

ЛАПУТИН А. Н., ХАПКО В. Е. Биомеханика физических упражнений.— К.: Рад. шк., 1986.— 135 с. 25 к. 10 000 экз.

В книге дан биомеханический анализ техники выполнения физических упражнений в отдельных видах спорта, которые включены в школьную программу по физической культуре.

Предназначается для учителей физической культуры, тренеров ДЮСШ, студентов институтов физической культуры и факультетов физического воспитания педагогических институтов.

Рукопись рецензировали: д-р биол. наук, канд. пед. наук проф. *В. К. Бальсевич*; д-р биол. наук проф. *Б. В. Сергеев*; канд. пед. наук *В. Ф. Новосельский*.

ВВЕДЕНИЕ

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем подъеме массовости физической культуры и спорта» (1981 г.) подчеркивается, что «В условиях развитого социализма физическая культура должна всемерно способствовать росту экономического и оборонного потенциала страны, удовлетворению духовных потребностей советских людей, быть действенным средством всестороннего гармонического развития личности, формирования активной жизненной позиции» [1].

В Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы также отмечается, что социалистическое общество кровно заинтересовано в том, чтобы молодое поколение росло физически развитым, здоровым, жизнерадостным, готовым к труду и защите Родины. Здесь же указывается на необходимости повышения научного уровня преподавания каждого предмета, улучшения физического развития и физической подготовленности школьников [2]. В связи с этим специалисты по физическому воспитанию обязаны дать занимающимся правильное представление о технике выполнения определенного двигательного действия, сформировать навыки правильного выполнения жизненно важных движений [25].

Сказанное выше невозможно без биомеханического анализа техники выполнения физических упражнений. Современное понятие о биомеханике физических упражнений базируется на данных биологии, механики, физиологии, педагогики, теории физического воспитания и других областей знаний. Биомеханика физических упражнений изучает двигательную систему человека и его двигательные акты (упражнения) во время занятий физической культурой и спортом. Биомеханика рассматривает спортивную технику как сложную динамическую систему действий, основанную на рациональном использовании двигательных возможностей человека и направленную на решение конкретной задачи в том или ином виде спорта с учетом действия внутренних и внешних сил.

Анализ техники выполнения физических упражнений с позиций биомеханики является необходимой предпосылкой для научного обоснования и рационализации методики обучения, совершенствования двигательных действий, управления учебно-тренировочным процессом, а также для профилактического, оздоровительного и лечебного применения физических упражнений.

Биомеханический анализ включает измерения, которые позволяют установить биомеханические характеристики упражнения, и состоит из:

- 1) определения конкретной цели биомеханического анализа;
- 2) установления точного названия упражнения, соответствующего принятой спортивно-педагогической и функционально-анатомической терминологии;

- 3) определения основных анатомо-физиологических характеристик двигательного аппарата и других важнейших систем организма занимающегося, выполняющего определенное физическое упражнение.

- 4) определения механических характеристик движения;

- 5) анализа внутренней связи между анатомо-физиологическими характеристиками движения, с одной стороны, и механико-математическими, с другой, при помощи методов математической статистики.

Предлагаемый биомеханический анализ техники выполнения физических упражнений в видах спорта с циклической и ациклической структурой движений окажет помощь при обучении движениям и даст возможность использовать результаты современных научных исследований и передового педагогического опыта.

Глава 1. БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ВИДАХ СПОРТА С ЦИКЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ДВИЖЕНИЙ

В биомеханике физические упражнения делятся на циклические и ациклические. К циклическим относятся упражнения, предусматривающие многократное повторение одних и тех же движений в одной и той же последовательности. Оканчивая упражнение, исполнитель оказывается в положении, аналогичном исходному. Совокупности движений, совершаемых между двумя аналогичными положениями, составляют цикл движений. К ним относятся: ходьба, легкоатлетический и конькобежный бег, плавание, лыжный спорт и др.

1.1. Ходьба

Ходьба выполняется со скоростью около 1,7 м/с. Цикл движений состоит из двух одиночных шагов (длиной около 85 см каждый) и совершается в течение 1 с. Ходьба характеризуется попеременной активностью ног, чередованием отталкивания (период опоры) и переноса каждой ноги (переносной период). Период опоры состоит из фазы амортизации, отталкивания и подъема. Длительность периода опоры по сравнению с переносным примерно на 10% больше. В переносном периоде имеются фазы: разгона, торможения и опускания ноги на опору [17, 18].

Фаза амортизации заключается в торможении движения тела по направлению к опоре. Она начинается с постановки ноги и заканчивается в момент прекращения движения тела вниз, при котором мышцы растягиваются, совершая отрицательную работу. Амортизация опорной ноги производится: а) разгибателями стопы, которые задерживают постановку стопы; б) разгибателями голени в голеностопном суставе, которые задерживают ногу в коленном суставе; в) сгибателями стопы, которые задерживают наклон голени вперед.

Фаза отталкивания начинается с разгибания опорной ноги в коленном суставе и заканчивается в момент отрыва ноги от опоры. При обычной ходьбе угол постановки ноги на опору равен в среднем 83°, максимально быстрой — 79°. Выпрямление толчковой ноги происходит благодаря сгибанию стопы, разгибанию голени в коленном суставе, разгибанию бедра в тазобедренном суставе, увеличению наклона таза.

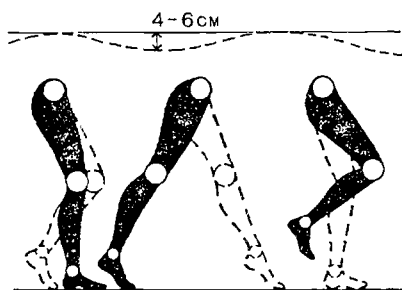


Рис. 1.1.1. Траектория ОЦМ тела при ходьбе

эти основные движения сопровождаются поворотом обоих тазобедренных суставов в сторону, противоположную повороту таза: у маховой ноги — наружу, у опорной — внутрь.

Перемещение общего центра массы тела (ОЦМ) при ходьбе происходит не прямолинейно и не равномерно. ОЦМ тела движется то ускоренно, то замедленно и кроме постоянного перемещения вперед совершает вертикальные и поперечные колебания. Вертикальные колебания ОЦМ тела при каждом шаге во время ходьбы равны примерно 4—6 см (рис. 1.1.1).

Повороты таза производятся вследствие работы мышц тазобедренного сустава опорной ноги (группа приводящих мышц, крайние пучки малой и средней ягодичной мышц и косых мышц живота). Отведение таза происходит при уступающей работе отводящих мышц тазобедренного сустава опорной ноги (верхняя часть большой ягодичной мышцы, напрягающая широкую фасцию бедра, средняя и малая ягодичные мышцы и др.). Таким образом, при ходьбе все основные мышечные группы тазобедренного сустава в определенной последовательности включаются в работу. Переключения в работе мышечных групп происходят перед началом каждой из фаз движений ноги.

Прямая мышца бедра имеет слабо выраженную электрическую активность. Незначительное увеличение амплитуды биотоков действия наблюдается в заключительной фазе отталкивания и после его завершения — в начале фазы переноса.

Электрическая активность двуглавой мышцы начинается в фазе переноса после прохождения момента вертикали. Токи действия мышцы несколько снижаются после постановки ноги на опору. Электрическая активность икроножной мышцы сохраняется в течение всей опорной фазы со значительным ее нарастанием. В начале переноса отмечается короткая вспышка слабовыраженной активности. Передняя большеберцовая мышца отличается двумя вспышками электрической активности — в начале опорной фазы и в средней ее части. Еще две гораздо более значительные вспышки биотоков отмечаются в начале и при завершении фазы переноса.

Наибольшая амплитуда осцилляций в опорный период наблюдается у икроножной мышцы. Ее электрическая активность постепенно увеличивается после постановки ноги на опору и достигает максимума в заключительной фазе отталкивания. Осцилляции передней большеберцовой мышцы близки по величине икроножной в начале опорной реакции. Передняя большеберцовая мышца имеет самую высокую электрическую активность в фазе переноса. Биотоки практически не затухают во время перемещения ноги после отталкивания и до постановки на опору. Тем не менее наблюдаются два особенно интенсивных всплеска активности в первой и последней четвертях фазы переноса.

Электрическая активность двуглавой мышцы бедра характеризуется одной протяженной областью активности, состоящей из коротких всплесков и снижений амплитудных показателей. Прямая мышца бедра имеет продолжительную вспышку электрической активности затухающего характера в первой трети фазы переноса. Короткая интенсивная вспышка активности этой мышцы отмечается перед постановкой ноги на опору.

С увеличением скорости ходьбы значительно возрастает электрическая активность мышц нижней конечности. Так, средняя амплитуда осцилляций прямой мышцы бедра в обычной ходьбе — 2,2 мкВ, в быстрой — около 6,5 мкВ. Средняя амплитуда осцилляций двуглавой мышцы повышается с 6,1 мкВ до 14,3 мкВ, икроножной — с 15 до 30, передней большеберцовой — с 25 мкВ до 60 мкВ [17]. Следует отметить, что в обычной и максимально быстрой ходьбе порядок включения мышц в работу одинаков при разных фазах движения.

При ходьбе в динамическую работу включаются также мышцы верхней части туловища, плечевого пояса и рук. Одновременно с поворотом таза в сторону толчковой ноги верхняя часть туловища и плечевой пояс поворачиваются в сторону маховой ноги. Фронтальные оси плеч и таза совершают встречные движения. Благодаря этому вместе с маховой ногой выносятся вперед разноименная рука. Движения в плечевых суставах аналогичны движениям в тазобедренных. Основную работу выполняют большая грудная, дельтовидная и широчайшая мышцы спины.

Опорные реакции при ходьбе характеризуются значительной вариативностью. Однако, несмотря на разнообразие конфигураций динамограмм, можно выделить три типа опорных реакций, существенно отличающихся по характеру развития усилий (рис. 1.1.2).

Для первого типа кривых характерно повышение максимума первого пика (I) над аналогичной точкой второго. Другая разновидность отталкивания (III) отличается выраженным преимуществом величины второго максимума по сравнению с первым. Опорные реакции третьего типа (II) почти не отличаются от первого и второго. Динамограммы вертикальных усилий при отталкивании в максимально быстрой ходьбе по типу не отличаются от этих динамограмм обычной ходьбы. Однако имеется существенная раз-

ница в характере нарастания и спада усилий, а также в общем времени их развития.

Характерные пункты кривой усилий в опорных реакциях ограничивают одни и те же фазовые моменты как при обычной, так и при максимально быстрой ходьбе. Первая динамическая волна соответствует амортизационной фазе отталкивания. Седловина,

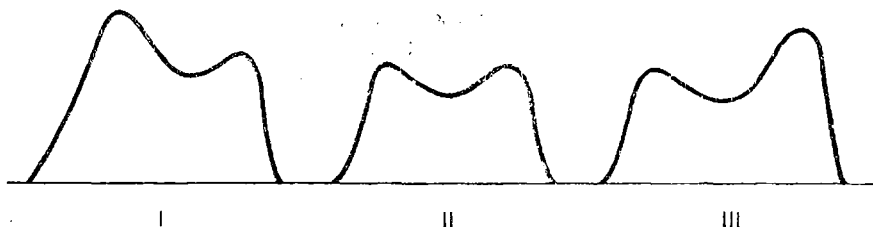


Рис. 1.1.2. Типы опорных реакций при ходьбе

расположенная между двумя пиками, соответствует фазе переноса маховой ноги. Вторая динамическая волна является силовым выражением активного отталкивания¹.

Фаза подъема переносной ноги начинается с момента отрыва

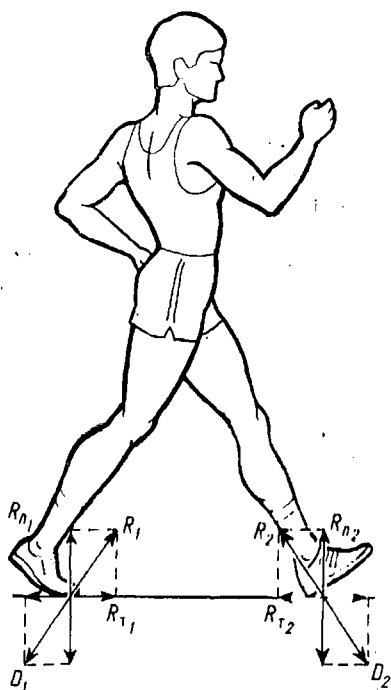


Рис. 1.1.3. Опорные реакции при двойной опоре

от опоры, а заканчивается в момент наиболее высокого положения центра тяжести ноги и с началом ее движения вперед. Опорная реакция ноги направлена вперед и вверх (рис. 1.1.3). Сила давления толчковой ноги D_1 вызывает одинаковую по величине и противоположную по направлению реакцию R_1 , вертикальная составляющая $R_{п1}$ которой противодействует весу тела, а горизонтальная $R_{т1}$ обеспечивает движение тела вперед. При передней опоре сила давления маховой ноги D_2 и реакция R_2 направлены назад и вверх. Ее вертикальная составляющая $R_{п2}$ противодействует весу тела, а горизонтальная $R_{т2}$ тормозит движение тела вперед [29].

В среднем в двойном шаге при

¹ Билдсевич В. К. Биодинамические характеристики некоторых видов спортивных и естественных локомоций. — В кн.: Вопросы биомеханики физических упражнений. Омск, 1974, с. 19—55.

ходьбе с постоянной скоростью $R_{T1cp.} = R_{T2cp.}$, при ходьбе с ускорением $R_{T1cp.} > R_{T2cp.}$ и с замедлением $R_{T1cp.} < R_{T2cp.}$.

Ходьба состоит из ряда колебательных движений, смена направлений которых происходит в моменты пикового положения центра тяжести ноги сзади и спереди таза. Фаза разгона ноги начинается со сгибания бедра в тазобедренном суставе и заканчивается в момент переноса ноги, фазы торможения и опускания на опору — в момент наиболее высокого положения таза.

В фазах амортизации и торможения часть кинетической энергии рассеивается, а часть ее превращается в потенциальную энергию упругой деформации мышц. При отталкивании опорной ногой и разгоне переносной потенциальная энергия переходит в кинетическую.

С увеличением частоты шагов усиливается отталкивание, повышается скорость и длина шагов. Длина шага зависит от роста человека, длины ног, размера стоп, амплитуды движений ног в тазобедренных суставах, поворота таза. С повышением темпа ходьбы длина шага сначала увеличивается, а затем при темпе свыше 150 шагов в минуту уменьшается, так как благодаря кратковременности перехода маха нога не может быть вынесена далеко вперед на опору. Увеличение темпа при обычной ходьбе возможно только в пределах 200 одиночных шагов в минуту. При дальнейшем повышении темпа появляется фаза полета и ходьба переходит в бег. С увеличением длины и особенно частоты шагов повышается давление опорной ноги на опору и сокращается длительность двойной опоры.

Гимнастическая ходьба характеризуется постановкой на опору стопы с носка. Это смягчает походку, но укорачивает длину шага и уменьшает скорость. При ходьбе на носках резко сокращается длина шага, уменьшается скорость. Пригибная ходьба — это ходьба на полусогнутых ногах с наклоном туловища вперед.

Изучение ходьбы проходит одновременно с привитием ученикам навыков правильной осанки.

Осанка — это привычная поза непринужденно стоящего человека. Осанка определяется: положением головы, формой позвоночного столба и грудной клетки, углом наклона таза, состоянием плечевого пояса, верхних и нижних конечностей; качеством работы мышц, участвующих в сохранении равновесия тела. Правильное положение тела является следствием равномерной мышечной тяги и тонуса мышц плечевого пояса, шеи, спины, таза и задней поверхности бедер.

Хорошая осанка подразумевает взаимное расположение звеньев тела, удобное для выполнения предстоящей работы и нормального функционирования внутренних органов. На тело человека действуют относительно постоянно направленные и неизменные по величине внешние силы. В удержании заданного расположения звеньев тела преимущественно участвуют одни и те же группы мышц, что позволяет определить осанку как статическую [19]. Напротив, при выполнении физических упражнений внешние силы

изменяют как величину, так и ориентацию относительно тела человека. Акт удержания взаимного расположения звеньев тела в переменном силовом поле — это динамическая осанка.

В биомеханике под правильной осанкой понимают так называемую основную стойку, при которой равновесие тела длительно удерживается без значительного мышечного усилия, позвоночный столб сохраняет нормальную физиологическую кривизну и создаются благоприятные условия для дыхания и кровообращения. Правильная осанка хорошо сложенного человека характеризуется собранностью, подтянутостью, при этом голова держится прямо, плечи развернуты, живот подобран, ноги разогнуты в тазобедренных и коленных суставах, пятки вместе. Профиль позвоночного столба образует волнообразную линию с равномерными возвышениями и углублениями одинаковой высоты. Опыт и наблюдения показывают, что доминирующую роль в выработке правильной осанки играют воспитание и систематическое выполнение физических упражнений.

1.2. Легкоатлетический бег

В легкой атлетике бег занимает большое место как самостоятельный вид и как составная часть многих других ее видов.

Бег на короткие дистанции начинают с низкого старта, а бег на средние и длинные — с высокого. Стартовое положение представляет собой исходную позу, которая направлена на то, чтобы начать наиболее быстрое передвижение и обеспечивает лучшие условия для развития стартового ускорения ОЦМ тела в нужном направлении и активное отталкивание. Расположение всех звеньев тела зависит от условий стартового действия и должно отвечать индивидуальным особенностям соотношения рычагов и силовой подготовленности бегуна.

При высоком старте бегун ставит спереди толчковую ногу, другую отставляет на 2—3 стопы назад на носок. После команды «На старт!» он сгибает ноги в коленных суставах, переносит массу тела на впереди стоящую ногу, одновременно выставляя вперед согнутую в локтевом суставе руку, другую руку отводит несколько назад (в других вариантах высокого старта руки свободно располагаются внизу). После команды «Марш!» бегун разгибает ноги в коленных суставах. При отталкивании от опоры выпрямляет туловище и начинает бег по дистанции.

Бег с низкого старта начинают со стартового станка или стартовых колодок, обеспечивающих бегуну надежный упор для стоп. После команды «На старт!» необходимо стать перед колодками, опуститься на руки (ладони) спереди линии начала бега, создав упор ногами о колодки. После этого необходимо опуститься на колено сзади стоящей ноги и, не сгибая рук в локтевых суставах и не напрягая их, поставить кисти рук вплотную к стартовой линии на ширину плеч или немного шире. Большие пальцы должны

быть развернуты всередину, а другие — наружу. Плечи расположены над линией старта, спина несколько заокруглена. Голову следует держать прямо, мышцы шеи не напрягать, взгляд направлен вниз-вперед.

После команды «Внимание!» бегун разгибает ноги (несколько выше уровня плеч), распределяя массу тела на впереди расположенной ноге и руках. Руки выпрямлены, ноги согнуты под тупым углом.

После команды «Марш!» бегун сначала отрывает руки от опоры и одновременно, разгибая ноги в коленных суставах, отталкивается от колодок.

Стартовые движения — это движения со стартового положения, обеспечивающего наращивание скорости и переход к последующему стартовому разгону. При старте ОЦМ тела имеет ускорение, обусловленное мышечными усилиями, направленными в противоположные стороны: вперед — ускоряют подвижные звенья, назад — прижимают опорные звенья к опоре [36, 45].

Увеличение скорости бега обеспечивается стартовым разгоном. В беге на короткие дистанции за время стартового разгона скорость увеличивается до максимальной и удерживается на большем расстоянии, чем при беге на средние и длинные дистанции, где необходимая скорость достигается с первых же шагов.

Рациональная техника стартового разгона характеризуется: значительным наклоном туловища вперед в начале разгона и постепенным выпрямлением под конец; полным выпрямлением ноги в коленном суставе во время отталкивания; энергичным перемещением бедра маховой ноги вперед-вверх с дальнейшим движением назад; быстрыми и активными движениями согнутых рук с акцентированным движением назад; плавным переходом от стартового разгона к бегу по дистанции.

В начале отталкивания от стартовых колодок повышается биоэлектрическая активность в икроножной мышце, прямой и двуглавой мышцах бедра до 1,5—2 мВ. В данной части движения мышцы-антагонисты бедра выступают как функциональные синергисты — разгибая ногу в тазобедренном и коленном суставах, создают продвижение тела вперед. Активность прямой мышцы бедра сзади стоящей ноги у спринтеров очень низка — 0,5 мВ. С отрывом сзади стоящей ноги от опоры уменьшается биоэлектрическая активность двуглавой мышцы бедра и повышается в прямой и икроножной мышцах до 3 мВ. После отрыва впереди стоящей ноги от стартовой колодки (период полета) на фоне резко сниженной активности икроножной и прямой мышц увеличивается амплитуда биоэлектрической активности двуглавой мышцы бедра до 3 мВ. Продолжительность этой вспышки у спринтеров — 0,10—0,14 с. Постановка ноги на опору вызывает в прямой мышце бедра максимальное увеличение амплитуды — до 3,5—4 мВ [46].

Известно, что движение выполняется эффективнее при максимальном использовании силы сокращения мышц. Сила же зависит от исходной длины мышц. Значит, чем острее суставной угол в

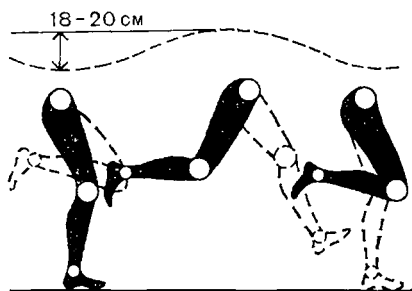


Рис. 1.2.1. Траектория ОЦМ тела при беге

зобедренном суставе равно 70° (в коленном и голеностопном суставах около 45°), то ведущими в стартовом разгоне являются мышцы тазобедренного сустава.

Стартовое движение происходит за счет преодолевающей работы мышц ног. На последующих шагах стартового разгона мышцы опорной ноги продолжают работать в режиме сокращения, но уже начинается использование их предварительного растяжения. Примерно с 5—7 шага по мере выпрямления корпуса и постановки стопы впереди проекции ОЦМ тела на опору начинает появляться фаза торможения с неизбежными потерями скорости и внешней энергии. Вертикальные колебания ОЦМ при беговом шаге равны 18—20 см (1.2.1). Это приводит к появлению амортизации в коленном суставе и к дальнейшему увеличению ее в суставе стопы.

При стартовом разгоне наибольшую мгновенную мощность развивают мышцы-разгибатели тазобедренного сустава — большая ягодичная, двуглавая и др. Мышцы-разгибатели коленного сустава и сгибатели сустава стопы развивают меньшую мгновенную мощность, однако работают более продолжительное время. В начале опоры разгон спринтера происходит преимущественно за счет мышц тазобедренного сустава, а во второй половине — за счет коленного сустава и сустава стопы. Таким образом, старт и первые шаги стартового разгона обеспечиваются в основном преодолевающей работой мышц опорной ноги.

