходным инструментом для оценки силы, выносливости и мощности».

Дик Шульберг,
главный тренер Академии Джермантауна,
тренер Национальной олимпийской женской команды США

Многие ведущие тренеры США, в частности Дэвид Марш, Дик Шульберг, Рэнди Риз и многие другие, не только регулярно используют в своей практике указанные тренажеры, но и разработали много методических приемов их применения не только для увеличения мощности рабочих движений, совершенствования качества гребка, но и для повышения возможностей анаэробных систем энергообеспечения.

РИСУНОК 16.3 — Пружинно-рычажный тренажер «Mertens Huttel»

РИСУНОК 16.4 — Тренажер «Скользящая тележка»

а *б*

РИСУНОК 16.5 — Тренажеры Power Rack (*а*) и Power Tower (*б*) для развития силовых возможностей в воде

а

б

РИСУНОК 16.6 — Эргометры Vasa Swim Ergometer (*а*) и Vasa Swim Trainer (*б*) для работы на суше

При работе со своими учениками Дик Шульберг широко использует Vasa Swim Erqometer, позволяющий имитировать движения руками всеми способами плавания с регистрацией важнейших характеристик выполняемой работы — мощности, темпа и др.

«Мы выполняем три разных сета, — отмечает Шульберг:

- по понедельникам мы занимаемся в течение 16 мин на тренажере, по четыре минуты каждым способом плавания в порядке, предусмотренном комбинированным плаванием, без перерыва при смене способа. Тренажер выдает сведения о результатах пловца в целом и для каждого способа плавания в отдельности;
- по средам мы выполняем сет 8 × 2 мин с 1 мин отдыха между повторениями;
- по пятницам мы выполняем 8 повторений по 1 мин с предельной нагрузкой с перерывами для отдыха продолжительностью 2 мин.

Кроме того, я предлагаю пловцам выполнять упражнения на тренажере Vasa Swim Trainer с предельной нагрузкой, чтобы повысить ЧСС до 190 уд · мин$^{-1}$ (Whitten, 2005).

Часть V

СОРЕВНОВАНИЯ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЛОВЦОВ

В. Платонов

Глава 17
Соревнования и участие в них

Глава 18
Результат соревновательной деятельности

Глава 19
Структура соревновательной деятельности пловцов

Глава 17

Соревнования и участие в них

Спортивные соревнования в плавании являются основным элементом, определяющим всю систему подготовки спортсменов. Без соревнований невозможно существование самого спорта, поэтому спортивное плавание в значительной мере может рассматриваться как сфера знаний и деятельности, направленная на обеспечение функционирования и развития соревнований.

Спортивные соревнования — своеобразная модель человеческих отношений, реально существующих в мире: это борьба, победы и поражения, постоянное совершенствование и стремление к наивысшим результатам, достижение творческих, престижных и материальных целей.

В соревнованиях выявляются действенность организационных и материально-технических основ подготовки, системы отбора и подготовки спортсменов, квалификация тренерских кадров и эффективность системы обучения специалистов, уровень спортивной науки и результативность научно-методического и медицинского обеспечения и др.

В спортивных соревнованиях происходит максимальная реализация возможностей пловцов, сопоставление уровня их подготовленности, достижение наивысших результатов, побед, установление рекордов.

Соревнования характеризуются наличием конкуренции между их участниками. При этом соперничество возникает не только между спортсменами и тренерами. В конкурентные отношения вступают национальные олимпийские комитеты и национальные федерации, организаторы системы подготовки спортсменов и руководители команд, научные работники, врачи, специалисты служб обеспечения, фирмы-поставщики спортивного инвентаря и оборудования, спортивной формы, тренажеров, диагностических приборов и других товаров для спорта, болельщики.

Конкуренция между спортсменами оценивается *по объективным характеристикам* соревновательных результатов (плотность и уровень); по процессу соревнований (их уровень, число спортсменов примерно одинакового класса); по условиям соревнований (число болельщиков, внимание прессы и др.), а также *по субъективным характеристикам* результатов и процесса соревнований (мнение спортсменов, болельщиков, специалистов). Таким образом, конкурентные отношения являются основным типом отношений в процессе спортивных соревнований.

Кроме соперничества как формы противоречий, обусловленных противоположностью целевых установок участников соревнований, создаются условия для объединения спортсменов и специалистов общими интересами — повышением авторитета вида спорта, его зрелищности и популярности, обменом опыта подготовки и соревновательной деятельности, достижениями в области спортивной науки, разработки инвентаря и оборудования и т. д.

Велико значение соревнований как мощного фактора мобилизации функциональных резервов организма, совершенствования различных сторон подготовленности спортсмена. Поэтому соревнования рассматриваются в качестве одного из наиболее эффективных и незаменимых средств подготовки спортсмена.

Виды соревнований

В зависимости от цели, задач, форм организации, состава участников спортивные соревнования разделяются на подготовительные, контрольные, подводящие (модельные), отборочные и главные.

В **подготовительных соревнованиях** главными задачами являются совершенствование рациональной техники и тактики соревновательной деятельности пловца, адаптация различных функциональных систем его организма к соревновательным нагрузкам и др. При этом повышается уровень тренированности спортсмена, приобретается соревновательный опыт.

Контрольные соревнования позволяют оценивать уровень подготовленности спортсмена. В них проверяется степень овладения техникой, тактикой, уровень развития двигательных качеств, психическая готовность к соревновательным нагрузкам. Результаты контрольных соревнований дают возможность корректировать построение процесса подготовки. Контрольными могут быть как специально организованные, так и официальные соревнования различного уровня.

Важнейшей задачей **подводящих (модельных) соревнований** является подведение пловца к главным соревнованиям макроцикла, года, четырехлетия. Подводящими могут быть соревнования как специально организованные, так и официальные календарные. Они должны моделировать полностью или частично предстоящие главные соревнования.

Отборочные соревнования проводятся для отбора спортсменов в сборные команды и определения участников личных соревнований высшего ранга. Отличительной особенностью таких соревнований являются условия отбора: завоевание определенного места или выполнение контрольного норматива, который позволит выступить в главных соревнованиях.

Главные соревнования. Главными соревнованиями являются те, в которых пловцу необходимо показать наивысший результат на данном этапе спортивного совершенствования. На них спортсмену необходимо проявить полную мобилизацию имеющихся технико-тактических и функциональных возможностей, максимальную нацеленность на достижение наивысшего результата, высочайший уровень психической подготовленности.

Вполне естественно, что в современном плавании центральное место занимают соревнования пловцов в программах Игр Олимпиад, чемпионаты мира, крупнейшие континентальные, региональные соревнования, а также такие крупные комплексные соревнования, как Всемирные Универсиады.

В последние годы в практику соревновательной деятельности пловцов вошли многоэтапные, так называемые кубковые соревнования, а также другие соревнования коммерческого характера.

Участие в соревнованиях

Подготовительные, контрольные и подводящие (модельные) соревнования, как правило, не носят официального характера, а используются в целях контроля за эффективностью подготовки, в качестве средства технико-тактической, психологической и интегральной подготовки. Однако в условиях современного исключительно насыщенного календаря спортивных соревнований пловцы высокой квалификации часто используют официальные соревнования в качестве подготовительных, контрольных или подводящих. Специальной подготовки к этим соревнованиям не проводится, а они естественно вписываются в процесс подготовки к главным соревнованиям.

Роль и место соревнований существенно различаются в зависимости от этапа многолетней подготовки пловцов. На первых ее этапах планируются только подготовительные и контрольные соревнования, которые проводятся без специальной к ним подготовки. Основной целью соревнований является контроль за эффективностью тренировочного процесса, приобретение соревновательного опыта, повышение эмоциональной насыщенности подготовки. На последующих этапах многолетней подготовки пловцов количество соревнований возрастает, в соревновательную практику вводятся отборочные и главные соревнования, количество и роль которых достигают максимума на заключительных этапах многолетнего спортивного пути.

Планируя соревновательную практику, необходимо руководствоваться следующими положениями. Во-первых, соревнования по направленности и степени трудности должны строго соответствовать задачам и особенностям этапа подготовки пловца. Во-вторых, привлекать его к участию в соревнованиях следует лишь в том случае, если он способен решить поставленные задачи. В-третьих, надо так планировать соотношение соревновательной и тренировочной практики, чтобы оно способствовало наибольшей эффективности процесса подготовки спортсмена и полной реализации его возможностей в главных соревнованиях. В-четвертых, программа соревнований, состав их участников должны обеспечивать жесткую конкуренцию, возможно, более полную мобилизацию функциональных резервов спортсмена.

Современная практика спортивного плавания характеризуется исключительно интенсивной соревновательной деятельностью спортсменов. В течение года пловцы высокой квалификации участвуют в 12—15 соревнованиях (продолжительностью от одного до нескольких дней), стартуя при этом от 30—40 до 100—140 раз, что зависит от специализации пловца, этапа многолетней подготовки, периодизации годичной подготовки, ее общей стратегии и других причин. Наибольшее количество стартов — у спринтеров, наименьшее — у стайеров, мужчины соревнуются несколько чаще (на

10—15 %), чем женщины. Наиболее интенсивна соревновательная деятельность пловцов, находящихся на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей. В некоторых соревнованиях пловцы часто стартуют до 8—10 и более раз. Например, на Играх Олимпиады в Пекине Майкл Фелпс только в финальных заплывах стартовал 7 раз (4 индивидуальных вида и 3 эстафеты) и во всех случаях с мировыми рекордами. Кроме этого он стартовал в предварительных и полуфинальных заплывах. Марк Тьюксбери, победитель Игр Олимпиады 1992 г. в плавании на дистанции 100 м на спине, готовясь к Олимпийским играм только в течение одного месяца соревновательного периода зимнего сезона стартовал около 40 раз (национальный чемпионат, этапы Кубка мира и др.). За это время он установил пять мировых рекордов в плавании на дистанции 50 и 100 м в 25-метровом бассейне.

«Мы живем в то время, когда наука и техника влияют практически на все стороны нашей жизни, улучшая ее качество и уменьшая нашу рабочую нагрузку. Тренировка пловцов не является исключением. Тренеры, которые пренебрегают спортивной наукой, ее достижениями в области физиологии, биомеханики, психологии, спортивной медицины, обречены на отставание».

Брюс Мэйсон, руководитель программы биомеханического обеспечения подготовки сильнейших австралийских пловцов

Индивидуальные особенности спортсменов, в частности состояние их здоровья, нередко предопределяют ограниченную соревновательную практику. Например, на исходе спортивной карьеры Роланд Маттес, готовившийся к Играм XXI Олимпиады (1976), избрал исключительно щадящий режим подготовки: общий объем плавания в течение года у него составил всего 1150 км, а количество соревновательных стартов — 12, что во многом объяснялось состоянием здоровья спортсмена. И это себя оправдало: Маттес показал высокий результат и завоевал бронзовую медаль. Подобной стратегии придерживался в последние годы своей спортивной карьеры (1986—1988) и Владимир Сальников, что помогло ему уверенно победить на дистанции 1500 м на Играх XXIV Олимпиады в Сеуле.

Спринтеры, как правило, соревнуются только на спринтерских дистанциях, специализирующиеся на средних дистанциях — часто на коротких (до 40—50 % общего количества стартов) и эпизодически на длинных. Стайеры чаще стартуют на средних дистанциях (до 60—70 % общего количества стартов), чем на основных (800 и 1500 м).

«Я уверен, что вы согласитесь со мной, что плавание — экстраординарный и благодатный вид спорта. В хорошем исполнении каждое движение пловца отличается красотой и грациозностью. Как тренер я думаю, что методика подготовки в этом виде спорта является захватывающей наукой. Реальные и осязаемые шаги, которые ведут к высокому мастерству, таятся в совершенствовании техники гребка, модификации положения тела, старта и поворота, улучшении питания, оптимизации психологической настройки и других составляющих современных программ подготовки пловцов».

Бретт Хавке, главный тренер университета Аубурна (штат Алабама)

В ходе подготовительных и контрольных соревнований стайеры часто преодолевают дистанцию по частям (5 × 300 м, 3 × 500 м, 2 × 400 м и т. п.), что вполне оправданно, если учесть специфику воздействия на организм пловцов соревновательной нагрузки при проплывании дистанций различной длины.

Пловцы, специализирующиеся на дистанциях 100 и 200 м, наряду с основным способом часто соревнуются в дополнительных способах плавания. При этом наиболее типичным является сочетание вольного стиля и плавания на спине, вольного стиля и баттерфляя. Часто их дополняет и комплексное плавание. В то же время пловцы, специализирующиеся в брассе, редко соревнуются в других способах плавания.

Пловцы, специализирующиеся на средних и длинных дистанциях вольного стиля (400, 800 и 1500 м), практически не участвуют в соревнованиях другими способами плавания. Однако пловцы добившиеся высоких результатов в комплексном плавании часто и успешно выступают в других способах. Например, Майкл Фелпс, являясь несомненным лидером первого десятилетия XXI ст. в комплексном плавании, с не меньшим успехом выступал на дистанциях 100 и 200 м баттерфляем, 200 м вольным стилем, во всех видах эстафетного плавания. Один из основных конкурентов Фелпса Райан Лохте успешные выступления в комплексном плавании сочетал с достижениями в плавании на спине и эстафетном плавании.

Соревновательные старты неравномерно распределены в течение года. Большинство из них приходится на соревновательные периоды макроциклов. В это время пловцы, как правило, участвуют в соревнованиях всех типов. В подготовительные периоды пловцы стартуют нечасто, в основном в подготовительных и контрольных соревнованиях.

Одной из острых проблем планирования участия пловцов в соревнованиях является четкое определение их количества в течение года. Это

поможет обеспечить эффективную и планомерную подготовку и достижение наивысших результатов в главных соревнованиях. Большинство успешно работающих в этом отношении тренеров считают, что общее количество официальных соревнований не должно превышать 10—12. Увеличение количества официальных соревнований неизбежно сказывается на качестве планомерной подготовки к главным соревнованиям года.

Не менее важным является распределение этих соревнований, а также построение подготовки к ним. Ошибки в этом отношении могут обесценить напряженную работу в течение не только года, но и ряда лет. Показательным в этом отношении явилось выступление украинских пловцов на Играх Олимпиады в Пекине. Имея группу пловцов высокого класса, реально способных бороться за олимпийские награды (Я. Клочкова, О. Лисогор, И. Борисик, О. Сердинов и др.), тренерский состав сборной команды абсолютно необоснованно попытался объединить подготовку к Играм Олимпиады с подготовкой и участием в серии различных международных соревнований. Итог закономерен: все пловцы на Играх Олимпиады резко ухудшили свои результаты и либо вообще отказались от участия в них, либо выступили крайне неудачно.

Мировой опыт показывает, что рационально спланированная система спортивных соревнований, органически связанная с планомерной подготовкой, позволяет успешно участвовать в различных соревнованиях в течение 8—9 мес. и одновременно добиться наивысших индивидуальных результатов в главных соревнованиях года.

Реакция организма пловцов на соревновательные нагрузки

Соревновательная деятельность пловца связана с психической мобилизацией, сложной саморегуляцией психических состояний, активизацией деятельности различных органов и систем организма, уровень которых существенно превышает характерные для тренировочного процесса. При этом чем выше уровень соревнований, конкуренции в них и значимость успеха, тем ближе к предельно возможным будут реакции организма пловца.

Большинство тренеров США особое внимание уделяют командной тренировке, позволяющей создать в группе атмосферу соперничества при выполнении различных тренировочных заданий. Опыт показывает, что в этих условиях существенно возрастает активность пловцов, их творческое отношение к выполнению упражнений, уровень самоотдачи. Проявляется это в увеличении суммарного объема работы, более глубоких сдвигах в деятельности систем энергообеспечения, увеличении скорости преодоления соревновательных упражнений. Во многом благодаря соревновательной атмосфере, царящей практически во всех плавательных клубах США, многие способные пловцы из разных стран, прибывшие для подготовки в эти клубы, быстро прогрессируют и в короткое время достигают уровня мастерства ведущих спортсменов.

Старты в главных соревнованиях, по сравнению с аналогичными стартами в подготовительных или контрольных соревнованиях, связаны со значительным повышением уровня эмоционального возбуждения пловцов, сопровождающегося увеличением ЧСС, повышением концентрации лактата в крови, более глубоким исчерпанием энергетических ресурсов, значительным увеличением продолжительности восстановительного периода.

Создание соревновательного микроклимата при выполнении тренировочных упражнений на суше и в воде способствует приросту работоспособности спортсменов и более глубокой мобилизации функциональных резервов их организма. Например, выполнение в заданном режиме упражнений на специальном тренажере в обычных и соревновательных условиях свидетельствует об исключительно больших возможностях соревновательного метода для мобилизации функциональных резервов организма пловцов (табл. 17.1).

ТАБЛИЦА 17.1 — Работоспособность пловцов и реакции их функциональных систем в обычных условиях и с применением соревновательного метода

Упражнение	Условия работы	Количество повторений за 10 мин	Силовая выносливость, усл. ед.	ЧСС в конце упражнения, средние данные за 1 мин	Лактат, ммоль·л$^{-1}$
Выполнение движений, имитирующих гребок на специальном тренажере (10 подходов по 1 мин)	Обычные	430	12 900	182	10,5
	С применением соревновательного метода	495	14 850	190	13,0

Создание соревновательных условий при соответствующей мотивации может способствовать сокращению времени реакции на стартовый сигнал, увеличению силы толчка при выполнении старта и поворота, сокращению времени выполнения старта и поворота, повышению уровня максимальной силы и силовой выносливости, проявляемой при работе на силовых тренажерах или с отягощениями.

Чем выше уровень соревнований, конкуренция в них, внимание со стороны болельщиков, средств массовой информации, тем более высокие спортивные результаты демонстрируют участники. И это несмотря на то что в условиях контрольных соревнований можно избежать многих факторов, казалось бы, создающих помехи для эффективной соревновательной деятельности. Однако во второстепенных соревнованиях отсутствует один из решающих факторов, способствующих высшим достижениям, — предельная мобилизация психических возможностей спортсмена. Ведь хорошо известно, что результат любых усилий, любой деятельности человека, особенно связанной с экстремальными ситуациями, зависит не только от совершенства его умений и навыков, уровня физических качеств, но и от характера, силы устремлений, решимости действий, мобилизации воли. Причем чем выше класс пловца, тем большую роль для достижения успеха играют его психические возможности.

Как уже отмечалось, соревновательная деятельность пловцов исключительно интенсивная. Если к этому добавить большое количество тренировочных упражнений на суше и в воде, выполненных с применением соревновательного метода, то становится понятной роль соревнований как наиболее мощного средства стимуляции адаптационных реакций пловцов и повышения эффективности их интегральной подготовки, позволяющей объединить весь комплекс технико-тактических, физических и психологических способностей в единую систему, направленную на достижение наивысших результатов.

Соревнования в системе подготовки пловцов

Соревнования являются не только средством контроля за уровнем подготовленности, способом выявления победителя, но и важнейшим средством повышения тренированности и спортивного мастерства пловцов.

Особенности непосредственной подготовки к соревнованиям и собственно соревновательной борьбы являются мощным способом мобилизации имеющегося функционального потенциала организма спортсмена, дальнейшей стимуляции его адаптационных реакций, воспитания психологической устойчивости к сложным условиям соревновательной деятельности, отработки эффективных технико-тактических решений. Поэтому естественно стремление специалистов использовать соревнования в качестве одной из важнейших форм подготовки. Особенно ярко это проявляется в процессе подготовки спортсменов высокого класса на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей (Harre, 1982; Платонов, 2005).

Роль и место соревнований существенно различаются в зависимости от этапа многолетней подготовки. На начальных этапах планируются, как правило, подготовительные и контрольные соревнования. Основной их целью является контроль за эффективностью прошедшего тренировочного этапа, приобретение опыта соревновательной борьбы, повышение эмоциональной насыщенности процесса подготовки. По мере роста квалификации юных пловцов количество соревнований возрастает, вводятся подводящие, отборочные и главные соревнования.

В современной соревновательной практике можно выделить три методических подхода. Первый из них связан со стремлением спортсменов стартовать возможно чаще, добиваясь высоких спортивных результатов в каждом из соревнований. Второй подход предполагает малоинтенсивную соревновательную практику, при этом все внимание спортсменов концентрируется на подготовке к главным соревнованиям сезона. При третьем подходе соревновательная деятельность является обширной, но строго дифференцированной: большая часть соревнований носит подготовительный, контрольный и подводящий характер и используются они в качестве эффективного средства интегральной подготовки. Задача достижения высоких результатов в них не ставится — вся система подготовки концентрируется на необходимости достижения высоких результатов в отборочных и, особенно, в главных соревнованиях.

Достоинством первого подхода является то, что его применение позволяет спортсменам широко использовать соревнования как средство и метод подготовки и контроля за эффективностью тренировочного процесса. Спортсмены адаптируются к условиям соревнований и оказываются способными показывать достаточно стабильные результаты, длительно удерживать состояние высокого уровня готовности к соревнованию. Однако постоянное стремление к достижению высоких спортивных результатов в различных соревнованиях связано с излишними нервно-психическими и физическими нагрузками, на-

рушением процесса планомерной подготовки, ухудшением технической подготовленности и, как правило, приводит к снижению спортивных результатов в главных соревнованиях.

Второй подход также имеет свои недостатки, особенно при подготовке спортсменов высшей квалификации. Во-первых, ограниченная соревновательная практика лишает спортсмена одного из важнейших факторов, обеспечивающих дальнейшее развитие приспособительных реакций организма (Платонов, Вайцеховский, 1985). Во-вторых, недостаточный соревновательный опыт часто не позволяет полноценно реализовать в главных соревнованиях технико-тактический и функциональный потенциал. Это связано с тем, что при такой подготовке соревнования таят много неожиданного, а встреча с любым непредсказуемым фактором вызывает в организме человека прежде всего реакцию тревоги, которая эмоционально окрашивает предстоящую деятельность (Mathesius, 1994).

Третий подход является наиболее плодотворным, так как позволяет использовать преимущества и одновременно сгладить недостатки первых двух. При этом следует помнить, что для реализации в условиях главных соревнований технико-тактического мастерства, физических и психических возможностей в подготовительных, контрольных и подводящих соревнованиях необходимо обеспечивать повышенную активность спортсмена, что способствует интегративному проявлению различных сторон подготовленности в соответствии с требованиями оптимальной соревновательной деятельности.

При планировании соревнований в течение года необходимо учитывать единство тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в системе подготовки. В частности, соревновательные нагрузки должны гармонично сочетаться с динамикой тренировочных нагрузок и составлять с ними единое целое. Цели участия спортсмена в соревнованиях на различных этапах подготовки должны соответствовать уровню его подготовленности и способности решать поставленные задачи. Все соревнования годичного цикла необходимо подчинить задаче достижения пика функциональных, технико-тактических и психологических возможностей спортсмена к моменту главных соревнований мезоцикла или года.

Глава 18

Результат соревновательной деятельности

Спортивный результат как продукт соревновательной деятельности, представляющий для спортсмена, тренера, зрителей, спортивной организации, страны самостоятельную ценность, обусловливается большим количеством факторов. В их числе индивидуальные особенности личности спортсмена, эффективность системы подготовки, материально-технические условия подготовки и соревнований, климатические, географические и социальные условия, в которых проводятся соревнования, и др.