Техника бега состоит из периодов опоры и периодов полета. Опорный период начинается с фазы амортизации, которая изменяет свою деятельность в зависимости от длины дистанции и скорости бега. В спринтерском беге она менее продолжительна, чем отталкивание, а в беге на длинные дистанции почти в полтора раза длиннее. Амортизация осуществляется в коленном, голеностопном и тазобедренном суставах. Мышцы совершают уступающую работу, напрягаются и обуславливают последующее мощное отталкивание. ОЦМ тела перемещается по вертикали вниз (рис. 1.2.2.).

Во время амортизации опорной ноги углы в дистальных суставах под действием массы и силы инерции тела спринтера уменьшаются, а угол в тазобедренном суставе увеличивается.

начале движения, тем больше длина и сила мышцы, а также путь приложения ее силы. При стартовом разгоне, особенно в его начале, углы во всех суставах опорной ноги при ее постановке на опору примерно равны или находятся в пределах 90° — 100° , а рабочий диапазон их увеличения достаточен, чтобы мышцы проявили свою максимальную силу. Поскольку увеличение угла в тазобедренном суставе приводит к увеличению

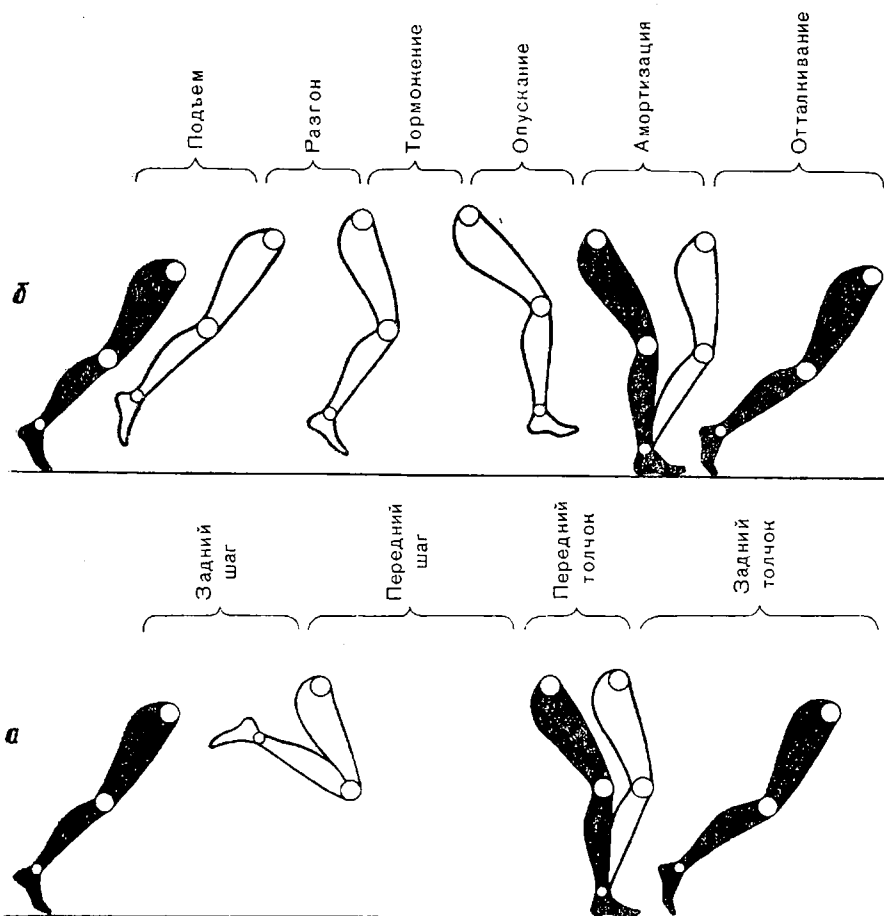


Рис. 1.2.2. Фазы шагательных движений в беге: а — по кинематическим данным (позам), б — по динамическим данным (усилиям)

Мышцы-разгибатели бедра и голени, а также сгибатели стопы проявляют одновременную и поочередную активность. Наибольшая активность большой ягодичной мышцы наблюдается на фоне активности двуглавой мышцы бедра. Одновременно проявляют активность и разгибатели коленного сустава, однако после трети периода опоры продолжает работать только прямая мышца бедра. При постановке стопы на опору активизируются мышцы-антагонисты сустава стопы, но после первой трети периода опоры продолжает сокращаться лишь икроножная мышца.

Заметные различия в пространственном построении движений отмечаются и при анализе амортизационного (тыльного) сгибания стопы. У начинающих бегунов на короткие дистанции стопа тотчас же после постановки опускается к опоре, касается или почти

касается ее пяткой и сразу же начинает разгибаться. У более подготовленных она плавно сгибается и остается почти прижатой к поверхности опоры вплоть до завершения амортизационной фазы.

Бедро опорной ноги непрерывно перемещается вокруг оси тазобедренного сустава в направлении, противоположном направлению бега. У подготовленных спринтеров скорость движения бедра значительно выше, чем у начинающих ($7,5 \text{ с}^{-1}$ против $4,8$).

Маховая нога к моменту постановки толчковой на опору обычно находится в фазе разгона маха. У новичков своей наибольшей скорости она достигает до завершения амортизационной фазы, у более подготовленных — сразу после ее завершения. Характер ускорения махового движения значительно влияет на другие параметры бега.

Рациональное построение движений в амортизационной фазе во многом зависит от того, насколько верно выполнены движения при опускании ноги на опору. Основным показателем эффективности выполнения этой части толчка является равномерность в нарастании усилий и непродолжительное время их развития. Такой характер протекания фазы амортизации обеспечивается специфическими особенностями структуры движений опорной ноги при постановке и сразу после нее. Главными из них являются: активное «загребающее» движение, упругая постановка стопы на ее переднюю часть, хорошая согласованность движений в суставах опорной ноги, проявляющаяся в плавном изменении углов сгибания звеньев ноги в коленном суставе и суставе стопы.

Основную амортизационную функцию выполняют суставы стопы. Амортизационное уменьшение угла в коленном суставе значительно меньше, чем в суставе стопы (4 и 38°). Угол в суставе стопы в фазе амортизации предельно мал и составляет около 90 — 100° .

Таким образом, при беге с максимальной скоростью основным амортизатором и движителем тела спринтера является сустав стопы. Мышцы опорной ноги работают в уступающе-преодолевающем режиме, при этом одним из ведущих факторов отталкивания является рессорное свойство стопы.

Амплитуда колебаний ОЦМ тела у спортсменов во время бега различная. Опускание ОЦМ тела в амортизационной фазе больше у менее подготовленных бегунов. Так, амплитуда сгибания опорной ноги в коленном суставе у более подготовленных бегунов составляет 30° , у других — 40 — 45° . Скорость амортизационного сгибания ноги в коленном суставе составляет соответственно 10 и 7 с^{-1} . Амортизационное сгибание ноги заканчивается чаще всего в момент вертикали, когда проекция ОЦМ тела бегуна проходит через точку опоры. Иногда до и после этого момента отмечается некоторая стабилизация угла в коленном суставе и суставе стопы. С момента постановки ноги на опору движение маховой ноги вперед обуславливает продвижение вперед и положительное ускорение ОЦМ тела бегуна. Фаза отталкивания начинается с раз-

гибания опорной ноги в коленном суставе и суставе стопы при продолжающемся разгибании в тазобедренном. От структуры движения ног непосредственно после момента постановки значительно зависит протекание процесса отталкивания. Важную роль играют степень сгибания ноги в суставах, скорость и амплитуда перемещения ноги относительно тазобедренного сустава.

Из анализа кинограмм следует, что угол в коленном суставе и начале опоры равен 140° , в тазобедренном — примерно $170-180^\circ$. Следовательно, длина и усилия мышц-разгибателей ноги почти минимальны.

Характер и величина усилий, развиваемых в первые 10—15 мс после постановки ноги на грунт, зависят от особенностей взаимодействия стопы с опорой и подготавливаются оптимальным расположением отдельных звеньев тела бегуна, в частности ног еще в полетном периоде. Не менее важным является и подошвенное сгибание стопы в финальной части задней опоры. Если в икроножной и камбаловидной мышцах электрическая активность исчезает еще до момента снятия ноги с опоры, то в длинном сгибательном пальца она сохраняется в течение всего опорного периода и продолжается некоторое время после завершения отталкивания. Фаза активного отталкивания характеризуется широкой амплитудой и большой скоростью углового перемещения опорной ноги относительно тазобедренного сустава. Внешним показателем эффективности движений в этой фазе является величина угла отталкивания. Отталкивание под более острым углом эффективно в том случае, если такое значение данного параметра обусловлено мощным усилием, обеспеченным рациональной структурой движений.

Угол в коленном суставе опорной ноги в конце отталкивания максимальный — $160-165^\circ$. Он не изменяет своей величины, чему содействует сокращение двуглавой мышцы бедра. Наряду со сгибателями позвоночника и мышцами брюшного пресса мышцы бедра напрягаются, чтобы противодействовать силам инерции туловища, направленным в фазе отталкивания вниз-назад.

Двуглавая мышца, содействуя закреплению тазобедренного сустава, создает тягу в проксимальном конце бедренной кости. Икроножная мышца выполняет функцию сгибания стопы, создает тягу в дистальном конце бедренной кости. В результате бедро и голень выполняют роль суставного рычага. При довольно большом угле в коленном суставе тяга перечисленных мышц без участия разгибателей колена достаточна, чтобы создать максимум продольной и еще значительные величины вертикальной составляющих сил реакции опоры.

Такое чередование работы мышц подчеркивает рациональность организации движений спринтера при отталкивании и их экономичность.

Эффективная структура технических действий спринтеров характеризуется приложением наиболее активных усилий опорной ноги в первой половине опорного периода сразу же после поста-

новки ноги на дорожку, а эффективная работа маховой ноги характеризуется своевременным разгоном и торможением ее.

Вертикальная составляющая реакции опоры у детей 12—14 лет, плавно нарастая, достигает 270 % их массы тела, у мастеров спорта и спринтеров высших разрядов — 300—360 %. Показатель ритма бега (отношение длительности фаз полета к длительности опорной части шага) у мастеров спорта высокий — 1,35. У детей этот показатель, отображающий уровень концентрации полезных усилий, равняется лишь 0,80.

Завершение отталкивания у подготовленных бегунов характеризуется почти полным выпрямлением ноги в коленном суставе и острым (47°) углом отталкивания. Новички чаще всего заканчивают отталкивание под тупым углом (60 — 70°) и согнутой в коленном суставе ногой.

Маховая нога к моменту окончания отталкивания завершает торможение. При этом высота подъема бедра маховой ноги не всегда зависит от уровня технической подготовленности. При оптимальном подъеме бедра маховой ноги она составляет почти прямой угол со слегка наклоненным вперед туловищем. В конце отталкивания наблюдается поворот таза (на 45°), в сторону опорной ноги. В момент вертикали наибольшей величины достигает отведение таза в сторону маховой ноги (на 20°), в результате чего коленный сустав маховой ноги оказывается значительно ниже коленного сустава опорной ноги [7]. Фаза отталкивания заканчивается к моменту отрыва толчковой ноги от опоры. Отталкивание достигается энергичным выпрямлением опорной ноги и активным маховым движением переносной ноги.

В периоде полета ноги совершают движения сзади — поднимание и разгон, и спереди — торможение и опускание на опору. Стопа впереди стоящей ноги выносится вперед одновременно со сгибанием бедра и голени. Стопа сзади расположенной ноги отстает от таза, полностью выпрямляясь в полете одновременно с отведением бедра назад. В результате происходит разведение стоп в полете до наибольшего расстояния между ними. Разгон бедра выносимой вперед ноги сменяется его торможением, а сгибание ноги в коленном суставе — разгибанием ее вперед. После наибольшего разведения стоп происходит растяжение мышц, которые начинают возвратные движения. Вследствие выноса сзади стоящей ноги вперед и ускоренного опускания стопы передней ноги вниз и назад, происходит сведение бедер.

Увеличение скорости выноса ноги вперед обеспечивает энергичный мах ногой в опорном периоде, а повышение скорости опускания ноги на опору сокращает время полета, повышая темп бега. Разгон маха — весьма ответственный участок махового движения. Это обусловлено прежде всего его существенным влиянием на реакцию опоры после того, как противоположная нога опустилась на опору. В беге этот момент чаще всего совпадает с увеличением значений ускорения маховой ноги, максимумы которых располагаются близко к моменту вертикали. Величина ускорения

прямо влияет на количественные характеристики силового вклада маховой ноги в опорную реакцию. Поэтому очень важным является момент достижения максимума ускорения маха. У подготовленных бегунов он наблюдается при завершении амортизационной фазы или после нее. Новички чаще всего достигают максимального значения ускорения маховой ноги задолго до завершения амортизации. Тем самым создаются дополнительные перегрузки в первой половине опорной реакции, что увеличивает ее продолжительность и, следовательно, не позволяет развивать высокой скорости. Фаза торможения начинается с момента замедления скорости углового перемещения маховой ноги. Бедро в этой фазе должно быть поднято до уровня перпендикуляра по отношению к туловищу.

Более раннее торможение бедра маховой ноги вызывает сопряженный эффект работы мышц задней поверхности бедра опорной ноги, что способствует сокращению времени опорного периода, приближая момент выноса ноги вперед после завершения отталкивания.

Полетные фазы при скоростном беге характеризуются большой вариативностью показателей. Однако у хорошо подготовленных бегунов на короткие дистанции они, как правило, превосходят по абсолютным значениям длительность опорных периодов, в то время как у начинающих наблюдается обратное.

Уже в полетной фазе начинается опускание маховой ноги на опору. У спортсменов-разрядников это движение осуществляется с большой скоростью в направлении вниз-прямо на опору, нога ставится на дорожку плоско с носка. Скорость опускания ноги у начинающих спортсменов меньше, направление движения — вниз-вперед с постановкой ноги остро с носка или на всю стопу.

Несомненный интерес представляют собой особенности изменения темпа бега и продолжительности периода опоры. Дети 7—8 лет развивают темп бега в среднем 4,9 шаг/с, что обусловлено относительно ускоренным по времени периодом полета. С 10 лет темп бега детей резко снижается. В этом же возрасте зарегистрирован и наибольший рост длины шагов — до 10 %. Показатель темпа бега в 4,8—5,2 шаг/с независимо от возраста обеспечивается продолжительностью периода опоры, составляющей 0,09—0,11 с. Скорость бега дошкольников и школьников обоего пола увеличивается неравномерно. Наибольший рост скорости зафиксирован у дошкольников от 4 до 5 лет — мальчиков на 24 %, девочек на 23 % и у школьников от 14 до 15 лет — мальчиков на 17 %, девочек на 8 %.

Движения при финишировании выполняются двумя способами. Первый способ называется «бросок грудью», при котором бегун на последнем шаге резко наклоняется грудью вперед на ленточку, руки при этом отводятся назад. При втором способе с одновременным наклоном туловища вперед производится поворот туловища вокруг вертикальной оси с касанием финишной ленточки плечом.

Для того, чтобы не допустить падения при финишировании за линией финиша, маховая нога быстро выставляется вперед, туло-

вище выпрямляется, таз выносится вперед, плечи отводятся назад с продолжением бега по инерции и постепенным уменьшением скорости.

При беге в гору туловище наклоняется вперед в зависимости от крутизны горы, уменьшается длина шагов, увеличивается их частота, нога ставится на переднюю часть стопы. Короткие подъемы преодолеваются чаще всего на максимальной скорости.

Во время бега с горы туловище находится в вертикальном положении или отклоняется несколько назад в зависимости от крутизны склона. При этом уменьшается длина шагов, а ноги ставят-ся на всю стопу.

Бег по пересеченной местности представляет собой бег, при котором соблюдается общая техника беговых шагов. Различная опора, преграды, изменение рельефа местности, нарушающие ритм бега, требуют умения хорошо координировать движения.

Возникающие препятствия в виде нешироких ям, ручьев при беге перепрыгивают. При приземлении туловище наклоняется вперед. Неглубокие водные преграды преодолевают короткими шагами, высоко поднимая бедра. Невысокие преграды (50—70 см), заборы, кусты, сваленные деревья преодолевают «барьерным шагом», не наступая на них или наступая одной ногой. Более высокие преграды перепрыгивают, опираясь о них рукой и разноименной ногой. После приземления на переднюю часть стопы бег продолжается.

Высокие результаты в беге, например, на 400 м могут быть достигнуты при различном соотношении длины и частоты шагов. Эти соотношения по средним величинам колеблются в следующем диапазоне: темп 3,6—4,0 шаг/с, длина шага 225—240 см. Указанные величины вполне допустимы для бегунов слабой подготовленности. Различие между ними и хорошо подготовленными бегунами состоит в том, что первые указанные соотношения могут выдерживать на протяжении 10—17 с бега, а вторые — на протяжении 40—47 с [6, 26].

Опытные бегуны владеют техникой свободного бега (свободного хода) и используют его на отдельных отрезках дистанции. Так, достигнув максимальной скорости, в определенный момент бега они снижают напряженность деятельности двигательного аппарата, стараясь при этом не уменьшать скорости, эффективно используя инерционные силы. Пробежав таким способом определенный отрезок дистанции, вновь переключаются со свободного бега на обычный. Свободный ход расценивается как важный компонент подготовленности бегуна, ему отводят большую роль в достижении высоких результатов в спринте и на средних дистанциях.

При беге по виражу бегун наклоняет туловище влево, правую стопу ставит на опору, развернутой к середине, правая рука движется с большой амплитудой, ее локоть отводится в сторону.

Техника эстафетного бега подобна технике обычного. Очень важным является точность и четкость передачи эстафетной палочки (особенно в эстафете 4×100 м).

В барьерном беге различают: старт, стартовый разбег, отталкивание, переход через барьеры, бег между барьерами и финиширование. Бег начинается с низкого старта. Стартовый разбег выполняется обычно в течение первых восьми шагов. Для успешной атаки барьера ногу на последнем шаге необходимо ставить на переднюю часть стопы, ближе к проекции ОЦМ тела, что дает возможность уменьшить шаг на 15—25 см. Барьеры необходимо преодолевать переступанием или перебегаем, чтобы уменьшить вертикальное колебание ОЦМ тела. Атака барьера начинается энергичным движением согнутой в коленном суставе маховой ноги бедром вверх-вперед и увеличением наклона туловища вперед. Вместе с маховой ногой быстро выносятся вперед и разгибаются в локтевом суставе разноименная рука. Вторая рука согнута и отводится назад. После отталкивания наступает фаза полета, при которой выпрямленная нога быстро перемещается вперед с целью мгновенной постановки ноги за барьер на переднюю часть стопы. Затем нога опускается на всю стопу и несколько сгибается в коленном суставе [13]. Эта фаза характеризуется разведением ног в перекрестно-заднем направлении. Угол разведения бедер в положении бегуна над барьером достигает 117—123°. В момент, когда нога активно опускается вниз, толчковая продолжает сгибаться в коленном суставе и также быстро выносятся вверх-вперед. Руки при этом меняют положение. Рука, одноименная маховой ноге, выносятся вперед, а разноименная, согнутая как в обычном беге, продвигаясь назад, пропускает под собой выходящую вперед согнутую толчковую ногу.

Приземляться за барьером нужно так, чтобы не уменьшать скорости продвижения и не нарушать ритма бега между барьерами. Большую роль в этом играет активное опускание маховой ноги за барьер, продвижение таза вперед, перенос толчковой ноги и оптимальный наклон туловища. Место соприкосновения стопы с дорожкой должно быть ближе к проекции ОЦМ тела. Приземление происходит на переднюю часть стопы выпрямленной маховой ноги на расстоянии 145—160 см от барьера. Если на отталкивание перед барьером уходит 0,14—0,15 с, то время опоры за барьером короче — 0,093—0,103 с. Как правило, максимальная скорость бега на дистанции 110 м с барьерами достигается к третьему-четвертому барьеру.

Расстояние от места приземления за барьером до места отталкивания на следующий барьер пробегается в три шага. Длина этих шагов у лучших бегунов следующая: первый — 160—175 см, второй — 200—205, третий — 185—190 см. Движения бегуна между барьерами должны быть свободными, широкими и энергичными, без излишних колебаний ОЦМ тела.

У барьеристов слабой подготовленности продолжительность опоры всегда больше, чем время полета. С повышением спортивной квалификации в беге на 110 м с барьерами происходит сокращение продолжительности опорных фаз, что связано с уменьшением времени амортизации.

1.3. Плавание

Все способы плавания основаны на взаимодействии пловца с водой, при котором создаются силы, продвигающие его в воде и удерживающие на ее поверхности. Специфические особенности биомеханики плавания связаны с тем, что силы, тормозящие продвижение, значительны, переменны и действуют непрерывно. У пловца нет постоянной опоры для отталкивания вперед, она создается во время гребковых движений. Кроме того, тело пловца находится под действием погружающей силы — силы тяжести тела, которая направлена вниз и приложена к его ОЦМ. Выталкивающая сила обусловлена разностью давлений воды на нижнюю и верхнюю поверхности погруженного тела и по величине равна массе воды в объеме погруженной части тела. При более глубоком и полном погружении выталкивающая сила растет, а по мере поднимания над водой частей тела (движение руки по воздуху перед гребком) уменьшается.

Таким образом, погружающая сила постоянна по величине, но меняет точку приложения при изменении позы. Выталкивающая сила изменяет и свою величину, и точку приложения в зависимости от погружения тела в воду и его позы. Тело пловца в воде уравновешено, когда погружающая и выталкивающая силы равны по величине, и их действие направлено по одной линии [8].

Поскольку движущая сила зависит от движения звеньев тела по отношению к воде, поступательное движение пловца вперед вызывают только те составляющие этой силы, которые параллельны поверхности воды и направлены вперед.

Направление действия силы параллельно и противоположно направлению движения воды, перпендикулярно к широкой поверхности «лопасти», которая отталкивает поток [35].

Сила гребковых движений зависит от факторов, обусловленных функциональными особенностями мышц и опорно-двигательным аппаратом.

При гребке внутрь проявляется наибольшая результирующая сила благодаря ускоренному движению руки во второй половине продвижения. Сила лобового сопротивления движения кисти в основном направлена в сторону и не противодействует движению тела пловца, так как эффективно компенсируется парными движениями рук.

В гребке различают подготовительный и рабочий периоды. Подготовительный период в плавании способом кроль на груди включает фазу движения руки над водой и фазу погружения ее в воду. Рабочий период имеет три фазы: разгонную, основную и завершающую.