Спортивный результат оценивается как самим спортсменом, так и обществом с учетом уровня соревнований, состава соревнующихся, уровня конкуренции, сложившихся условий соревновательной борьбы. Естественно, что высокий результат, показанный в соревнованиях высокого ранга, в условиях жесткой конкуренции примерно равных по силам соперников оценивается особенно высоко.

Спортивные результаты, превышающие ранее достигнутые на официальных соревнованиях определенного ранга, фиксируются как рекорды.

В зависимости от масштаба соревнований различают мировые, олимпийские, региональные, континентальные, национальные, территориальные, ведомственные рекорды и высшие достижения спортивных организаций.

Рекорды в современном олимпийском спорте, как и победа на Олимпийских играх, доступны лишь спортсменам, не только имеющим уникальные природные способности, но и сумевшим их развить благодаря многолетней рационально спланированной подготовке.

Спортивные результаты в плавании и их динамика

На протяжении многих лет специалисты исследуют факторы, определяющие возрастание результатов в плавании, пытаются выявить тенденции их роста в его различных видах соревнований. Однако количество факторов, определяющих этот феномен, так велико, что спортивная практика чаще всего опровергает даже самые смелые прогнозы. Каждые очередные крупные соревнования — чемпионаты мира, Олимпийские игры — приносят новые мировые и олимпийские рекорды, неожиданные и яркие победы.

Интересно проследить, насколько изменились представления о возможностях пловцов, специализирующихся на различных дистанциях, на протяжении всего нескольких десятилетий.

На Играх XX Олимпиады в Мюнхене блестяще выступили пловцы, установившие девять мировых рекордов в мужском плавании и

ТАБЛИЦА 18.1 — Результаты победителей Игр XX Олимпиады 1972 г. по плаванию и места, которые они могли бы занять в списках сильнейших пловцов мира в 1992 г.

Дистанция, способ плавания	Спортсмен	Результат в 1972 г.	Место в мировом рейтинге в 1992 г.
	Мужчины		
100 м, вольный стиль	М. Спитц	51,22	83
200 м, вольный стиль	М. Спитц	1.52,78	115
1500 м, вольный стиль	М. Бартон	15.52,58	89
100 м, брасс	Н. Тагучи	1.04,94	123
200 м, брасс	Дж. Хенкен	2.21,35	132
100 м, баттерфляй	М. Спитц	54,27	13
200 м, баттерфляй	М. Спитц	2.00,70	24
200 м, на спине	Р. Маттес	2.02,82	53
200 м, комплексное плавание	Г. Ларссон	2.07,17	111
	Женщины		
200 м, вольный стиль	Ш. Гоулд	2.03,56	58
400 м, вольный стиль	Ш. Гоулд	4.19,04	60
800 м, вольный стиль	К. Ротхаммер	8.53,68	65
100 м, брасс	К. Керр	1.13,58	131
100 м, баттерфляй	М. Аоки	1.03,34	70
200 м, баттерфляй	К. Моу	2.15,57	50
200 м, на спине	М. Белоут	2.19,19	122
200 м, комплексное плавание	Ш. Гоулд	2.23,07	157
400 м, комплексное плавание	Г. Нилл	5.02,97	169

девять — в женском. Среди победителей были такие выдающиеся спортсмены современности, как М. Спитц, Дж. Хенкен, Р. Маттес, Ш. Гоулд, К. Ротхаммер и др. В 1992 г. с этими результатами они могли бы занять места в списках сильнейших пловцов мира, указанные в таблице 18.1.

Приведенные данные свидетельствуют не только об огромном прогрессе в спортивных результатах пловцов, но и о том, что он выражен неодинаково в различных видах соревнований. Наиболее резко повысились результаты во всех видах женских соревнований, а в мужских — только у мужчин, специализирующихся в плавании на дистанциях 100 и 200 м, брасс, 200 м, комплексное плавание, 200 м, вольный стиль. Что касается отдельных видов соревнований (100 и 200 м, баттерфляй, 200 м, на спине), то здесь прирост результатов меньше, что можно объяснить талантом выдающихся пловцов тех лет — М. Спитца и Р. Маттеса.

О постоянном росте достижений пловцов свидетельствуют и итоги Игр Олимпиад и чемпионатов мира последующих лет. Например, результаты, которые показали победители Игр Олимпиады 1992 г. во всех видах соревнований, оказались намного ниже продемонстрированных чемпионами Пекинской Олимпиады 2008 г. Лишь венгерская спортсменка К. Эгерсеги могла бы завоевать бронзовую медаль в плавании на дистанции 200 м на спине. Результаты, показанные всеми остальными чемпионами Игр 1992 г., в 2008 г. в большинстве видов соревнований не позволили бы им даже выйти в финал (табл. 18.2).

ТАБЛИЦА 18.2 — Результаты победителей Игр Олимпиады 1992 г. по плаванию и места, которые они могли бы занять с этими результатами на Играх Олимпиады 2008 г.

Дистанция, способ плавания	Спортсмен	Результат в 1992 г.	Место в 2008 г.
	Мужчины		
100 м, вольный стиль	А. Попов	49,02	22
200 м, вольный стиль	Е. Садовый	1.46,70	6
400 м, вольный стиль	Е. Садовый	4.45,00	11
1500 м, вольный стиль	К. Перкинс	14.43,48	5
100 м, брасс	Г. Дибел	1.01,50	29
200 м, брасс	М. Берроумен	2.10,16	9
100 м, баттерфляй	П. Моралес	53,32	37
200 м, баттерфляй	М. Стюарт	1.56,26	15
100 м, на спине	М. Тьюксбери	53,98	8
200 м, на спине	М. Лопес-Зуберо	1.58,57	6
200 м, комплексное плавание	Т. Дарньи	2.00,76	21
400 м, комплексное плавание	Т. Дарньи	4.12,36	9
	Женщины		
100 м, вольный стиль	Чуан Йон	55,64	30
200 м, вольный стиль	Н. Хейслетт	1.57,90	11
400 м, вольный стиль	Д. Хазе	4.07,18	11
800 м, вольный стиль	Д. Эванс	8.25,52	7
100 м, брасс	Е. Рудковская	1.08,00	9
200 м, брасс	К. Ивасаки	2.26,65	13
100 м, баттерфляй	Кван Хон	0.58,62	20
200 м, баттерфляй	С. Сендерс	2.08,67	13
100 м, на спине	К. Эгерсеги	1.00,68	16
200 м, на спине	К. Эгерсеги	2.07,06	3
200 м, комплексное плавание	Ли Лин	2.11,65	4
400 м, комплексное плавание	К. Эгерсеги	4.36,54	8

Рост мировых рекордов

Уже на протяжении десятилетий эксперты из разных стран предрекают стабилизацию результатов в спортивном плавании, снижение темпа роста мировых рекордов. Однако этого не происходит. Каждые очередные Игры Олимпиад и чемпионаты мира приводят к установлению большого количества новых мировых рекордов.

Например, на чемпионате мира, состоявшемся в 2009 г. в Риме, в мужском плавании из 20 видов соревнований мировые рекорды были побиты в 16. Еще один рекорд был установлен в том же году, два — на Играх Олимпиады 2008 г. в Пекине. И лишь феноменальный рекорд Гранта Хаккета на дистанции 1500 м вольным стилем, установленный в 2001 г., удержался до чемпионата мира 2011 г. Подобная ситуация и в женском плавании: на чемпионате мира 2009 г. рекорды были обновлены в 14 видах соревнований из 20 и 5 — в других соревнованиях, прошедших в 2008 и 2009 гг., и лишь один рекорд удержался с 2007 г.

В мужском плавании на дистанции 100 м вольным стилем только в течение 2008 и 2009 гг. мировые рекорды обновлялись семь раз; с 2004 по 2009 г. было установлено семь мировых рекордов в плавании на дистанции 100 м на спине; семь мировых рекордов в течение 2003—2009 гг. было установлено в плавании на дистанции 200 м брассом и за этот же период восемь мировых рекордов — в плавании на дистанции 100 м баттерфляем и др. Аналогичная ситуация наблюдается в женском плавании: семь мировых рекордов на дистанции 100 м вольным стилем за период с 2006 по 2009 г.; шесть мировых рекордов (2005—2009 гг.) на дистанции 200 м баттерфляем; шесть мировых рекордов (2006—2009 гг.) на дистанции 400 м вольным стилем; семь мировых рекордов только в течение 2008 и 2009 гг. на дистанции 100 м на спине и т. д.

Ни с чем подобным в прежние десятилетия мы не сталкивались. Например, рекорд Трейси Уикхем на дистанции 400 м вольным стилем, установленный в 1978 г. (4:06.28), продержался 10 лет, а рекорд Джанет Эванс на этой же дистанции (4:03.85), установленный в 1988 г., продержался 18 лет, до 2006 г. Однако в последующие пять лет рекорд на этой дистанции улучшался 6 раз и достиг результата 3:59.15, превысив достижение Эванс на 4.7 с, т. е. на столько, на сколько был улучшен мировой рекорд за предыдущие 30 лет.

На дистанции 200 м в комплексном плавании среди женщин рекорд спортсменки из ГДР Уте Гевенигер продержался более 11 лет (1981—1992 гг.), около 11 лет (1997—2008 гг.) продержался рекорд Яньянь Ву (Китай). Однако затем, немногим более чем за один год, рекорд был превышен 4 раза в общей сложности на 3,58 с. На дистанции 400 м в комплексном плавании среди женщин рекорд Петры Шнайдер (ГДР), установленный в 1982 г., не был превзойден в течение 15 лет, а рекорд Яны Клочковой (Украина) — 7 лет (2000—2007 гг.). В течение полутора лет (2007—2008 гг.) соперничество между Кэти Хофф (США) и Стефани Райс (Австралия) принесло четыре мировых рекорда. Рекорд Клочковой был улучшен на 4,14 с, в то время как за 18 лет от рекорда Шнайдер до рекорда Клочковой улучшение составило 2,51 с. Мировой рекорд на дистанции 50 м вольным стилем Тома Джагера (1990 г.) продержался 10 лет и был побит Александром Поповым лишь в 2000 г. Рекорд Попова устоял 8 лет. В течение 2008—2009 гг. рекорд на этой дистанции улучшался шесть раз четырьмя пловцами. Рекорд Инги де Брюйн, установленный в 2000 г., был превышен лишь через 8 лет, а затем в течение полутора лет различными спортсменками улучшался еще трижды.

Эти примеры являются отражением бурного прогресса спортивного плавания в последние годы, следствием которого стало воспитание большого количества пловцов высокого класса, создавших атмосферу острейшей конкуренции в этом виде спорта. В основе столь стремительного роста мастерства пловцов разных стран лежит большое количество причин. Одни из них носят социально-политический характер, другие — организационно-экономический, а остальные — спортивно-технологический. К первой группе следует отнести:

- повышение социально-политической значимости спортивных успехов, особенно на Играх Олимпиад, увеличение государственной поддержки спорта высших достижений;
- планомерное превращение спортивной деятельности в популярную профессию, коммерциализация и профессионализация спортивного плавания;
- совершенствование организационно-управленческих основ подготовки пловцов (спортивные лагеря, тренировочные центры, возможность перспективных пловцов из разных стран пройти обучение в известных клубах США и др.);
- расширение спектра и качества услуг, предоставляемых в процессе подготовки перспективным пловцам, а также привлечение к подготовке пловцов кроме тренера еще и физиологов, биохимиков, фармакологов, диетологов, физиотерапевтов, психологов, специалистов по физической подготовке на суше и др.

В числе причин, относящихся непосредственно к подготовке и соревновательной деятельности пловцов, следует отметить:

- повышение конкуренции в различных соревнованиях и усиление внутренней конкуренции в командах университетов, клубов, сборных командах, что требует от пловцов более заинтересованного и сознательного отношения к подготовке, самоотдачи в тренировочной и соревновательной деятельности;
- резкое увеличение в последние годы продолжительности выступлений пловцов на высшем уровне часто до возраста 30—35 лет; устранение организационно-психологического и методического барьера в многолетней подготовке пловцов, согласно которому в течение десятилетий было принято считать плавание «спортом юных», а возраст старше 20—22 лет — выходящим за пределы оптимального для демонстрации наивысших результатов;
- подход к плаванию как к своеобразному многоборью, в котором эффективность старта, поворота, преодоления подводных участков дистанции оказались не менее значимыми, чем дистанционная скорость;
- обостренное внимание к изучению спортивной техники, повышению роли технической подготовки, особенно в отношении уменьшения лобового и волнового сопротивления;
- резкое расширение состава средств тренировки на суше как необходимой основы успешной подготовки в воде;
- повышение внимания к качественным характеристикам тренировочного процесса и индивидуальному подходу;
- расширение состава технических средств, тренажеров, условий внешней среды, способных повлиять на эффективность подготовки;
- объективизация процесса подготовки на основе регулярного тестирования, использования современных информационных систем;
- внимание к профилактике спортивного травматизма, ранняя диагностика травм и эффективная реабилитация;

• планирование рациона питания, использования диетических добавок, фармакологических средств, восстановительных процедур в качестве компонентов подготовки, органически связанных с тренировочными и соревновательными нагрузками.

Большое влияние на рост мировых рекордов в первое десятилетие XXI ст. оказало и массовое внедрение в практику соревнований пловцов гидродинамических костюмов, увеличивающих плавучесть и обтекаемость тела. Принятые международной федерацией ограничения в отношении костюмов, конечно, в определенной мере скажутся на росте результатов и количестве устанавливаемых рекордов. Однако ведущие тренеры мира склонны считать, что эти ограничения не окажут кардинального влияния на уровень достижений пловцов. Нынешние рекорды стали четким ориентиром для пловцов и их тренеров, основой для их психологической установки и построения процесса подготовки, поиска резервов дальнейшего совершенствования. Итоги прошедшего в 2011 г. чемпионата мира это наглядно продемонстрировали.

Динамика мировых рекордов в мужском и женском плавании

В специальной литературе неоднократно поднимался вопрос о различиях в темпах роста рекордов в мужском и женском плавании. Отстаивалась точка зрения, согласно которой специфика спортивного плавания создает предпочтительные условия для роста достижений в женском плавании, и в этой связи неизбежно сближение рекордов, устанавливаемых мужчинами и женщинами.

Действительно, в 60—80-е годы XX ст. уровень мировых рекордов в женском плавании возрастал стремительнее по сравнению с мужским (табл. 18.3). Если проследить различия между мировыми рекордами в мужском и женском плавании в 1970 и 1990 гг., то легко убедиться в том, что разрыв в показателях результатов у мужчин и женщин в подавляющем большинстве случаев за 20 лет существенно уменьшился. Однако это сближение было обусловлено не объективными закономерностями, свидетельствующими о возможностях женщин приблизиться или сравняться в отдельных видах соревнований с мужчинами, а факторами внешнего порядка. В частности, обострение конкуренции на олимпийской арене, постоянный рост политической значимости итогов Олимпийских игр стимулировали разные страны к первоочередному развитию женского спорта, уровень конкуренции в котором был значительно ниже, а возможность завоевания олимпийских наград — несравненно выше. Именно этот факт во многом предопределил стратегию развития плавания в 1970-х годах в ГДР. Тщательный отбор перспективных спортсменок, а также интенсивные тренировочные занятия, воздействие которых было увеличено фармакологической стимуляцией, привели к ошеломляющим результатам женщин в плавании. Так, на Играх двух Олимпиад (1968 и 1972 гг.) в женских видах соревнований в спортивном плавании в активе сборной ГДР не было ни одной золотой медали. В 1976 г. в олимпийском Монреале абсолютно неожиданно для спортивного мира спортсменки из ГДР завоевали 11 из 13 золотых медалей, в шести видах — с мировыми рекордами, а в трех — с олимпийскими.

Стимулом к развитию женского плавания в США явилось принятие в этой стране в 1972 г. закона об устранении дискриминации женщин в отношении получения образования и допуска их к участию в спортивных программах наряду с мужчинами. Это позволило многим талантливым юным спортсменкам — выпускницам школ — поступить в вузы на льготных условиях и активно включиться в подготовку и участие в соревнованиях на уровне университетского спорта. В университетах было организовано большое количество женских команд, созданы необходимые

ТАБЛИЦА 18.3 — Динамика мировых рекордов в плавании, установленных мужчинами и женщинами

Вид соревнований	1970 г.			1990 г.			2010 г.		
	Мужчины	Женщины	Разность	Мужчины	Женщины	Разность	Мужчины	Женщины	Разность
100 м, вольный стиль	51,94	1.00,2	8,08	48,42	54,73	6,31	46,91	52,07	5,16
200 м, вольный стиль	1.54,3	2.11,6	17,3	1.46,69	1.57,55	10,86	1.42,00	1.52,98	10,98
400 м, вольный стиль	4.02,6	4.44,5	41,9	3.46,95	4.03,85	16,90	3.40,07	3.59,15	16,08
100 м, брасс	1.05,8	1.19,1	13,3	1.01,49	1.07,91	6,42	58,58	1.04,45	5,87
200 м, брасс	2.23,5	2.50,3	13,8	2.11,53	2.26,71	15,18	2.07,31	2.20,12	12,81
100 м, на спине	56,9	1.05,6	8,7	54,51	1.00,59	6,08	51,94	58,12	6,18
200 м, на спине	2.02,8	2.20,6	17,8	1.58,14	2.08,60	10,46	1.51,92	2.04,81	12,89
100 м, баттерфляй	55,6	1.04,1	8,5	52,84	57,93	5,09	49,82	56,06	6,24
200 м, баттерфляй	2.05,0	2.19,3	14,3	1.56,24	2.05,96	9,72	1.51,51	2.01,81	10,3

условия для их подготовки. Уже через несколько лет в США была подготовлена большая группа спортсменок, установивших мировые рекорды в различных видах соревнований — Мэри Мигер, Линда Джезек, Синтия Вудхед, Трейси Колкинс.

Приоритетному развитию женского спорта, в частности плавания как одного из наиболее медалеемких видов, было уделено внимание и в других странах, стремящихся добиться успехов на олимпийской арене. Например, начиная с середины 1980-х годов, опыт ГДР начал активно внедряться в КНР, что уже в начале 1990-х годов принесло китайскому плаванию и мировые рекорды и успешные выступления на Играх Олимпиады 1992 г.

К середине 1990-х годов возможности для опережающего роста достижений в женском плавании по сравнению с мужским были исчерпаны и дальнейшее улучшение мировых рекордов в мужских и женских видах соревнований шло параллельно. В 2010 г. диапазон между мировыми рекордами в различных видах соревнований среди мужчин и женщин остался практически таким же, каким он был в 1990 г. Основания говорить о неизбежном сближении результатов мужчин и женщин отпали сами собой, тем более что во многих исследованиях последних десятилетий убедительно показано, что существенные биологические различия между мужчинами и женщинами предопределяют значительное преимущество мужчин во всех видах соревнований современного плавания.

Однако не во всех видах соревнований преимущество мужчин является одинаковым. Результаты женщин наиболее близки к результатам мужчин в тех видах соревнований, в которых спортивный результат в основном определяется теми компонентами, в которых отмечаются наименьшие различия между мужчинами и женщинами. В частности, это относится к средним и длинным дистанциям, результат которых в значительной мере обусловлен возможностями аэробной системы энергообеспечения. Наибольшее различие отмечается в видах соревнований, результат которых обусловливается скоростно-силовыми возможностями и мощностью работы. Поэтому дистанции 400 и 800 м вольным стилем женщины преодолевают со скоростью, составляющей 92—93 % скорости, развиваемой мужчинами, а 50- и 100-метровые — 88—90 %.

Уровень современных мировых рекордов, установленных женщинами в плавании различными способами и на разных дистанциях, в среднем соответствуют уровню рекордов в мужских видах соревнований, установленных примерно 40 лет назад — в конце 1960-х — начале 1970-х годов. Наивысшие результаты, которые показывали женщины в 1960 г., соответствовали достижениям мужчин второй половины 1920-х — начала 1930-х годов, т. е. отставание составляло 30—35 лет. И в настоящее время нет оснований думать, что различие в результатах сильнейших мужчин и женщин будет сокращаться.

Скорость при проплывании дистанций разной длины

Исключительно стабильным является соотношение скорости при проплывании дистанций разной длины, что наиболее наглядно можно проследить на материале вольного стиля, учитывая большие различия в протяженности соревновательных дистанций. Резкое снижение скорости (примерно на 10 %) на 200-метровой дистанции по сравнению со 100-метровой обусловлено существенным снижением интенсивности работы в связи с исчерпанием ресурсов анаэробных систем энергообеспечения. При проплывании дистанций большей длины падение скорости резко замедляется в связи с преимущественно аэробным путем энергообеспечения и врабатыванием аэробной системы (табл. 18.4).

ТАБЛИЦА 18.4 — Скорость плавания (% показанной на 100-метровой дистанции) на дистанциях 200, 400 и 1500 м вольным стилем (мужчины) при установлении мировых рекордов в разные годы

Год	Дистанция, м		
	200	400	1500
1960	89,55	85,05	79,20
1970	90,88	85,63	81,39
1980	90,58	85,80	81,56
1990	90,77	85,33	81,17
2000	90,82	86,74	80,56
2010	91,98	85,25	80,46

Стабильность снижения скорости с увеличением длины дистанций является следствием весьма интересной закономерности, отражающей параллельное и равноэффективное совершенствование техники плавания и методики подготовки спринтеров, средневиков и стайеров, несмотря на существенное различие в факторах, обусловливающих достижения на различных дистанциях.

Глава 19

Структура соревновательной деятельности пловцов

Если ранее представления о структуре соревновательной деятельности ограничивались преимущественно описанием, то в последние десятилетия они дополнились большим объемом точной, количественно выраженной информации. Наличие достаточно четких представлений об основных компонентах соревновательной деятельности в плавании, о роли каждого из них для достижения высоких спортивных результатов, взаимосвязи различных компонентов позволяет в значительной мере систематизировать и упорядочить весь процесс подготовки пловцов. Целесообразно выделить следующие субординационные уровни:

- Соревновательная деятельность как интегральная характеристика подготовленности пловца.
- Основные компоненты соревновательной деятельности (старт, уровень дистанционной скорости, поворот, финиш и др.).
- Интегральные качества, определяющие эффективность действий пловца при выполнении основных составляющих соревновательной деятельности (например, по отношению к уровню дистанционной скорости такими качествами являются специальная выносливость и скоростные способности).
- Основные функциональные параметры и характеристики, определяющие уровень развития интегральных качеств (например, по отношению к специальной выносливости такими характеристиками являются показатели мощности и емкости систем энергообеспечения, экономичность работы, устойчивость и подвижность в деятельности основных функциональных систем и др.).
- Частные показатели, определяющие уровень основных функциональных параметров и характеристик (к примеру, по отношению к $\dot{V}O_2max$ — интегральному показателю, отражающему мощность аэробной системы энергообеспечения — такими показателями являются процент МС-волокон, объем сердца, сердечный выброс, емкость капиллярной сети, активность аэробных ферментов и др.).

Компоненты соревновательной деятельности

Дистанция 50 м

Эффективная оценка соревновательной деятельности требует дифференцированного подхода к различным дистанциям. В частности, для оценки эффективности соревновательной деятельности на дистанции 50 м рекомендуются следующие компоненты:

1 — время сложной реакции на старте (время от подачи стартового сигнала до отрыва ног пловца от стартовой тумбочки), с;

2 — скорость на 10-метровом стартовом отрезке, $м \cdot с^{-1}$;

3 — скорость на первом отрезке дистанции — от 10 до 25 м, $м \cdot с^{-1}$;

4 — скорость на втором отрезке дистанции — 25—40 м, $м \cdot с^{-1}$;

5 — скорость на 10-метровом финишном отрезке, $м \cdot с^{-1}$ (рис. 19.1).

В наиболее общем виде эти компоненты могут быть отнесены к скоростно-силовым и координационным или к функциональным. Их вклад в конечный результат на дистанции 50 м показан на рисунке 19.2.

Скоростно-силовые и координационные компоненты определяют конечный результат примерно на 20 %, функциональные — на 80 %. Между отдельными компонентами корреляционная связь либо незначительная, либо вообще отсутствует, что предопределяет необходимость дифференцированного совершенствования способностей пловца в каждом из них с параллельной интеграцией, обеспечивающей их органическую взаимосвязь в соревновательной деятельности.

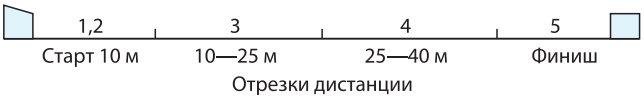


РИСУНОК 19.1 — Компоненты соревновательной деятельности при проплывании 50-метровой дистанции

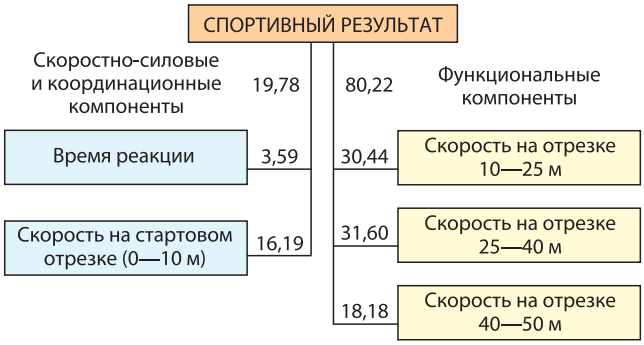


РИСУНОК 19.2 — Влияние различных компонентов соревновательной деятельности на спортивный результат (мужчины, дистанция 50 м вольным стилем), %

Время реакции на стартовый сигнал предопределяется совершенством деятельности анализаторов, подвижностью нервных процессов, быстротой передачи нервных импульсов, скоростью мышечного сокращения.

Скорость на стартовом отрезке (0—10 м) зависит от скоростной силы мышц нижних конечностей, своевременности и мощности отталкивания от тумбы, рационального угла вылета тела, его положения в полете, угла входа в воду и, что очень важно, от положения различных частей тела при скольжении, своевременности перехода к работе ног, своевременности и мощности первых рабочих движений после выхода тела на поверхность воды.

Скорость на отрезке 10—25 м определяется мощностью рабочих движений, мощностью и емкостью алактатного анаэробного энергообеспечения. На отрезке 25—40 м, наряду с емкостью анаэробного алактатного процесса, решающее значение приобретают подвижность и мощность гликолитического анаэробного энергообеспечения.

В таблице 19.1 представлены характеристики соревновательной деятельности высококвалифицированных пловцов, специализирующихся на дистанции 50 м вольным стилем, которые свидетельствуют о достаточно больших колебаниях индивидуальных значений.

ТАБЛИЦА 19.1 — Компоненты соревновательной деятельности пловцов высокой квалификации на дистанции 50 м вольным стилем (мужчины, n = 30)

Компонент	$\bar{X}$	Вариативность индивидуальных значений
Время сложной реакции на старте, с	0,83	0,74—0,88
Скорость, м·с$^{-1}$		
на стартовом отрезке 0—10 м	2,79	2,68—2,90
на отрезке 10—25 м	2,15	2,04—2,32
на отрезке 25—40 м	2,07	2,01—2,15
на отрезке 40—50 м	2,04	1,94—2,18

Дистанция 100 м

Соревновательная деятельность пловца на дистанции 100 м оценивается по таким компонентам:

1 — время сложной реакции на старте, с;

2 — скорость на 10-метровом стартовом отрезке, м · с$^{-1}$;

3 — скорость на первом отрезке дистанции от 10 до 25 м, м · с$^{-1}$;

4 — скорость на втором отрезке дистанции — 25—42,5 м, м · с$^{-1}$;

5 — скорость на 7,5-метровом отрезке подплывания к поворотному щиту, м · с$^{-1}$;

6 — скорость на 7,5-метровом отрезке при отплывании от поворотного щита, м · с$^{-1}$;

7 — скорость на третьем отрезке дистанции — 57,5—75 м, м · с$^{-1}$;

8 — скорость на четвертом отрезке дистанции — 75—90 м, м · с$^{-1}$;

9 — скорость на 10-метровом финишном отрезке, м · с$^{-1}$ (рис. 19.3).

Роль различных скоростно-силовых, координационных и функциональных компонентов для достижения конечного результата варьирует в широком диапазоне — от 1,7 до 18,18 % — и пропорциональна времени выполнения каждого из компонентов при преодолении соревновательной дистанции (рис. 19.4).

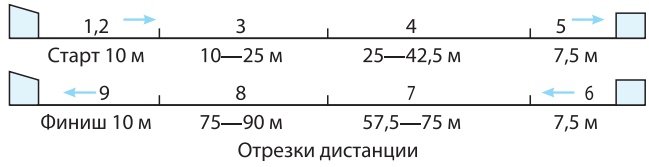


РИСУНОК 19.3 — Компоненты соревновательной деятельности при проплывании дистанции 100 м

РИСУНОК 19.4 — Влияние различных компонентов соревновательной деятельности на спортивный результат (мужчины, дистанция 100 м вольным стилем), %

Рассмотрение взаимосвязей различных компонентов соревновательной деятельности свидетельствует об их независимости. Однако между отдельными родственными компонентами отмечается достоверная положительная корреляционная связь: скорость на отрезке 10—25 м — скорость на отрезке 25—42,5 м (0,54); скорость на отрезке 75—90 м — скорость на отрезке 90—100 м (0,42). Встречаются случаи отрицательной достоверной корреляционной связи: между скоростью на стартовом отрезке и скоростью на заключительных отрезках дистанции — 75—90 м и 90—100 м соответственно.

Представленный материал подтверждает необходимость подхода к плаванию на 100-метровых дистанциях как ко многокомпонентным комплексным видам соревнований, результат которых зависит от способности спортсмена к достижению высокой результативности как в отдельных составляющих соревновательной деятельности, так и в их интегральном проявлении при преодолении всей дистанции. В этой связи успешная подготовка спортсменов требует наличия четкого представления о факторах, определяющих результативность пловца в каждом из компонентов соревновательной деятельности. Скорость на стартовом отрезке (0—10 м), отрезках 10—25 м, 25—42,5 м определяется теми же способностями, что и при проплывании дистанции 50 м. На отрезке 57,5—75 м решающее значение приобретают мощность гликолитического процесса и способность к изменению структуры движений с учетом постепенно развивающегося утомления в связи с накоплением продуктов распада в мышечной ткани.

> «Перед своим заплывом я всегда отхожу в сторону и продумываю дистанцию, концентрируя основное внимание на том, чтобы долго и быстро плыть под водой при помощи ног после каждого отталкивания от стенки. На стартовой платформе я говорю себе: «Ты сможешь это сделать, ты плавала эту дистанцию миллион раз». На первом отрезке дистанции 100 м я стараюсь проплыть все 15 м под водой, а затем пройти остаток бассейна, наращивая скорость. Я стараюсь наращивать скорость всю дистанцию, хотя обычно прохожу первую часть дистанции очень быстро. Я делаю 10—12 ударов ногами после каждого отталкивания от стенки бассейна, благодаря этому я могу видеть всех основных соперников».
>
> Лони Бартон, одна из сильнейших спортсменок США в плавании баттерфляем

На заключительных отрезках дистанции результативность деятельности пловца определяется мощностью и емкостью анаэробного гликолитического процесса, подвижностью аэробного процесса, вариативностью спортивной техники, позволяющей увязать структуру движений с функциональным состоянием организма и сохранить заданную скорость, эффективностью контроля и управления движениями в условиях прогрессирующего утомления, психологической устойчивостью к преодолению состояния тяжелого утомления.

ТАБЛИЦА 19.2 — Компоненты соревновательной деятельности пловцов высшей квалификации на дистанции 100 м вольным стилем (мужчины, n = 30)

Компоненты	$\bar{X}$	Разброс индивидуальных значений
Время сложной реакции на старте, с	0,85	0,76—0,90
Скорость, м·с$^{-1}$		
на стартовом отрезке (0—10 м)	2,69	2,63—2,86
при подплывании к поворотному щиту	1,80	1,65—1,95
при отплывании от поворотного щита	2,42	2,18—2,66
на отрезке 10—25 м	2,02	1,92—2,11
на отрезке 25—42,5 м	1,94	1,87—2,01
на отрезке 57,5—75 м	1,87	1,82—1,95
на отрезке 75—90 м	1,84	1,75—1,89
на отрезке 90—100 м	1,86	1,71—2,02

Скорость при подплывании к поворотному щиту зависит от технической подготовленности спортсмена к эффективному выполнению поворота, различных видов координационных возможностей, эффективности перехода от циклической работы к выполнению двигательного действия принципиально иного характера с явно выраженными скоростно-силовыми и сложно-координационными компонентами.

Скорость при отплывании от поворотного щита определяется положением тела перед толчком, своевременностью и мощностью толчка, положением тела при скольжении, эффективностью перехода к работе циклического характера, эффективностью движений рук и ног в первых циклах.

Следует учитывать и значительный разброс индивидуальных значений, проявляющийся во всех без исключения компонентах (табл. 19.2).

Дистанция 200 м

Соревновательная деятельность на дистанции 200 м оценивается таким же образом, как и проплывание дистанций 50 и 100 м, за исключением того, что дистанционная скорость может измеряться как на 25-, так и на 50-метровых отрезках.

В частности, регистрируются следующие компоненты:

1 — время сложной реакции на старте, с;

2 — скорость на 10-метровом стартовом отрезке, м · с$^{-1}$;

3 — скорость на первом отрезке дистанции (10—42,5 м), м · с$^{-1}$;

4 — скорость на 7,5-метровом отрезке подплывания к поворотному щиту, м · с$^{-1}$;

5 — скорость на 7,5-метровом отрезке при отплывании от поворотного щита, м · с$^{-1}$;

6 — скорость на втором отрезке дистанции (57,5—92,5 м), м · с$^{-1}$;

7 — скорость на 7,5-метровом отрезке при подплывании к поворотному щиту, м · с$^{-1}$;

8 — скорость на 7,5-метровом отрезке при отплывании от поворотного щита, м · с$^{-1}$;

9 — скорость на третьем отрезке дистанции (107,5—142,5 м), м · с$^{-1}$;

10 — скорость на 7,5-метровом отрезке при подплывании к поворотному щиту, м · с$^{-1}$;

11 — скорость на 7,5-метровом отрезке при отплывании от поворотного щита, м · с$^{-1}$;

12 — скорость на четвертом отрезке (157,5—190 м) дистанции (7,5—40 м), м · с$^{-1}$;

13 — скорость на 10-метровом финишном отрезке, м · с$^{-1}$ (рис. 19.5).

На дистанции 200 м существенно возрастает роль таких компонентов скоростно-силового и координационного характера, как скорость

РИСУНОК 19.5 — Компоненты соревновательной деятельности пловца при проплывании дистанции 200 м

РИСУНОК 19.6 — Влияние различных компонентов соревновательной деятельности на спортивный результат (мужчины, дистанция 200 м вольным стилем), %

при подплывании и отплывании от поворотного щита при одновременном снижении роли времени сложной реакции на старте и скорости на стартовом отрезке (рис. 19.6).

Скорость на первых двух отрезках дистанции (10—42,5 м, 57,5—92,5 м), как и на дистанции 100 м, во многом определяется мощностью и емкостью алактатного анаэробного процесса, подвижностью и мощностью гликолитического анаэробного процесса, а также подвижностью аэробного процесса энергообеспечения. На второй половине дистанции решающее значение приобретает емкость гликолитического и мощность аэробного процесса энергообеспечения.

Дистанции 400, 800 и 1500 м

Структура соревновательной деятельности при проплывании этих дистанций оценивается таким же образом, как и при проплывании дистанции 200 м. В случае необходимости, при анализе фактического материала отдельные показатели могут быть объединены. Например, при анализе соревновательной деятельности на дистанции 1500 м эффективность старта следует оценивать по сумме первых двух показателей с определением общего времени — от стартового сигнала до пересечения 10-метровой отметки дистанции. Может определяться средняя скорость двух поворотных участков.

В зависимости от длины дистанции следует дифференцированно подходить к оценке эффективности финиша. Если при проплывании дистанций 50, 100 и 200 м это делается по времени преодоления заключительного 10-метрового отрезка, то на более длинных дистанциях оценивается соответственно более длинный отрезок: на дистанции 100—400 м — 25—50 м, 800 м — 50—100 м, 1500 м — 100—200 м.

При увеличении длины соревновательных дистанций конечный результат зависит от качества поворотов, скорости на отрезках при подплывании и отплывании от поворотного щита. На дистанции 1500 м эти компоненты, требующие ориентировки, а также высоких координационных и скоростно-силовых проявлений, составляют почти ее треть. Таким образом, результат на дистанциях 400, 800 и 1500 м почти на треть определяется эффективностью поворотов. При этом роль старта уменьшается — до 2,5—0,6 %.

Существенно изменяется и роль различных процессов энергообеспечения. С увеличением длины дистанций возрастает значение подвижности, мощности, а на дистанции 1500 м и емкости аэробного энергообеспечения, а также экономичности использования энергии. Соответственно уменьшается роль алактатного ана-

эробного процесса. В то же время для всех указанных дистанций, в том числе и 1500 м, когда речь идет об эффективности финиша, остается существенным значение мощности и емкости гликолитического анаэробного процесса.

В последние годы рост достижений в спортивном плавании в значительной мере обусловливается скоростью преодоления подводных участков дистанции после старта и поворота, допустимая протяженность которых 15 м. С учетом этого специалисты Института спортивной медицины и спортивной науки Национального олимпийского комитета Италии (CONI) используют несколько иное разделение соревновательных дистанций на различные компоненты. В частности, эффективность старта оценивается по времени и скорости преодоления 15-метрового отрезка, эффективность поворота — по времени и скорости преодоления 15 м (5 м — до стенки бассейна, 10 — после) или 20 м (5 + 15 м). Кроме этого определяют скорость плавания на дистанционных участках, темп движений, шаг гребка, время и скорость преодоления 5-метрового финишного отрезка. При проплывании дистанций 50, 100 и 200 м скорость плавания фиксируют на каждом из 25-метровых отрезков, дистанции 400 м — 50-метровых, дистанций 800 и 1500 — 100-метровых.

Особенности соревновательной деятельности пловцов высокого класса

Сильнейшие пловцы мира — финалисты Игр Олимпиад и чемпионатов мира — очень существенно различаются в эффективности выполнения различных компонентов соревновательной деятельности.

При выполнении старта в соревнованиях на дистанциях 50 и 100 м, где роль этого компонента исключительно велика, различия во времени преодоления стартового отрезка (15 м) как мужчинами, так и женщинами достаточно велики и обычно находятся в диапазоне 0,40—0,85 с, что вполне сопоставимо с различиями, разделяющими пловцов на финише этих дистанций — 0,40—1,2 с.

Существенны различия и во времени выполнения поворотов (10 + 5 м) — 0,3—0,9 с. Менее выражен разброс во времени преодоления финишного отрезка (5 м) — 0,15—0,25 с.

Достаточно велики различия между пловцами и в скорости преодоления отдельных отрезков дистанции, особенно в тех случаях, которые обусловлены состоянием тяжелого утомления, связанных с накоплением в мышцах и крови продуктов промежуточного обмена. Например, в соревнованиях женщин на дистанции 200 м брассом на заключительном 50-метровом отрезке у спортсменок одинакового класса скорость может колебаться в диапазоне 1,20—1,35 $м \cdot с^{-1}$, что обеспечивает преимущество на этом отрезке 3 м и более. Большой диапазон различий на заключительном 50-метровом отрезке отличается у мужчин, соревнующихся на дистанции 400 м вольным стилем: одни из них развивают скорость 1,78—1,82 $м \cdot с^{-1}$, другие — 1,65—1,70 $м \cdot с^{-1}$, что приводит к преимуществу пловцов, развивающих более высокую скорость, превышающему 2 м.

Следует отметить, что в течение последнего десятилетия при подготовке пловцов в разных странах резко возросло внимание к работе над повышением эффективности старта, поворотов, преодоления подводных участков дистанции и финишного отрезка. Это привело к тому, что колебания в скорости, развиваемой в этих компонентах соревновательной деятельности, несколько уменьшились по сравнению с периодом 1980—1990-х годов. Однако они остались достаточно существенными и отражают не только эффективность подготовки, но и являются следствием индивидуальных задатков пловцов. Приведем ряд примеров из мировой практики, демонстрирующих, с одной стороны, большие различия в структуре соревновательной деятельности пловцов одного класса, а с другой — возможность достижения наивысших результатов за счет высокого уровня совершенства в отдельных компонентах соревновательной деятельности.

В таблице 19.3 приведены данные, отражающие особенности соревновательной деятельности сильнейших пловцов последних лет, специализирующихся на дистанции 100 м вольным стилем.

ТАБЛИЦА 19.3 — Структура соревновательной деятельности сильнейших пловцов на дистанции 100 м вольным стилем

Пловец	Результат на дистанции 100 м	Скорость при выполнении старта (15 м), $м \cdot с^{-1}$	Средняя дистанционная скорость, $м \cdot с^{-1}$	Скорость прохождения поворота (5+10 м), $м \cdot с^{-1}$	Скорость на финише (5 м), $м \cdot с^{-1}$
Фильо С. (Бразилия)	0.46,91	2,83 (5.30 с)	2,01	2,24 (6.70 с)	1,71 (2.63 с)
Бернард А. (Франция)	0.47,12	2,64 (5.68 с)	2,06	2,17 (6.92 с)	1,68 (2.68 с)
Буске Ф. (Франция)	0.47,25	2,76 (5.44 с)	2,02	2,18 (6.88 с)	1,70 (2.65 с)
Валтерс Д. (США)	0.47,33	2,59 (5.80 с)	2,03	2,19 (6.86 с)	1,75 (2.57 с)
Хайден Б. (Канада)	0.47,27	2,66 (5.64 с)	2,05	2,16 (6.96 с)	1,71 (2.63 с)
Ньюстранд С. (Швеция)	0.47,37	2,84 (5.28 с)	2,00	2,27 (6.60 с)	1,60 (2.81 с)

Как свидетельствуют приведенные данные, никто из сильнейших пловцов не мог составить конкуренцию А. Бернарду в уровне дистанционной скорости — в течение каждой секунды преодоления дистанции он выигрывал у своих конкурентов 3—6 см, что дало ему преимущество перед С. Фильо более 1,5 м, Ф. Буске — 1,2 м, Д. Валтерсом — 90 см. Однако лучший результат оказался у С. Фильо. Он был достигнут им исключительно благодаря скорости, развиваемой на старте и при выполнении поворота, при самой низкой скорости при выполнении циклической работы. С. Ньюстранд на старте (15 м) опередил Д. Валтерса (результат 0.47,33) на 0,52 с, который заключительный 15-метровый отрезок проплыл быстрее С. Ньюстранда на 0,66 с.

Еще ярче проявляется реализация индивидуальных особенностей пловцов, если сопоставить структуру их соревновательной деятельности с обобщенной моделью, в основе которой — обобщение данных большой группы (n = 22) сильнейших пловцов мира, выступавших в период 2000—2010 гг. (рис. 19.7).

Таким образом, при сопоставлении индивидуальных показателей выдающихся спортсменов с обобщенными моделями мы часто сталкиваемся с положением, когда пловец обладает возможностями, превышающими должные показатели, а по отдельным данным весьма далек от модельных величин.

Как рассматривать эту характеристику подготовленности? Каким путем идти при дальнейшем совершенствовании? Согласно распространенной точке зрения, следует устранять диспропорцию, «подтягивать» отстающие в развитии качества до модельных данных.

Однако из практики известно, что такой, казалось бы, вполне разумный подход во многих случаях оказывается нежизнеспособным. Его несостоятельность чаще всего проявляется при использовании в тренировке спортсменов, обладающих яркой индивидуальностью. Тренер нередко стремится повысить те возможности пловца, которые во многом обусловлены генетически или сдерживаются исключительно высоким уровнем развития других качеств. В этом случае тренировка, как правило, не только не дает результатов, но и снижает наиболее сильные стороны подготовленности, сглаживает те индивидуальные черты спортсмена, которые являются залогом успеха.

Существует и другая точка зрения, которая чаще находит подтверждение в практике. Кажущиеся слабые стороны в подготовленности пловцов высшего класса — закономерное продолжение их сильных сторон, и не будь их, не проявились бы способности, обеспечившие в конечном счете достижение выдающихся результатов.

Неравномерное развитие отдельных сторон подготовленности, механизмы проявления которых часто пребывают в определенном противоречии, объективно отражает методику тренировки, природные данные конкретного спортсмена, а также закономерности комплексного проявления различных качеств и способностей.

Для спортсменов высокого класса, имеющих ярко выраженные индивидуальные черты, часто предпочтителен путь, когда тренер ориентируется не столько на обобщенные модельные данные, сколько на максимальное развитие и без того сильных сторон и устранение лишь явной диспропорции в подготовленности. Однако постоянно следует помнить о том, что максимальное развитие индивидуальных задатков должно сочетаться с достаточно гармоничной и разносторонней подготовкой, не вступающий однако в противоречие с индивидуальностью спортсмена.

При подготовке пловцов высокого класса необходимо создавать и постоянно совершенствовать индивидуальные модели соревновательной деятельности и соответствующие им модели подготовленности. Такие модели разрабатываются для каждого пловца и опираются на данные длительных исследований и наблюдений за состоянием, развитием и взаимодействием различных сторон подготовленности и соревновательной деятельности, поиск и развитие тех задатков, которые могут оказаться решающими для достижения успеха. Что касается обобщенных моделей соревновательной деятельности и подготовленности, построенных на основе данных относительно большой группы пловцов конкретной специализации, то они могут служить лишь в качестве наиболее общего ориентира и ни в коей мере не должны сдерживать развитие индивидуальности пловца.

Рассмотрим наиболее характерные индивидуальные особенности пловцов мирового уровня в процессе соревновательной деятельности. Примеров, свидетельствующих о том, что пловцы высокого класса реализуют индивидуальные и существенно различающиеся модели соревновательной деятельности, множество: у одних эффективный старт и высокая скорость в начале дистанции, у вторых высокая скорость в начале дистанции, у третьих преимущество во второй половине дистанции и на финише, а четвертые относительно равномерно подготовлены к выполнению всех компонентов дистанции. Например, сильнейшие спортсменки 1990-х годов, специализирующиеся на дистанции 200 м брассом — мировая рекордсменка Р. Браун (Австралия) и олимпийская чемпионка (1996 г.)