Фаза движения руки над водой начинается с момента выноса кисти пловца из воды и заканчивается в момент опускания ее в воду для очередного гребка. Фаза погружения кисти в воду имеет предельные моменты: от погружения кисти до начала активного взаимодействия руки с водой. Первая фаза рабочего периода —

разгонная фаза, она характеризуется нарастанием скорости движения руки. В этой фазе рука перемещается относительно горизонтала от $10-15^\circ$ до $40-50^\circ$. Предельным моментом окончания этой фазы служит момент перехода движения кисти с сагиттальной плоскости во фронтальную при сгибании руки в локтевом суставе. В основной фазе рабочего периода скорость руки снижается, а потом увеличивается во второй половине гребка. В этой фазе создаются основные силы, которые продвигают пловца вперед. Скорость плавания при этом возрастает до максимума. Основной фазе соответствует положение руки от $45-50^\circ$ до перехода руки из вертикаль. Завершающая фаза начинается с момента движения локтя вверх и заканчивается выходом кисти из воды. Она характеризуется снижением скорости движения кисти относительно воды. Это связано с перемещением руки за вертикаль и переходом на скользящие углы атаки.

Пловцы со слабой подготовленностью выполняют более частые гребковые движения с небольшим размахом, поддерживая тем самым относительно высокую скорость гребка. Пловцы с хорошей подготовленностью развивают ту же скорость руки в воде на более длительном расстоянии за счет быстрого сгибания руки в локтевом суставе.

При всех гребковых движениях, за исключением движений ног и кроле, гребущие звенья движутся относительно остальных частей тела назад и проходят в воде обратный путь от места начала гребка. Таким образом, механизм динамического взаимодействия пловца с водой основан на изменениях сопротивления воды, вызываемых в первую очередь скоростью движения звеньев тела относительно воды.

На эффективность гребковых движений влияют также форма и ориентация гребущих звеньев, их траектории и распределение усилий, которые являются основными движителями человека в воде. Изогнутая форма гребущих поверхностей и определенная угловая ориентация их к потоку повышают эффективность гребка.

При выполнении гребкового движения активное выпрямление ног начинается в тазобедренных суставах, а затем в коленных и суставах стопы. Такая последовательность движений объясняется анатомическим строением нижних конечностей, которое затрудняет сгибание голени при согнутом бедре или разгибание стопы при выпрямленной голени. Гребковые движения ног сопровождаются активным поворотом бедра наружу (супинацией) и придают движению голени захлестывающий характер. Следует отметить, что в конце гребка после полного выпрямления ног разгибание в тазобедренных суставах продолжается. По своему характеру это движение является уже не гребковым, а вспомогательным, возвращающим тело в горизонтальное положение.

Сгибание и разгибание стоп ног имеет вспомогательный характер. При сгибании улучшается обтекаемость тела, а при разгибании увеличивается опорная площадь стоп.

Анализ динамики внутрицикловой скорости гребкового цикла позволяет выделить три фазы цикла: фазу ускорения, в течение которой благодаря активным гребковым движениям руками и ногами скорость продвижения пловца увеличивается и достигает максимума; фазу замедления скорости, в течение которой падает эффективность гребковых движений и совершаются подготовительные движения руками к последующему гребку; фазу относительной стабилизации скорости. Она может совсем отсутствовать или в период ее выполнения могут наблюдаться минимальные изменения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения скорости.

Длительность гребкового цикла увеличивается после того, как средняя скорость становится ниже 1,42 м/с. Длительность второй фазы по мере снижения средней скорости плавания прогрессивно увеличивается с 0,47 до 0,79 с с выраженным снижением скорости, регистрируемой в конце этой фазы. Длительность третьей фазы колеблется в диапазоне 0,10—0,18 с и только при значительном снижении скорости плавания (до 0,93 м/с) резко увеличивается до 0,39 с. На рис. 1.3.1. представлено рациональное согласование усилий ног с силой тяги рук при плавании способом «кроль». Удары ногами (цифры 1 и 4) заполняют фазу, когда тяга рук отсутствует в конце гребка; удары (2 и 5) — усиливающие, они повышают эффективность первой фазы гребкового движения рук; удары (3 и 6) поддерживают скорость во второй части гребкового движения рук.

На скорость плавания оказывают влияние морфологические особенности пловца — длина тела и звеньев конечностей, ширина кисти и стопы.

Стартовый прыжок. Эффективность старта зависит в первую очередь от времени опоры и времени скольжения (табл. 1).

Таблица 1

Время стартовых движений

Показатель	Обозначения	\bar{X} , с.
Время опоры	t_1	0,930
Латентное время	$t_{1.1}$	1,156
Моторное время	$t_{1.2}$	0,774
Время подготовительных движений	$t_{1.2.1}$	0,395
Время толчка	$t_{1.2.2}$	0,378
Время полета	t_2	0,378

Действия пловца на опоре должны обеспечивать: а) минимальное время опоры (минимум t_1); б) горизонтальную скорость вылета (максимум $v_{гор.}$); в) вертикальную скорость вылета (оптимум $v_{вер.}$). Время опоры t_1 зависит от латентного времени реакции, а также от моторного времени и времени подготовительных дви-

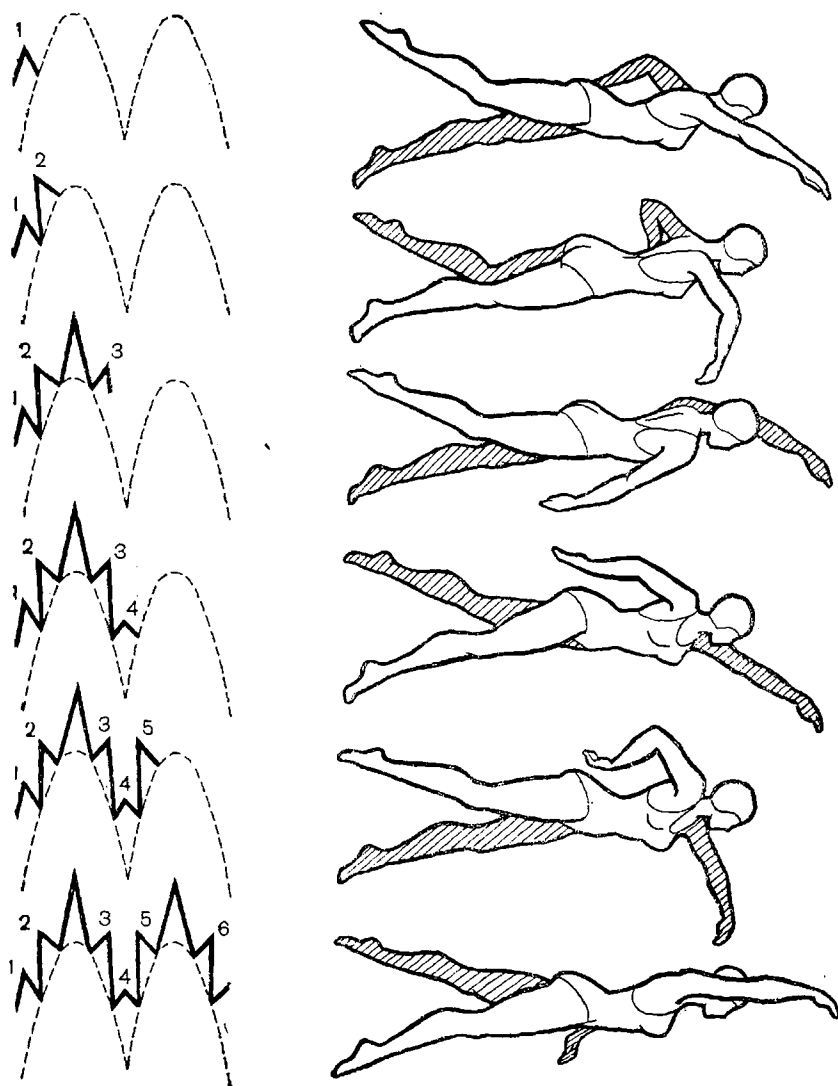


Рис. 1.3.1. Согласование движений рук и ног при плавании способом кроль на груди

жений. Таким образом, повысить эффективность старта можно за счет уменьшения латентного времени реакции $t_{1,1}$ и времени подготовительных движений $t_{1,2,1}$. Время полета t_2 зависит от высоты полета и положения тела в момент соприкосновения с водой. Горизонтальная скорость полета в большой степени зависит от горизонтальной составляющей силы реакции опоры и ее градиента.

Повороты. Существуют различные варианты поворотов, но в любом из них можно выделить следующие фазы: подплывание

к стенке бассейна, группировку и поворот, исходное положение перед толчком, толчок и скольжение, первые плавательные движения после поворота. Техника поворота должна отвечать таким основным требованиям: поворот необходимо сделать быстро; в конце поворота пловцу нужно оказаться в положении, в котором он может выполнить сильный толчок в правильном направлении; толчок следует делать мощным, чтобы обеспечить быстрое проскальзывание в нужном направлении; поворот должен быть экономичным, выполняться без лишней затраты энергии и обеспечивать возможность вдоха во время поворота. Таким образом, эффективное выполнение поворота предполагает: своевременное начало группировки и вращения; установку ног на поворотном щите и ориентацию пловца по отношению к поверхности воды и направлению дорожки; мощный толчок, скольжение и своевременное начало первых плавательных движений.

Подплывая к поворотной стенке, пловец не должен снижать скорость и изменять направление продвижения тела.

Для изменения направления движения пловцу, который подплывает к поворотной стенке, нужно повернуться на 180° . Быстрота поворота зависит от величины момента вращения и радиуса вращения: чем меньше радиус вращения, тем быстрее будет завершен поворот. Радиус вращения зависит от того, насколько части тела спортсмена удалены от ОЦМ тела. Самым малым радиус вращения будет в том случае, когда пловец плотно сгруппируется — согнет ноги во всех суставах, приблизит колени к груди, а пятки к тазу. Затем согнет руки и приблизит их к туловищу. Группируются в самом начале поворота, и остаются в этом положении до середины его. К концу пловец немного разгруппировывается, что помогает ему остановить вращение и занять исходное положение перед толчком.

Для создания момента вращения пловец использует сопротивление воды и инерцию движения тела. Если отвести руку назад — в сторону и сделать ею гребок вперед, то торможение не только остановит продвижение тела, но и повернет его в сторону этой руки. При быстром опускании на полном ходу плечевого пояса вниз давление воды на поверхность спины затормозит движение пловца и повернет его вокруг поперечной оси. Если подплыть с достаточной скоростью к поворотной стенке и положить на нее руку выше поверхности воды, то торможение создаст момент вращения вокруг поперечной оси в сторону спины. Момент вращения во всех этих случаях можно усилить движением головы и плечевого пояса в сторону поворота.

Перед толчком туловище пловца должно быть погружено под воду так, чтобы спина или грудь были ниже уровня воды на 35—50 см. Продольная ось туловища почти горизонтальная, руки вместе и вытянуты вперед, голова между руками, ноги согнуты, стопы поставлены на поворотную стенку так, чтобы основания пальцев находились на одном уровне с тазобедренными суставами. Наибольшей силы толчка достигают, начиная его из положения,

когда тазобедренные и коленные суставы согнуты до прямого угла. Толчок начинается сравнительно мягко. Мощное, энергичное разгибание суставов ног осуществляется в тот момент, когда угол сгибания ног в тазобедренных и коленных суставах приблизится к прямому углу. В начале толчка уточняется положение тела и рук так, чтобы направление толчка совпало с направлением продольной оси тела.

После толчка следует скольжение. При правильном выполнении толчка пловец вначале скользит почти горизонтально, постепенно сменяясь вверх. Если толчок выполнен не совсем точно или положение туловища во время толчка было не совсем правильным, то в начале скольжения движение пловца будет направлено вперед и немного вниз или вверх.

1.4. Лыжная подготовка

Сила трения зависит в основном от силы нормального давления между скользящими телами. Если лыжник скользит по горизонтальной лыже, то сила трения T лыж по снегу прямо пропорциональна силе нормального давления N лыж на снег: $T = k_c N$.

Коэффициент пропорциональности k_c между силой трения и силой нормального давления (коэффициент трения скольжения) — величина для данных условий постоянная. Он показывает, во сколько раз сила трения меньше силы нормального давления (рис. 1.4.1).

При постоянном коэффициенте трения величина силы трения зависит от силы нормального давления. При движении тела с

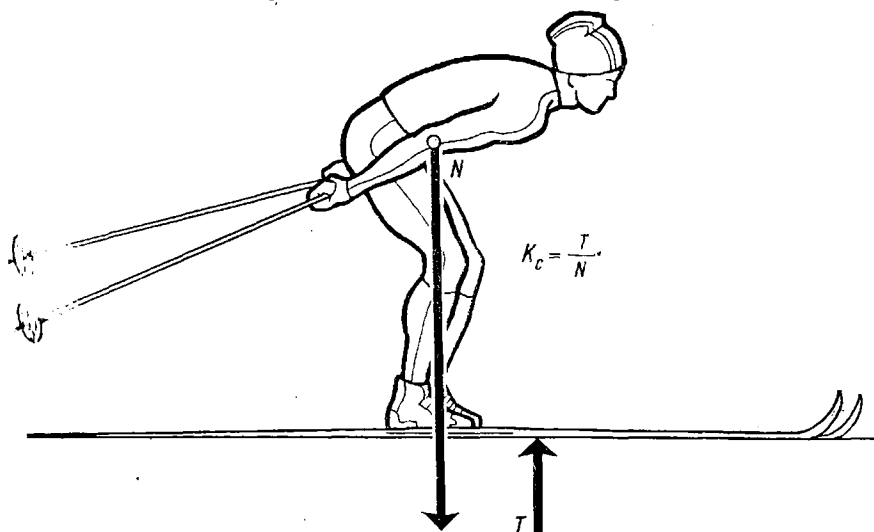


Рис. 1.4.1. Взаимодействие внешних сил при передвижении лыжника

ускорением по вертикали действуют инерционные силы, направленные противоположно ускорению. Это особенно заметно в одно-временных ходах, где опора на палки сзади тела не уменьшает силы нормального давления. В попеременных ходах опора на палки позволяет снять часть веса тела с лыж [15].

Сила трения не зависит от площади скользящей поверхности — таков закон трения для неизменяемых поверхностей. Но он применим для лыж в очень узких пределах, так как поверхность лыжи слишком мала.

Сила трения тормозит движение и всегда направлена против движения. Если лыжник скользит по инерции, то в зависимости от его скорости изменяется кинетическая энергия движения. По мере движения эта энергия расходуется на работу по преодолению силы трения.

При взаимодействии лыж со снегом возникает динамическая сила трения, замедляющая скольжение, и статическая сила трения, которая удерживает лыжу неподвижно на месте при отталкивании ею.

В лыжных ходах лыжник увеличивает скорость, отталкиваясь целым рядом движений [4, 10].

При отталкивании ногой лыжник выпрямляет ее в суставах, вследствие чего таз отдаляется от места опоры ноги. Движения отталкивания ногой выполняются разгибанием ноги в тазобедренном и коленном суставах. Все эти движения начинаются в разное время, но заканчиваются практически одновременно. Быстрое разгибание опорной ноги в тазобедренном суставе начинается раньше, еще до остановки скользящей лыжи. Также происходит сгибание ноги в коленном суставе (подседание), продолжающееся и после остановки лыжи. Далее выпрямляется нога уже в коленном суставе. С остановкой лыжи голень наклоняется вперед быстрее, чем пятка стопы приподнимается над лыжей, в результате чего стопа разгибается в тыльную сторону. Это движение еще продолжается после начала разгибания ноги в коленном суставе. Следовательно, когда в нижерасположенных суставах еще проходит подготовка к отталкиванию, то в вышерасположенных оно уже началось. Лишь в последний момент растянутые мышцы голеностопного сустава в течение сотых долей секунды выполняют завершающее движение отталкивания стопой. В результате отталкивания таз отдаляется от опоры и движется со скоростью, направленной вперед.

Маховые движения лыжника при отталкивании представляют собой быстрые перемещения свободных звеньев тела, имеющие направление в основном одинаковое с направлением отталкивания ногой от лыжни (вперед и вверх). Первая фаза каждого махового движения — разгон. Скорость звена при этом увеличивается до максимума. Вторая фаза — торможение, при которой скорость звена снижается до остановки маха. В течение обеих фаз центр масс звеньев и ОЦМ тела лыжника смещаются в сторону отталкивания.

Мах выполняется выпрямленными руками и ногами, что увеличивает перемещение их центров масс и, следовательно, оказывает большое влияние на перемещение и ускорение ОЦМ тела. Возникающие при ускорениях звеньев их силы инерции через звенья тела передаются назад-вниз. Эти силы инерции способствуют прижиманию лыжи к снегу, увеличению напряжения мышц толчковой ноги, замедлению выпрямления толчковой ноги в начале отталкивания. Одновременно выполняется бросок тела вперед, который также имеет значение махового движения.

Бросок тела вперед включает в себя: поворот таза и небольшое отведение его в сторону маховой ноги в тазобедренном суставе опорной ноги; скручивание поясничного отдела позвоночника, когда верхняя часть туловища не изменяет ориентацию относительно лыжни; поворот бедра маховой ноги относительно таза наружу, когда лыжа сохраняет ориентацию относительно лыжни. Эти движения направлены на ускорение ОЦМ тела лыжника, поскольку в броске перемещаются значительные массы тела. Движение выполняется сравнительно медленно, с относительно небольшой амплитудой, но при большом напряжении мышц. Характерной чертой броска тела служит момент его выполнения — к началу вылада маховой ноги.

Отталкивание палкой в попеременных ходах состоит из отталкивания рукой, одновременного наклона туловища и передачи усилий с палки на скользящую лыжу.

Первая зона отталкивания рукой (скольжение лыжи) — от постановки палки до момента остановки скользящей лыжи. Рука разгибается в плечевом суставе, несколько сгибается в локтевом и отводится в лучезапястном. По мере наклона палки увеличивается наклон туловища и нажим рукой на палку.

Вторая зона отталкивания рукой (акцент броска) — от момента остановки лыжи до максимума скорости при броске вперед. Используя опору максимально напряженной руки на палку, лыжник делает бросок телом вперед, одновременно выполняя махи рукой и ногой.

Третья зона отталкивания рукой (доталкивание) — заключительное движение кистью и завершающее выпрямление руки в локтевом суставе.

Отталкивание двумя палками сразу в одновременных ходах включает отталкивание руками, а также энергичный наклон туловища и передачу усилий на лыжи.

При отталкивании палками руки сначала разгибаются в плечевых суставах и слегка сгибаются в локтевых. Далее происходит разгибание рук в локтевых суставах, завершаемое движением кистей. Наибольшее усилие возникает в момент, когда мышцы локтевых и лучезапястных суставов закончили уступающие движения и максимально напряглись. В этот момент наблюдается акцент усилий. Движение туловища до горизонтали усиливает нажим на палки и уменьшает угол отталкивания. В то же время почти

выпрямленная опорная нога несколько выскальзывает стопой вперед, в результате чего усилия передаются на лыжу.

Напряжением мышц лыжник как бы подтягивается к верхнему концу наклонной палки, а затем движением руки уже сзади тела отталкивается от опоры. Значительная часть приложенной силы позволяет увеличить горизонтальную скорость, когда угол наклона палки острее. Значительно сложнее работа ног при отталкивании. На протяжении отталкивания все время изменяются величина силы отталкивания и угол ее приложения.

Общее давление складывается из массы тела лыжника и действия инерционных сил звеньев тела, отдаляющихся от опоры при отталкивании. Работа мышц направлена на поддержание и ускорение массы тела.

Соотношение длины и частоты шагов играет важную роль в технике передвижения на лыжах. Длина шага зависит от силы и длительности отталкивания. Она варьирует от 1,5 до 3,5 м. Частота шагов зависит от того, как долго скользит лыжник в течение одного шага. Для получения высокой скорости необходимо добиваться достаточно большой длины шагов при довольно высокой их частоте. Особенности изменения длины и частоты шагов при повышении скорости передвижения позволяют отметить, что существуют определенные скорости, при которых наблюдается максимальная длина скользящего шага (табл. 2).

Таблица 2

Скорости передвижения, м/с

Рельеф местности	I разряд	II разряд	III разряд
Равнина	5,0	4,5	4,0
Подъем, 1—3°	4,5	4,0	3,5
Подъем, 4—6°	4,0	3,5	3,25
Подъем, 7—8°	3,75	3,25	3,0

Передвижение с оптимальным темпом характеризуется максимальными величинами горизонтальных и вертикальных составляющих усилий при отталкивании ногой и рукой, а также позволяет более экономно поддерживать скорость.

Спуск. На достаточно длинных склонах сопротивление воздуха обуславливает предел максимальной скорости. В этом случае перед лыжником стоят задачи удержаться в устойчивом положении и достичь большой скорости. Устойчивость улучшается при увеличении площади опоры в тресбуемых пределах в переднем и передне-заднем направлении. На устойчивость влияет высота расположения ОЦМ тела лыжника.

Скорость спуска зависит от высоты стойки (площади поперечного сечения тела) и позы (обтекаемости). Нецелесообразно слиш-

ком сгибать ноги, большое напряжение мышц мешает амортизации. С учетом этих факторов наиболее эффективны средняя стойка и стойка отдыха.

В средней стойке с небольшим выдвиганием одной лыжи имеется достаточная устойчивость во всех направлениях, запас возможностей для амортизации на неровности, небольшое сопротивление воздуха, умеренное напряжение мышц. Стойка отдыха применяется на более длинных спусках.

В естественных условиях крутизна склонов непостоянна. В связи с этим и нормальное давление лыж на снег изменяется. Когда крутизна приближается к нулю, нормальное давление приближается к статической массе тела. При увеличении крутизны до 5° оно равно 99,6 % массы тела, а при 35° — только 82 %. В таком же соотношении изменяется и сила трения.

Лыжнику на спуске все время грозит потеря равновесия, прежде всего в передне-заднем направлении, а также и в боковые стороны. При этом вертикальные толчки затрудняют сохранение равновесия. Лыжник стремится увеличить угол равновесия в соответствующую сторону. При помощи уступающей работы мышц он амортизирует толчок и удерживает тело в пределах зоны сохранения равновесия. Если толчок угрожает спереди, лыжник делает движение телом назад вниз, сгибая ноги главным образом в коленных суставах. При резком замедлении спуска он мягко притормаживает. Когда грозит падение назад, лыжник перемещает тело вперед движением в голеностопных суставах. Тогда мышцы амортизируют движение тела назад относительно лыж и момент увеличения скорости.

Поворот переступанием. Очень прост и может быть выполнен двумя способами — вокруг задников или вокруг носков лыж. В первом случае лыжник поворачивается за счет перестановки в желаемом направлении носков лыж, а во втором — путем перестановки задников. Этот поворот может быть выполнен и на пологом склоне. Переступание должно выполняться быстро и широко.

Поворот махом позволяет повернуться сразу на 180° . Он тоже выполняется различными способами. Переноса массу тела на одну из лыж, лыжник закидывает другую носком вверх и ставит ее на снег в обратном направлении. После этого, поворачиваясь кругом, приставляет к ней первую лыжу. Вариантами этого поворота являются повороты махом через лыжу вперед или назад. В этих случаях маховая лыжа переносится через задник или носок опорной лыжи и ставится с наружной стороны в обратном направлении. После переноса на нее массы тела бывшая опорная лыжа приподнимается, разворачивается и ставится на снег. Последние два варианта наиболее целесообразно выполнять на склонах гор (при подъемах).

Поворот прыжком дает возможность быстро повернуться в любом направлении. Выполняется он как с опорой, так и без опоры на палки. Лыжник, подпрыгивая, рывком поворачивается в желаемом направлении и опускается на снег.

По принципу выполнения повороты объединяются в следующие группы: повороты переступанием (с внутренней и внешней лыжи); повороты «упором», «углом», «ножницами», выпадом; повороты махом (из «плуга», из «упора», на параллельных лыжах, с опорой на палки).

В выполнении поворота можно различить следующие фазы: разгон — приобретение известной скорости движения; выход в поворот — начало выполнения поворота; выполнение поворота до необходимой крутизны; выход из поворота — переход в прямолинейное движение или остановка.

Поворот «полуплугом» является наиболее простым из группы поворотов. Он применяется на склонах средней крутизны с рыхлым неглубоким снежным покровом. Лыжник, перенося массу тела на одну лыжу, другую (внешнюю по отношению к предлагаемому повороту) выдвигает носком вперед и ставит ее на внутреннее ребро под углом (задником наружу). В этом положении масса тела слегка переносится на плужащую лыжу. Крутизна поворота будет зависеть от угла постановки лыжи и переноса массы тела.

Поворот «плугом» характерен потерей скорости движения. Его выполняют на склонах средней крутизны с рыхлым неглубоким снежным покровом, на незнакомых, опасных склонах и при плохой видимости, когда необходимо умышленно замедлить движение. Наибольшее применение этот поворот находит в туризме, при движении с грузом и при первоначальном обучении технике передвижения на лыжах.

Техника поворотов в движении построена на постановке одной или обеих лыж под углом к направлению первоначального движения лыжника, на постановке лыж на соответствующие ребра, на перемещении массы тела лыжника, на использовании вращательного движения тела лыжника и разгрузки лыж. Все это осуществляется мышечной силой лыжника с использованием реакции опоры, сил инерции и формы лыж. Сам поворот осуществляется вследствие возникновения (от перечисленных условий) пары сил, т. е. двух параллельных сил, расположенных на некотором расстоянии (плече) и направленных в противоположные стороны по отношению друг к другу.

При **торможении «плугом»** лыжник разводит задники лыж, сдвигая носки вместе и ставит лыжи на внутренние ребра за счет сведения коленей. «Плуг» применяется для торможения на пологих склонах.

Торможение «упором» состоит в том, что перенося массу тела на одну лыжу, другую ставят под углом к направлению движения, задником наружу и на внутреннее ребро. Применяют его обычно при спуске по диагонали.

Торможение боковым соскальзыванием осуществляется резким, крутым поворотом, в результате которого обе лыжи ставятся поперек склона и кантуются на верхние ребра. Этим способом можно быстро достигнуть полной остановки, даже на крутом

склоне и большой скорости спуска. Ряд повторных поворотов с небольшим боковым соскальзыванием является наиболее эффективным способом снижения скорости спуска.

В подъеме подседание значительно меньше и вертикальные составляющие усилий ниже, чем на равнине. Вследствие большой силы сопротивления скользящая нога останавливается значительно раньше, чем маховая нога успевает разогнуться, что является существенным отличием от передвижения на равнине. Несмотря на увеличивающуюся силу сопротивления горизонтальной составляющей, силы толчков ног при подъеме и на равнине приблизительно одинаковы. В подъеме и по ровному месту импульсы приложенных сил с ростом скорости уменьшаются. Это говорит о том, что кривая скорости ОЦМ тела лыжника имеет меньшие перепады при больших скоростях. Отношение горизонтальной составляющей к вертикальной растет с увеличением крутизны подъема.

Создание опоры для лыжи обеспечивается меньшим углом наклона лыжи к горизонту и постановкой лыж на ребра. По мере увеличения крутизны склона на него поднимаются наискось, при этом начинается кантование лыж. Отставляя нижнюю по склону лыжу в горизонтальное положение, получают более надежную опору через один шаг («полуелочку»). Постановкой обеих лыж горизонтально переходят к косой лесенке (с продвижением вперед) или прямой (с продвижением вверх). Возможен также подъем по крутому склону не боком, а лицом вперед («елочкой»), переставляя одну лыжу вперед через пятку другой. Во всех способах подъема создается также надежная опора на палки, повышающая устойчивость и предупреждающая соскальзывание вниз.

1.5. Конькобежный спорт

Конькобежец при движении по беговой дорожке находится в посадке в исходном положении — специфическом для скоростного бега на коньках. От формы посадки во многом зависит скорость и результативность бега. Прежде всего посадка должна способствовать уменьшению тормозящих сил — сопротивления среды. Поэтому она должна быть оптимально низкой, чтобы встречный поток воздуха хорошо обтекал тело. Посадка конькобежца должна также обеспечить оптимальные условия для повышения работоспособности мышц.

Высота посадки зависит от длины пробегаемой дистанции. На коротких дистанциях она, как правило, низкая, на длинных — более высокая. Уровень посадки зависит от конфигурации туловища и от его положения по отношению к линии горизонта, а также от углов сгибания ног в коленных и голеностопных суставах. Наиболее выгодным является такое положение туловища, когда оно находится под углом к горизонтальной плоскости от 5 до 20°. При каждом шаге туловище должно быть направлено

вдоль основного движения вперед. При этом верхняя часть туловища не должна перемещаться из стороны в сторону или подниматься и опускаться.

Угол наклона голени составляет от 50 до 60°, а угол наклона бедра по отношению к горизонтальной плоскости — 65—80°. Угол в коленном суставе между бедром и голенью изменяется в пределах 85—120°. Величина углов в суставах ног зависит от силы мышц, технической подготовленности и гибкости конькобежца.

Важное значение при беге на коньках имеет правильное положение ОЦМ тела. Проекция ОЦМ тела должна находиться на уровне $\frac{1}{3}$ длины конька от его задней части. Если же она будет приходиться на первую треть длины конька от его передней части, то это будет вызывать чрезмерные напряжения мышц голени и ахиллова сухожилия, а передняя часть конька будет сильно врезаться в лед, что затормозит движение конькобежца вперед. Также неэффективно и расположение проекции ОЦМ тела на задней части конька. При беге на длинные дистанции ОЦМ тела перемещается несколько вперед по сравнению с бегом на короткие. После толчка проекция ОЦМ тела на опорной ноге перемещается несколько назад из-за смещения конькобежца вперед и постановки свободного конька впереди толчкового. Затем, в фазе скольжения, проекция ОЦМ тела, перемещаясь слегка вперед, занимает оптимальное положение [15, 19].

Специфика приложения силы в беге на коньках состоит в том, что конькобежец отталкивается ото льда под острым углом к плоскости льда; во время движения (скольжения) толчкового конька; толчок производится не в направлении движения, а под углом к нему. Это связано с тем, что конькобежец развивает скорость передвижения почти в 2 раза превышающую скорость толчка. В конечном счете отталкивание тем эффективнее, чем больше величина толчкового усилия и продолжительнее его действие. Толчковое усилие F должно быть непрерывным и возрастающим от начала до конца отталкивания. При этих условиях отталкивание будет оптимальным (рис. 1.5.1).

На характер отталкивания влияет также движение свободной маховой ноги. Чем меньше вторая (свободная) нога используется для опоры в фазе отталкивания толчковой ногой, тем больше опорное (толчковое) значение имеет толчковый конек.

Ведущими элементами в технике конькобежцев является раннее смещение массы тела в сторону свободной ноги с поздним началом махового движения, что придает всему движению более динамичный характер и содействует развитию максимального усилия во второй половине отталкивания, увеличивая при этом реакцию опоры [27, 28].

Завершают отталкивание большинство конькобежцев очень резко, выпрямляя голеностопный сустав за счет подошвенного сгибания и разворота стопы в самом конце отталкивания. Это движение стопой совпадает с окончанием выпрямления ноги в коленном суставе, которое включается в толчковое усилие раньше

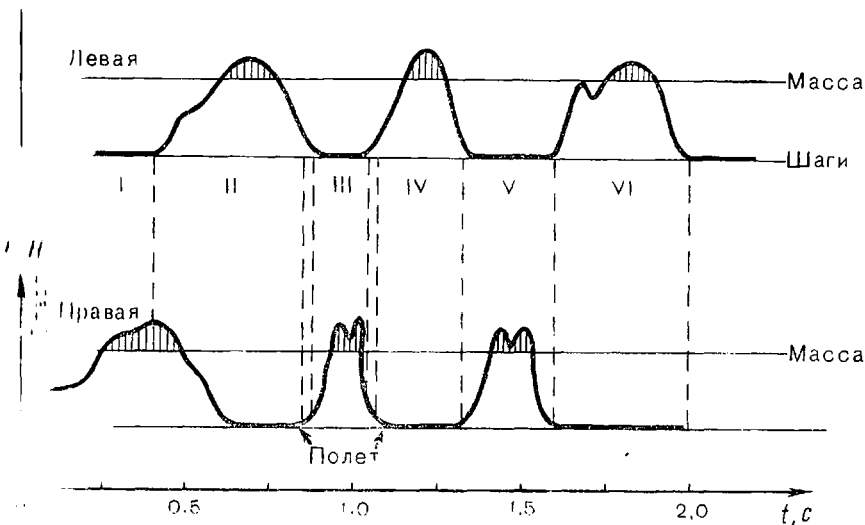


рис. 1.5.1. Импульсы усилий, приложенных ко льду в стартовом разбеге на коньках

одноопорного, но позже тазобедренного. Разворот стопы увеличивает амплитуду отталкивания.

Анализ тензограмм по характеру нарастания усилия во время отталкивания позволяет выделить два вида развития усилий при отталкивании — концентрированное (импульсное) и малоконцентрированное (жимовое). На тензограмме видно начало и конец порных реакций конькобежцев: *a* — момент постановки конька на лед; *b* — момент отрыва конька ото льда после отталкивания (рис. 1.5.2).

Исследования фазовой структуры бега позволили выделить в каждом шаге цикла движений конькобежца четыре макрофазы, которые включают в себя мелкие структурные подразделения — микрофазы. Микрофазы охватывают движения, выполняемые в течение десятых долей секунды. В макрофазах может быть несколько микрофаз со своими временными и силовыми характеристиками.

Первая — фаза амортизации; вторая — свободного скольжения отталкивания в одноопорном положении; третья — отталкивания двухопорном положении; четвертая — переноса ноги. Нечетные фазы соответствуют отталкиванию и амортизации в двухопорном положении, четные — свободному скольжению и отталкиванию одноопорном. Отличительной особенностью первой фазы является мягкая постановка конька на лед и постепенная загрузка массой тела до 100 % во время отталкивания левой ногой. В этой фазе отсутствует активное движение правой ногой, обес-

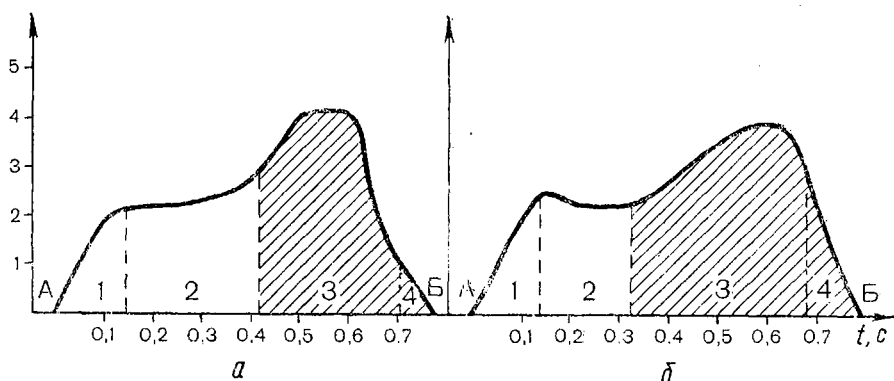


Рис. 1.5.2. Тензограммы опорных реакций при скоростном беге на коньках: *а* — концентрированное (импульсное) усилие при отталкивании, *б* — менее концентрированное («жимовое») усилие. По оси абсцисс — время; по оси ординат — характер изменения усилий, услов. ед.

печивающее продвижение конькобежца вперед. Границы фазы: момент постановки правой ноги на лед и момент отрыва левой ноги от льда после толчка.

Вторая фаза может иметь три разновидности: первая характеризуется непрерывным повышением опорной реакции и объясняется отталкиванием без свободного проката; вторая — свободным прокатом в одноопорном положении (нога в коленном суставе не разгибается, ОЦМ тела конькобежца постепенно перемещается в сторону за опору для обеспечения последующего отталкивания); третья — свободным прокатом (нога несколько сгибается в коленном суставе, ОЦМ тела незначительно понижается и перемещается за опору). В это время давление на лед несколько уменьшается. Границы фазы: момент отрыва конька левой ноги от льда и момент постановки конька левой ноги на лед. В этой фазе кривая опорной реакции достигает своего максимального значения.

В третьей фазе нога интенсивно разгибается в коленном суставе и масса тела постепенно распределяется с правой толчковой ноги на левую, находящуюся в фазе амортизации. В связи с перераспределением массы тела кривая опорной реакции снижается до нулевого значения. Границы фазы: момент постановки конька левой ноги на лед и момент отрыва правой ноги от льда.

Границы четвертой фазы: момент отрыва правой ноги от льда после отталкивания и момент ее постановки на лед.

Бег со старта. Различают три вида старта: скользящий, беговой и прыжковый. Прыжковый старт подразделяется на старт с постановкой и упором коньков на носки и старт с постановкой и упором коньков на пятку. Выбор того или иного вида старта зависит от развития физических качеств спортсмена, степени координации движений, овладения техникой бега на коньках, спортивного стажа и квалификации и т. п.

При старте с левосторонней стойки конькобежцы стоят левым боком вперед под углом к направлению бега. Сначала у линии старта в исходное положение устанавливают левый конек, а затем правый. Расстояние между коньками составляет 35—45 см. Существует несколько вариантов расположения коньков у старта. Как правило, левый конек ставится под углом 30° к линии старта, а правый — под углом 15° . Конькобежец сгибает ноги в коленных и голеностопных суставах, наклоняет туловище вперед, несколько опускает голову вниз. Правая рука направлена назад-в сторону-вверх, левая опущена вниз и слегка согнута в локтевом суставе. Проекция ОЦМ тела находится между коньками, ближе к их передним частям. Слегка приседая, конькобежец может сместить ОЦМ тела несколько назад на правую ногу. Затем по сигналу в начале бега конькобежец быстро разгибает правую ногу, выводя конек отталкивание. Левую ногу он быстро разворачивает боком конька наружу.левой рукой делает мах назад-в сторону, а правой вперед-в сторону. При выполнении первых шагов со старта конькобежец сгибает руки в локтевых суставах. Во время первого шага он распрямляет туловище и приподнимает его вверх.

Техника движений при скользящем старте заключается в том, что конькобежец сразу же начинает бег с дистанционной техникой движений. Технику скользящего старта в большинстве случаев осваивают новички и конькобежцы с плохой координацией движений. При скользящем старте бег начинают с наклоненным вперед туловищем, что позволяет уменьшить сопротивление воздуха при разгоне.

Основное преимущество бегового старта состоит в том, что конькобежец может за 3—4 быстрых и мощных шагов в течение короткого времени набрать необходимую дистанционную скорость бега. Беговой старт приносит хорошие результаты тогда, когда конькобежец научится выполнять быстрые броски тела вперед. Беговой старт требует большой силы мышц ног. Конькобежцам, у которых мышцы ног недостаточно сильны, при беговом старте приходится чрезмерно выпрямляться и вытягиваться вперед, чтобы сократить выполнение первых шагов и быстрее набрать нужную скорость.

Если принять длину шага во время бега по дистанции за 100 %, то в первом шаге со старта конькобежец преодолевает в среднем равный 1 % (10 см). Длина второго шага составляет около 3 % (30 см), а третьего — около метра 10 % (1 м). Если длина шага при беге со старта не превышает 10 % дистанционного бегового шага, то эта часть бега со старта называется шаговой фазой. Как правило, шаговая фаза состоит из 3—4 шагов, а затем конькобежец переходит в шагово-скользящую фазу, которая также длится 3—4 шага. В этой фазе конькобежец при каждом шаге преодолевает в среднем от 1 до 3 м. Стартовый разгон заканчивается скользящей фазой. Конькобежец постепенно переходит на дистанционную технику бега, и длина шага увеличивается от 3 м до максимально возможной на данной дистанции. В шаговой фазе

ОЦМ тела конькобежца находится впереди коньков (конькобежец как бы падает вперед), что облегчает выполнение отталкивания и способствует более быстрому набору скорости бега. С переходом в шагово-скользящую фазу разгона проекция ОЦМ тела конькобежца постепенно перемещается назад и к концу стартового разгона находится в районе задней половины коньков. Во время первых шагов со старта коньки ставят на лед с большим разворотом носков наружу, но уже через 3—4 шага разворот постепенно уменьшают.

Во время первых шагов туловище выпрямлено и поднято вверх. По мере увеличения скорости бега туловище опускается вниз, спина принимает округлую форму. От прямого поднятого туловища к округленному и опущенному вниз конькобежец переходит постепенно от одного шага к другому в шагово-скользящей и скользящей фазах разгона. Одновременно он уменьшает разворот носков наружу и отталкивание выполняет все более в сторону. При этом длина шагов увеличивается. Руки при маховых движениях постепенно выносятся больше вперед, чем в стороны. Увеличивается амплитуда движений и меньше становится угол сгибания в локтевых суставах.

Старт с постановкой и упором коньков на носки по манере выполнения похож в основном на беговой старт, но только первые шаги выполняют с упором на носки коньков. Конькобежец отталкивается точно назад и быстро продвигается вперед в направлении бега. При таком старте мышцы ног испытывают очень большую нагрузку, конькобежец вынужден резко переходить от шагов с отталкиванием носками к скользящему бегу.

При выполнении прыжкового старта с постановкой и упором коньков на пятку первые шаги выполняют прыжками, а конек ставят на лед с пятки. Поставив конек на пятку, конькобежец переходит в упор на все лезвие конька и заканчивает отталкивание передней частью его. Носки коньков при прыжке вперед разворачиваются наружу, как при беговом старте. Данный старт весьма эффективен для достижения максимальной скорости бега, но он требует, чтобы мышцы ног были достаточно сильны.

Бег на короткие дистанции характеризуется низкой посадкой, энергичными движениями, большой частотой шагов и силой отталкивания. Руки движутся в сторону-вперед и назад-в сторону. Они помогают конькобежцу выполнять мощные отталкивания и обеспечивают использование реактивных сил маха для ускорения движения тела вперед. Движение руками вниз начинается одновременно с замахом ноги и смещением ОЦМ тела вперед-в сторону, при этом маховая нога находится рядом с толчковой.

Из крайнего заднего положения рука, выпрямленная во всех суставах, под действием силы тяжести опускается вниз. В момент, когда она достигает положения перпендикулярного ко льду, движение плеча приостанавливается, а предплечье продолжает двигаться вперед. При этом кисть руки не следует приближать к противоположному плечу, она должна находиться перед лицом

конькобежца. Обратное движение начинается с разгибания предплечья в локтевом суставе. Когда предплечье займет положение перпендикулярно ко льду, прямая рука поднимается вверх и отводится назад-в сторону.

Бег по прямой на средние и длинные дистанции осуществляется с маховыми движениями одной правой рукой. Высота посадки практически не меняется по сравнению со спринтерским бегом. Все движения выполняются с большей амплитудой, чем в спринте. Правая рука движется в несколько другой форме, чем при беге на короткие дистанции с движениями двумя руками. Конькобежец выполняет ею расслабленные маховые движения вперед-назад, поднимая по отношению к линии горизонта примерно на 30 %. Рука движется вперед до тех пор, пока предплечье не будет параллельно льду. В момент прохождения вертикальной плоскости она слегка сгибается в локтевом суставе. Движение вперед осуществляется не только предплечьем, но и плечом. Маховое движение правой рукой выполняется параллельно направлению движения конькобежца. Амплитуда движения рукой зависит от скорости бега и длины шага. Если шаг длинный и скорость относительно невелика, то рука движется плавно и с большей амплитудой.

Техника бега по повороту отличается от техники бега по прямой тем, что конькобежец выполняет скрестные шаги, т. е. перешагивает правой ногой через левую. Отталкивания правой и левой ногой осуществляются в одну сторону — наружу от поворота. Наклон и постановка конька вперед несколько меньше, чем в беге по прямой, так как ОЦМ тела смещается в основном влево в направлении центра поворота. Угол общего наклона зависит от скорости бега и радиуса закругления.

Конькобежец на дуге поворота активно отталкивается внутрь дуги внешним коньком. За счет постановки конька под углом к направлению движения, возникает горизонтальная составляющая реакции опоры, направленная внутрь поворота. С началом движения по дуге конькобежец наклоняется внутрь поворота. Центробежные силы вышерасположенных частей тела действуют на нижерасположенные по радиусу от центра. Создаются моменты сил, опрокидывающие их наружу поворота. При наклоне тела внутрь поворота возникают направленные в противоположную сторону моменты сил тяжести частей тела. Те и другие моменты уравновешиваются, и конькобежец скользит по дуге в динамическом равновесии.

Оба конька всякий раз ставятся по направлению движения, т. е. по касательной к повороту: левый — на наружное ребро стопы, правый — на внутреннее. Отталкивание осуществляется так же, как и при беге по прямой. След правого конька представляет вогнутую линию, а левого — более прямую. Левая нога полностью выпрямляется при отталкивании и составляет с туловищем прямую линию. Темп движений выше, чем в беге по прямой.

Глава 2. БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ВИДАХ СПОРТА С АЦИКЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ДВИЖЕНИЙ

К ациклическим упражнениям относятся такие, которые не состоят из многократного повторения одних и тех же движений, а представляют собой один законченный двигательный акт. К ним относят гимнастику, акробатику, метания, прыжки, единоборства, спортивные игры и др.

При изучении техники физических упражнений в видах спорта с ациклической структурой движений анализ выполненного действия проводят от начала до конца движения.

2.1. Гимнастика

Техника выполнения гимнастических упражнений. В современной гимнастике используется большое количество упражнений, которые отличаются друг от друга внешней формой, технической сложностью, мерой доступности, условиями выполнения, имеющие общие биомеханические закономерности.

В основе предложенной классификации упражнений [40] лежат условия, в которых выполняется двигательная деятельность (схема 1).