П. Хайнс (ЮАР) — имели явно выраженный спринтерский тип с мощным стартом, высокой скоростью на первых двух 50-метровых отрезках при относительно слабом преодолении второй половины дистанции и финишного отрезка. Одна из их основных конкуренток А. Бёрд (США) — серебряный призер Игр Олимпиады в Атланте, проигрывая Браун и Хайнс из-за

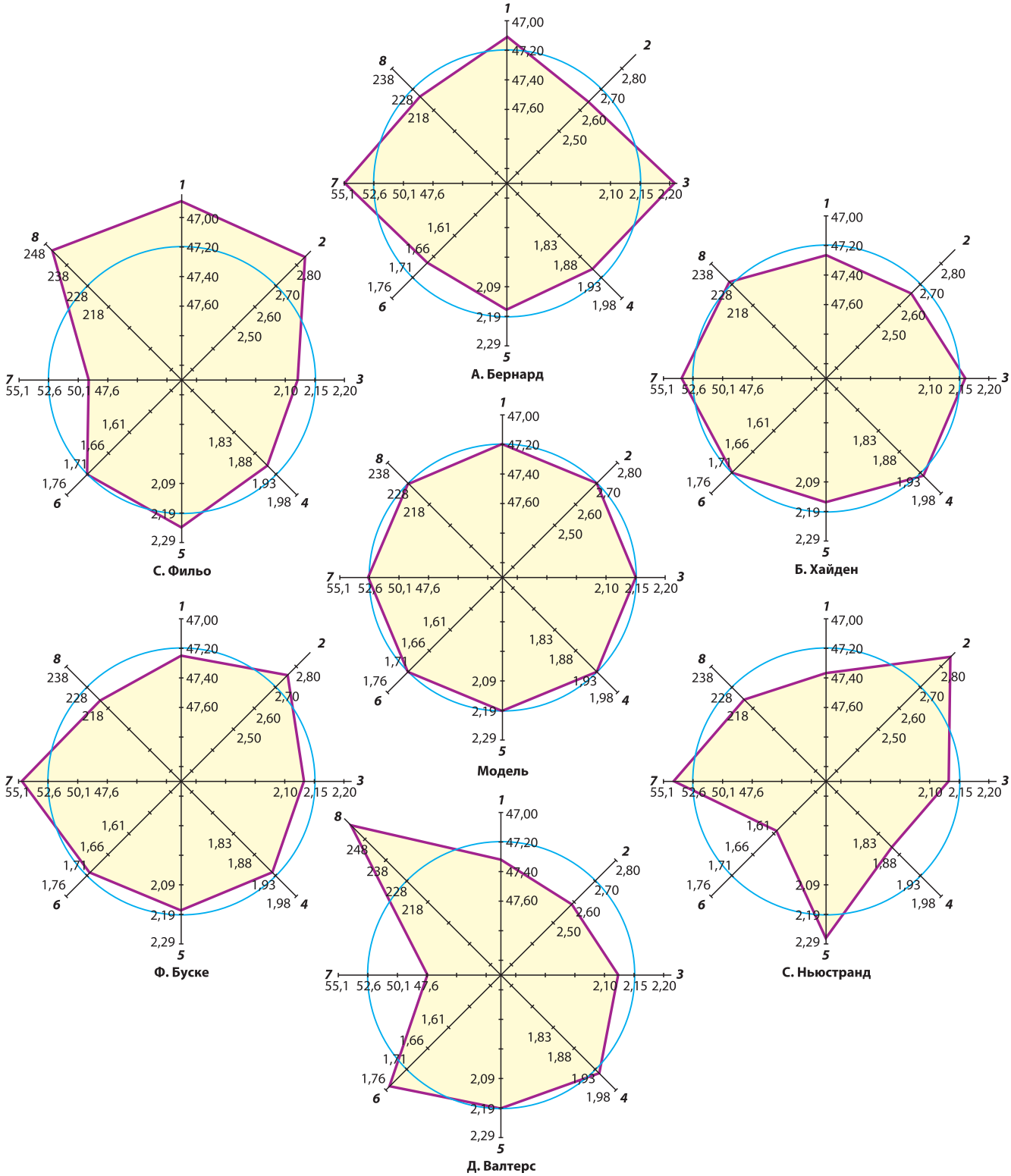


РИСУНОК 19.7 — Соответствие индивидуальных параметров соревновательной деятельности сильнейших пловцов мира обобщенной модели (дистанция 100 м, вольный стиль): *1* — результат, с; *2* — стартовая скорость (15 м), м·с$^{-1}$; *3* — скорость на первом 50-метровом отрезке, м·с$^{-1}$; *4* — скорость на втором 50-метровом отрезке, м·с$^{-1}$; *5* — скорость при выполнении поворота (5 + 10 м) м·с$^{-1}$; *6* — скорость на финишном отрезке (5 м), м·с$^{-1}$; *7* — темп, цикл·мин$^{-1}$; *8* — шаг, см

слабого старта и относительно невысокой стартовой скорости на первом 50-метровом отрезке соответственно 1,80 и 1,59 с, на последнем 50-метровом отрезке за счет мощного финиша отыгрывала соответственно 1,60 и 1,87 с.

Российский пловец Денис Панкратов — чемпион Игр Олимпиады 1996 г. в Атланте на дистанциях 100 и 200 м баттерфляем, победу обеспечил себе за счет мощного стартового прыжка, эффективного преодоления 10-метрового стартового отрезка и высокой скорости на отрезке 10—25 м. После выполнения этих трех компонентов соревновательной деятельности на дистанции 200 м, что заняло всего 9,7 с, пловец получил преимущество над своими ближайшими конкурентами в 1,18 с. Проиграв своим основным соперникам (Т. Малчоу — США, С. Гудмэн — Австралия) во всех остальных компонентах соревновательной деятельности, Д. Панкратов все же сумел одержать уверенную победу, опередив их соответственно на 0,93 и 0,98 с. В финале на 100-метровой дистанции он выиграл у своего основного конкурента Скотта Миллера (Австралия) на старте 0,42 с, отрезке 10—25 м — 0,14 с (всего 0,56 с), и несмотря на то что на 10-метровом финишном отрезке австралиец сумел отыграть у российского пловца 0,25 с, это не помешало Панкратову одержать победу с новым мировым рекордом (52,27 с), опередив соперника на 0,26 с.

Прямо противоположную схему преодоления этой же дистанции в финальном заплыве чемпионата мира в Перте (1998 г.) продемонстрировал украинский пловец Денис Силантьев, заметно уступавший своему основному конкуренту Ф. Эспозито (Франция) вплоть до последних 25 м, однако сумевший одержать уверенную победу за счет мощного финиша.

На этом же чемпионате мира в финальном заплыве на дистанции 200 м на спине Р. Браун (США) за счет мощного старта и высокой скорости на первых 50 м дистанции опередил своего основного конкурента Ленни Крайзельбурга (США) на 1,1 с. На втором 50-метровом отрезке он сумел увеличить преимущество до 1,4 с (2,4 м). Однако Крайзельбург на второй половине дистанции за счет большей подвижности аэробной системы энергообеспечения, емкости анаэробного гликолитического процесса, способности преодолевать тяжелые ощущения утомления и лабильности техники сделал, казалось бы, невозможное: с большим преимуществом выиграл заплыв, опередив Брауна на 0,61 с.

С аналогичной ситуацией мы сталкиваемся при рассмотрении структуры соревновательной деятельности трех пловцов высокого класса, специализирующихся на дистанции 100 м брассом (табл. 19.4). Д. Волков, спортсмен скоростно-силового типа, демонстрировал исключительно высокие показатели на старте, уступая своим конкурентам в скорости преодоления участка циклической работы второй половины дистанции и в эффективности финиша; А. Матвеев практически при таком же результате отличался хорошим финишем, высокой скоростью во второй половине дистанции и одновременно заметно уступал Д. Волкову в эффективности старта и скорости в начале дистанции; Д. Минервини характеризовала достаточно разносторонняя подготовленность, что проявлялось в пропорциональной структуре соревновательной деятельности.

Мы уже отмечали, что в течение последних 10—15 лет тренеры, работающие во всех странах с хорошо развитым плаванием, осознали, что в структуре соревновательной деятельности пловцов не существует малозначимых компонентов. И если ранее основной акцент подготовки пловцов делали на повышение уровня дистанционной скорости, а совершенствование старта, поворота, преодоление подводных участков дистанции одни тренеры (например, в ГДР) рассматривали как исключительно важную часть подготовки, а другие — как дополнительную и менее существенную, то в настоящее время трудно найти пловца, который не уделял бы равнозначного внима-

ТАБЛИЦА 19.4 — Достижение одинакового результата пловцами мирового класса (на примере дистанции 100 м брасс, мужчины)

Компонент структуры соревновательной деятельности	Д. Волков, результат 1.02,53	Д. Минервини, результат 1.02,66	А. Матвеев, результат 1.02,68
Время двигательной реакции (от момента подачи сигнала до отрыва ног пловца от стартовой тумбы), с	0,80	0,86	0,88
Скорость, м·с$^{-1}$			
на 10-метровом стартовом отрезке	2,73	2,55	2,52
на отрезке (10—25 м) дистанционной работы	1,60	1,59	1,53
на отрезке (25—42,5 м) дистанционной работы	1,56	1,54	1,55
на 7,5-метровом отрезке подплывания к поворотному щиту	1,66	1,58	1,70
на 7,5-метровом отрезке при отплывании от поворотного щита	1,75	1,66	1,62
на четвертом отрезке дистанционной работы	1,44	1,49	1,48
на пятом отрезке дистанционного плавания	1,43	1,48	1,47
на 10-метровом финишном отрезке	1,49	1,50	1,53

ния совершенствованию всех составляющих соревновательной деятельности. Однако это не сделало структуру соревновательной деятельности сильнейших пловцов мира более пропорциональной. Чтобы убедиться в этом, приведем ряд характерных примеров, характеризующих соревновательную деятельность пловцов, выступавших в 2009 г. на чемпионате мира в Риме.

Чемпионка мира 2009 г. китайская спортсменка Ч. Цзин на дистанции 50 м на спине уступила своей основной сопернице Д. Самульски (Германия) в уровне дистанционной скорости и эффективности финиша. Однако большое преимущество при выполнении старта (0,44 с) позволило ей одержать победу с преимуществом 0,17 с. Д. Споффоут (Великобритания) на дистанции 100 м на спине существенно уступила австралийской спортсменке Э. Сибом на старте (0,10 с), в средней скорости плавания (соответственно 1,63 и 1,66 м · с$^{-1}$) и эффективности финиша (0,02 с). Однако победа оказалась за ней в результате эффективного поворота.

В финальном заплыве на дистанции 50 м баттерфляем результаты шести сильнейших спортсменок оказались в диапазоне 0,18 с, а на старте и финише разброс был значительно шире — 0,48 и 0,25 с. На финише первой оказалась М. Гютер (Австралия), показав лишь пятый результат в уровне дистанционной скорости, а спортсменка с наивысшей дистанционной скоростью С. Сёстрем (Швеция) была лишь шестой, проиграв на старте своим конкуренткам 0,4—0,5 с.

Российская спортсменка Ю. Ефимова выиграла чемпионат мира 2009 г. на дистанции 50 м брассом, опередив свою основную соперницу Р. Сони (США) всего на 0,02 с. Победа ей досталась исключительно за счет более удачного старта, во всех остальных компонентах соревновательной деятельности Ефимова оказалась слабее. Однако на 100-метровой дистанции преимущества, полученного Ефимовой за счет старта и поворота (0,32 с), уже оказалось недостаточно, и победу одержала Сони за счет более высокой дистанционной скорости — 1,49 и 1,45 м · с$^{-1}$ соответственно.

При проплывании дистанции 100 м баттерфляем М. Чавич (Сербия) благодаря эффективному старту и мощному прохождению первого 50-метрового отрезка дистанции опережал соперников, включая М. Фелпса, вплоть до заключительных 5 м дистанции. В течение последних 15 м дистанции, особенно на финишном 5-метровом отрезке, Фелпс сумел отыграть у Чавича около 1,5 м и опередить его всего на 0,13 с.

Американский пловец Э. Шанто на чемпионате мира 2009 г., стартуя на дистанции 100 м брассом, преодолевал дистанционные отрезки со скоростью 1,63 м · с$^{-1}$, а финишный (5 м) — 1,53 м · с$^{-1}$. Скорость у К. Ван дер Бурга (Южная Африка) была явно ниже — 1,57 м · с$^{-1}$ и 1,43 м · с$^{-1}$ соответственно. Однако несмотря на столь значительное преимущество в скорости, К. Ван дер Бург на старте опередил Э. Шанто на 0,68 с, а на финише имел преимущество всего в 0,03 с.

Не повезло американскому пловцу и на дистанции 200 м брассом, где его преимущество в скорости плавания было очевидным. Однако более эффективный старт и качественное выполнение поворотов позволили венгерскому спортсмену Д. Дьюрта не отставать от Шанто вплоть до финишного отрезка, а на последних метрах даже опередить его, выиграв заплыв с преимуществом в одну сотую секунды.

Чемпионка мира на дистанции 200 м баттерфляем Д. Шиппер (Австралия) проиграла Л. Цзыгэ (Китай) 0,95 с при выполнении старта и поворота. Однако сумела существенно опередить (0,69 с) соперницу за счет более высокой дистанционной скорости.

За золотую медаль на дистанции 400 м вольным стилем боролись Ф. Пеллегрини (Италия) и Д. Джексон (Великобритания). На финише их разделили 1,45 с. Обе спортсменки продемонстрировали одинаковую дистанционную скорость при практически одинаковом темпе движений (43—45 цикл · мин$^{-1}$) и шаге гребка (2,20—2,30 м). Преимущество Пеллегрини было обусловлено более эффективными стартом (0,20 с) и поворотами (1,04 с).

С увеличением длины дистанции возрастает значимость уровня дистанционной скорости для достижения высокого конечного результата. Например, М. Фелпс (США) при проплывании дистанции 200 м имел преимущество над П. Бидерманном (Германия) на старте в 0,28 с и на трех поворотах в 0,51 с. Однако более высокая дистанционная скорость у Бидерманна (1,88 м · с$^{-1}$ против 1,83 — у Фелпса) позволила ему одержать уверенную победу с преимуществом 1,22 с (1.42,0 — результат Бидерманна, 1.43,22 — Фелпса).

Однако некоторые пловцы на средние и длинные дистанции выполняют поворот столь эффективно, что уверенно превосходят соперников, отличающихся более высокой скоростью плавания. Так, например, выдающийся пловец У. Меллоули (Тунис) на дистанции 1500 м при выполнении каждого поворота (5 + 10 м) развивал скорость 1,88—1,93 м · с$^{-1}$, в то время как другие сильнейшие пловцы мира по этому показателю ему заметно уступали, что дало преимущество Меллоули над конкурентами примерно от 4,5 до 22,0 м.

Ярко выраженную специфику имеет структура соревновательной деятельности пловцов, специализирующихся в комплексном плавании. Для каждого выдающегося представителя этой

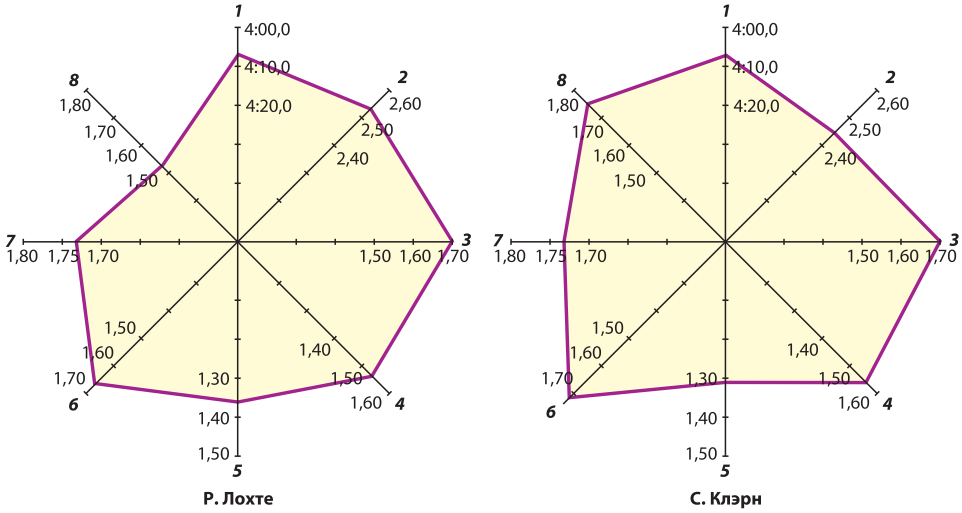


РИСУНОК 19.8 — Структура соревновательной деятельности Р. Лохте и С. Клэрна (оба из США) при проплывании дистанции 400 м в комплексном плавании: *1* — результат, мин; *2* — стартовая скорость, м·с$^{-1}$; *3—6* — скорость на первом, втором, третьем и четвертом 100-метровых отрезках, м·с$^{-1}$; *7* — скорость при выполнении поворота м·с$^{-1}$; *8* — скорость на финишном отрезке, м·с$^{-1}$

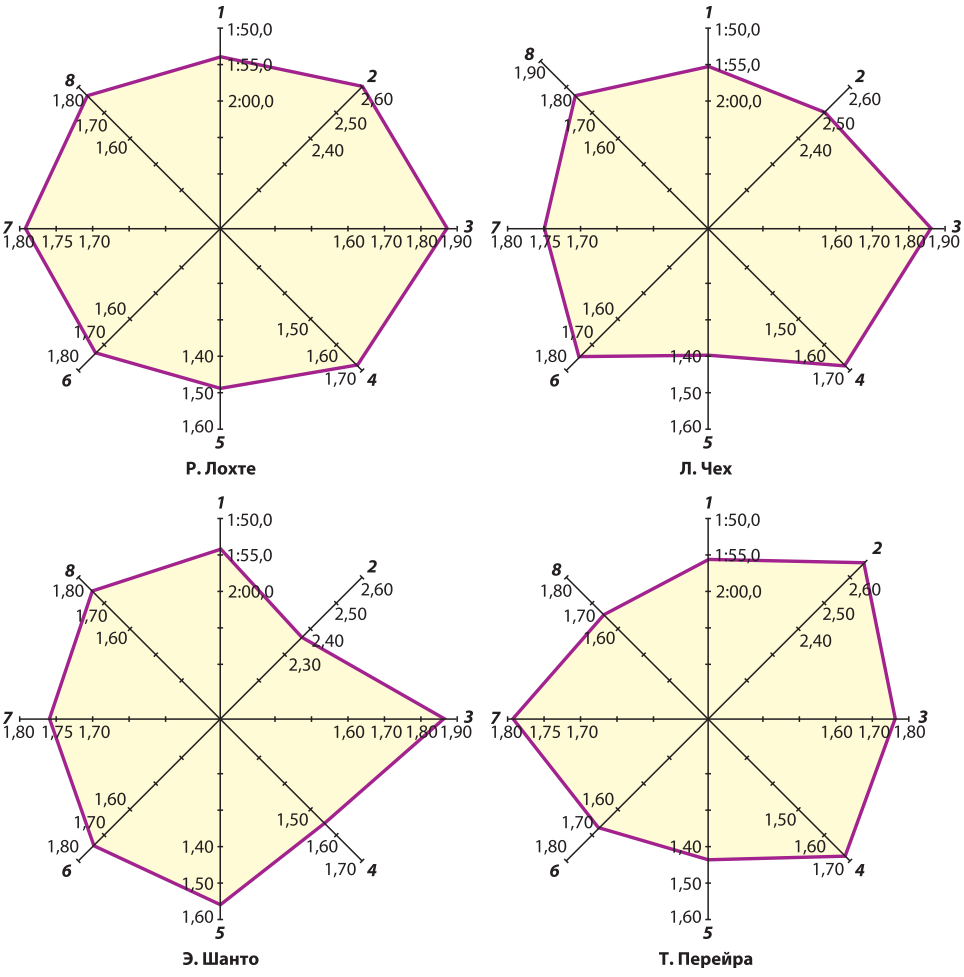


РИСУНОК 19.9 — Структура соревновательной деятельности сильнейших пловцов мира, выступающих на дистанции 200 м в комплексном плавании: *1* — результат, мин; *2* — стартовая скорость, м·с$^{-1}$; *3—6* — скорость на первом, втором, третьем и четвертом 50-метровых отрезках, м·с$^{-1}$; *7* — скорость при выполнении поворота м·с$^{-1}$; *8* — скорость на финишном отрезке, м·с$^{-1}$

дисциплины характерны особенно высокие результаты в одном—двух способах плавания и относительно низкие обычно в одном из четырех способов плавания. Так, например, четырехкратный олимпийский чемпион Т. Дарньи имел очень высокий результат в баттерфляе и плавании на спине при отстающем брассе; Д. Батистелли, демонстрируя низкие показатели в баттерфляе, добивался высокого конечного результата за счет плавания на спине и вольным стилем. Рекордсмены мира Д. Сиевинен (200 м) и Т. Доулен (400 м), уступая своим соперникам в плавании баттерфляем и на спине, показывали выдающиеся результаты за счет сильного брасса и эффективного финиша. На чемпионате мира 1998 г. пловец из Великобритании Д. Хикман на дистанции 200 м комплексного плавания уверенно лидировал после первых двух этапов дистанции (баттерфляй и на спине), однако на третьем 50-метровом отрезке (брасс) он проиграл своим основным конкурентам от 2 до 3 с и, в конечном счете, занял седьмое место.

Пловцы, которые являются лидерами на мировой арене в комплексном плавании в последние годы, в одних компонентах соревновательной деятельности также заметно превосходят своих соперников, в других явно им уступают. Например, подавляющее преимущество М. Фелпса на Играх Олимпиады 2008 г. на

дистанциях как 200, так и 400 м, на которых он одержал победу с мировыми рекордами, обеспечено высокой скоростью преодоления отрезков дистанций баттерфляем и вольным стилем, а также эффективностью преодоления подводных отрезков дистанций после старта и поворотов.

На чемпионате мира 2009 г. на дистанции 400 м С. Клэрн (США) в финальном заплыве уступил Р. Лохте (США) 0,30 с (результаты — 4.07,31 и 4.07,01) исключительно из-за низкой скорости при преодолении третьего участка дистанции (брасс), на котором он проиграл более 3 м (рис. 19.8). Э. Шанто (США), напротив, на дистанции 200 м имеет подавляющее преимущество над соперниками в преодолении отрезка брассом, выигрывая у них от 4 до 8 м и столько же уступая при преодолении отрезка в плавании на спине (рис. 19.9).

В финальном заплыве К. Ковентри (Зимбабве) оказалась впереди С. Райс (Австралия), будучи существенно слабее в преодолении старта и финишного отрезка, уступив в скорости выполнения поворотов, преодолении дистанционных отрезков брассом и вольным стилем. Итог заплыва в ее пользу обеспечило подавляющее преимущество лишь в одном компоненте — скорости преодоления 100-метрового отрезка на спине (рис. 19.10).

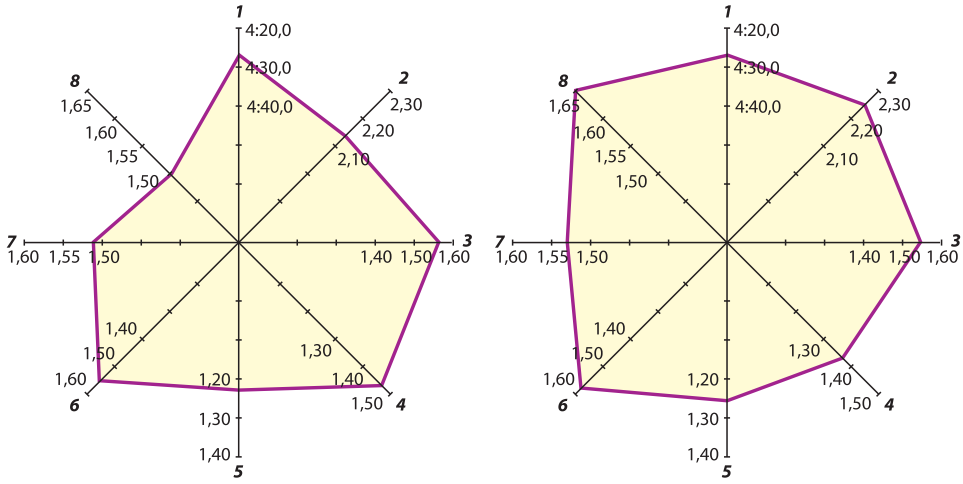


РИСУНОК 19.10 — Структура соревновательной деятельности К. Ковентри и С. Райс при проплывании дистанции 400 м в комплексном плавании: *1* — результат, мин; *2* — стартовая скорость, м·с$^{-1}$; *3—6* — скорость на первом, втором, третьем и четвертом 100-метровых отрезках, м·с$^{-1}$; *7* — скорость при выполнении поворота м·с$^{-1}$; *8* — скорость на финишном отрезке, м·с$^{-1}$

ТАБЛИЦА 19.5 — Структура соревновательной деятельности М. Гросса (ФРГ) при проплывании дистанции 200 м баттерфляем

Компонент соревновательной деятельности	Результат в отборочных соревнованиях (чемпионат ФРГ — июль 1986 г.) 1.57,59	Результат в чемпионате мира (август — 1986 г.) 1.56,53
Время реакции на стартовый сигнал, с	0,82	0,80
Скорость, м·с$^{-1}$		
на 10-метровом отрезке старта	2,80	2,83
на отрезке дистанционного плавания 10—42,5 м	1,80	1,80
на 15-метровом отрезке поворота (7,5 м до поворота, 7,5 м после поворота)	1,75	1,81
на втором отрезке дистанционного плавания 57,5—92,5 м	1,62	1,63
на 15-метровом отрезке поворота (7,5 м до поворота и 7,5 м после поворота)	1,77	1,76
на третьем отрезке дистанционного плавания 107,5—142,5 м	1,63	1,65
на 15-метровом отрезке поворота (7,5 м до и после поворота)	1,71	1,73
на четвертом отрезке дистанционного плавания 157,5—190 м	1,62	1,62
на 10-метровом отрезке финиша	1,58	1,57

На отдельных этапах подготовки пловцов индивидуальная структура их соревновательной деятельности является достаточно стабильной. Убедиться в этом можно, если сопоставить результаты выступлений сильнейших пловцов в полуфинальных или финальных заплывах или в соревнованиях, разделенных небольшим временным промежутком (табл. 19.5). Как видим, в обоих случаях М. Гросс продемонстрировал исключительную стабильность во всех компонентах соревновательной деятельности на дистанции 200 м в плавании баттерфляем, обеспечив некоторое улучшение результата (1,03 с) за счет незначительных изменений в большинстве из них.

Если же близкие результаты демонстрируются в разных макроциклах или в разные годы, существенно различающиеся по структуре и содержанию процесса подготовки, то при этом может существенно различаться и структура соревновательной деятельности одного и того же спортсмена.

ЛИТЕРАТУРА

Алтер М. Дж. Наука о гибкости / М. Дж. Алтер. — К.: Олимп. лит., 2001. — 424 с.

Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. — М.: Медицина, 1975. — 402 с.

Бар-Ор О. Здоровье детей и двигательная активность: от физиологических основ до практического применения / О. Бар-Ор, Т. Роуланд; пер. с англ. И. Андреев. — К.: Олимп. лит., 2009. — 528 с.

Бернштейн Н. А. Исследования по биодинамике ходьбы, бега, прыжка / Н. А. Бернштейн. — М.: Физкультура и спорт, 1940. — 311 с.

Бернштейн Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. — М.: Медгиз, 1947. — 255 с.

Броуэр Л. Фармацевтическая и продовольственная мафия / Л. Броуэр. — К.: Изд. дом «Княгиня Ольга», 2002. — 278 с.

Брукнер П. Питание и диета / П. Брукнер // Спортивные травмы: основные принципы профилактики и лечения. — К.: Олимп. лит., 2002. — С. 252—272.

Бутченко Л. Сердце спортсмена / Л. Бутченко // Спорт в современ. о-ве: сб. науч. материалов Всемир. науч. конгр. (М., ноябрь 1974 г.). — М.: Физкультура и спорт, 1974. — С. 192.

Вайцеховский С. М. Система спортивной подготовки пловцов к Олимпийским играм: автореф. дис. ... д-ра пед. наук / С. М. Вайцеховский. — М., 1985. — 52 с.

Вайцеховский С. М. Тренировка в среднегорье — мощный резерв повышения спортивных результатов / С. М. Вайцеховский // Науч.-спорт. вестн. — 1986. — № 2. — С. 19—21.

Виноградов М. И. Принципы центральной нервной регуляции рабочей деятельности / М. И. Виноградов // Руководство по физиологии труда. — М.: Медицина, 1983. — С. 23—34.

Виру А. А. Изменения белкового обмена в процессах адаптации / А. А. Виру // Физиол. пробл. адаптации. — Тарту: Минвуз СССР, 1987. — С. 13—18.

Виру А. А. Главы из спортивной физиологии / А. А. Виру; Тартуский ун-т. — Тарту: б.и., 1990. — 95 с.

Виру А. Биологические аспекты управления тренировкой / А. Виру, М. Виру, Г. Коновалова, А. Эпик // Современ. олимп. спорт. — К.: Олимп. лит., 1993. — С. 12—24.

Волков Л. В. Спортивна підготовка молодших школярів / Л. В. Волков. — К.: Освіта України, 2010. —388 с.

Волков Н. И. Проблема утомления и восстановления в теории и практике спорта / Н. И. Волков // Теория и практика физ. культуры. — 1974. — № 1. — С. 60—63.

Волков Н. И. Биохимия / Н. И. Волков. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — 462 с.

Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. — К.: Олимп. лит., 2000. — 504 с.

Вржесневский В. В. Последствие нагрузок упражнениями в плавании / В. В. Вржесневский // Теория и практика физ. культуры. — 1964. — № 10. — С. 61.

Вржесневский В. В. Последствие нагрузки, полученной во время тренировочного урока, и построение малого (недельного) цикла тренировки / В. В. Вржесневский // На голубых дорожках. — М.: Физкультура и спорт, 1966. — С. 25—32.

Гавердовский Ю. К. Опыт трактовки ортодоксальной дидактики в современном контексте обучения спортивным упражнениям / Ю. К. Гавердовский // Теория и практика физ. культуры. — 1991. — № 8. — С. 12—20.

Гавердовский Ю. К. Техника гимнастический упражнений / Ю. К. Гавердовский . — М.: Терра-Спорт, 2002. — 512 с.

Гавердовский Ю. К. Обучение спортивным упражнениям: Биология. Методология. Дидактика / Ю. К. Гавердовский. — М.: Физкультура и спорт, 2007. — 911 с.

Голлник Ф. Д. Биохимическая адаптация к упражнениям: анаэробный метаболизм / Ф. Д. Голлник, Л. Германсен // Наука и спорт. — М.: Прогресс, 1982. — С. 14—59.

Горкин М. Я. Большие нагрузки и основы спортивной тренировки / М. Я. Горкин // Теория и практика физ. культуры. — 1962. — № 6. — С. 45.

Граевская Н. Д. Еще раз о проблеме «спортивного сердца» / Н. Д. Граевская, Г. А. Гончарова, Г. Е. Калугина // Теория и практика физ. культуры. — 1997. — № 4. — С. 2—5.

Гужаловский А. А. Проблема критических периодов онтогенеза в ее значении для теории и практики физического воспитания / А. А. Гужаловский // Очерки по теории физ. культуры. — М.: Физкультура и спорт, 1984. — С. 211—224.

Давиденко Д. Н. Методологические подходы к исследованию функциональных резервов спортсменов / Д. Н. Давиденко // Физиол. пробл. адаптации. — Тарту: Минвуз СССР, 1984. — С. 118—119.

Данько Ю. И. Физиологический анализ фазового характера мышечной деятельности человека при выполнении циклических упражнений на выносливость / Ю. И. Данько // Физиол. характеристика и методы определения выносливости в спорте. — М.: Физкультура и спорт, 1972. — С. 56.

Дембо А. Г. Современное представление о спортивном сердце / А. Г. Дембо // Спорт в современ. о-ве: сб. науч. материалов Всемир. науч. конгр. (М., нояб. 1974 г.). — М.: Физкультура и спорт, 1974. — С. 282.

Дембо А. Г. Причины и профилактика отклонений в состоянии здоровья спортсмена / А. Г. Дембо. — М.: Физкультура и спорт, 1981. — 118 с.

Донской Д. Д. Теория строения действий / Д. Д. Донской // Теория и практика физ. культуры. — 1991. — № 3. — С. 9—13.

Дьячков В. М. Совершенствование технического мастерства спортсменов / В. М. Дьячков. — М.: Физкультура и спорт, 1972. — 231 с.

Желязков Ц. Основи на спортната тренировка / Ц. Желязков, Д. Дашева. — София: Гера арт, 2002. — 432 с.

Зимкин Н. В. Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности // IV Всесоз. симпоз. по физиол. пробл. адаптации (Таллин, 1984) / Н. В. Зимкин. — Тарту: Минвуз СССР, 1984.— С. 73—76.

Иссурин В. Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки / В. Б. Иссурин. — М.: Сов. спорт, 2010. — 288 с.

Казначеев В. П. Конституция, адаптация, здоровье / В. П. Казначеев // Физиол. пробл. адаптации. — Тарту: Минвуз СССР, 1984. — С. 27—31.

Карпман В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. — М.: Физкультура и спорт, 1982. — 136 с.

Качоровская О. В. Большие нагрузки в спорте / О. В. Качоровская // Теория и практика физ. культуры. — 1964. — № 3. — С. 20.

Козупица Т. С. Информационно-энтропийная и физиологическая оценка типов морфофункциональных изменений сердца в процессе долговременной адаптации человека к физическим нагрузкам / Т. С. Козупица, Ю. Л. Ратис, Е. В. Ратис // Теория и практика физ. культуры. — 2000. — № 1. — С. 5—8.

Косилов С. А. Функции двигательного аппарата и его рабочее применение / С. А. Косилов // Руководство по физиологии труда. — М.: Медицина, 1983. — С. 75—113.

Косилов С. А. Значение открытий Н. А. Бернштейна в подготовке молодежи к труду и спортивным достижениям / С. А. Косилов // Теория и практика физ. культуры. — 1991. — № 3. — С. 28—31.

Коул Ф. Особенности потребления углеводов спортсменами в условиях тренировочной и соревновательной деятельности / Ф. Коул // Питание в системе подготовки спортсменов. — К.: Олимп. лит., 1996. — С. 25—46.

Коц Я. М. Спортивная физиология / Я. М. Коц // Спортивная физиология. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — С. 145—165.

Кузнецов В. В. Силовая подготовка спортсменов высших разрядов / В. В. Кузнецов. — М.: Физкультура и спорт, 1970. — 308 с.

Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики / А. Н. Леонтьев. — 4-е изд. — М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1981. — 584 с.

Лях В. И. Взаимоотношения координационных способностей и двигательных навыков: теоретический аспект / В. И. Лях // Теория и практика физ. культуры. — 1991. — № 3. — С. 31—36.

Мазниченко В. Д. Обучение движениям (двигательным действиям) / В. Д. Мазниченко // Теория и методика физического воспитания: учебник для ин-тов физ. культуры / под общ. ред. Л. Матвеева, А. Новикова. — М.: Физкультура и спорт, 1976. — Т. 1. — С. 141—168.

Мак-Комас А. Дж. Скелетные мышцы / А. Дж. Мак-Комас. — К.: Олимп. лит., 2001. — 408 с.

Матвеев Л. П. Проблема периодизации спортивной тренировки / Л. П. Матвеев. — М.: Физкультура и спорт, 1964. — 248 с.

Матвеев Л. П. Основы спортивной тренировки / Л. П. Матвеев. — М.: Физкультура и спорт, 1977. — 280 с.

Матвеев Л. П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов / Л. П. Матвеев. — К.: Олимп. лит., 1999. — 320 с.

Матвеев Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты / Л. П. Матвеев. — М.: Известия, 2001. — 333 с.

Матвеев Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты: учеб. для вузов физ. культуры. — изд. 5-е / Л. П. Матвеев. — М.: Сов. спорт, 2010. — 340 с.

Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. — М.: Наука, 1981. — 278 с.

Меерсон Ф. З. Адаптация к высотной гипоксии / Ф. З. Меерсон // Физиология адапт. процессов. — М.: Наука, 1986. — С. 224—248.

Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. — М.: Медицина, 1988. — С. 67—73.

Мозжухин А. С. Характеристика функциональных резервов человека / А. С. Мозжухин // Пробл. резерв. возможностей человека. — М.: Всесоюз. НИИ физ. культуры, 1982. — С. 43—50.

Мозжухин А. С. Роль системы физиологических резервов спортсмена и его адаптации / А. С. Мозжухин, Д. Н. Давиденко // Физиол. пробл. адаптации. — Тарту: Минвуз СССР, 1984. — С. 84—87.

Моногаров В. Д. Утомление в спорте / В. Д. Моногаров. — К.: Здоров'я, 1986. — 120 с.

Моногаров В. Д. Генез утомления при напряженной мышечной деятельности / В. Д. Моногаров // Наука в олимп. спорте. — 1994. — № 1. — С. 47—58.

Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Гессон, П. Л. Гринхафф. — К.: Олимп. лит., 2001. — 296 с.

Нигг Б. М. Чрезмерные нагрузки и механизмы спортивных травм / Б. М. Нигг// Спортивные травмы. Основные принципы предупреждения и лечения. — К.: Олимп. лит., 2002. — С. 98—108.

Норрис С. Физиология / С. Норрис, Д. Смит // Спортивная медицина. — К.: Олимп. лит., 2003. — С. 252—264.

О'Брайен М. Профилактика перетренированности / М. О'Брайен // Спортивные травмы: основ. принципы профилактики и лечения. — К.: Олимп. лит., 2002. — С. 246—251.

Озолин Н. Г. Современная система спортивной тренировки / Н. Г. Озолин. — М.: Физкультура и спорт, 1970. — 478 с.

Плавание: учебник для студентов и преподавателей вузов физ. воспитания и спорта, тренеров и спортсменов, науч. работников и врачей / под общ. ред. В. Н. Платонова. — К.: Олимп. лит., 2000. — 496 с.

Платонов В. Н. Адаптация в спорте / В. Н. Платонов. — К.: Здоров'я, 1988. — 216 с.

Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте: учеб. для студентов вузов физ. воспитания и спорта / В. Н. Платонов. — К.: Олимп. лит., 1997. — С. 554—566.

Платонов В. Н. Техническое совершенствование пловцов / В. Н. Платонов // Плавание. — К.: Олимп. лит., 2000. — С. 103—115.

Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практическое применение: учеб. для студентов вузов физ. воспитания и спорта / В. Н. Платонов. — К.: Олимп. лит., 2004. — 808 с.

Платонов В. М. Фізична підготовка спортсмена / В. М. Платонов, М. М. Булатова. — К.: Олімп. л-ра, 1995. — 320 с.

Платонов В. Н. Тренировка пловцов высокого класса / В. Н. Платонов, С. М. Вайцеховский. — М.: Физкультура и спорт, 1985. — 256 с.

Платонов В. Н. Основы подготовки национальных команд к Играм Олимпиад: историко-методологический аспект / В. Н. Платонов, М. М. Булатова, М. С. Масри // Наука в олимпийском спорте. — 2005. — № 1. — С. 8—70.

Платонов В. Н. Допинг в спорте и проблемы фармакологического обеспечения подготовки спортсменов / В. Н. Платонов, С. А. Олейник, Л. М. Гунина. — М.: Сов. спорт, 2010. — 308 с.

Правосудов В. С. Адаптация сердца к физическим нагрузкам / В. С. Правосудов // Спорт в современ. о-ве: сб. науч. материалов Всемир. науч. конгр. (Тбилиси, июль 1980 г.). — М.: Физкультура и спорт, 1982. — С. 286.

Прасад Н. Дети в спорте / Н. Прасад // Спортивная медицина. — К.: Олимп. лит., 2003. — С. 260—264.

Пшенникова М. Г. Адаптация к физическим нагрузкам / М. Г. Пшенникова // Физиология адаптационных процессов. — М.: Наука, 1986. — С. 124—221.

Селье Г. Стресс без дистресса / Г. Селье. — М.: Прогресс, 1982. — 126 с.

Сергеев Ю. П. Морфофункциональные характеристики скелетно-мышечных волокон смешанных скелетных мышц спортсменов в условиях, неадекватных генотипу физических нагрузок / Ю. П. Сергеев, В. В. Язвиков // Физиологические проблемы адаптации. — Тарту: Минвуз СССР, 1984. — С. 103—105.

Сили Р. Р. Анатомия и физиология: в 2 кн. / Р. Р. Сили, Т. Д. Стивенс, Ф. Тейт; пер. с англ. Г. Гончаренко. — К.: Олимп. лит., 2007. — 662 с.

Смолевский В. М. Спортивная гимнастика (теория и практика) / В. М. Смолевский, Ю. К. Гавердовский. — К.: Олимп. лит., 1999. — 466 с.

Сологуб Е. Б. Центральные механизмы адаптации к предельным физическим нагрузкам / Е. Б. Сологуб // Физиологические проблемы адаптации. — Тарту: Минвуз СССР, 1984. — С. 98—99.

Сологуб Е. Б. Функциональные резервы мозга в процессе адаптации и спортивной деятельности / Е. Б. Сологуб // Современ. олимп. спорт: материалы междунар. науч. конгр. (К., май 1993 г.). — К.: КГИФК, 1993. — С. 275—277.

Солодков А. С. Адаптивные морфофункциональные перестройки в организме спортсменов / А. С. Солодков, Ф. В. Судзиловский // Теория и практика физ. культуры. — 1996.— № 7.— С. 23—39.

Сурков Е. Н. Психомоторика спортсмена / Е. Н. Сурков. — М.: Физкультура и спорт, 1984. — 126 с.

Уилмор Дж. Х. Физиология спорта и двигательная активность / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл: пер. с англ. — К.: Олимп. лит., 1997. — 504 с.

Уилмор Дж. Х. Физиология спорта / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл: пер. с англ. — К.: Олимп. лит., 2001. — 502 с.

Уильямс М. Эргогенные средства в системе спортивной тренировки / М. Уильямс. — К.: Олимп. лит., 1997. — 256 с.

Ульрих К. Спорт в Германской Демократической Республике / К. Ульрих. — М.: Физкультура и спорт, 1980. — 112 с.

Ухтомский А. А. Доминанта / А. А. Ухтомский. — СПб.: Питер, 2002. — 448 с.

Уэйнберг Р. С. Основы психологии спорта и физической культуры / Р. С. Уэйнберг, Д. Гоулд. — К.: Олимп. лит., 2001. — 336 с.

Фарфель В. С. Физиология спорта: очерки / В. С. Фарфель. — М.: Физкультура и спорт, 1960. — 384 с.

Филин В. П. Основы юношеского спорта / В. П. Филин, Н. А. Фомин. — М.: Физкультура и спорт, 1980. — 255 с.

Фомин Н. А. На пути к спортивному мастерству / Н. А. Фомин, В. П. Филин. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — 158 с.

Хайнце Г. Германская Демократическая Республика / Г. Хайнце // Спортсмены стран социализма на международной арене. — М.: Физкультура и спорт, 1974. — С. 67—71.

Харгривз М. Углеводный метаболизм в скелетных мышцах при физических нагрузках / М. Харгривз // Метаболизм в процессе физической деятельности. — К.: Олимп. лит., 1998. — С. 52—83.

Харре Д. Учение о тренировке / Д. Харре. — М.: Физкультура и спорт, 1971. — 326 с.

Хоули А. Обмен углеводов во время продолжительной физической нагрузки: исторический аспект / А. Хоули, К. Деннис, Д. Ноукс // Наука в олимп. спорте. — 1996. — № 1. — С. 54—58.

Цзен Н. В. Психотехнические игры в спорте / Н. В. Цзен, Ю. В. Пахомов. — М.: Физкультура и спорт, 1985. — 160 с.

Шахлина Л. Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л. Г. Шахлина. — К.: Наук. думка, 2001. — 328 с.

Эвартс Э. Механизмы головного мозга, управляющие движением / Э. Эвартс // Мозг.— М.: Мир, 1984. — С. 199—218.

Энока Р. М. Основы кинезиологии / Р. М. Энока. — К.: Олимп. лит., 2000. — 400 с.

Яковлев Н. Н. Очерки по биохимии спорта / Н. Н. Яковлев. — М.: Физкультура и спорт, 1955. — 264 с.

Яковлев Н. Н. Биохимия спорта / Н. Н. Яковлев. — М.: Физкультура и спорт, 1974. — 288 с.

Abumrad N.A. Stimulation by epinephrine of the membrane transport of long chain fatty acid in the adipocyte / N.A. Abumrad, P.R. Perry, R.R. Whitesell // J. Biol. Chem. — 1995. — N 260 (18). — P. 9969-9971.

Adrian M. Energy cost of the leg kick, arm stroke and whole stroke / M. Adrian, M. Singh, P. Karpovich // J. Appl. Physiol. — 1966. — N 21. — P. 1763-1766.

Ahlborg G. Substrate turnover during prolonged exercise in man / G. Ahlborg // J. Clin. Invest. — 1994. — Vol. 53. — P. 1080-1090.

Allen D.M. A kinetic and kinematics comparison of the grab and track start in swimming / D.M. Allen // Unpublished master's thesis. — University of Wisconsin, La Crosse, 1997.

Allen R.H. A study of the leg stroke in swimming the crawl stroke / R.H. Allen // Master's thesis. — State University of Iowa, 1948.

Alves F. Kinematic changes with inspiratory actions in butterfly swimming / F. Alves, P. Cunha, J. Gomes-Pereira // Abstracts: VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming / ed. K.L. Keskinen, P.V. Komi, P.L. Pitkanen. — Helsinki: University of Jyvaskyla, 1998.

Anderson R. Effects of taper on swim power, stroke distance and performance / R. Anderson, J. Johns, J.A. Houmard [et al.] // Med. and Sci. in Sports and Exercise. — 1992. — N 24. — P. 1141-1146.