К статическим относятся элементы, связанные с сохранением определенного положения тела на гимнастическом снаряде или опоре. Положение тела определяется позой человека, т. е. взаимным относительным расположением звеньев тела независимо от ориентации и местонахождения его в пространстве, а также от отношения к опоре.

Упражнения с устойчивым равновесием требуют значительных усилий. Степень напряжения мышц зависит от величины вращательного момента и величины плеча силы тяги мышц. Чем ближе к суставу находятся мышцы, тем больше они должны развивать напряжение, чтобы обеспечить необходимую величину уравновешивающего момента.

Упражнения с неустойчивым равновесием без больших мышечных усилий требуют сопротивления нарушению равновесия и его восстановления.

Гимнастические упражнения, связанные с сохранением устойчивости на малой площади опоры, представляют собой сложные координационные акты, в которых берут участие различные анализаторы и центральная нервная система, обеспечивающие работу мышечного аппарата.

Упражнения с неустойчивым равновесием и большим мышечным напряжением характеризуются тем, что для сохранения позы необходимо сохранять равновесие и максимально развивать мышечные усилия.

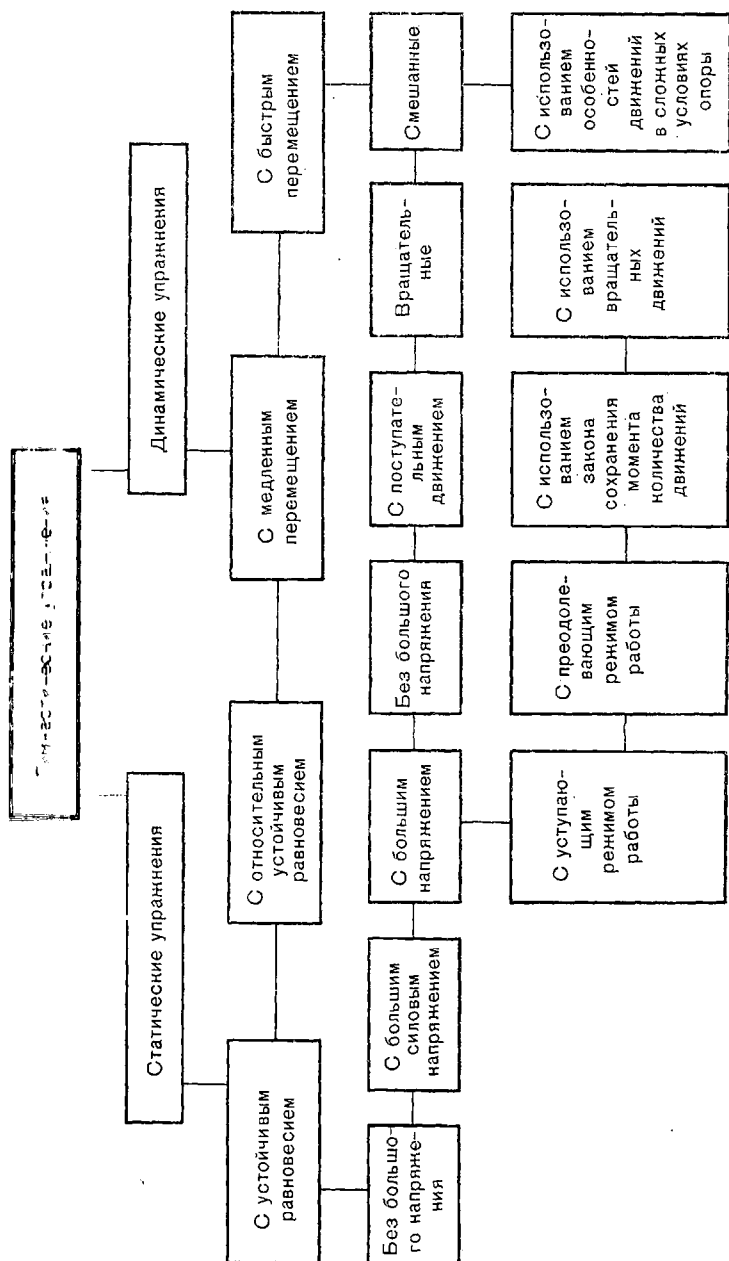


Схема 1

Упражнения с медленным перемещением тела характеризуются перемещением без использования силы инерции. Величина мышечных усилий зависит от времени напряжения мышц.

Упражнения с быстрым перемещением характеризуются перемещением как всего тела относительно опоры или снаряда, так и его отдельных звеньев по отношению друг к другу или к опоре. При выполнении быстрых движений необходимо рационально, экономично и своевременно распределять мышечные усилия.

Равновесие. Двигательный аппарат человека с точки зрения механики представляет собой систему разнообразных рычагов, равновесие которых, а следовательно, и равновесие всего тела возможно тогда, когда сумма моментов сил, действующих на него относительно оси вращения, равна нулю. Если равенство моментов сил нарушается, то система рычагов начинает вращаться в направлении того момента силы, который больше, и человек теряет равновесие.

Регуляция поз и движений в повседневной жизни осуществляется рефлекторным путем — автоматически. Как известно, все наши органы и ткани имеют чувственные нервные окончания — рецепторы. Основными регуляторами равновесия являются мышечные и вестибулярные рецепторы.

Растяжение и сокращение мышечных волокон вызывает раздражение мышц. А изменения положения головы и всего тела в пространстве чутко улавливаются рецепторами вестибулярного аппарата, находящегося в области внутреннего уха. С рецепторов возбуждение передается по нервным волокнам в центральную нервную систему. Сигналы, постоянно поступающие в головной мозг, приносят информацию об изменении положения нашего тела. Кора больших полушарий головного мозга перерабатывает ее и немедленно посылает импульсы в обратном направлении — к мышцам, которые и восстанавливают равновесие тела.

Вид равновесия тела определяется по действию силы тяжести в случае даже малого отклонения в положении тела: устойчивое — возвращение тела в прежнее положение при любом отклонении; ограниченно-устойчивое — возвращение тела в прежнее положение только при отклонении в определенных границах.

Устойчивое равновесие характерно для верхней опоры, когда тело к ней подвешено. Нижняя опора обеспечивает телу ограниченно-устойчивое равновесие. В этом случае тело можно отклонять до тех пор, пока линия тяжести (или проекция ОЦМ на горизонтальную плоскость) не дойдет до границы площади опоры. По мере отклонения тела его ОЦМ поднимается вверх, что требует затраты энергии тела. Если же продолжать опрокидывать тело, перейдя эту границу, потенциальная энергия начнет уменьшаться.

Неустойчивое же равновесие встречается только при нижней опоре в виде точки опоры или линии. Достаточно отклонить тело в любую сторону, как его ОЦМ опускается ниже, потенциальная

энергия уменьшается, момент силы тяжести оказывается опрокидывающим. Такого равновесия в природе не существует — это абстрактная модель. В реальных условиях малейшее отклонение прекращает такое равновесие.

Висы. Положение тела в виси относится к устойчивому равновесию, так как ОЦМ тела удерживается все время под опорой. Сила тяжести, которой противодействует напряжение мышц, окружающих суставы, действует на них растягивающим образом. Происходит перераспределение нагрузки на мышцы и весь двигательный аппарат. Она увеличивается на верхние конечности, плечевой пояс и уменьшается на нижние конечности и тазовый пояс.

Обычный вис на вытянутых руках выполняется следующим образом: кисти расставлены на ширину плеч, руки выпрямлены в локтевых суставах, грудная кривизна позвоночника выпрямлена, поясничный изгиб увеличен, таз наклонен в более вертикальное положение, ноги выпрямлены в коленных суставах.

Для сохранения такого положения напрягаются мышцы всего тела. Поверхностные и глубокие сгибатели пальцев, длинные сгибатели пальцев удерживают тело на опоре. Степень напряжения их зависит от массы тела, ширины хвата. Более благоприятные условия соответствуют положению рук на ширине плеч. При широком хвате нужно усиливать сжатие перекладины, так как руки в этом положении стремятся сблизиться. Напряжение двуглавой и трехглавой мышц плеча, плечевых мышц, сгибателей и разгибателей кисти зависит от положения костей предплечья. Сгибательное положение в локтевом суставе требует большего напряжения мышц, чем положение разогнутое. В последнем укреплению сустава способствуют и пассивные силы кости (локтевой отросток кости прочно удерживается в локтевой ямке плечевой кости), и мышцы-разгибатели.

Большая нагрузка приходится на мышцы плечевого пояса и плечевого сустава. Широчайшие мышцы спины, большие грудные мышцы, передние зубчатые, трапецевидные и другие мышцы плечевого пояса подтягивают туловище к лопаткам, напрягаясь при этом незначительно. Выпрямление спины обеспечивается в основном механическим действием силы тяжести нижних конечностей и туловища, частично напряжением общего разгибателя спины. Мышцы передней стенки живота помогают фиксировать таз.

Мышцы тазобедренных суставов, разгибатели и сгибатели фиксируют суставы. Коленные суставы фиксируют преимущественно трехглавые разгибатели голени. Нередко при виси наблюдается некоторое сгибание коленей. Это объясняется тем, что сгибатели голени, участвуя в разгибании бедра, неизбежно тянут голень вверх. Оттягивание носков обеспечивают подошвенные сгибатели стопы и сгибатели пальцев (трехглавая мышца голени, длинная малоберцовая мышца, длинный сгибатель большого пальца).

Подтягивание выполняется обычно медленно. Один цикл движения происходит в течение 2,5 с, фиксация положения — 0,3 с, опускание в исходное положение виса — 1,2, собственно подтягивание — 1,0 с. Движение вверх происходит быстрее (0,7 м/с), а возвращение вниз — медленнее (0,5 м/с). ОЦМ тела поднимается и опускается вертикально.

Подтягивание производится при помощи сгибания рук в локтевых суставах и разгибания в плечевых. Сгибание рук сопровождается компенсаторным перемещением нижней части тела, ног и таза вперед посредством сгибания в межпозвоноковых суставах поясничной области позвоночного столба.

При подтягивании преодолевающую работу выполняют мышцы верхних конечностей и плечевого пояса: сгибатели предплечья, разгибатели плеча и мышцы, поворачивающие лопатку нижним углом внутрь. Кости предплечья в этом упражнении расположены почти параллельно, что выгодно для работы сгибателей предплечья и двуглавой мышцы плеча.

Высокие амплитуды потенциалов действия двуглавой мышцы плеча подтверждают ее активность. Большую электрическую активность проявляют также широчайшая мышца спины и трехглавая мышца плеча. Активность большой грудной мышцы обусловлена участием ее в поддержании массы тела.

Электрическая активность прямых мышц живота и крестцово-остистых мышц указывает на статическую работу этих мышц по уравниванию нижележащих звеньев тела. Во время компенсаторных движений в поясничной области преобладает активность прямой мышцы живота.

Возвращение в исходное положение (в вис на вытянутых руках) происходит под действием силы тяжести при уступающей работе мышц. Разгибание рук в локтевых суставах сопровождается растягиванием напряженных сгибателей предплечья. Сгибание в плечевом суставе сопровождается растягиванием напряженных разгибателей плеча. Электрическая активность двуглавой и трехглавой мышц плеча и широчайшей мышцы спины значительна. Выпрямление рук сопровождается компенсаторным перемещением нижних частей тела назад путем разгибания позвоночного столба в поясничной области при уступающей работе мышц живота. Электрическая активность четырехглавой мышцы бедра очень велика. Эта мышца фиксирует коленный сустав, выполняя статическую работу. Движения, направленные вниз, выполняются при уступающей работе указанных мышц.

При выполнении упражнений на перекладине для занимающихся очень важно уметь использовать силы инерции при минимальной затрате мышечных сил.

Техника выполнения упражнений на перекладине представляет собой сложную координационную структуру движения, характеризующуюся строго регламентированным согласованием в пространстве и времени усилий маховых и опорных звеньев тела гимнаста. При выполнении упражнений захлестывающим махом

с пружинящим сгибанием ведущим элементом координации является «замах» в тазобедренных и плечевых суставах, который осуществляется в условиях упруго-эластического взаимодействия маховых и опорных звеньев тела. Он служит средством накопления в рабочих группах мышц потенциальной энергии деформации. При этом наблюдается изменение внешней формы движения в плечевых суставах в связи с особенностями работы мышц рук и плечевого пояса¹.

Одним из принципов управления взаимодействием маховых и опорных звеньев тела в процессе выполнения бросковых движений является предварительная подготовка биомеханической цепи звеньев тела гимнаста, характеризующаяся упреждающим напряжением мышц опорных звеньев тела, которое направлено на противодействие возникающим реактивным силам.

Упоры. Упоры — положения занимающихся на снарядах, при которых плечи расположены выше точек хвата. Руки при этом прямые, туловище и ноги составляют почти прямую линию.

Размахивания в упоре представляют собой маятникообразные перемещения тела.

При выполнении ряда махов в упоре на руках важно удерживать плечи в приподнятом положении, что особенно трудно во время движения тела в нижнем положении. Полусогнутое положение рук на опоре надо зафиксировать, чтобы плечи не следовали за движением ног вперед и назад, и не касались жердей.

При выполнении подъемов махом вперед ноги выпрямлены и составляют с туловищем прямой угол (рис. 2.1.1). В коленных и тазобедренных суставах мышцы удерживают ноги от опускания под действием на них моментов сил тяжести в соответствующих суставах.

Опорные прыжки. Для облегчения анализа и изучения основных опорных прыжки условно подразделяются на следующие формы: разбег, наскок на мостик, толчок ногами, полет до толчка руками, толчок руками, полет после толчка руками и приземление.

Скорость разбега постепенно повышается и достигает наибольшей величины на последних шагах — 7,5—8,5 м/с.

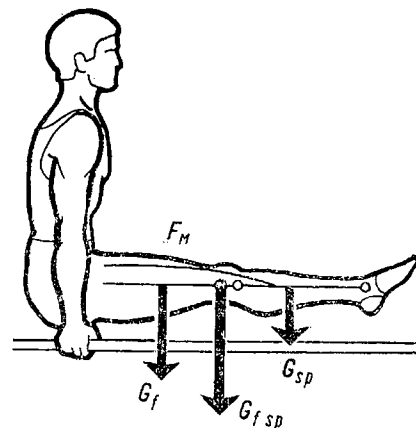


Рис. 2.1.1. Упор углом. Силы тяги мышц F_M , уравнивающие моменты сил тяжести G_f и G_{sp} . Сумма моментов сил тяжести G_{fsp} .

¹ Биомеханика физических упражнений / Под ред. В. Т. Назарова. М.: 1974, вып. 1, с. 26—59.

Техника беговых шагов принципиально ничем не отличается от техники легкоатлетического бега на короткие дистанции (выполнение разбега на передней части стопы, параллельная постановка стоп при беге, перекрестные движения рук и т. д.).

Наскок на мостик выполняется в момент приобретения наибольшей горизонтальной скорости. Прибавление горизонтальной скорости к вертикальной вследствие отталкивания ногами образует необходимую траекторию и скорость перемещения тела после отталкивания от мостика (рис. 2.1.2). Наскок, равный 1,5—2,5 м, выполняется толчком сильнейшей (толчковой) ноги. В момент наскака туловище слегка наклоняется вперед — от 5 до 23°. При наскоке согнутая в тазобедренном и коленном суставах толчковая нога подтягивается к маховой, затем ноги соединяются и почти прямые выносятся вперед. При выполнении прыжков толчком о ближнюю часть коня мостик устанавливается на 3—6 ступней дальше, чем для прыжков толчком о дальнюю часть. В момент касания ногами мостика руки расположены внизу.

Ноги ставятся на место толчка акцентированно. С этой целью ноги начинают разгибать для отталкивания еще в конце прыжка на мостик, который производят только на носках напряженных, почти выпрямленных ног. Стопы ног на мостике располагаются параллельно, примерно на ширине стопы.

В амортизационной фазе толчка ноги сгибаются в коленных суставах до 15—20°. Толчок ногами сопровождается взмахом рук. Наиболее распространены два варианта взмаха: движением

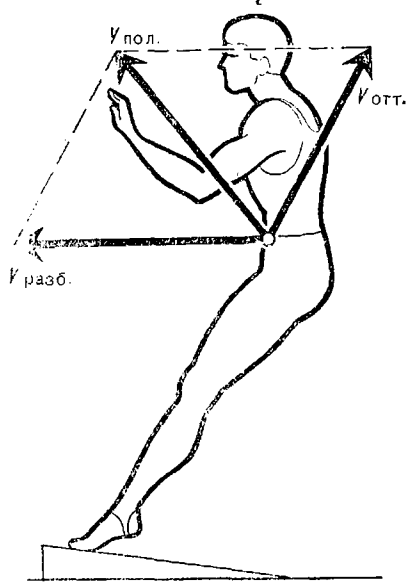


Рис. 2.1.2. Прибавление горизонтальной скорости к вертикальной при отталкивании от мостика

рук вперед-вверх и назад-вверх. Оба варианта рациональны, однако второй из них облегчает создание большего вращательного момента при толчке. Толчок ногами выполняется в пределах 0,09—0,12 с.

Угол вылета после толчка ногами равен примерно 75—83°. Предварительный взмах ногами назад получается в результате разгибания тела в тазобедренных суставах до слегка прогнутого положения при крутой и высокой траектории полета. Он выполняется до опоры руками и способствует увеличению скорости движения ног по касательной вверх и созданию условий для резкого сгибания в тазобедренных суставах в момент толчка руками (так называемого рывкового движения туловища), необходимого для развития большого давления на

площадь опоры и торможения скорости движения ног. Все это влияет на эффективность последующего толчка руками.

Руки ставятся на снаряд впереди туловища под тупым углом к нему. Благодаря этому обеспечивается стопорящий момент в толчке. Кисти рук ставятся параллельно. Толчок руками выполняется навстречу движению тела за счет разгибания рук в плечах и локтевых суставах, и сгибания в лучезапястных. Он всегда должен сочетаться с рывковым движением туловища, которое сильнее выражается в некотором сгибании тела в тазобедренных суставах, причем таз всегда перемещается вверх. Это позволяет увеличить давление на площадь опоры и эффективнее оттолкнуться. Энергичный и короткий (0,16—0,19 с) толчок руками должен закончиться к моменту, когда плечи пересекают вертикаль, проходящую через площадь опоры. Высота расположения ОЦМ тела в этом случае наибольшая, следовательно, можно достичь большей максимальной высоты прыжка.

Положение тела в полете после толчка руками определяет высота прыжка. От качества выполнения этой фазы в наибольшей степени зависит оценка прыжка в целом. Чем дольше сохраняется четко зафиксированное положение, тем выше качество прыжка.

Амортизация при приземлении происходит вследствие эластичности суставных хрящей, связок, уступающей работы мышц.

Приземление происходит на носки напряженных и выпрямленных ног. Надо опуститься на всю стопу и незначительно согнуть ноги. В этом положении пятки должны быть вместе, носки и кончики пальцев, туловище слегка наклонено вперед, руки — вперед-вниз. Не задерживаясь в этом положении, необходимо выпрямиться и опустить руки.

Учащиеся выполняют также прыжки: ноги врозь через козла, через коня, в ширину и длину. После касания руками снаряда происходит активное отталкивание от него. Одновременно развиваются и незначительно сгибаются ноги в тазобедренных суставах. За счет поднимания плеч и рук вверх происходит разгибание в грудной части позвоночника. Готовясь к приземлению, необходимо пятки согнуться и соединить ноги.

Прыжок способом «согнув ноги» выполняется идентично с разведением и положением ног, которые сгибаются в тазобедренных и коленных суставах.

2.2. Художественная гимнастика

Художественная гимнастика имеет свои специфические стороны, которые заключаются в особой технике выполнения упражнений без предмета и с предметом с учетом особенностей женской анатомии, способности выполнять мягкие и плавные движения, а также в использовании элементов танца и в особой методике прикладной музыки.

Упражнения, составляющие содержание технической подготовки: без предметов — специальные виды ходьбы и бега, равновесия, повороты, наклоны, прыжки; с предметами — мячом, обручем, лентой, скакалкой, булавами, вымпелами, шарфом.

Ходьба и бег в художественной гимнастике имеют как общее, так и специальное значение. Разнообразие элементов структуры ходьбы и бега (длина шага, сила толчка, скорость переката стопы, величина вертикальных колебаний, способ опоры и др.) способствует физической подготовленности, а также овладению движениями различного характера (плавным, энергичным, мягким, резким) и основами спортивной техники.

В художественной гимнастике, насыщенной большим количеством прыжков, поворотов, движений туловищем и конечностями, предъявляются повышенные требования к осанке, устойчивому равновесию. Регуляция специфических положений и поз затрудняется выполнением упражнений с предметами, увеличивающих амплитуду движений и тем самым снижающих устойчивость тела гимнастки. При этом внимание гимнастки должно быть равномерно распределено на выполнении определенного движения и владении предметом [9, 50].

Равновесие тела сохраняется при фиксации поз различной сложности (статическое равновесие), а также в момент изменения положения туловища, рук, свободной ноги как на месте, так и в движении (динамическое равновесие). Выполняется в различных стойках, чаще всего после шага, бега, прыжка, поворота.

Повороты — динамические упражнения, характерной особенностью которых является создание момента вращения с сохранением устойчивости. Повороты выполняются как на опоре (на носке, носках), так и в безопорном положении с различными положениями свободной ноги, туловища и рук. Их техника заключается в умении правильно рассчитать силу и направление, чтобы сообщить телу вращательное движение.

Прыжки отличаются большой амплитудой движений, точным положением всех звеньев тела гимнастки в полете и быстрым переходом к четкой остановке.

Упражнения с предметами являются средством для овладения специальной координацией движений. С их помощью совершенствуются функции двигательного, тактильного и зрительного анализаторов, а также биокинематические характеристики. Перемещения предмета сочетаются с движениями тела.

Предметы, применяемые в художественной гимнастике, различны по форме, массе, фактуре материала, и в зависимости от этих различий определяются характеристики движений и техника упражнений с каждым из них. Так, **упражнения со скакалкой** различны по характеру, скорости и ритмическим сочетаниям.

Основными элементами техники упражнений со скакалкой

выполняются: прыжки с вращениями скакалки вперед, назад, в сторону; прыжки с вращением скакалки вперед и назад петлей; махи и круги скакалкой в различных плоскостях, а также скакалкой сложенной вдвое, вчетверо; переводы и броски. Прыжки со скакалкой усложняются с изменением силы толчка, положения и движения ног и туловища в полете, направления и скорости вращения скакалки, с поворотами после кругов и махов и т. д. Прыжки со скакалкой состоят из фаз подготовки, толчка, полета и приземления.

В подготовительной фазе — ноги согнуты во всех суставах, т. е. выполняется полуприсед. При выполнении полуприседа мышцы туловища растягиваются, а затем сокращаются. Особое внимание обращается на разгибание в голеностопном суставе, так как именно оно обеспечивает наибольшую эффективность выполнения фазы толчка.