Arellano R. La natacion ondulatoria subacuatica, technica, aprendizaje y entrenamento / R. Arellano, A. Gavilan, F. Garcia // NSW. — 1996. — Vol. 18 (4). — P. 4-12.

Arellano R., F.J. Moreno, M. Martinez, A. Ona. A device for quantitative measurement of starting time in swimming // Biomechanics and Medicine In Swimming VII / eds J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, and T.A. Trappe, 195-200. New York: E & FN Spon, 1996.

Armon Y., D.M. Cooper, and S. Zanconato. Maturation of ventilatory responses to one-minute exercise. Pediatr Res 29: 362-368, 1991.

Arnot R. Tratado de la actividad fisica. Seleccione su deporte / R. Arnot, C. Garines. — Barcelona: Paidotribo, 1992. — 453 p.

Åstrand P.-O. Endurance sports / P.-O. Åstrand // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992a. — P. 8-15.

Åstrand P.-O. Influences of biological age and selection / P.-O. Åstrand // Endurance in Sport. — Oxford.: Blackwell Sci. Publ., 1992b. — P. 285-289.

Åstrand P.-O. Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise. — New York / P.-O. Åstrand, K. Rodahl. — St. Louis: McGraw-Hill, 1986. — 682 p.

Åstrand P. Aerobic power in swimming / P. Åstrand // International Series on Sport Sciences. Vol. 6, Swimming Medicine IV / ed. B. Eriksson and B. Furberg. — P. 127-131. Baltimore: University Park Press, 1978.

Ayalon A., B. Van Gheluwe, and M. Kanitz. A comparison of four styles of racing start in swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by. L. Lewillie and J.P. Clarys, 233-240. Baltimore: University Park Press, 1975.

Baechle T. R. Essentials of Strength Training and Conditioning / T. R. Baechle, R. W. Earle. — 3rd. — Human Kinetics, 2008. — 641 p.

Bammess N. Цит по: Wutscherk H., Bringmann W., Mutter S., Winter R. Age-specific characteristics of the anatomic, physiological, psychological and motor development of children and young adults / N. Bammess // Principles of Sports Training. — Berlin: Sportverlag, 1982. — S. 28-72.

Baraldi E. Heart rate recovery from 1 minute of exercise in children and adults / E. Baraldi, D.M. Cooper, S. Zanconato, Y. Armon // Pediatr. Res. — 1991. — Vol. 29 (6). — P. 575-579.

Barjot C., P. Rouanet, P. Vigneron, C. Janmot, A. d'Albis and F. Bacou: Transformation of slow- or fast-twitch rabbit muscles after cross-reinnervation or low frequency stimulation does not alter the in vitro properties of their satellite cells. J. of Muscle Research and Cell Motility 19, 25-32, 1998.

Barth B. Charakteristik und Entwicklung von Strategic und Taktik / B. Barth // Trainingswissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994. — S. 93-120.

Barth B. Training strategischtaktischer Fahigkeiten / B. Barth // Trainingswissenshaft. — Berlin: Sportverlag, 1994. — S. 371-386.

Barthels K., M.J. Adrian. 1971. Variability in the dolphin kick under four conditions. In First International Symposium on Biomechanics in Swimming, Waterpolo and Diving Proceedings, edited by L. Lewillie and J.P. Clarys, 105-8. Brussels: Universitie Libre de Bruxelles Laboratoire de L'effort.

Barthels K., and M.J. Adrian. 1974. Three-dimensional spatial hand patterns of skilled butterfly swimmers. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by J.P. Clarys and L. Lewillie, 154-160. Baltimore: University Park Press.

Bauchard C. Genetic of fitness and physical performance / C. Bauchard, R. M. Malina, L. Perusse. — Champaign, IL.: Human Kinetics, 1997.

Bayle E. France / Emmanuel Bayle, Christophe Durand, Luc Nikonoff // Comparative Elite Sport Development: systems, structures and public policy / eds. by Barrie Houlihan, Mick Green. — Oxford, 2008. — P. 147-165.

Behnke R. S. Kinetic Anatomy / R. S. Behnke. — 2 ed. — Human Kinetics, 2006. — 208 p.

Belokovsky V., and E. Ivanchenko. 1975. A hydrokinetic apparatus for the study and improvement of leg movements in breaststroke. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by J.P. Clarys and L. Lewillie, 64-69. Baltimore: University Park Press.

Berger J. Trainingsinhalt, Trainingsiebungen, — mittel und methoden / J. Berger // Trainingswissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994a. — S. 247-259.

Berger J. Belastung und Beanspruchung als Grundkonzept der Herausbildung der kurperiichen und sportlicben Leistungsfahigkeit / J. Berger // Trainingwissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994b. — S. 268-281.

Berger J. Die Struktur des Trainingsprozesses / J. Berger // Trainingswissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994c. — S. 422-426.

Berger M.A.M., G. de Groot, and A.P. Hollander. 1995. Hydrodynamic drag and lift forces on human hand/arm models. Journal of Biomechanics 28 (2): 125-33.

Beritzhoff S.T. 1974. The relative effectiveness of two breaststroke starting techniques among selected intercollegiate swimmers. Master's Thesis, California State University, Chico, CA.

Billater B. Muscular basis of strength / B. Billater, H. Hoppeler // Strength and power in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 39-63.

Bixler B. 1999. The computational fluid dynamics analysis of a swimmer's hand and arm. Report presented to the Sports Medicine Committee of U.S.A. Swimming, Colorado Springs.

Blanksby B.A., D.G. Gathercole, and R.N. Marshall. 1996. Force plate and video analysis of the tumble turn by age-group swimmers. Journal of Swimming Research 11: 40-45.

Blimkie C.J.R. Resistance training during preadolescence / C.J.R. Blimkie // Pediatr. Res. — 1993. — Vol. 29 (6). — P. 575-579.

Bloom J.A., W.W. Hosier, and J.G. Disch. 1978. Differences in flight, reaction, and movement time for the grab and conventional starts. Swimming Technique 15(2): 34-36.

Bompa T. O. Periodization: Theory and Methodology of Training / T. O. Bompa. — Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.

Bompa T. O. Periogizacao teoria e metodologia do treinamento / T. O. Bompa. — Sao Paulo: Phorte Editora Ltd., 2002. — 424 p.

Boomer B. 1996. Conversation with author, October. Philadephia.

Boomer W.L. 1996. Competitive Swimming. Lecture presented at the University of Texas-Austin, Austin.

Bosco C., and P.V. Komi. 1979. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. European Journal of Applied Physiology, 41: 275-284.

Bosco C., and P.V. Komi. 1980. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. European Journal of Applied Physiology, 45: 205-219.

Bowers J.E. and PR. Cavanaugh. 1975. A biomechanical comparison of the grab and conventional sprint starts in competitive swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by L. Lewillie and J.P. Clarys, 225-232. Baltimore: University Park Press.

Bowman B. Trainin Michael Phelps: American Flyer / B. Bowman // Swimming Technique. — January-March 2003. — P. 8-12.

Brooks M. Bowman on Swimming... and Phelps / M. Brooks // Swimming Technique. — January-March 2005. — P. 12-18.

Brooks M. Developing swimmers / Michail Brooks. — Human Kinetics, 2011. — 240 p.

Brown R.M., and J.E. Counsilman. 1971. The role of lift in propelling swimmers. In Biomechanics, edited by J.M. Cooper, 179-88. Chicago, IL: Athletic Institute.

Brown W. E. The sequential replacement of myosin subunit isoforms during muscle type transformation induced by longterm electrical stimulation / W. E. Brown, S. Salmons, R. G. Whalen // J. Biol. Chem. — 1983. — Vol. 258. — P. 14686-14692.

Buchegger A. Effects of chronic stimulation on the metabolic heterogeneity of the fibre population in rabbit tibialis anterior muscle / A. Buchegger, P. M. Nemeth, D. Pette, H. Reichmann // J. Physiol. (London). — 1984. — Vol. 350. — P. 109-119.

Burke E. Blood doping and plasma volume expansion: Benefits and dangers / E. Burke, E.F. Coyle, E.R. Eichner et al. // Gatorade Sports Sci. Exch. (Roundtable). — 1991. — Spring.

Burke R.E. Motor units: Anatomy, physiology, and functional organization. In: Handbook of Physiology, section 1: The Nervous System, J.M. Brookhart, V.B. Mountcastle, V.B. Brooks, and

S.R. Geiger, eds. Bethesda, MD: American Physiology Society. 1981. pp. 345-344.

Cafarelli E. Sensory processes and endurance performance / E. Cafarelli // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 261-269.

Cappaert J. 1992. Fluid forces on the hands and forearms. Chap. 12 in International Center for Aquatic Research Annual: Studies By The International Center for Aquatic Research 1991-92, edited by J. Troup, 93-98. Colorado Springs: United States Swimming Press.

Cappaert J. 1993. Biomechanical Analysis of the Swimming Events in the 1992 Summer Olympic Games. Report, published and distributed by U.S.A. Swimming, Colorado Springs.

Cappaert J. 1997. Increasing arm power: Hip rotation and its relationship to pulling pattern force during the freestyle. Coaches' Quarterly 4 (1): 8-9. Colorado Springs: U.S.A. Swimming.

Cappaert J.M., D.L. Pease, and J.P. Troup. 1996. Biomechanical highlights of world champion and Olympic swimmers. In Biomechanics and Medicine in Swimming VII, edited by J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, and T.A. Trappe, 76-80. New York: E & FN Spon.

Carl D. Balancing Aerobic with Anaerobic Swim Training / D. Carl // Swimming World. — April 2008. — P. 40-41.

Carlile F. Forbes Carlile on swimming Pelham Books / F. Carlile. — 1963. — 202 p.

Carlson J.S. An examination of the anaerobic capacity of children using maximal accumulated oxygen deficit / J.S. Carlson, G.A. Naughton // Pediatr Exerc Sci. — 1993. — N 5. — P. 60-71.

Carter D. R. Mechanical loading histories and cortical bone remodelling / D. R. Carter // Calcified Tissue Int. — 1984. — Vol. 36. — P. 19-24.

Cavanaugh PR., J.V. Palmgren, and B.A. Kerr. 1975. A device to measure forces at the hand during the grab start in swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by L. Lewillie and J.P. Clarys, 43-50. Baltimore: University Park Press.

Charbonnier J.P., J.P. Lacour, J. Rigffal, and R. Flandrois. 1975. Experimental study of the performance of competitive swimmers. Journal of Applied Physiology 34: 157-167.

Chatard J.C., D. Chollet, and G. Millet. 1998. Effects of draft swimming on performance and drag. In Abstracts, VIII International Symposium on Biomechanics And Medicine In Swimming, edited by K.L. Keskinen, P.V. Komi, and P.L. Pitkanen, 46. Helsinki, Finland: University of Jyvaskyla.

Cheatham C. C. Cardiovascular Responses During Prolonged Exercise At ventilatory threshold in Boys and Men / C. C. Cheatham, A. D. Mahon, J. D. Brown, D. R. Bolster // Med. And Sci. in Sports and Exerc. — 2000. — Vol. 32 (6). — P. 1080-1087.

Cheney P. D. Role of cerebral cortex in voluntary movements: A review / P. D. Cheney // Phys. Therapy. — 1985. — Vol. 65. — P. 624-635.

Chow J.P., J.G. Hay, B.D. Wilson, and C. Imel. 1984. Turning techniques of elite swimmers. Journal of Sports Sciences 2: 241-255.

Clarys J.P. 1979. Human morphology and hydrodynamics. In International series on sport sciences. Vol. 8, Swimming III, edited by J. Terauds and E.W. Bedingfield, 3-41. Baltimore: University Park Press.

Coggan A. R. Metabolic Adaptations to Endurance Training: Substrate Metabolism During Exercise / A. R. Coggan, B. D. Williams // Exercise Metabolism. — Human Kinetics, 1999. — P. 211—256.

Collins M. "Check Mark" Push-off Technique / M. Collins // Swimming Technique. — April-June 2003. — P. 18—21.

Colwin C. 1984. Fluid dynamics: Vortex circulation in swimming propulsion. In ASCA World Clinic Yearbook, edited by T.F. Welsh, 38-46. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Colwin C. Swimming Into the 21st Century / C. Colwin // Champaign, IL: Leisure Press, 1992.

Colwin C. Breakthrough swimming / C. Colwin. — Champaign: Human Kinetics, 2002. — 296 p.

Costill D.L. Glycogen depletion pattern in human muscle fibres during distance running / D.L. Costill, P.D. Gollnick, E. Jansson et al. // Acta Physiol. Scand. — 1973. — Vol. 89. — P. 374-383.

Costill D.L. Effects of reduced training on muscular power in swimmers / D.L. Costill, D.S. King, R. Thomas, M. Hargreaves // Physician and Sportsmedicine. — 1985. — N 13. — P. 94-101.

Costill D.L. Adaptations to swimming training: influence of training volume / D.L. Costill, R. Thomas, R. Robergs [et al.] // Med. Sci. Sport Exerc. — 1991. — Vol. 23. — P. 371-377.

Counsilman J.E. 1955. Forces in swimming: two types of crawl stroke. Research Quarterly 26 (2): 127-139.

Counsilman J.E. The Science of Swimming / J.E. Counsilman. — New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1968. — 432 p.

Counsilman J. Competitive Swimming manual / J. Counsilman. — Bloomington: Indiana University, 1977.

Counsilman J.E. Swimming power / J.E. Counsilman // Biokinetic Strength Training: Copyright. — 1980. — Vol. 1. — P. 41—48.

Counsilman J., and J. Wasilak. 1982. The importance of hand speed and hand acceleration. In 1981 ASCA World Clinic Yearbook, edited by R.M. Ousley, 41-45. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Counsilman J.E., B.E. Counsilman, T. Nomura, and M. Endo. 1988. Three types of grab starts for competitive swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 18, Swimming Science V, edited by B.E. Ungerechts, K. Wilkie, and K. Reischle', 81-91. Champaign, IL: Human Kinetics.

Counsilman J. The "X" Factor. — Working Successfully with Swimming Parents / J. Counsilman. — Lauderdale: American Swimming Association. — 1992. — P. 119-122.

Coyle E. F. Cardiovascular and metabolic rates of detraining / E. F. Coyle, W. N. Martin, J. O. Hollosy // Med. Sci. Sports Exerc. — Vol. 15. — 1983. — P. 158.

Coyle E. F. Time course for loss of adaptation after stopping prolonged intense endurance training / E. F. Coyle // J. Appl. Physiol. — 1984. — N 57. — P. 157—164.

Craig A.B., Jr., W.L. Boomer, and P.L. Skehan. 1988. Patterns of velocity in breaststroke swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 18, Swimming Science V, edited by B. Ungerechts, K. Wilkie, and K. Reischle, 73-77. Champaign, IL: Human Kinetics.

Craig, A.B., P.L. Skehan, J.A. Pawelczyk, and W.L. Boomer. 1985. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. Medicine and Science in Sport and Exercise 17 (6): 625-634.

Cunningham D. A., Hill J. S. Effect of training on cardiovascular response to exercise in women // J. Appl. Physiol. — 1975. — N 39. — P. 891-895.

Cureton T.K. Factors governing success in competitive swimming / T.K. Cureton // International series on sport sciences / Eds. L. Lewillie, J.P. Clarys. — Baltimore: University Park Press. — 1974. — Vol. 2: Swimming. — P. 9-39.

Czabanski B. 1975. Asymmetry of the lower limbs in breaststroke swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by L. Lewillie and J.P. Clarys, 207-213. Baltimore: University Park Press.

Czabanski B., and T. Koszyczyc. 1979. Relationship between stroke asymmetry and speed of breaststroke swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 8, Swimming III, edited

by J. Terauds and E.W. Bedingfield, 148-52. Baltimore: University Park Press.

Davies C.T.M. Performance in Children / C.T.M. Davies, Barnes Carolyn, S. Godfrey // Hum. Biol. / Body Competition and Maximal Exercise. — 1972. — Vol. 44, N 2. — P. 195.

De Vries H. A. Physiology of Exercise / H. A. De Vries, T. I. Housh. — Madison Wisconsin: WCB Brown and Benchmark Publ., 1994. — 636 p.

Deschodt V.J., A.H. Rouard, and K.M. Monteil. 1996. Relationships between the three coordinates of the upper limb joints with swimming velocity. In Biomechanics and Medicine in Swimming, edited by J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, and T.A. Trappe, 53-58. New York: E & FN Spon.

Di Prampero P. E. Maximal muscular power, aerobic and anaerobic, in 116 athletes performing at the Olympic games in Mexico / P. E. Di Prampero, F. P. Di Limas, G. Sassi // Ergonomics — 1980. — Bd. 6. — P. 665.

Di Prampero P. E. The energetics of running / P. E. Di Prampero // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992. — P. 542—549.

Dick F.W. Sports training principles / F.W. Dick. — 5th ed. — London : A. & C. Black, 2007. — 387 p.

Diskhuth H. H. Genetik und grenzen der menschlichen Leistungsfahigkeit / H. H. Diskhuth // Leistungssport. — 2004. — N 1. — P. 5-11.

Dotan R. Intensity effect of active recovery from glycolytic exercise on descreasing blood lactate concentration in prepubertal children / R. Dotan, B. Falk, A. Raz // Med Sci Sports Exerc. — 2000. — N 32. — P. 564-570.

Dudley G. A. Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle / G. A. Dudley, W. M. Abraham, R. L. Terjung // J. Appl. Physiol. — 1982. — Vol. 53. — P. 844—850.

Ehsani A. Exercise training improves left ventricular systolic function in older man / A. Ehsani // Circulation. — 1991. — V. 83. — P. 96-103.

Ehsani A.A. Exercise training improves left ventricular systolic function in older man / A.A. Ehsani, T. Ogawa, T.R. Miller, R.J. Spina, S.M. Jilka // Circulation. —1991. — V. 83. — P. 96-103.

Enoka R.M. 1971. The effect of different lengths of run-up on the height to which a spiker in volleyball can reach. New Zealand Journal of Health, Physical Education, and Recreation 4 (5): 15.

Eriksson S. O. Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11—13 years old / S. O. Eriksson, P. O. Golinick, B. Saltin // Acta Physiol. scand. — 1973. — Vol. 87. — P. 485-497.

Essen B. Intramuscular substrate utilization during prolonged exercise / B. Essen // Ann. N.Y. Acad. Sci. — 1977. — N 301. — P. 30-44.

Essen-Gustavsson B. Glucogen and trigluceride utilization in relation to muscle metabolic characteristics in men performing heavy-resistance exercise / B. Essen-Gustavsson, P. Tesch // Eur. J. Appl. Physiol. — 1990. — N 61. — P. 5-10.

Ferrell M.D. 1991. An analysis of the Bernoulli lift effect as a propulsive component of swimming strokes. Masters thesis, State University of New York at Cortland, Cortland.

Fleck S. J. Value of resistance training for the reduction of sports injuries / S. J. Fleck, J. E. Falkel // Sports Med. — 1986. — Vol. 3. — P. 61-68.

Fleck S. J. Designing Resistance Training Programs / S. J. Fleck, W. J. Kraemer. — 3rd ed. — Champain, JL: Human Kinetics, 2003.

Fox E. L. The Physiological basis for Exercise and Sport / E. L. Fox, R. W. Bower, M. L. Foss. — Madison, Dubuque: Brown and Denchmark, 1993. — 710 p.

Friedrich W. Zum problem der Supercompensation / W. Friedrich, H. Moeller // Leistungssport. — 1999. — № 5. — S. 52.

Gambetta V. Principles of plyometric training / V. Gambetta // Track Technique. — 1987. — P. 3099-3104.

Gambril D. Training the Club Swimmer — Some guidelines on how to handle the age-grouper // Swimming Technique. — May-July, 1985. — P. 20-22.

Glazkov A.B., and A.N. Dementyev. 1977. Determining tractive force and hydromechanical resistance operating during swimming. Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kultury 9: 20-23. Translated in Yessis Review 13 (2): 48-51.

Green H. J. Manifestations and sites of neuromuscular fatigue / H. J. Green // Biochemistry of Exercise VII. — Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1990. — P. 13—34.

Green H. J. What is the physiological significance of training-induced adaptations in muscle mitochondrial capacity? / H. J. Green // Biochemistry of Exercise / ed. by R. J. Maughan, S. M. Shirreffs. — Champaign, IL: Human Kinetics. — 1996. — Vol. IX. — P. 345—359.

Groher W. Uberbeweglichkeit als Auslesefaktor im Sport / W. Groher // Leistungssport. — 1979. — N 4. — P. 244.

Guimares A.C.S. and J.G. Hay. 1985. A mechanical analysis of the grab starting technique in swimming. International Journal of Biomechanics 1 (1): 25-35.

Gullstrand L. Swimming as an endurance sport / L. Gullstrand // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 531-541.

Hacker W. Arbeitspsyhologie — Psychische Regulation von Arbeitstatigkeiten / W. Hacker. — Berlin, 1986. — 112 S.

Hagberg J. M. A hemodynamic comparison of young and older endurance athletes during exercise / J. M. Hagberg, W. K. Alien, D. R. Seals // J. Appl. Physiol. — 1985. — N 58. — P. 2041—2046.

Hahn A., and T. Krug. 1992. Application of knowledge gained from the coordination of partial movements in breaststroke and butterfly swimming for the development of technical training. In Biomechanics and medicine in swimming: Swimming Science VI, edited by D. Maclaren, T. Reilly, and A. Lees, 167-171. New York: E & FN Spon.

Hanauer E. 1967. The grab start. Swimming World and Junior Swimmer 8: 5, 42.

Hanauer E.S. 1972. Grab start. Swimming World and Junior Swimmer 13 (4): 8-9, 54-55.

Hannula D. Coaching swimming successfully. — 2nd ed. / Dick Hannula. — Human Kinetics, 2003. — 192 p.

Hannula D. The swim caching bible / eds Dick Hannula, Nort Thornton. — Human Kinetics, 2001. — 376 p.

Hargreaves M. Skeletal Muscle Carbohydrate Metabolism During Exercise / M. Hargreaves // Exercise Metabolism. — Human Kinetics, 1999. — P. 41-72.

Harre D. Principles of Sports Training / D. Harre. — Berlin: Sportverlag, 1982. — 231 s.

Harre D. Special problems in preparing for athletic competitions / D. Harre // Principles of Sports Training. — Berlin: Sportverlag, 1982. — S. 216-227.

Harre D. The formation of the standart of athletic performance / D. Harre // Principles of Sports Training. — Berlin: Sportverlag, 1982. — P. 47-73.

Hartley L. H. Cardiac function and endurance / L. H. Hartley // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 72-79.

Hay J.G. 1985. The Biomechanics of Sports Techniques. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Hay J.G. 1986. The status of research on the biomechanics of swimming. In Starting, Stroking & Turning, edited by J.G. Hay, 53-76. Iowa City: Biomechanics Laboratory, University of Iowa.

Hay J.G. 1988. The status of research on the biomechanics of swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 18, Swimming V, edited by B.E. Underechts, K. Wilkie, and K. Reischle, 3-14. Champaign, IL: Human Kinetics.

Hay J.G., and J.G. Re id. 1988. Anatomy, Mechanics, and Human Motion. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Hay J.G., and A.M. Thayer. 1989. Flow visualization of competitive swimming techniques: The tufts method. Journal of Biomechanics 22 (1): 11-19.

Healy J. 1977. Effects of various approaches on the vertical jump in volleyball. Master's Thesis, Western Illinois University, Macomb, IL.

Heiss H.W. Durchblutung und Substratumsatzdes gesunden menschlichen Herzens in Abhängigkeit vom Trainingszustand / H.W. Heiss, I. Barmeyer, Wink et al. // Verh. Dt. Ges. Kreislaufforsch. — 1975. — Bd. 41. — S. 247-252.

Helestreit H. Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men / H. Helestreit, R. Mimura, O. Bar-Or // J. Appl. Physical. — 1993. — N 21. — P. 1-6.

Henriksson J. Cellular metabolism and endurance / J. Henriksson // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 46-60.

Henriksson J. Metabolism in the Contracting Skeletal Muscle / J. Henriksson // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 226-243.

Henry F.M. and D.E. Rogers. 1960. Increased response latency for complicated movements and a "Memory-Drum" theory of neuromotor reaction. Research Quarterly 31: 448-458.

Hermansen L. Stensvoldl. Production and removal of lactate during exercise in man / L. Hermansen // Acta Physiol. Scand. — 1972. — Vol. 86. — P. 191.

Hines E. Fitness swimming / Emmett Hines. — Human Kinetics, 2008. — 232 p.

Hinrichs R. 1986. Biomechanics of butterfly. In ASCA World Clinic Yearbook, edited by T. Johnston, J. Woolger, and D. Scheider, 94. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Hirvonen J. Break-down of highenergy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise / J. Hirvonen, S. Rehunen, H. Rusko, H.Markonen // Eur. J. Appl. Physiol. — 1987. — Vol. 56. — P. 253-259.

Hoffman J. Physiological Aspects of Sport Training and Performance / J. Hoffman. — Human Kinetics. 2002. — 343 p.

Hollander, A.P., G. de Groot, G.J. van Ingen Schneau, R. Kahman, and H.M. Toussaint. 1988. Contributions of the legs to propulsion in front crawl swimming. In International Series on Sport Sciences. Vol. 18, Swimming science V, edited by B. Ungerechts, K. Wilkie, and R. Reischle, 39-43. Champaign, IL: Human Kinetics.

Hollmann W. Sportmedizin Arbeite- und Trainingsgrundlagen / W. Hollmann, T. Hettinger. — Stuttgart; New York, 1980. — 773 s.

Hollmann W. Sportmedizin — Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin / W. Hollmann, H.K. Struder. Schattauer: Stuttgart.

Holloszy J.O. Adaptation of skeletal muscle to endurance exercise & their metabolic consequences / J.O. Holloszy, L.F. Coyle // J. Appl. Physiol.: Respiration, Environment & Exerc. Physiol. — 1984. — Vol. 56, N 4. — P. 831-838.

Holmer I. Oxygen uptake during swimming in man / I. Holmer // J. Appl. Physiol. — 1972. — N 33. — P. 502-509.

Holmer I. Physiology of swimmingman / I. Holmer // Acta Physiol. scand. — 1974. — P. 467.

Holmer I. 1974. Energy cost of the arm stroke, leg kick and the whole stroke in competitive swimming style. Journal of Applied Physiology 33: 105-18.

Holt L.E., and J.B. Holt. 1989. Swimming velocity with and without lift forces. Unpublished paper, Sports Science Laboratory, Dalhousie University, Dalhousie, Canada. Reported in B. Rushall, E.J. Sprigings, L.E. Holt, and RR. Francis, Forces in swimming—Current status, Swimming Coaching Science Bulletin, 1994, 2 (4): 1-24.

Hood D.A. Plasticity in skeletal, cardiac, and smooth muscle. Invited review: Contractile activity-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle // Journal of Applied Physiology. — 2001. — Vol. 90 (3). — P. 1137-1357.

Hoppeler H. II. Morphological adaptations of human skeletal muscle to chronic hypoxia / H. Hoppeler, E. Kleinert, C. Schegel // Int. J. Sports Med. — 1990. — Vol. 11. — P. 3.

Hottenrott K. Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen / K. Hottenrott, G. Neumann. — Meyer & Meyer Verlag, 2010. — 343 s.

Hottenrott K. Ist das Superkompensations model nach aktuell? / K. Hottenrott, G. Neumann // Leistungssport. — 2010. — Marz. — S. 13-19.

Howald H. Traininginduced morphological and functional changes in skeletal muscle / H. Howald // Int. J. Sports Med. — 1982. — Vol. 3. — P. 1-12.

Hsu K. M. The effects of detraining and retraining on swimming propulsive force and blood lactate / K. M. Hsu, T. G. Hsu // Medicine and Science in Sports and Exercise. — 1999. — 31 (Supplement 5): Abstract #1400.

Hudlicka O. The effect of longterm electrical stimulation on fuel uptake and performance in fast skeletal muscles / O. Hudlicka, K. R. Tyier, T. Aitman // Plasticity of Muscle. — Berlin; New York: W. de Gruyter. — 1980. — P. 401-408.

Hultman E. Food stores and Energy Reserves / E. Hultman, P. L. Greenhaff // Endurance in Sport / R. Shephard, P.-O. Astrand (eds). — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 127-135.

Hurley B.F. Muscle triglycende utilization during exercise effect of training / B.F Hurley // J. Appl. Physiol. — 1986. — N 60. — P. 562-567.

Israel S. Agerelated changes in strength and special groups / S. Israel // Strength and Power in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 319-328.

Jansson E. Muscle adaptation to extreme endurance training in man / E. Jansson, L. Kaiser // Acta Physiol. Scand. — 1977. — Vol. 100. — P. 315-324.

Jongers J.J. Aspects fonctionnels de la natation de longue duree / J.J. Jongers, P. Vogetaere, R. Leclercq, A. Qumon // Med. du sport. — 1985. — N 5. — P. 12-21.

Johnson R. Unpopular Wisdom / R. Johnson // Swimming World. — June 2009. — P. 40-41.

Johnson J.A., Haskvitz E.M., Brehm B. Applied sports medicine for coaches. — Baltimore: Wolters Kluwer / Zippincott Williams and Wilkins. — 2009. — P. 370.

Jorgenson L.W. 1971. A cinematographical and descriptive comparison of three selected freestyle racing starts in competitive swimming. Doctoral Dissertation, Louisiana State University, Baton Rouge, LA.

Kayambashi K. 1977. Effects of approaches and takeoffs on the vertical jump in volleyball. Master's Thesis, Western Illinois University, Macomb, IL.

Kellmann M. Enhancing Recovery / M. Kellmann // Preventing Underperformance in Athletes. — Human Kinetics. 2002. — 333 p.

Kemper H.C.G. Longitudinal changes of aerobic fitness in youth ages 12—23 / H.C.G. Kemper, R. Verschuur, L. DeMey // Pediatr. Exerc. Sci. — 1989. — Vol. 1. — P. 257-270.

Kennedy J.C. 1978. Orthopaedic manifestations. In International Series on Sport Sciences. Vol. 6, Swimming Medicine IV, edited by B. Eriksson and B. Furberg, 94-97. Baltimore: University Park Press.

Kentta G. Training practices and overtraining syndrome in Swedish age-group athletes / G. Kentta, P. Hassmen, J. S. Raglin // Int. J. Sports Med. — 2001. — N 22. — P. 1-6.

Keren G. Sudden death and physical exertion / G. Keren, S. Shoenfeld. // J. Sports Med. — 1981. — Vol. 21, N 1. — P. 90-93.

Kiens B. Skeletal muscle substrate utilization during submaximal exercise in man: effect of endurance training / B. Kiens, B. Essen-Gustavsson, N. J. Christensen, B. Saltin // J. Physiol (London). — 1993. — N 469. — P. 459—478.

Kindermann W. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training / W. Kindermann, G. Simen, J. Keui // Eur. J. Appl. Physiol. — 1979. — Vol. 42. — P. 25.

Kjaer M. Hepatik Fuel Metabolism During Exercise / M. Kjaer // Exercise Metabolism. — Human Kinetics, 1999. — P. 73—98.

Klausen K. Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillanzation and enzyme levels during training and detraining / K. Klausen, Z. B. Andersen // Acta Physiol Scand. — 1981. — Vol. 113. — P. 9-16.

Koller D.L. From Medals to Morality : Sportive Nationalism and the Problem of Doping in Sports / D.L. Koller // Marquette Sports Law Rev. — 2008. — Vol. 19, N. 1. — P. 92-123.

Kollias J. Hemodynamic response of well-trained women athletes to graded treadmill exercise / J. Kollias, H. L. Barlett, J. Menaet, B. Franklin // J. Sports Med. Phys. Fitness. — 1978. — Vol. 18. — P. 365-372.

Kolmogorov S.V., and O.A. Duplischeva. 1992. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. Journal of Biomechanics 25 (3): 311-318.

Kolmogorov S.V., and O.A. Rumyantseva. 1998. Measurement of active drag. In Abstracts, VIII International Symposium on Biomechanics And Medicine in Swimming, edited by K.L. Keskinen, P.V. Komi, and P.L. Pitkanen, 83. Helsinki, Finland: University of Jyvaskyla.

Kraemer W. Resistance training and youth / W. Kraemer, A. Fry, P. Frykman [et al.] // Pediatr. Exerc. Sci. — 1989. — N 1. — P. 336-350.

Lacour J.R. Role du metabohsme aerobie lors de 1'exercise intense et prolonge / J.R. Lacour, R. Flandrois // J. Physiol (Pans). — 1977. — Vol. 73. — P. 89-130.

Landry F. Cardiac dimension changes with endurance training / F. Landry, C. Bouchard, J. Dumesml // Journal of the American Medical Association. — 1985. — Vol. 254. — P. 77-80.

Lanyon L.E. Functional strain in bone tissue as an objective and controlling stimulus for adaptive bone remodelling / L.E. Lanyon // J. Biomech. — 1987. — Vol. 2. — P. 1083-1093.

Leonard J. Coaches Certification / J. Leonard // Physiology school. — Fort Lauderdale: American Swimming Coaches Association. — 2008. — P. 1-20.

Leonard J. Definitions of Types of Training / F. Leonard // Physiology school. — Fort Lauderdale: American Swimming Coaches Association. — 2008. — P. 35-64.

Levinson D.A. 1987. Internal stroke motions and the effective coaching of stroke mechanics. Journal of Swimming Research 3 (3): 21-28.

Lewis S. 1980. Comparison of five swimming starting techniques. Swimming Technique 16 (4): 125-128.

Lloyd D. Why homeodynamics, not homeostasis? / D. Lloyd, M.A. Aon, S. Cortassa // Scientific World Journal. — 2001. — N 1. — P. 133-145.

Lucas J.A. Future of the Olympic Games / J.A. Lucas. — Champaign: Human Kinetics, 1992. — P. 106-116.

Lucero B. Technique Swim Workouts: Coach Blythe's Swim Workouts / B. Lucero. — Meyer & Meyer Fachverlag und Buchhandel GmbH, 2009. — 160 p.

Lucero B. Challenge Workouts for Advanced Swimmers / B. Lucero. — Meyer & Meyer Fachverlag und Buchhandel GmbH, 2010. — 159 p.

Luedtke D. 1986. Backstroke biomechanics. In 1985 ASCA World Clinic Yearbook, edited by T. Johnston, J. Woolger, and D. Scheider, 95. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Lyttle A., B. Blanksby, B. Elliott, and D. Lloyd. 1998. Optimal depth for streamlined gliding. In Abstracts: VIII International Symposium On Biomechanics And Medicine In Swimming, edited by K.L. Keskinen, P.V. Komi, and P.L. Pitkanen, 85. Helsinki, Finland: University of Jyvaskyla.

Lyttle A., B. Blanksby, B. Elliott, and D. Lloyd. 1998. The effect of depth and velocity on drag during the streamlined glide. Journal of Swimming Research 13:15-22.

Macintosh B.R. Skeletal muscle: form and function / B.R. Makintosh, P.F. Gardner, A.J. McComas. — Human Kinetics, 2006. — 423 p.

Mader A. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of postexercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers / A. Mader, H. Heck, W. Hollmann; F. Landry, W.A.P. Orban (Eds) // Exercise Physology — Miamy Symposia Specialists. — 1978.

Maglischo C.W., E. W. Maglischo, and T.R. Santos. 1987. The relationship between the forward velocity of the center of gravity and the hip in the four competitive strokes. Journal of Swimming Research 3 (2): 11-17.

Maglischo C.W., E.W. Maglischo, J. Higgins, R. Hinrichs, D. Luedtke, R.E. Schleihauf, and A. Thayer. 1986. A biomechanical analysis of the 1984 U.S. Olympic swimming team: The distance freestylers. Journal of Swimming Research 2 (3): 12-16.

Maglischo C.W., E.W. Maglischo, D. Luedtke, R.E. Schleihauf, J. Higgins, A. Thayer, and R. Hinrichs. 1987. The swimmer: A study of propulsion and drag. SOMA 2 (2): 40-44.

Maglischo E.W. 1984. A 3-dimensional cinematographical analysis of competitive swimming strokes. In 1983 ASCA World Clinic Yearbook, edited by R.M. Ousley, 1-14. Fort Lauderdale, Fla.: American Swimming Coaches Association.

Maglischo E.W. 1998 Unpublished observations of stroke rates during national and international competitions. Lecture presented at Maglischo coaching seminar, Arizona State University, Tempe.

Maglischo E.W. 1999. Unpublished observations of the forward velocity of breaststroke swimmers based on both center of mass and velocity meter tracings. Lecture presented at Maglischo coaching seminar, June 25-26, Washington, D.C.

Maglischo E.W. Swimming Fastest / E.W. Maglischo. — 3rd ed. — Champain, Illinois: Human Kinetics Publishers, 2003. — 800 p.

Malina R.M. Growth, maturation, and physical activity / R.M. Malina, C. Bouchard, O. Bar-Or. — 2nd ed. — Champaign, IL: Human Kinetics, 2004. — 712 p.

Martinez L.R. Substrate utilization during treadmill running in prepubertal girls and women / L.R. Martinez, E.M. Hymes // Med. Sci. Sport Exerc.— 1992.— 24.— P.975—983.

Mason B.R, Z. Tong, and R.J. Richards. 1992. Propulsion in the butterfly stroke. In Biomechanics and Medicine in Swimming: Swimming Science VI, edited by D. Maclaren, T. Reilly, and A. Lees, 81-86. New York: E & FN Spon.

Mason B.R., S.G. Patton, and A.P. Newton. 1989. Propulsion in breaststroke swimming. In Proceedings of the VII International Symposium on Biomechanics in Sports, edited by W.E. Morrision, 257-267. Melbourne, Australia: Footscray Institute of Technology.

Mason B.R., Z. Tong, and R.J. Richards. 1992. Propulsion in the butterfly stroke. In Biomechanics And Medicine In Swimming: Swimming Science VI, edited by D. Maclaren, T. Reilly, and A. Lees, 81-86. New York: E & FN Spon.

Mathesius R. Funktionelle Mechanismen der Leistungsentwicklung / R. Mathesius // Trainigswissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994. — P. 60-92.

Matsuda J.J. Structural and mechanical adaptation of immature bone to strenuous exercise / J. J. Matsuda, R.F. Zemicke, A.C. Vailas, V.A. Pedrini, et al. // J. Appl. Physiol. — 1986. — Vol. 60. — P. 2028-2034.

Maxwell T.R.D. Bratton, and V. Fisher. 1980. Comparison of the vertical height achieved on the spike jump using no approach, a one-step approach, and a run approach. Volleyball Technical Journal 5 (2): 29-34.

McArdle W.D. Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance / W.D. McArdle, F.I. Katch, V.L. Katch. — Baltimore: Williams & Wilkins, 1996.

McConnell. Breathe Strong. Perform Better / McConnell. — Champain: Human Kinetics, 2011. — 275 p.

McCulloch R.G. Effects of physical activity, dietary calcium intake, and selected lifestyle factors on bone density in young women / R.G. McCulloch, D.A. Bally, C.S. Houston, B.L. Dodd // Can. Med. Assoc. J. — 1990. — Vol. 142. — P. 221-232.

McDougall J.D. Muscle glycogen repletion after high — intensity intermittent exercise / J.D. McDougall, G.R. Ward, D.G. Sale et al. // J. Appl. Physiol. — 1977. — Vol. 42. — P. 2b.

McDoungal J.D. Muscle fibre number in biceps brachii in body builders and control subjects / J.D. McDoungal, D.G. Sale, S.E. Alway, J.R. Sutton // J. Appl. Physiol. — 1984. — Vol. 57. — P. 1399-1403.

McLean S.P, P.F. Vint, K.D. Beckett, and M.J. Holthe. 1999. The addition of an approach to a swimming relay start. Journal of Applied Biomechanics.

McNab R.B.J. Differences in maximal and submaximal work capacity in men and women / R.B.J. McNab, P.P. Conger, P.S. Taylor // J. Appl. Physiol. — 1969. — Vol. 27. — P. 644-648.

Mellah S. Changes in excitability of motor units during preparation for movement / S. Mellah, L. Rispal-Padel, G. Riviere // Exp. Brain Res. — 1990. — Vol. 82. — P. 178-186.

Meyer R.A. Application of ^{31}P-NMR spectroscopy to the study of striated muscle metabolism / R.A. Meyer, M.J. Kushmerick, T.R. Brown //Am. J. Physiol. —1982. — Vol. 242 (Cell Physiol.). — C. 1 .

Michaels R.A. 1973. A time-distance comparison of the conventional and the grab start. Swimming Technique 10: 16-17.

Michel B.A. Weight-bearing exercise, overexercise, and lumbar bone density over age 50 years / B.A. Michel, D.A. Block, J. . Fries // Arch. Int. Med. — 1989. — Vol. 149. — P. 2325-2329.

Milak K. The Lowdown on Hypoxic Training / K. Milak // Swimming Technique. — July-September 2003. — P. 25-26.

Miller D. Women Argue for Greater Role in Sport / D. Miller // London Times. — 3 November 1990. — P. 28.

Miller G. Behind the Olympic Ring / G. Miller. — Lynn, Massachusetts: H.O. Zimman, 2004. — P. 97-107.

Milliken M.C. Left ventricular mass as determined by magnetic resonance imaging in male endurance athletes / M.C. Milliken, J. Stray-Gundersen, R.M. Peshock et al. // Amer. J. Cardiology. — 1988. — Vol. 62. — P. 301-305.

Miyashita M. 1977. Fluctuations of swimming speed in the crawl stroke. In The Bio-Physics of Swimming, 7-13. Tokyo: The University of Tokyo.

Miyashita M. 1997. Mechanical power in swimming the breaststroke. The Bio-Physics of Swimming: Three Decades Of Research, 10-13. Tokyo: Graduate School of Education, University of Tokyo, Tokyo, Japan.

Miyashita M. 1997. Water resistance in relation to body size. In The Bio-Physics of Swimming: Three Decades of Research, 4-9. Tokyo: University of Tokyo.

Montgomery J. Mastering swimming / Jim Montgomery, Mo Chambres. — Human Kinetics, 2009. — 224 p.

Montoye H. J. Bone mineral in senior tennis players / H. J. Montoye, E. L. Smith, D. F. Pardon, E. T. Howley // Scand. J. Sports Sci. — 1980. — Vol. 2. — P. 26—32.

Moritani T. Time Course of Adaptations during Strength and Power Training / T. Moritani // Strength and Power in Sport. — Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 266—278.

Mullen G. John. The Basics of a Great Swimming Start / G. John Mullen // The Science of Performance. — June 2010. — P. 24-25.

Muller E. Perspektivplan des Leistungssports, 1989—1992/93 / E. Muller // Schwimmsport-Verband der DDR. — Berlin, 1989. — S. 1-23.

Muller E. Trainingsmethodische Grundkonzeption der Disziplingruppe Lauf / Gehen fur die jahre 1988—1992 / E. Muller // DVFL der DDR. — Berlin, 1989. — S. 1—60.

Nakamura Y. Public Administration of National Physical Training in the War Period / Y. Nakamura // J. Human Sci. — 1992. — N 5 (1). — P. 123-139.

Neuman D. A. Kinesiology of the Hip: A Focus on Muscular Actions / D. A. Neuman // J. Orthop. Sports Phys. Ther. — 2010. — N 40 (2). — P. 82-94.

Neumann G. Cycling / G. Neumann // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992 — P. 582-596.

Nevill M.E. Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting / M.E. Nevill, L.H. Boobis, S. Brooks, C. Williams // J. Appl. Physiol. — 1989. — Vol. 67. — P. 2376-2382.

Nevill M.E. Muscle metabolism and performance during sprinting / M.E. Nevill, G.C. Bogdanis, L.N. Boobis et al. // Biochemistry of Exercise / ed. by R.J. Maughan, S.M. Shirreffs. — Champaign, IL: Human Kinetics. — 1996. — Vol. IX. — P. 243-259.

Newsholme E.A. Biochemical causes of fatigue and overtraining / E.A. Newsholme, E. Blomstrand, N. McAndrew, M. Parry-Billings // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 351-364.

Newsholme E. Physical and mental fatigue: Metabolic mechanisms and the importance of plasma amino acids / British Med. Bull., 1992. — Vol. 43 (3). — P. 447-495.

Nielsen B. Diet, Vitamins and Fluids: Intake Before and After Prolonged Exercise / B. Nielsen // Endurance in Sport. — Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 297-311.

Nimz R., U. Rader, K. Wilkie, and W. Skipka. 1988. The relationship of anthropometric measures to different types of breaststroke kicks. In International Series on Sport Sciences. Vol. 18, Swimming Science V, edited by B. Ungerechts, K. Wilkie, and K. Reischle, 115-119. Champaign, IL: Human Kinetics.

Northrip J.W., G.A. Logan, and W.C. McKinney. 1974. Introduction to Biomechanic Analysis of Sport. Dubuque: Wm. C. Brown.

Nygaard E. Morphological studies of skeletal muscles in women (in Danish). — 1976. — Copenhagen: August Krogh Institute / E. Nygaard, T. Goricke. — Report N 99.

Odeven E. Standing Tall / E. Odeven // Swimming Technique. — July-September 2003. — P. 8—13.

Ohmichi H., M. Takamoto, and M. Miyashita. 1983. Measurement of waves caused by swimmers. In International Series on Sport Sciences. Vol. 14, Biomechanics and Medicine in Swimming, edited by A.P. Hollander, P. A. Huijing, and G. de Groot, 103-107. Champaign, IL: Human Kinetics.

Ohuchi H. Heart rate recovery after exercise and cardiac autonomic nervous activity in children // H. Ohuchi, H. Suzuki, K. Yasuda et al. // Pediatr. Res. — 2000. — Vol. 47 (3). — P. 329-335.

Olbrecht J. The Science of Winning: Planning, Periodizing and Optimising Swim Training / J. Olbrecht. — Luton: Swim Shop, 2000.

Olbrecht J. Plannen, periodiseren, trainen bijsturen en winnen: handbook voor modern zwemtraining. — Antwerpen: F8G Partners, 2007. — 239 p.

Oppenheim P. The history of swimming / P. Oppenheim. — Nort Hollywoud, CA: Swimming Word, 1970.