Толчок должен быть энергичным, коротким. Он характеризуется разгибанием ног в суставах, что дает телу поступательное движение вверх или вперед-вверх. Движение руками со скакалкой начинается уже в момент подготовки к толчку.

Толчки могут быть равномерно чередующимися, одинаковыми по силе (после каждого толчка прыжок через скакалку) или равномерно чередующимися, но различными по силе (сильнее, когда выполняется прыжок через скакалку; слабее, когда скакалка в руке).

Полет характеризуется высотой и продолжительностью. В фазе полета спина должна находиться в вертикальном положении (что требует значительной силы этой группы мышц), ноги могут быть прямыми, согнутыми вперед или назад.

Основное назначение приземления — постепенно смягчить действие силы ударного взаимодействия. В момент приземления происходит перекаат с носка на пятку с последующим сгибанием тазобедренных и коленных суставов.

Основные элементы техники упражнений с лентой — махи, круги, змейки, спирали. Непрерывное чередование махов, кругов лентой со спиралью, змейкой требует быстрого переключения движения с одного сустава руки на другой. Перемещения ленты постоянно сопровождаются движениями туловища. Это проявляется в едва заметном повороте головы, плеч и других частей тела.

Основой техники движений с лентой заключается в непрерывном поддержании инерции полета ленты при последовательном выполнении различных рисунков. Скорость движения ленты может быть различной, однако полет ее должен быть равномерным.

Основные элементы техники упражнений с обручем — повороты обруча горизонтальной и вертикальной осей, вращения, броски, прыжки в обруч и через него, махи и круги обручем (в различных плоскостях). Форма обруча и его конструкция позволяют применять движения прыжкового характера.

2.3. Акробатика

В физическом воспитании школьников используются следующие акробатические упражнения: группировки, перекаты, кувырки, полушпагаты, шпагаты, мосты, стойки и перевороты.

Группировка представляет собой такое положение тела, в котором согнутые в коленных суставах ноги хватом за голени сильно притянуты к груди, спина округлена, голова наклонена вперед, локти прижаты к телу. Группировка может выполняться в положении сидя и лежа на полу, в приседе.

Перекаты — это последовательное касание пола отдельными звеньями тела без переворачивания через голову. Они могут выполняться вперед, назад, в стороны, в группировке и прогнувшись.

Кувырки выполняются с последовательным касанием пола отдельными звеньями тела с переворачиванием через голову. Могут выполняться вперед, назад, в группировке, прогнувшись, в одиночку, вдвоем, втроем, с места и прыжком (полетом).

Полушпагат выполняется из упора стоя на коленях. Опираясь руками о пол, необходимо выдвинуть вперед одну ногу и отвести назад другую, коснуться тазом ее пятки, выпрямиться, руками оттолкнуться от пола.

Шпагат — сед с предельно разведенными ногами. Из основной стойки, отставляя одну ногу назад и наклоняясь вперед, опереться руками о пол. Ноги и руки держать прямыми и покачивать туловищем. Сразу же выполнить шпагат на другую ногу, для чего медленно, не изменяя положения ног, повернуться кругом.

Крайним видом упора лежа сзади является положение «мост» при котором туловище дугообразно изогнуто, ноги слегка разведены и согнуты в коленных суставах, руки выпрямлены. Степень изгиба позвоночного столба зависит от подвижности его поясничной области, так как грудная кривизна может только выпрямляться. При выполнении упражнения дугообразность изогнутой фигуры достигается в результате следующих движений: тыльного сгибания в голеностопных и некоторого сгибания в коленных суставах; предельного разгибания тазобедренных суставов; предельного поворота таза вертикально; предельного разгибания позвоночного столба (выпрямления грудной кривизны, увеличения поясничной и шейной кривизны); поднимания плечевого пояса, сопровождающегося поворотом лопаток нижним углом кнаружи; крайнего разгибания в плечевых и локтевых суставах; крайнего тыльного сгибания в лучезапястных суставах, обуславливающего некоторое сгибание фаланг пальцев. Такое расположение звеньев может поддерживаться лишь при условии сильного растягивания одних мышц и сокращения других.

В крайне растянутом состоянии находятся: прямые мышцы живота, большие и малые грудные мышцы, передние зубчатые, двуглавые мышцы плеча, клювовплечевые мышцы, наконец, длин-

ные сгибатели пальцев. Растягивание указанных мышц происходит с преодолением очень большого сопротивления их упругих сил. Такое же сопротивление оказывают упругие мышцы межпозвоночных хрящей и суставных связок. Противодействие упругим силам оказывают активные силы мышц-антагонистов. При изгибах силы трения препятствуют выполнению упражнения.

Основная нагрузка при выполнении «моста» приходится на заднюю поверхность голени, задние мышцы тазобедренных суставов, широкие мышцы спины, трапецевидные и ромбовидные мышцы, сгибатели кисти и пальцев.

Нагрузка на пальцы нарастает от поясничной области к конечностям. В связи с этим наибольшую нагрузку несут мышцы конечностей, действуя при периферической опоре. Мышцы спины меньше нагружены, причем самую незначительную работу выполняют мышцы ниже-грудного отдела позвоночного столба. Мышечная нагрузка находится в зависимости от величины силы трения, подвижности суставов (растягивания мышц и связок, их эластичности) и величины изгиба тела. Последняя зависит от эластичности мышц, подвижности суставов.

Стойки — это ограниченно-устойчивый вид равновесия. Могут выполняться на опорной плоскости и гимнастических снарядах. При стойке на кистях степень устойчивости тела очень незначительна, так как площадь опоры невелика, линия тяжести пересекает ее в середине, а ОЦМ тела расположен высоко над опорой.

Посок стопы оттянут камбаловидной мышцей и ее синергистами. Линия действия силы тяжести голени и стопы проходит впереди коленного сустава на некотором расстоянии, величина которого зависит от степени разгибания в тазобедренном суставе и в коленном столбе. Уравновешивающий момент образует сила тяги четырехглавого разгибателя голени. Так как величина напряжения четырехглавого разгибателя зависит от степени разгибания в тазобедренном суставе, то при более вертикальной стойке работа четырехглавой мышцы уменьшается.

На тазобедренный сустав действует уже большая масса всех расположенных частей тела (стопа, голени и бедра). Общий центр тяжести этих звеньев расположен примерно в дистальном конце бедра. На суставы поясничной части позвоночного столба действует масса ног и таза, общий центр тяжести которых размещен выше линии, соединяющей тазобедренные суставы. Прямые мышцы живота находятся в растянутом состоянии благодаря наклонному положению таза, которое, в свою очередь, обусловлено разгибанием тазобедренных суставов. При более вертикальной стойке напряжение прямых мышц живота значительно снижается, а уравновешивание производится мышцами спины, так как линия тяжести вышележащих звеньев тела проходит через поясничные позвонки. Центр тяжести вышележащих звеньев, действующих на грудные позвонки, расположен впереди позвоночного столба (как в обычной стойке на кистях, так и при более вертикальной стойке).

Мышечная работа сводится к фиксации плечевого пояса и плечевых суставов. Ее выполняют все мышцы, окружающие эти суставы. Особенно сильно нагружаются мышцы задней поверхности туловища (широчайшие мышцы спины, большие круглые, задние части дельтовидных мышц и др.), образуя уравновешивающий момент [11, 43].

В обычной стойке на кистях линия тяжести каждое мгновение слегка перемещается в ту или иную сторону, ввиду чего широчайшие мышцы спины и большие грудные мышцы напряжены. Равновесие в сагиттальной плоскости удерживается совместной работой большой грудной и широчайшей мышцы спины каждой стороны. Если ОЦМ тела отклонится влево, усиливается работа мышц правой стороны, если вправо — левой.

Основное значение при стойке на кистях имеют мышцы плечевого пояса. Сила тяжести стремится переместить туловище вниз, повернуть нижние углы лопаток внутрь. Удерживанию лопаток способствуют и средние части трапецевидных мышц, передние зубчатые мышцы, дельтовидные мышцы, действующие при периферической опоре.

Для фиксации локтевых суставов напряжены разгибатели предплечья, так как линия тяжести проходит несколько впереди центров тяжести локтевых суставов.

В координационном отношении обычная стойка имеет некоторые преимущества, так как балансирование происходит путем компенсаторных движений в тазобедренных и плечевых суставах: масса нижних конечностей может перемещаться по большим дугам без нарушения общего равновесия. При более вертикальной стойке компенсаторные движения происходят преимущественно в плечевых суставах. Незначительное смещение массы всего тела может быстрее вызвать нарушение равновесия. Кроме того, в первом случае меньшую массу перемещают крупные мышцы, во втором большую массу — менее сильные.

Стойка на лопатках выполняется из положения лежа на спине. Туловище поднимается до вертикального положения, локти опираются на опору, а ладони большими пальцами в спину, ноги выпрямлены.

Стойка на голове выполняется с опорой головой и руками. Масса тела равномерно распределяется на руки и голову. Туловище с ногами составляет почти прямую линию. Условия выполнения стоек описаны выше.

Перевороты представляют собой переворачивание через голову с опорой руками или руками и головой. Могут выполняться вперед, назад и в стороны, медленно и быстро. Медленные перевороты, в отличие от быстрых (темповых), можно выполнять одновременно опираясь руками и ногами.

Переворот боком выполняется на опоре с поочередной сменой опоры ног на одну и другую руку и снова последовательно на обе ноги. Упражнение начинается с энергичного движения руками и туловищем в сторону переворота, отталкиванием одноимен-

ни ногой и махом другой. Создается начальное движение в заданную сторону. К моменту опоры на обе руки в положении «прямая прозь» тормозится движение ноги, начавшей движение, и кинетический момент передается туловищу, продолжающему движение в ту же сторону. Посменно ноги и руки совершают поворот в сторону переворота, а затем при их торможении передается кинетический момент остальным частям тела. При правильном выполнении переворота в сторону движение следует выполнять по прямой линии, руки и ноги поочередно ставить на одной линии, двигаться точно в сторону, туловище держать прямым, не прогибаться в пояснице.

В начале переворота вправо надо сделать мах правой ногой в сторону и поднять руки в стороны, сделать большой шаг вправо, поднять левую ногу, широко разведя ноги, и, не сгибая туловища, поставить правую руку на опору подальше от себя. В положении стойки на кистях и дальнейшем перевороте ноги должны быть широко разведены в стороны.

Переворот в сторону можно выполнять из исходного положения, стоя лицом к линии переворота. В этом случае движение начинается не в сторону, а махом ноги вперед и заканчивается поворотом на 90° к исходному направлению.

2.4. Метание мяча, гранаты

Дальность полета снаряда зависит от начальной скорости вылета, угла вылета, высоты вылета относительно точки приземления, которая увеличивает дальность полета снаряда, аэродинамических особенностей снаряда, которые можно использовать для увеличения дальности полета.

При отсутствии сопротивления воздуха дальность полета снаряда пропорциональна квадрату скорости вылета. С увеличением скорости вылета, например, в 1,5 раза дальность полета снаряда увеличится в 2,25 раза.

Необходимой скорости рабочей точки биомеханической цепи достигают посредством приложения согласованных усилий для совершения метаемого тела. Метательные движения, как правило, выполняются посредством составных движений многих звеньев биомеханической цепи. При суммировании движений звеньев возникают сложные задачи. Во-первых, получают заданную траекторию рабочей точки при одновременных и последовательных движениях во многих суставах из множества дуг, описываемых каждым при суставных движениях и участии многих мышц. Во-вторых, создают оптимальные условия (мгновенные позы, направления движений и т. п.) для приложения ускоряющих усилий рабочей точке [29].

Увеличение скорости снаряда при метаниях обычно проходит три этапа:

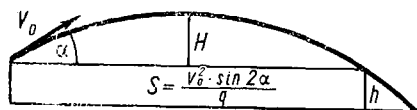


Рис. 2.4.1. Система полета снаряда: H — высота взлета; s — длина полета по горизонтали (до уровня высоты его вылета); v_0^2 — начальная скорость вылета; α — угол вылета; h — высота вылета; g — ускорение свободного падения

Полет снаряда зависит также и от угла вылета. Прежде всего, от угла между горизонталью и вектором скорости вылета, который определяет движение снаряда в вертикальной плоскости (выше-ниже). Далее, от угла вылета в горизонтальной плоскости (правее-левее), между вектором скорости вылета и продольной осью снаряда. Полет снаряда зависит также и от величины начальной скорости, и угла вылета (рис. 2.4.1).

Дальность полета снаряда по горизонтали определяется по формуле:

$$s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

От высоты выпуска снаряда зависит дальность полета. Для достижения максимальной дальности угол вылета должен быть $38-45^\circ$ [17].

Выполнение движений при метаниях основано на том, что проксимальный сустав руки сначала быстро движется в направлении метания, а затем резко тормозится. Это вызывает быстрое вращательное движение дистального звена тела.

После максимума мышечных усилий ног возникает импульс силы, который спустя $0,02-0,03$ с достигает туловища и затем через такие же промежутки времени «переливается» по всем звеньям кинематической цепи, участвующей в броске снаряда. Каждое звено должно обязательно тормозиться, создавая «жесткую» опору для следующих, ускоряемых звеньев тела. Силовая волна не только переливается по звеньям, но и на основе положительных обратных связей наращивается за счет концентрированных мышечных усилий в строго определенные моменты и фазы движения.

Для увеличения скорости вылета снаряда стремятся увеличить путь воздействия на него в финальном усилии. В движениях нигде не завершается подготовка исходной позы финального разгона. При этом целесообразно, чтобы снаряд был расположен как можно дальше от пункта его вылета, а мышцы, которым предстоит совершить баллистическую работу, в финальном разгоне были как можно больше растянуты и напряжены. Такая подготовка осу-

1. Скорость сообщается системе «человек-снаряд», от чего она движется (например, при метаниях с разбега) и увеличивается.

2. Скорость передается только туловищу и снаряду;

3. Скорость передается только снаряду и метательной руке (при финальном усилии).

Таким образом, скорость вылета снаряда представляет собой сумму скоростей, приобретенных им на каждом из трех этапов.

осуществляется во многих случаях поэтапным обгоном звеньев, расположенных ближе к опоре, и которые ближе расположены к рабочей точке. Более того, этот обгон системами звеньев друг друга именно и подготавливает группы мышц к последовательной работе в финальном разгоне.

Передачу движения перемещаемому телу выполняют, придавая начальную скорость полета движениям с разгоном снаряда. Накопление телом количества движения и передача его снаряду происходит одновременно. Только в разные фазы метательных движений и в разных условиях они имеют свои особенности. В метаниях относительно легких снарядов в течение всего предварительного разгона перемещаемый снаряд находится обычно относительно сзади тела. Ускоряемый снаряд благодаря своим силам инерции, приложенным к человеку в рабочей точке его тела, способствует движению рабочих звеньев относительно туловища.

В начале финального разгона метатель придает снаряду скорость в заданном направлении гораздо большую, чем скорость движения таза и туловища. Так выполняются метания снарядов, вес которых невелик относительно массы тела метателя. Накопление количества движения телом метателя и ускорение снаряда происходит в предварительном разгоне (одновременно накопление количества движения тела метателя и снаряда) и финальном разгоне (передача части количества движения снаряду).

Поэтому метателю важно в предварительном разгоне накопить количество движений как снаряда, так и собственного тела.

В течение финального разгона метатель из удобной исходной позиции короткое время на ограниченном пути ускорения создает существенные напряжения и прилагает завершающие усилия для увеличения скорости снаряда к моменту вылета. В финальном разгоне мышцы должны работать кратковременно и с наибольшим напряжением. Движение кисти происходит за счет активности мышц сгибателей кисти и пальцев, а также сил упругой деформации возникающих в результате растягивания этих мышц силой инерционной со стороны ускоряемого снаряда.

В зависимости от решаемой задачи метания могут быть разбег и метания в цель и метания на дальность. Оба вида метаний можно производить с места и разбега. Эффективность метания в цель зависит от хорошо согласованных движений, от правильно рассчитанных усилий метателя. Разбег обычно затрудняет решение задачи при метании в цель. Чем выше скорость разбега, тем больше разница в результатах по сравнению с метанием с места. При метаниях на дальность метатель должен использовать все двигательные возможности, чтобы развить наибольшую скорость движения метаемого снаряда и выпустить его в заданном направлении под оптимальным углом к горизонту.

При анализе техники метания выделяются три фазы. В подготовительной фазе метатель создает предварительную скорость

движения снаряда и занимает выгодное исходное положение для броска. Предварительная скорость движения снаряда при метании легких снарядов создается путем ускоренного бега. Выгодное исходное положение для броска метатель занимает в конце разбега. В заключительной части разбега на последних бросковых шагах таз и ноги как бы обгоняют снаряд, и метатель в конце разбега оказывается в положении замаха.

В баллистических движениях (к которым относятся метания) активность мышц приурочена к началу перемещения, затем движение идет по инерции. Коррекции формируются еще в замахе. В метаниях замахом достигается необходимое перед баллистическим движением растяжение и напряжение мышц. Замах как элемент метательной синергии участвует в регуляции мощности баллистического движения. Отрицательным ускорением снаряда перед броском создается противодействующий момент силы, в несколько раз превышающий реальную массу снаряда. Эти инерционные силы служат для растяжения и напряжения мышц, которые затем рефлекторно сокращаются.

Особенности движения метателя в конце разбега дают основание выделить их в особую фазу, условно названную «обгон снаряда». Одним из основных признаков правильной техники метания с разбега является сохранение скорости движения снаряда в конце разбега (при «обгоне снаряда») и безостановочный переход от разбега к броску.

Бросок является основной фазой метания. При броске определяются направление, начальная скорость полета, угол вылета и, следовательно, дальность полета снаряда. Основные мышечные группы, участвующие в финальном усилии, включаются в работу последовательно, причем перед сокращением мышцы предварительно растягиваются. Так, при последовательном включении в активные движения звеньев метающей руки, начиная с проксимального (плеча, предплечья, кисти, пальцев), благодаря инерции происходят отставания дистальных звеньев, пассивные движения в суставах, вызывающие растягивание тех мышц, которые в следующий момент должны начать сокращение. Последними включаются в работу мышцы дистальных звеньев — кисти метающей руки и стопы разноименной ноги. Заканчивается работа всех мышц одновременно — в момент выпуска снаряда. Хорошая техника броска характеризуется большой амплитудой и резко возрастающей скоростью движений, оптимальным углом вылета снаряда. В заключительной фазе метания после выпуска снаряда метатель должен погасить скорость собственного движения.

Возрастное развитие естественных метаний происходит путем постепенного овладения движениями в кинематической цепи от проксимальных звеньев тела к дистальным. Так, дети 9—10 лет некачественно выполняют броски с разбега. Остановка перед броском обусловлена тем, что они не могут экстраполировать предстоящее действие, а также перепрограммировать его за короткий промежуток времени. Метание выполняется в основном за счет

усилий крупных (проксимальных) звеньев при жесткой фиксации дистальных звеньев тела. У детей проявляется способность уравнивать звенья тела в пространстве по отношению к опоре. При увеличении массы и объема метаемого снаряда наблюдаются более значительные компенсаторные перемещения тела и излишняя их фиксация, что указывает на выполнение непосильной для данного возраста задачи.

У 11—12-летних детей наблюдаются некоторые взаимосвязи между элементами структуры, проявляется тенденция к «хлыстообразному» способу разгона снаряда. Структура движений не отражает постепенного нарастания баллистической волны усилий, метание выполняется без активного участия крупных звеньев тела.

У 13—14-летних подростков при разгоне снаряда построение движений обеспечивает нарастание баллистической волны усилий от реакции опоры и до кисти руки с мячом, гранатой. Такой тип опорно-двигательной реакции и перелива силовой волны наблюдается при метании с места и с разбега.

Для 15—16-летних подростков характерно незначительное улучшение всех показателей структуры движений в метании, т. е. повышение темпа прогрессивных перестроек в системе управления движениями в целом. У большинства подростков наблюдается нарастание баллистической волны импульса силы от проксимальных звеньев тела к дистальным, отчетливо проявляется «хлыстообразный» способ разгона звеньев тела.

Наибольший рост прогрессивных перестроек в системе движений броска при естественном его развитии наблюдается в возрасте от 11—12 до 13—14 лет. В большинстве случаев это зависит от индивидуальных двигательных способностей детей.

2.5. Толкание ядра

Для выполнения толкания ядра с места, стоя боком к направлению толчка, принимается такое исходное положение, при котором ядро располагают на основании второго, третьего, четвертого пальцев и держат на уровне надключичной ямки, локоть отводят назад и в сторону. Левая рука находится спереди и сверху, правая нога располагается на всей стопе. Выпрямленная в коленном суставе левая нога расположена спереди правой, стопы разведены вправо, масса тела переносится на согнутую правую ногу. Резким разгибанием в коленном суставе правой ноги и выпрямлением туловища с поворотом его около левого плеча ядро выталкивается вперед-вверх. Выполнив толчок, ученик продолжает двигаться вверх-вперед.

При толкании ядра с прыжка становятся левым боком к направлению толчка, масса тела переносится на правую ногу, левая отставляется в сторону на носок, приподнимаются на правой ноге, делают плавный замах левой ногой в сторону и быстро



Рис. 2.5.1. Исходное положение (группировка) в начале стартового разгона. Средние величины углов в суставах: а — правый коленный сустав — $108^{\circ} \pm 11,9$; б — правый тазобедренный сустав — $109^{\circ} \pm 24,8$; в — левый коленный сустав — $80^{\circ} \pm 10,9$; г — правый локтевой сустав — $65^{\circ} \pm 7,1$

приближают ее к согнутой правой ноге. Туловище наклоняют в сторону скачка, полусогнутую в локтевом суставе левую руку опускают вниз.

Фаза стартового разгона начинается с принятия исходного положения, которому предшествуют вышеописанные подготовительные движения, позволяющие эффективно выполнить стартовый разгон за счет использования силы мышц правой ноги и маха левой ногой. При таком положении проекция ОЦМ тела проходит через среднюю часть правой стопы (рис. 2.5.1). В начале движения проекция ОЦМ тела перемещается от передней части стопы к пятке за счет отталкивания правой ногой от опоры, а также махового движения левой ноги [20, 31].

Динамика вертикальной и горизонтальной составляющих силы давления правой ноги на опору характеризуется постепенным нарастанием их величин и последующим понижением. Величина вертикальной составляющей силы почти в 2 раза превышает массу толкателя ядра и находится в прямой зависимости от нее. У хорошо подготовленных толкателей наблюдается более равномерный прирост вертикальной и горизонтальной составляющих сил давления правой ноги на опору и более быстрое их падение (рис. 2.5.2). Для новичков характерно волнообразное изменение силы давления, что свидетельствует об асинхронной работе ног.

Фаза стартового разгона заканчивается в момент отталкивания правой ноги от опоры и сопровождается перекатом стопы через пятку или отталкиванием с носка.

После отрыва правой ноги от опоры начинается безопорная фаза (скачок), которая характеризуется быстрым сгибанием ноги в коленном суставе и разгибанием ее перед постановкой на опору, что дает возможность начать активное давление на опору сразу с момента постановки ноги. За 40—70 мс до касания ногой опоры возникает электрическая активность икроножной и прямой мышц бедра.

Фаза финального разгона начинается с момента постановки правой ноги на опору. Расстояние между ногами не превышает 1 м, что позволяет проявить силовые возможности ног за счет их большого сгибания и продолжительного разгибания. Стопа правой

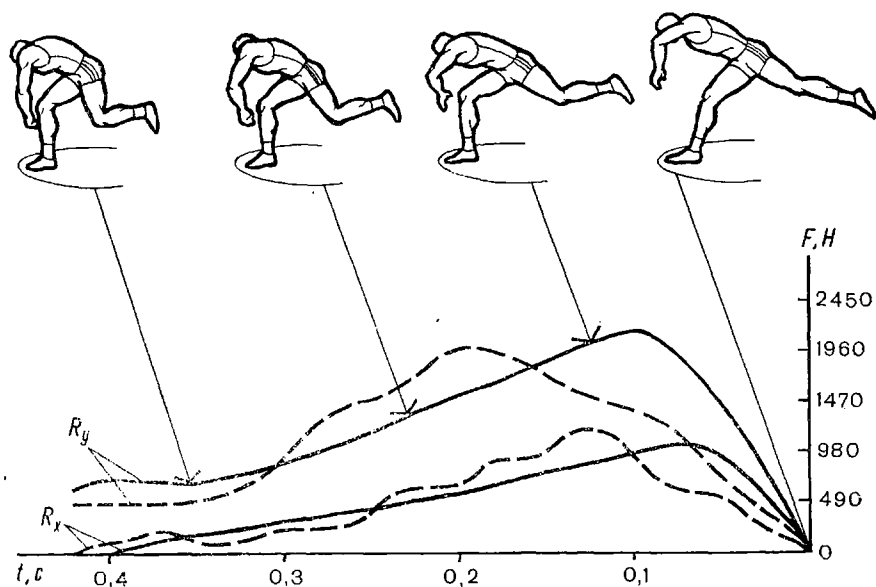


Рис. 2.5.2. Динамограммы вертикальной R_y и горизонтальной R_x составляющих силы действия правой ноги на опору в фазе стартового разгона: сплошная линия — у спортсмена высокой квалификации, пунктирная — низкой квалификации

ноги в момент касания опоры развернута на $45-90^\circ$ к направлению вылета ядра. Это связано с величиной поворота таза вокруг фронтальной оси, что вызывает компенсаторный поворот пояса верхних конечностей в противоположную сторону и способствует предварительному растягиванию мышц туловища до постановки правой ноги на опору. Активность прямой мышцы бедра уменьшается или исчезает полностью к моменту начала разгибания ноги и коленному суставу. К тому моменту максимальной активности достигает ее антагонист — двуглавая мышца бедра.

Динамограммы вертикальной и горизонтальной составляющих силы давления правой ноги на опору, представляют собой волнообразные кривые со значительными различиями в величинах сил и времени их проявления у толкателей ядра с различной технической подготовленностью (рис. 2.5.3). Вертикальная, составляющая силы, с ростом подготовленности увеличивается и имеет двуволнистую форму с постепенным падением силы к моменту отрыва ноги от опоры, горизонтальная — меняет свое направление. Взаимодействие правой ноги с опорой заканчивается за $51,5 \pm 1,5$ мс до момента вылета ядра. Угол в коленном суставе при отрыве ноги от опоры равен $160,3^\circ \pm 8,1$.

Динамограммы силы давления левой ноги на опору также характеризуются определенной сложностью (рис. 2.5.4). Горизонтальная составляющая силы направлена в сторону толкания и

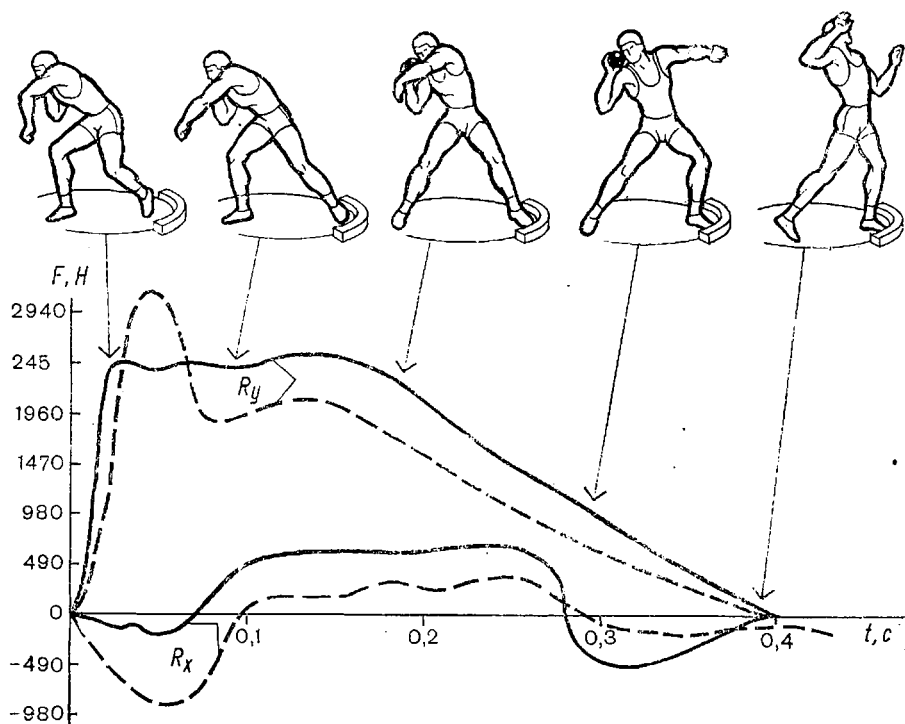


Рис. 2.5.3. Динамограммы вертикальной R_y и горизонтальной R_x составляющих силы действия правой ноги на опору в фазе финального разгона: сплошная линия — у спортсмена высокой квалификации, пунктирная — низкой квалификации

тормозит его движение. Действие левой ноги имеет стопорящий характер и способствует подъему ОЦМ тела и ядра вверх. После касания левой ногой опоры происходит ее сгибание в коленном суставе до $120^\circ \pm 16,2$.

Характер разгона ядра зависит от согласованных действий обеих ног. Правая нога сначала ускоряет движение всей системы толкатель-снаряд, а затем совместно с левой ногой тормозит движение звеньев тела снизу-вверх, что в конечном итоге увеличивает скорость вышележащих звеньев тела и ядра (рис. 2.5.5).

Большое значение в финальном разгоне имеет движение туловища, которое начинается с поворота таза относительно продольной оси тела. При повороте таза происходит разгибание в тазобедренных суставах ног. Мышцы-сгибатели туловища растягиваются, таз движется вперед, опережая пояс верхних конечностей. Разгибание в правом тазобедренном суставе происходит за $92,7 \pm 18,7$ мс до момента вылета ядра и составляет около $175-220^\circ$, а изменение угла между фронтальными осями плеч и таза достигает $20-25^\circ$ (рис. 2.5.6).

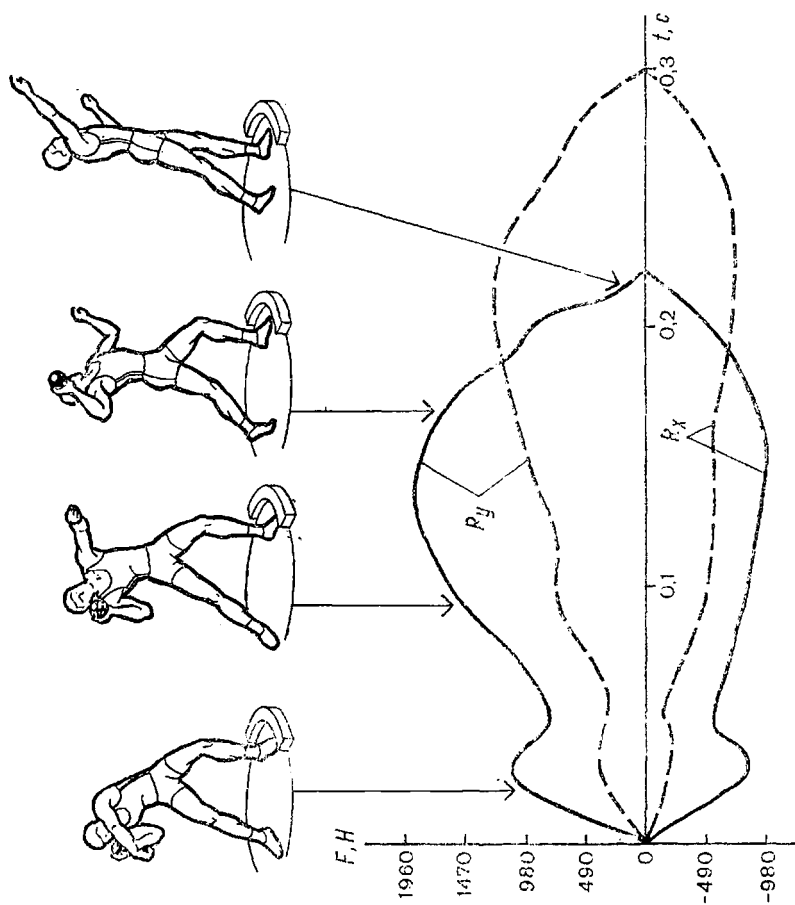


Рис. 2.5.4. Динамограммы вертикальной R_y и горизонтальной R_x составляющих силы действия левой ноги на опору в фазе финального разгона: сплошная линия — у спортсмена высокой квалификации, пунктирная — низкой квалификации

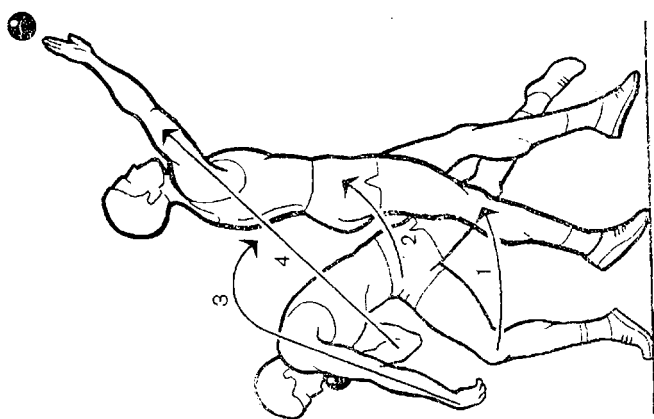


Рис. 2.5.5. Схема движения звеньев тела в фазе финального разгона. 1, 2, 3, 4 — траектории отдельных звеньев

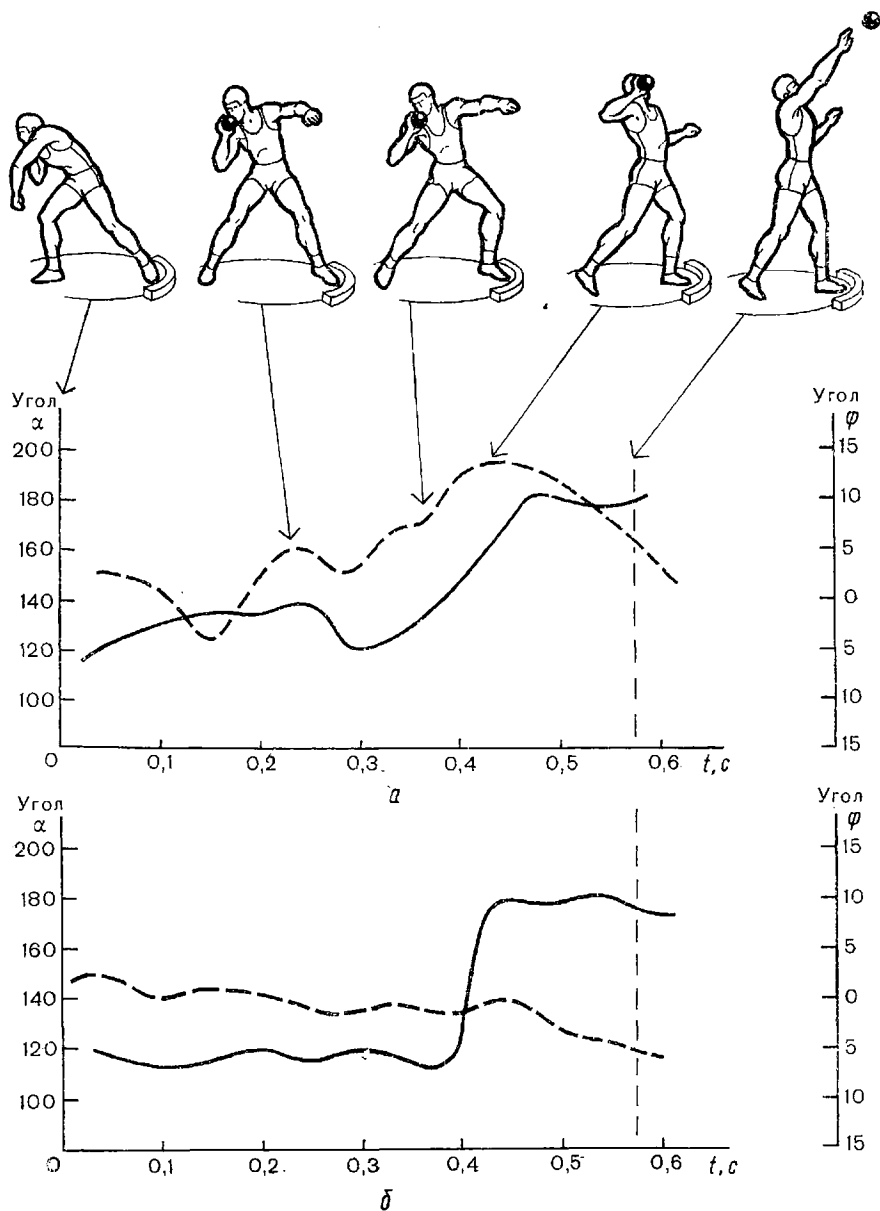


Рис. 2.5.6. Гониограммы изменения углов: α^0 в правом тазобедренном суставе — сплошная линия; угла φ^0 между фронтальными осями плеч и таза в фазе финального разгона — пунктирная; а — спортсмен высокой квалификации, б — спортсмен низкой квалификации. Вертикальная пунктирная линия соответствует моменту вылета ядра

Фаза финального разгона заканчивается выталкиванием ядра. Движение и скорость рабочего звена при этом являются результатом суммы движений и скорости отдельных звеньев тела. Скорость кисти и ядра при толкании равна сумме скоростей плечевого сустава и разгибателя руки. Для достижения максимальной скорости рабочего звена необходимо определенное сочетание во времени движений отдельных звеньев тела.

На ядро действуют две силы — G и F_p (рис. 2.5.7). Их равнодействующая — это ускоряющая сила $F_{\text{уск}}$. Ей равна и противоположна по направлению сила инерции $F_{\text{ин}}$.

Дальность полета тел, брошенных под углом к горизонту, зависит от начальной скорости, угла и высоты вылета. Дальность полета ядра пропорциональна квадрату его начальной скорости. Начальная скорость вылета ядра зависит от длины пути перемещения руки, длительности выполнения движения, а также силы мышц и силы тяжести ядра [18]. Оптимальный угол вылета ядра составляет около 45° . С увеличением высоты вылета ядра увеличивается дальность его полета.

Полная энергия вылетающего снаряда равна сумме кинетической и потенциальной энергий, и механической работе по разгону и поднятию ядра на высоту вылета.

Процесс сообщения скорости снаряду происходит в три этапа. На первом этапе сообщается скорость всей системе толкатель-снаряд; на втором — сообщение скорости ядру осуществляется за счет работы мышц туловища и передач набранного на первом этапе количества движения верхним звеньям тела от нижних, для чего скорость движения последних тормозится; на третьем все усилия направлены на передачу скорости снаряду. Следовательно, скорость вылета ядра максимальная в том случае, если после предварительного ускорения всей системы «метатель-снаряд» происходит последовательное торможение сегментов тела снизу вверх. Динамика скорости ядра в руке метателя и ее величины в момент вылета во многом определяется характером работы звеньев тела, особенно в фазе финального разгона.

Вопрос о последовательности работы звеньев тела является основным в биомеханике толкания ядра. С ростом технической подготовленности увеличиваются абсолютные максимальные результирующие скорости звеньев тела толкателя: разгибание руки при толчке продолжается 90—140 мс, угол в локтевом суставе уменьшается на 80 — 140° .

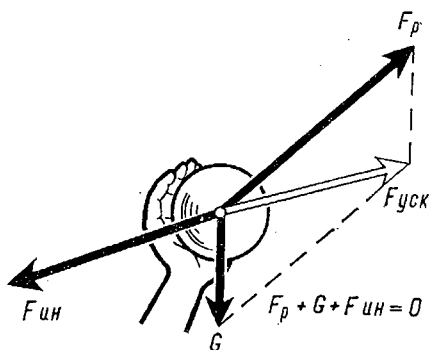


Рис. 2.5.7. Силы, действующие на ядро

2.6. Прыжки в длину

В прыжке в длину различают периоды разбега, отталкивания, полета (собственно прыжка) и амортизацию после приземления [17, 19]. В периоде разбега скорость бега нарастает до тех пор, пока действие тормозящих сил будет меньше действия движущих сил.

Длина разбега обычно составляет 12—24 беговых шага (20—50 м) и зависит от подготовленности прыгуна. Техника разбега в начальной части напоминает бег со старта, но с несколько меньшей интенсивностью. Она характеризуется большим наклоном туловища вперед — на 35—60°, энергичными движениями рук, высоким подниманием бедер и энергичной постановкой ног, загребаящим движением на переднюю часть стопы [30, 34]. В средней части разбега наклон туловища постепенно уменьшается (5—10°).

Внутришаговая ритмика разбега имеет свои закономерности, которые проявляются в нарастании темпа от начала к концу разбега и в резком уменьшении времени предтолчкового шага. У школьников 17—18 лет наблюдается тенденция к увеличению темпа разбега от начала к его концу, но время беговых шагов отличается резкими колебаниями в различных шагах разбега. Внутришаговая ритмика наиболее свойственна 11—12-летним школьникам, скорость разбега у которых достигает 6 м/с.

Характерной особенностью техники разбега прыгунов является увеличение времени контакта с опорой в предтолчковом шаге и резкое уменьшение времени полета. Уменьшение времени полетного интервала предтолчкового шага создает предпосылки для выполнения быстрой постановки ноги на брусок и активного отталкивания.

Последние 4—2 шага разбега направлены на подготовку к отталкиванию путем удлинения шагов, усиления отталкивания будущей толчковой ногой и укорочения последнего шага (табл. 3).

Таблица 3

Пространственно-временные характеристики движения ОЦМ тела в последнем шаге разбега у прыгунов высокой квалификации *

Характеристики	Опора левой ногой	Полет	Опора правой ногой
Время, с	0,120	0,115	0,148
Продольное перемещение, м	0,956	0,898	1,064
Вертикальное перемещение, м	—0,044	0,066	0,271
Продольная скорость, м/с	7,967	7,808	7,598
Вертикальная скорость, м/с	—0,367	0,550	1,831

* Отрицательный знак указывает на движение вниз.

Период отталкивания состоит из фазы амортизации и выпрямления ноги. В фазе амортизации происходит погашение совместного действия сил инерции и тяжести. Прыгун сгибает ногу в коленном суставе и прекращает движение тела вниз, уменьшая горизонтальную скорость ОЦМ тела. По мере продвижения тела прыгуна вперед в фазе амортизации, когда мышцы-разгибатели работают в уступающем режиме, происходит вторичное нарастание усилий и сгибание толчковой ноги заканчивается. Усилия в этот момент достигает 3000—4000 Н [47, 49].

Одним из основных элементов техники прыжка в длину является отталкивание. Эффективное отталкивание позволяет изменять направление движения ОЦМ тела на определенный угол (в пределах 20—22°) с сохранением начальной скорости полета, близкой к конечной скорости разбега. Изменение направления на большой скорости при коротком времени опоры требует от прыгуна проявления при отталкивании больших усилий. Стопа фиксируется на опоре неподвижно. На нее, как на опорное звено со стороны голени и бедра действует давление ускоряемых звеньев тела. Через стопу давление передается на опору, противодействием ему служит реакция опоры.

Силы мышечных тяг толчковой ноги выпрямляют ее. Голень и бедро передают ускоряющее воздействие отталкивания через таз остальным звеньям тела, совершают механическую работу, которая увеличивает кинетическую и потенциальную энергию при отталкивании.

Угол в коленном суставе в начале периода опоры в течение первых 0,019 с практически не изменяется [41]. Ударные нагрузки смягчаются в результате амортизационного действия стопы. Это происходит при уступающем перекате стопы с пятки на всю ее плоскость.

Величины суставных углов опорной ноги при постановке ноги в суставе стопы равны 108°, в коленном — 150°. При отрыве от опоры — соответственно 134° и 160°. Основное снижение продольной скорости ОЦМ тела происходит при отталкивании, а не во время опоры маховой ноги. Прыгун приходит на маховую ногу и опускается вниз почти до окончания опорного времени — вертикальная составляющая скорости ОЦМ тела отрицательна. В то же время продольная составляющая скорости снижается от 9,38 до 8,98 м/с, а затем при отталкивании увеличивается до 9,23 м/с. Таким образом, подседание на маховой ноге не приводит к существенным потерям продольной составляющей скорости при разбеге.

Толчковая нога ставится на опору с согнутым коленным суставом. Угол в коленном суставе уменьшается, а в суставе стопы — увеличивается, т. е. происходит уступающее опускание стопы на опору — перекаат с пятки на всю подошву. Уступающий перекаат стопы является амортизационным механизмом наряду со сгибанием колена.

Продольная составляющая скорости в начале опорного периода равна 9,03 м/с, а ее уменьшение длится в течение первых двух

третьей опорного времени. В начале опоры ОЦМ тела опускается вниз (вертикальная составляющая скорости отрицательная) до момента достижения максимума ударного пика ускорения и опорной реакции. Затем с уменьшением продольной составляющей скорости вертикальная составляющая становится положительной и ОЦМ тела поднимается до самого момента вылета. В последней трети опорного периода (при выпрямлении ноги) продольная составляющая скорости тоже увеличивается. В момент вылета величины вертикальной и продольной составляющих равны соответственно 3,15 и 7,60 м/с.