Ozmun J.C. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training / J.C. Jzmun, A.E. Mikesky, R.R. Surburg // Med Sci Sports Exerc. — 1994. — N 26. — P. 510-514.

Pate R.R. Cardiorespiratory and metabolic responses to submaximal and maximal exercise in elite women distance runners / R.R. Pate, P.B. Sparling, G.E. Wilson et al. // International Journal of Sports Medicine. — 1987. — V. 8 (Suppl. 2). — P. 91-95.

Payton C.J., J.G. Hay, and D.R. Mtillweaux. 1997. The effect of body roll on hand speed and hand path in front crawl swimming: A simulation study. Journal of Applied Biomechanics 13: 300-315.

Payton, C.J., R.M. Bartlett, and V. Baltzopoulos. 1998. The contribution of body roll to hand speed in front crawl swimming: An experimental study. In Abstracts, VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, edited by K.L. Keskinen, P.V. Komi, and P.L. Pitkanen, 109. Helsinki, Finland: University of Jyvaskyla.

Peltenburg A. Sex hormone profiles of premenarcheal athletes / A. Peltenburg, W. Erich, J. Thijssen // Eur. J. Appl. Physical. — 1984. — Vol. 52. — P. 385-392.

Pendergast D.R., P.E. diPrampero, A.B. Craig, D.R. Wilson, and D.W. Rennie. 1977. Quantitative analysis of the front crawl in men and women. Journal of Applied Physiology 43: 475-79.

Persyn U., J. De Maeyer, and H. Vervaecke. 1975. Investigation of hydrodynamic determinants of competitive swimming strokes. In International Series on Sport Sciences. Vol. 2, Swimming II, edited by L. Lewillie and J.P. Clarys, 214-222. Baltimore: University Park Press.

Pette D. Activity-induced fast to slow transitions in mammalian muscle / D. Pette // Med. Sci. Sports Exerc. — 1984. — Vol. 16, N 6. — P. 517-528.

Pipes T. V. Muscular strength through isotonic and isokinetic resistance training / T. V. Pipes, J. H. Wilmore // Athlet. J. — 1976. — Vol. 57. — P. 42-45.

Plagenhoff S. 1971. Patterns of Human Motion. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Platonov V. N. Las bases del entrenamiento deportivo / V. N. Platonov. — Barcelona: Paidotribo, 1992. — 314 p.

Platonov V. N. El entrenamento deportivo. Teoria y Metodologia / V. N. Platonov. — Barcelona: Paidotribo, 1995. — 322 p.

Platonov V. N. Teoria general del entrenamiento deportivo Olimpico / V. N. Platonov. — Barcelona: Paidotribo, 2002.— 686 p.

Platonov V. N. Fondamenti dell'allenamento e dell'attivatà di gara: teoria generale della preparazione degli atleti negli sport olimpic / V. N. Platonov. — Torino: Calzetti Mariucci, 2007. — 860 p.

Plylye M. J. Finetuning muscle capillary supply for maximum exercise performance / M. J. Plylye // Perspect Cardiol. — 1990. — Vol. 6. — P. 25-34.

Poliner L. R. Left ventricular performance in normal subjects: a comparison of the responses to exercise in upright and supine positions / Poliner L. R. // Circulation. — 1980. — N 62. — 528 p.

Prandtl and O. G. Tietgens. 1957. Applied Hydro- and Aerodynamics. New York: Dover Press.

Prichard B. 1993. A new swim paradigm: Swimmers generate propulsion from the hips. Swimming Technique 30(1): 17-23.

Ransom B. G. 1973. The no breather flip turn. Swimming Technique, 10, 70-82.

Reed M. I. Muscle glycogen storage post exercise: Effect on mode of carbohydrate administration / M. I. Reed // J. Appl. Physiol. — 1989. — N 66. — P. 720-726.

Reischle K. 1979. A kinematic investigation of movement patterns in swimming with photo-optical methods. In International Series on Sport Sciences. Vol. 8, Swimming III, edited by J. Terauds and E.W. Bedingfield, 97-104. Baltimore: University Park Press.

Riddell M.C. Substrate utilization in boys during exercise with [uC]-glucose ingestion / M.C. Riddell, O. Bar-Or, H.P. Schwarcz // Eur J Appl Physiol. — 2000. — Vol. 83. — P. 441-448.

Riddell M.C. American Diabetes Association. Handbook of Exercise in Diabetes // Children and Adolescents / ed. N. Ruderman, J. T. Devlin, S.H. Schneider. — American Diabets Association, 2002. — P. 547-566.

Riley D. A. Thin filament diversity and physiology of fast and slow fiber types in astronaut leg muscle / D. A. Riley, J. L. Bain, J. L. Thompson et al. // J. Appl. Physiol. — 2002. — Vol. 92. — P. 817-825.

Robergs R. A. Fisiologia do Exercicio / R. A. Robergs, S. O. Roberts. — Sao Paulo: Phorte Editora, 2002.— 490 p.

Roberts J.M., and K. Wilson. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity // Br J Sports Med 33(4):261-263. 1999.

Robinson S. New records in human power / S. Robinson, H. T. Edwards, D. B. Dill // Science. — 1937. — Vol. 83 — P. 409-410.

Roffer B.J. and R.C. Nelson. 1972. The grab start is faster. Swimming Technique 8: 101-102.

Rose B. Backstroke and Butterfly 200-Meter Training / B. Rose // The Swim Coaching Bible / by D. Hannula, N. Tronton. — Human Kinetics, 2001. — P. 283-296.

Rouard A.H., and R.P. Billat. 1990. Influences of sex and level of performance on freestyle stroke: An electromyography and kinematic study. International Journal of Sports Medicine 11: 150-155.

Rowell L. B. Muscle bloud flow in humans: how high can it go? / L. W. Rowell // Med. Sci. Sports. Exerc. — 1988. — N 20. — P. 97-103.

Rowland T. Children's Exercise Physiology / T. Rowland. — 2nd ed. — Champain, IL: Human Kinetics, 2005. — 312 p.

Roy R. R. Skeletal muscle architecture and performance / R. R. Roy, V. R. Edgerton // Strength and Power in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1991. — P. 115-129.

Rutemiller B. 1996. Tech tips: Misty Hyman. Swimming World and Junior Swimmer 37 (4): 22-23.

Sale D. G. Neural adaption to strength training // Strength and power in sport / P. V. Komi (ed.). — Oxford: Blackwell, 1992. — P. 249-265.

Salo D. Complete conditioning for swimming / David Salo, Scott A. Rieward. — Human Kinetics, 2008. — 256 p.

Saltin B. Functional adaptations to physical activity and inactivity / B. Saltin, L.B. Rowell // Fed. Proc. — 1980. — N 39. — P. 1506-1513.

Saltin B. Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance / B. Saltin, P.O. Gollnick // Handbook of Physiology. Skeletal muscle. — Bethesda: Amer. Physiol. Soc. — 1983. — P. 551-631.

Sanders R.H. 1996. Breaststroke technique variations among New Zealand Pan Pacific squad members. In Biomechanics and Medicine in Swimming VII, edited by J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, and T.A. Trappe, 64-69. New York: E & FN Spon.

Sanders, R.H., J.M. Cappaert, and R.K. Devlin. 1995. Wave characteristics of butterfly swimmers. Journal of Biomechanics 28 (1): 9-16.

Schantz P. Adaptation of human skeletal muscle to endurance training of long duration / P. Schantz, P. Henriksson, E. Jansson // Clin. Physiol. — 1983. — N 3. — P. 141-151.

Schleihauf B. 1978. Swimming propulsion: A hydrodynamic analysis. In ASCA World Clinic Yearbook, edited by R.M. Ousley, 49-85. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Schleihauf R.E., Jr. 1979. A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In International Series on Sport Sciences. Vol. 8, Swimming III, edited by J. Terauds and E.W. Bedingfield, 70-109. Baltimore: University Park Press.

Schleihauf R.E. 1984. The biomechanical analysis of swimming propulsion in the sprint front crawl stroke. Doctoral dissertation, Columbia University, New York.

Schleihauf R.E., Jr. 1986. Biomechanics. In ASCA World Clinic Yearbook, edited by T. Johnston, J. Woolger, and D. Scheider, 88-93. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Schleihauf R.E., J. Higgins, R. Hinrichs, D. Luedtke, C. Maglischo, E. Maglischo, and A. Thayer. 1984. Biomechanics of swimming propulsion. In 1983 ASCA World Clinic Yearbook, edited by T.F. Welsh, 19-24. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

Schleihauf R.E., J.R. Higgins, R. Hinrichs, D. Luedtke, C. Maglischo, E. Maglischo, and A. Thayer. 1988. Propulsive techniques: Front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke. In International Series on Sport Sciences. Vol. 18, Swimming science V, edited by B. Ungerechts, K. Wilkie, and K. Reischle, 53-60. Champaign, IL: Human Kinetics.

Schnabel G. Bewegungsregulation als Information-sorganisation / G. Schnabel // Trainingswissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994. — S. 60-92.

Schnabel G. Prinzipien des sportlichen / G. Schnabel // Training-swissen-schaft. — Berlin: Sportverlag, 1994. — S. 282-294.

Schnabel G. Sportliche Leistung, Leistungsfthigkeit — Wesen und Structur / G. Schnabel // Trainingswissenschaft. — Berlin: Sportverlag, 1994. — S. 52-63.

Secher N.H. Central nervous influence on fatigue / N.H. Secher // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 96-106.

Secher N.H. Central nervous influence on fatigue / N.H. Secher // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 96-106.

Seeley R. Anatomy & Physiology / R. Seeley, T. Stephens, P. Tate. — Mc Graw Hill, 2008. — 1105 p.

Sharp R.L. and D.L. Costill. 1989. Influence of body hair removal on physiological responses during breaststroke swimming. Medicine and Science in Sports and Exercise 21 (5), 576-580.

Shephard R.J. General considerations / R.J. Shephard // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 21-34.

Shephard R.J. Problems of High Altitude / R.J. Shephard // Endurance in Sport. — Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 471-478.

Shephard R.J. Peripheral circulation and endurance / R.J. Shephard, M.J. Plylye // Endurance in Sport. — Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992. — P. 80-95.

Sheply B. Physiological effects of tapering in highly trained athletes / B. Sheply, J.D. MacDougal, N. Cipriano, J.R. Sutton et al. // Journal of Applied Physiology. — 1992. — N 72. — P. 706-711.

Sidney M., G. Falgairette, B. Fustier, B. Morion, and B. Ria. 1997. Biomechanic analysis of swimming performances. Perceptual and Motor Skill 85 (1): 167-177.

Silvia C.E. 1970. Manual and Lesson Plans for Basic Swimming, Water Stunts, Life Saving, Springboard Diving, Skin and Scuba Diving: Methods of Teaching. Springfield, MA: published by the author.

Siodin B. Applied physiology of marathon running / B. Siodin, J. Svedenhag // Sports Med. — 1985. — Vol. 2. — P. 83—99.

Smith B.W. A comparison of the anaerobic threshold of sprint and endurance trained swimmers / B.W. Smith, R.G. McMurray, J.D. Symanski // J. Sports Med. Phys. Fitness. — 1984. — Vol. 24. — P. 94-99.

Spina M.S. 1995. A Biomechanical Analysis and Comparison of Three Variations of the Grab Start. Master's Thesis, California State University, Chico, CA.

Spriet L.L. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise / L.L. Spriet // Exercise metabolism. — Human Kinetics, 1999. — P. 1-40.

Staron R.S. The multiplicity of myosin light and heavy chain combinations in muscle fibers / R.S. Staron, D. Pette // The dynamic state of muscle fibers / D. Pette (Ed.). — Berlin: Walter de Gruyter, 1990. — P. 315-328.

Stone M.H. Connective tissue and bone response to strength training / M.H. Stone // Strength and Power in Sport. — Oxford: Blackwell Sci. Publ. — 1992. — P. 279-290.

Streter F.A. Fast to slow transformation of fast muscles in response to longterm phasic stimulation / F.A. Streter, K. Pinter, F. Jolesz, K. Mabuchi // Exp. Neurol. — 1982. — Vol. 75. — P. 95-102.

Strojnik V., J. Bednarik, and B. Strombelj. 1998. Active and passive drag in swimming. In Abstracts, VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine In Swimming, edited by K.L. Keskinen, P.V. Komi, and PL. Pitkanen, 132. Helsinki, Finland: University of Jyvaskyla.

Sutton J.R. Effect of pH on muscle glycolysis during exercise / J.R. Sutton, N.L. Jones, C.J. Toews // Clin. Sci. Mol. Med. — 1981. — Vol. 6. — P. 331-338.

Svedenhag J. Endurance Conditioning / J. Svedenhag // Endurance in Sports. — Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. — P. 290-299.

Sweetenham B. Championship swim training / B. Sweetenham, J. Atkinson. — Human Kinetics. — 2003.

Taylor H.L. Exercise and metabolism / H.L. Taylor, L.B. Rowell // Science and Medicine of Exercise and Sport. 2nd. ed. / W.R. Jahnson, E.R. Buskirk (Eds.) — New York: Harper and Row, 1974.

Tesch P.A. Muscle metabolite accumulation following maximal exercise / P.A. Tesch, J. Karlsson // Eur. J. Appl. Physiol. — 1984. — Vol. 52. — P. 243-246.

Thayer A., R.E. Schleihauf, J.R. Higgins, R. Hinrichs, D.L. Luedtke, C.W. Maglischo, and E.W. Maglischo. 1986. A hydrodynamic analysis of breaststroke swimmers. In Starting, Stroking & Turning, edited by J.G. Hay, 131-143. Iowa City: Biomechanics Laboratory, Department of Exercise Science, University of Iowa.

Thayer A.L. and J.G. Hay. 1984. Motivating start and turn improvement. Swimming Technique 20 (4): 17-20.

Thayer A.M. 1990. Hand pressures as predictors of resultant and propulsive hand forces in swimming. Doctoral dissertation. University of Iowa, Iowa City.

Thomas L. A model study of optimal training reduction during pre-event taper in elite swimmers / L. Thomas, I. Mujika, T. Busso // J. Sport. Sci. — 2008. — N 26. — P. 643-652.

Thorsen E.A. 1975. Comparison of the conventional and grab start in swimming. Tidsofkroft fur Legenspuelset 39: 130-138.

Thorstensson A. Muscle strength and fiber composition in athletes and sedentary man / A. Thorstensson, L. Larsson, P. Tesch // Med. Sci. Sport. — 1977. — Vol. 9. — P. 26—30.

Timmons B.W. RPE during prolonged cycling with and without carbohydrate ingestion in boys and men / B.W. Timmons, O. Bar-Or // Med. Sci. Sports Exerc., 2003. — Vol. 35 (11). — P. 1901-1907.

Timmons B.W. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men / B.W. Timmons, O. Bar-Or, M.C. Riddell // J. Appl. Physiol., 2003. — N 94. — P. 278-284.

Toussaint H.M. 1988. Mechanics And Energetics of Swimming. Amsterdam: published by the author.

Toussaint H.M., C. van den Berg, and W.J. Beek. 2000. Pumped-Up Propulsion During Front Crawl Swimming. ISBS 2000 [Online]. Edited by R. Sanders.

Toussaint H.M., G. de Groot, H.H.C.M. van de Savelberg, K. Vervoorn, A.P. Hollander, and G.J. van Ingen Schneau. 1988. Active drag related to velocity in male and female swimmers. Journal of Biomechanics 21: 435-438.

Trappe S. Effect of swim taper on human single muscle fiber contractile properties / S. Trappe, D. L. Costill, G. Lee, R. Thomas // Medicine and Science in Sports and Exercise. — 1998. — 30 (Supplement 5): Abstract #220.

Troup J.P. Detraining / J.P. Troup // Research Updates / ed. by J.P. Troup. — Colorado Springs: United States Swimming, 1989. — P. 10.

Tshiene P. Streit um die Superkompensation / P. Tshiene // Liestungssport. — 2006. — N 36 (1). — S. 5-15.

Turcotte P.L. Lipid Metabolism During Exercise / P.L. Turcotte, E.A. Richter, B. Kiens // Exercise Metabolism. — Human Kinetics, 1999. — P. 99-130.

Turkevich D. Noninvasive measurement of the decrease in left ventricular filling time during maximal exercise in normal subjects / D. Turkevich, A. Micco, J.T. Reeves // Amer. J. Cardiology. — 1988. — Vol. 62. — P. 650-652.

U.S.A. Swimming. 1999. Rules and Regulations. Colorado Springs: U.S.A. Swimming.

Urbanchek J. Jon Urbanchek, coach of Tom Dolan Olympic gold medalist 400 individual medley / J. Urbanchek // The World Swimming Coaches Association Gold Medal Clinic Series. — Fort Lauderdale, FL.: World Swimming Coaches Association. — 1998. — Vol. 2. — P. 97-104.

Vaart A.J.M., H.H.C.M. van de Savelberg, G. de Groot, A.P. Hollander, H.M. Toussaint, and G.J. van Ingen Schneau. 1987. An estimation of active drag in front crawl swimming. Journal of Biomechanics 20: 543-546.

Van Praagh E. Development of anaerobic function during childhood and adolescence / E. Van Praagh // Ped. Exers. Saner. — 2000. — N 12. — P. 150-173.

Van Slooten R.H. 1973. An analysis of two forward swim starts using cinematography. Swimming Technique 10: 85-88.

Van Tilborgh L., E.J. Willens, and U. Persyn. 1988. Evaluation of breaststroke propulsion and resistance-resultant impulses from film analysis. In International Series on Sports Sciences. Vol. 8, Swimming Science V, edited by B. Ungerechts, K. Wilkie, and K. Reischle, 67-71. Champaign, IL: Human Kinetics.

Vervaecke H.U.B. and U.J.J. Persyn. 1979. Effectiveness of the breaststroke leg movement in relation to selected time-space, anthropometric, flexibility, and force data. In International Series on Sport Sciences. Vol. 8, Swimming III, edited by J. Terauds and E.W. Bedingfield, 320-328. Baltimore: University Park Press.

Videler J. 1981. Swimming movements, body structure and propulsion. Cod Gadusmorhua, Symposia of the Zoological Society of London 48:1-27.

Vilas-Boas J.R., M.J. Cruz, F. Sousa, and F. Conceigao. 2000. Integrated kinematical and dynamics analysis of 2 track-start techniques. ISBS Swimming 2000 online, edited by R.S. Sanders.

Volkers S. The training of Samantha Riley and Susan O'Neill / S. Volkers // World Clinic Series. — Fort Lauderdale, FL.: American Swimming Coaches Association. — 1997. — Vol. 28. — P. 65-89.

Volkov N.I. Bioenergetics of Sports Activities / N.I. Volkov. — Moscow: Theory and Practice of Physical Culture and Sports. — 2010. — 141 p.

Ward T.A. 1976. A cinematographical comparison of two turns. Swimming Technique 13 (1): 4-6.

Watkins J., and A.T. Gordon. 1983. The effects of leg action on performance in the sprint front crawl stroke. In International Series on Sport Sciences. Vol. 14, Biomechanics and medicine in swimming, edited by A.P. Hollander, P.A. Huijing, and G. de Groot, 310-314. Champaign, IL: Human Kinetics.

Weinberg R. S. Foundations of Sport & Exercise Psychology / R.S. Weinberg, D. Gould // Third Edition. — Human Kinetics, 2003. — 586 p.

Weineck J. Entrenamiento total / J. Weineck. — Barcelona: Paidotribo, 2005. — 686 p.

Welcher R.L. and T.R. George. 1998. A comparison of water velocities of three starts in competitive swimming In Abstracts, VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, edited by K.L. Keskinen, P.V. Komi, and P-L. Pitkanen, 151. Helsinki, Finland: University of Jyvaskyla.

Whitten P. Balanced Intensity / P. Whitten // Swimming World. — July 2005. — P. 43-44.

Whitten P. Straight Talk: A Chat with Coach Paul Bergen / P. Whitten // Swimming Technique. — July-September 2004. — P. 4-5.

Whitten P. Technique — A Pre-Req for Swimming Really Fast: A Chat with Coach Eddie Reese / P. Whitten // Swimming Technique. — January-March 2004. — P. 4-5.

Williams J.A. The effects of long distance running upon appendicular bone mineral content / J.A. Williams, J. Wagner, R. Wasnich, L. Heilbum // Med. Sci. Sports and Exerc. — 1984. — Vol. 16. — P. 223-227.

Wilmore G.H. Physiology of sport and exercise / G.H. Wilmore, D.L. Costill. — Human Kinetics. — 1994. — P. 548.

Wilmore J.H. Physiology of sport and exercise / J.H. Wilmore, D.L. Costill. — Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. — 726 p.

Wilmore J.H. Physiology of Sport and Exercise / J.H. Wilmor. — 4th ed. / by J. Wilmore, D. Costill, W.L. Kenney. — Human Kinetics, 2009. — 529 p.

Wilmore J.H. Physiologie du Sport. et de l'Exercice / J.H. Wilmore. — 5ed.: Adaptations physiologiques à l'exercice physique. — De Boeck Université, 2009. — 544 p.

Winder W.W. Exercise-induced adaptive increase in rate of oxydation of beta-hydroxybutyrate by skeletal muscle / W.W. Winder, K.M. Baldwin, J.O. Hollosy // P.S.E.B.M. — 1973. — Vol. 143. — P. 753.

Winters C.N. 1968. A comparison of the grip start in competitive swimming. Master's Thesis, Southeast Missouri State College, Cape Girardeau, MO.

Wirth A. Cardiopulmonary adjustment and metabolic response to maximal and submaximal physical exercise of boys and girls at different stages of maturity / A. Wirth, E. Träger, K. Scheele et al. // Eur. J. Appl. Physiol. — 1978. — N 39 (4). — P. 229-40

Wood T.O. The effect of exercise and anabolic steroids on the mechanical properties and crimp morphology of the rat tendon / T.O. Wood, P.H. Cooke, A.E. Goodship // Amer. J. Sports Med. — 1988. — Vol. 16. — P. 153-158.

Zatsiorsky V.M., N.Zh. Bulgakova, and N.M. Chaplinsky. 1979. Biomechanical analysis of starting techniques in swimming. In International Series On Sport Sciences. Vol. 8, Swimming III, edited by J. Terauds and E.W. Bedingfield, 199-206. Baltimore: University Park Press.

Научное издание

СПОРТИВНОЕ ПЛАВАНИЕ

ПУТЬ К УСПЕХУ

В ДВУХ КНИГАХ

Под общей редакцией В.Н. Платонова

Книга 1

Обложка *Д. Шишко*
Редакторы: *А. Николаева, Л. Дименко*
Корректоры: *А. Николаева, Л. Дименко*
Компьютерная верстка *А. Богдан*

Подписано в печать 28.12.2011 г. Формат 60×90/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 60,0. Тираж 1000 экз.
Изд. № 1640. Заказ № 114.

ОАО «Издательство “Советский спорт”».
105064, г. Москва, ул. Казакова, 18.
Тел.: (499) 267-94-35, 267-95-90.
Сайт: www.sovsportizdat.ru
E-mail: sovsport@mail.tascom.ru

Отпечатано с электронной версии заказчика
в ОАО «Первая Образцовая типография», филиал «Дом печати – ВЯТКА».
610033, Россия, г. Киров, ул. Московская, 122