Эффективность отталкивания характеризуется способностью изменять горизонтальное направление движения прыгуна вперед-вверх под углом 18—22°. Туловище в этот момент вертикально или отклонено назад на 3—5°. Под воздействием сил инерции тела толчковая нога и частично туловище сгибаются. Как только сопротивление растянутых мышц начинает превышать величину сил инерции тела, они начинают сокращаться, выпрямляя толчковую ногу и туловище. Вследствие этого прыгун изменяет горизонтальное направление движения и начинает двигаться вперед-вверх. Маховые движения руками и маховой ногой способствуют сохранению равновесия, смещают ОЦМ тела, придают ему ускорение в направлении маха и повышают эффективность выпрямления толчковой ноги. Отталкивание обуславливает повышение вертикальной скорости и уменьшение горизонтальной. Кинетическая энергия тела прыгуна, затраченная на подъем вверх-вперед, переходит в потенциальную.

Наибольшие опорные усилия развиваются в момент постановки ноги на планку и могут достигнуть значительных величин. С этим моментом должны совпадать максимумы ускорений рук и переносной ноги. В отталкивании прыгун изменяет направление движения, создавая угол вылета 18—24°, обеспечивающий необходимую высоту прыжка — 50—60 см. Изменение направления движения прыгуна связано с частичными потерями горизонтальной скорости и проявлением значительных мышечных усилий.

Возрастные изменения абсолютных величин вертикальных составляющих усилий происходят неравномерно. Период наибольшего увеличения составляющих опорной реакции отмечен в подростковом возрасте — от 11 до 14 лет. От 15 до 18 лет этот прирост постепенно снижается.

Возрастные изменения временных показателей при опоре (длительность опоры, длительность фазы амортизации и отталкивания) различны. В возрасте 13—14 лет обнаруживается некоторое увеличение времени при опоре, главным образом за счет удлинения длительности фазы амортизации. К 17—18 годам продолжительность отталкивания уменьшается.

Наибольшие изменения угловых значений при постановке ноги на планку и при отталкивании отмечаются в возрасте 15—18 лет — 72°, причем максимальные значения наблюдаются в возрасте 17—18 лет — 78°. Величина угла при сгибании ноги в мо-

мент вертикали увеличивается в 13—14-летнем возрасте, а к 17—18 годам постепенно уменьшается. Наибольшее участие в этом принимают прямая и двуглавая мышцы бедра, передняя большеберцовая и внутренняя головка икроножной мышцы.

Период полета длится с момента отрыва от опоры толчковой ноги до приземления. Прыгун выполняет движения, способствующие более далекому приземлению. Движения в полете способствуют сохранению равновесия и создают условия для выполнения эффективного приземления. В прыжке способом «согнув ноги» прыгун пролетает в положении шага половину траектории, затем, опуская руки и несколько наклоняя туловище вперед, подтягивает толчковую ногу к маховой, принимая положение группировки.

При прыжке прогнувшись, движения ног в полете направлены на сохранение необходимого положения туловища и подготовку к приземлению. Перед приземлением прыгун стремится поднять выше вытянутые вперед ноги, а руки отвести вниз-назад. Полет заканчивается приземлением, после которого начинается амортизация и вслед за ней выход вперед из позы приземления. Опора амортизирует движущееся тело прыгуна, которое по инерции продолжает движение вперед и совершает перекаат над местом опоры.

Задачей амортизации является погашение скорости тела, сообщение телу противоположно направленного импульса силы. Эффективность приземления характеризуется дальностью вынесения ног прыгуна за проекцию ОЦМ тела — до 80 см. Приняв в полете положение группировки, прыгун продолжает опускать руки, выставляет голени вперед, выпрямляет ноги. После касания пятками опоры ноги сгибаются в коленных суставах, а таз перемещается к пяткам. В момент приземления действуют сила F_d и опорная реакция R , исключая падение прыгуна назад, и сила F_n , замедляющая продвижение ОЦМ тела вперед и вниз (рис. 2.6.1). Заканчивается приземление выходом из места приземления или падением вперед-в сторону [19].

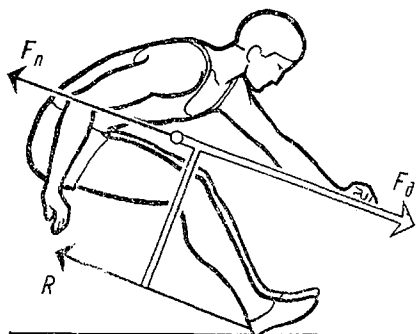


Рис. 2.6.1. Силы, действующие при перекате прыгуна в длину

2.7. Прыжки в высоту

В прыжках в высоту различают фазы разбега, отталкивания, полета и амортизации после приземления. В фазе разбега создается необходимая скорость к моменту отталкивания и оптимальные условия для опорного взаимодействия.

Разбег осуществляется 7—9 беговыми шагами. На место отталкивания нога ставится стопорящим движением, благодаря чему уменьшается горизонтальная скорость и увеличивается вертикальная, позволяющая занять исходное положение при оптимально согнутой толчковой ноге. Разбег выполняется под углом 30—45° при выполнении прыжка способом «перешагивание» и по прямой, под углом к планке 30—40° при «перекидном» способе прыжка. В зависимости от расположения места отталкивания от планки, длины конечностей и способа маха этот угол может изменяться от 20 до 60°. Структура стартовой части разбега отличается от обычного бега тем, что туловище больше наклонено вперед, опорные фазы преобладают над полетными, а колебания ОЦМ тела меньше.

Подготовительные действия к толчку выполняются за 3—4 шага до отталкивания. На этом отрезке происходит снижение ОЦМ тела в основном за счет уменьшения угла в коленном суставе. Угол наклона туловища относительно горизонтали увеличивается с 57—68° в третьем шаге до 74—88° в последнем и с 60—71° до 99—116° в момент отрыва от опоры. Такие изменения углов указывают на увеличение скорости прыгуна во время опорных фаз последних трех шагов. Снижение ОЦМ тела может быть большим, если ставить маховую ногу в последнем шаге на 15—20 см в сторону, однако это приводит к значительному снижению скорости разбега.

Темп разбега нарастает на последних 3—4 шагах. Темп выполнения третьего (от отталкивания) шага равен 3,10—4,08 шага/с, а последнего — 3,70—4,50 шага/с. Длительность опорных фаз в последних шагах больше, чем длительность полетных фаз. Максимальная скорость разбега достигается к концу предпоследнего шага, составляя в среднем 7—7,6 м/с. Но к моменту постановки толчковой ноги она снижается на 10 % и более, что обусловлено уменьшением длины последнего шага. Для выполнения маха прыгуны, как правило, применяют одновременную работу рук [33].

Фаза отталкивания состоит из амортизации и выпрямления ноги. Отталкивание представляет собой сложный механизм движений в связи с его кратковременностью, быстро изменяющимся силовым полем в период ударного взаимодействия и максимальными мышечными напряжениями. При амортизации горизонтальная скорость ОЦМ тела снижается. Выпрямление толчковой ноги и маховые движения создают ускорения звеньев тела вверх и вперед. Возникающие при этом силы инерции вместе с силой тяжести обуславливают силу действия на опору и вызывают соответствующую реакцию опоры. Усилия направлены на обеспечение наибольшей вертикальной скорости (рис. 2.7.1).

Значительное влияние на конечную скорость вылета ОЦМ тела оказывают движения при амортизации. Эффективность передачи усилий в звеньях опорно-двигательного аппарата прыгуна во многом зависит от координации движений при отталкивании, кинетической энергии верхних конечностей во время взаимодействия

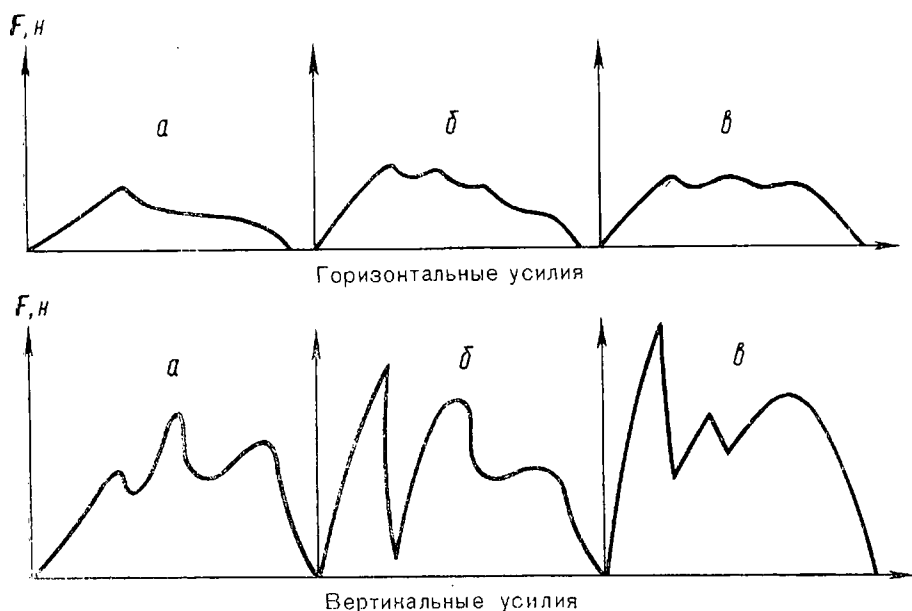


Рис. 2.7.1. Характерные динамограммы при различных вариантах отталкивания в прыжках в высоту

с опорой и биомеханических свойств опорно-двигательного аппарата.

Рациональное расположение звеньев тела в момент постановки ноги, согласованность сгибания и разгибания в суставах в сагитальной плоскости существенно сказываются на выполнении отталкивания. В тазобедренном суставе происходит сначала небольшое сгибание, а затем разгибание. В коленном суставе (так же как и в голеностопном) сначала происходит разгибание, потом сгибание и снова разгибание. Прыгуны должны стремиться к минимальному сгибанию в тазобедренном суставе во время отталкивания, так как продвижение таза вперед-вверх без остановки создает благоприятные предпосылки для махового движения. С увеличением высоты прыжка угол сгибания в коленном суставе уменьшается. Угол максимального сгибания в коленном суставе в момент окончания амортизации составляет от 125 до 165° .

Эффективность отталкивания определяется импульсом силы, который равен произведению средней силы взаимодействия с опорой на время этого взаимодействия. Увеличение импульса более перспективно за счет силы, так как путь приложения усилий все-таки ограничен. При постановке ноги на место отталкивания сила реакции опоры достигает 3500 — 6000 Н (вертикальная составляющая). Примерно таких же значений достигает вертикальная составляющая и при амортизации. С ростом подготовленности прыгунов наблюдается увеличение значений вертикальной состав-

ляющей в момент выпрямления ноги. При амортизации на величину силы реакции опоры влияет ряд показателей. Во-первых, горизонтальная скорость прыгуна в момент касания опоры толчковой ногой, увеличение которой на 0,1 м/с приводит к возрастанию силы на 10—160 Н. Во-вторых, уменьшение этой силы при махе согнутой ногой. В-третьих, масса тела. В момент окончания амортизации происходит снижение величины вертикальной составляющей, что связано со сгибанием толчковой ноги [48].

При активном отталкивании возрастание величины вертикальной составляющей силы реакции опоры обусловлено созданием силы инерции за счет вертикального ускорения маховых конечностей. Скорость маховой ноги имеет максимальную величину в начале отталкивания — от 7,2 до 13,5 м/с. В момент прохода маховой ноги мимо толчковой ее скорость уменьшается на 60—65% от начальной величины, а к концу отталкивания равняется 40—45% от максимальной величины. Скорость движения рук в момент постановки ноги достигает 6,5—9,2 м/с. В момент окончания амортизации эта скорость возрастает на 15—21%, а к концу отталкивания уменьшается по сравнению с начальной скоростью рук на 25—28% (одноименной с маховой ногой) и на 62—73% (неодноименной).

В момент постановки ноги на опору происходит некоторое разгибание конечности за счет сокращения большой ягодичной мышцы и большой приводящей мышцы. Четырехглавая и двуглавая мышцы бедра, полусухожильная и полуперепончатая мышцы фиксируют разогнутую голень в коленном суставе. Разгибание ноги начинается сначала в тазобедренном, затем в коленном суставе и продолжается в суставе стопы. В заключительный момент отталкивания за счет активности подошвенных и берцовых мышц сустав стопы жестко фиксируется, что способствует передаче импульса силы вышележащим звеньям.

Маховые движения ногой выполняются за счет работы прямой мышцы бедра вместе с подвздошно-поясничной. Активность этих мышц начинается до постановки толчковой ноги на опору. После того, как колено толчковой ноги проходит вертикаль, четырехглавая мышца бедра производит разгибание в коленном суставе маховой ноги. При махе руками передний пучок дельтовидной мышцы вместе с большой грудной осуществляют разгон рук, а задний пучок дельтовидной мышцы их активное торможение.

Таким образом, скорость и угол вылета определяются наиболее полноценным использованием внутренних и внешних сил, действующих на тело прыгуна в момент толчка. При этом необходима строгая согласованность усилий отталкивания и ускорений звеньев маховой ноги, а также последовательность включения отдельных звеньев ноги в выполнение маха.

Высота максимального взлета прыгуна складывается из трех высот: высоты ОЦМ тела прыгуна в момент постановки ноги на опору, высоты подъема ОЦМ прыгуна во время отталкивания и высоты взлета ОЦМ тела прыгуна.

Стойки. Выполнение приемов в баскетболе осуществляется из наиболее удобного, устойчивого положения — стойки. Принимая ее, баскетболист ставит ступни ног параллельно ширине плеч, на одной линии или выставляя одну ногу вперед, ноги согнуты в коленных суставах, туловище немного наклонено, тяжесть тела распределена на обе ноги, руки согнуты в локтевых суставах перед грудью. Мяч держат широко расставленными пальцами без полного прикосновения с ладонной поверхностью кисти [5].

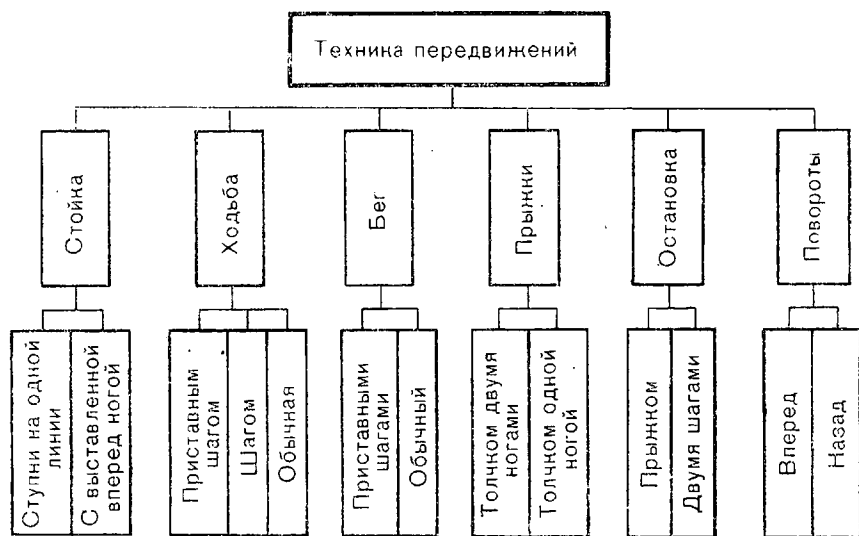


Схема 2

Стойка при игре в защите отличается от стойки при игре в нападении преимущественно положением рук и ног. При далеком расположении от нападающего руки защитника свободны, согнуты в локтевых суставах. При сближении с нападающим, готовящимся к ловле мяча, защитник поднимает перед ним обе руки вперед-вверх. Если нападающий владеет мячом и еще не перешел на ведение, защитник одну руку направляет к мячу, а вторую опускает вниз, в сторону возможного прохода. Если нападающий использовал ведение, то обе руки направляются в сторону мяча. Положение ног защитника также изменяется в зависимости от игровых ситуаций. При опеке игрока, находящегося слева или справа от щита, защитник выставляет вперед ногу, которая может помешать проходу вдоль боковой и лицевой линий. При опеке нападающего, находящегося в центре площадки, ноги ставятся на одной линии или выставляется вперед та нога, со стороны которой он чаще всего выполняет проходы. В защите применяются все те способы передвижений, которые используются при нападении.

Ходьба применяется в игре реже других приемов передвижения. Она используется, главным образом, для смены местоположения игрока в период коротких пауз и для перемены темпа движения в сочетании с бегом. В отличие от обычной ходьбы баскетболист передвигается на слегка согнутых в коленных суставах ногах.

Бег является основным средством передвижения баскетболиста. В отличие от легкоатлетического бега в баскетболе игрок должен уметь в пределах площадки выполнять ускорения в любом направлении, быстро изменять направление и скорость бега. Особенность бега по прямой заключается в том, что соприкосновение ноги с площадкой должно осуществляться перекатом с пятки на носок или мягкой постановкой ноги на полную стопу. Резкое, неожиданное для соперника увеличение скорости бега или стартовое ускорение выполняется в виде рывка. Для осуществления рывка 4—5 шагов делают короткими и очень быстро с постановкой ноги с носка. Туловище при этом наклонено вперед, руки согнуты в локтевых суставах и движутся активно в такт шагам. Изменение направления бега выполняется при помощи мощного толчка выставленной вперед ногой в сторону, противоположную намеренному движению. Туловище наклонено в сторону избранного вновь направления.

Прыжки в баскетболе осуществляются одной или двумя ногами. Они выполняются чаще всего без предварительной подготовки. За игру баскетболист применяет в среднем до 130—140 прыжков из различных положений. Перед прыжком толчком одной ногой последний шаг в движении удлиняется, немного согнутая толчковая нога ставится с пятки. Маховая нога, согнутая в коленном суставе до прямого угла, свободно выносится вперед-вверх. Прыжки толчком ногами выполняются с разбега и с места. В первом случае последний шаг делается так же, как и при прыжке толчком одной ногой. Маховая нога приставляется к опорной на всю стопу, после чего производится одновременное отталкивание. При прыжках с места отталкивание выполняется из игровой стойки за счет энергичного разгибания ног и движения рук вперед-вверх с приземлением на слегка расставленные и согнутые в коленных суставах ноги.

Остановки выполняются прыжком и двумя шагами. При первом способе игрок делает невысокий, скользящий прыжок по ходу движения, причем, оттолкнувшись одной ногой, он отклоняет туловище назад и приземляется либо на обе ноги одновременно, либо сначала на толчковую ногу с последующим приседанием. При остановке двумя шагами баскетболист, не нарушая ритма бега, делает более широкий последний шаг и ставит стопу с пятки. Затем сильно сгибая опорную ногу и выставляя маховую вперед, гасит инерцию и удерживает туловище над опорой. При быстром беге во время остановки ноги сгибаются несколько больше.

Повороты используются нападающим для ухода от соперника,

для укрытия мяча и выполнения других приемов. Повороты могут производиться на месте, в движении, с мячом и без мяча. Они делаются на повороты вперед и повороты назад, и выполняются назади или впереди стоящей ноге. Игрок отталкивается одной ногой и, переставляя ее в нужном направлении поворачивается на передней части стопы опорной ноги, не отрывая ее от пола. Ноги при этом согнуты. Маховой ногой выполняются шаги, позволяющие игроку удалиться от соперника. Выполняя поворот в движении, игрок сближается с соперником и ставит стопу опорной ноги развернутой в направлении предполагаемого поворота. Затем он поворачивается по ходу движения на впереди стоящей ноге.

Техника владения мячом. Техника владения мячом включает в себя следующие приемы: ловлю, передачи, ведение и броски мяча в корзину (схема 3).

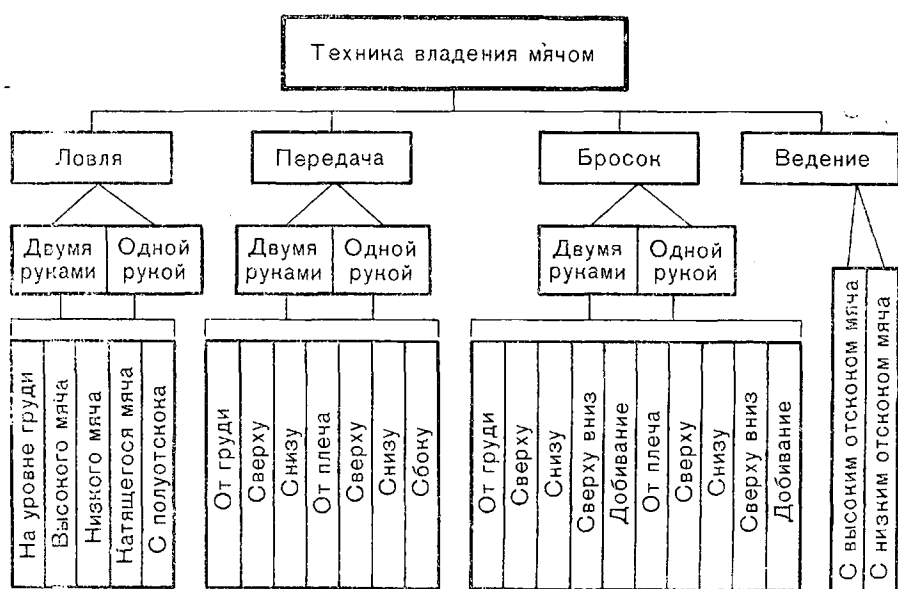


Схема 3

Ловля мяча — прием, с помощью которого можно овладеть мячом и произвести с ним дальнейшие действия. Ловля мяча выполняется одной и двумя руками. Различают ловлю мячей летящих на средней высоте, летящих высоко и низколетящих, а также катящихся и отскакивающих от площадки. Овладев мячом, атакующий выполняет действия: ведения, передачи, броски в корзину. Ловля мяча может выполняться на месте, в движении и в прыжке.

Основным способом является ловля двумя руками мяча, летящего на средней высоте. Игрок выпрямляет слегка

расслабленные руки навстречу летящему мячу, раскрывает кисти, образуя как бы воронку, в которой большие пальцы направлены друг к другу, а остальные широко расставлены вперед-вверх. Как только мяч коснется руки, он гасит скорость полета и приближает мяч к туловищу.

Ловля высоколетящего мяча выполняется выпрямленными вверх, вперед-вверх или вверх-в стороны руками с последующим их сгибанием. Направление движения рук зависит от высоты и траектории полета мяча. Наиболее сложной является ловля мяча в прыжке, применяемая при навесных передачах и неудачных бросках мяча в корзину. При ловле мяча, отскочившего от щита и летящего сверху вниз, кисти рук более выпрямлены и направлены к мячу. Перед ловлей важно определить направление отскока мяча, после чего начинать разбег или прыжок с места.

Для ловли мяча летящего низко игрок сильно сгибает ноги, несколько наклоняется вперед, опускает прямые руки вниз и раскрывает кисти навстречу мячу. Большие пальцы направляет вперед и немного в стороны, остальные опускает вниз. При соприкосновении мяча с пальцами игрок захватывает мяч и, сгибая руки, поднимает его в положение перед грудью.

Для ловли мяча после его отскока от пола кисти с широко расставленными пальцами раскрыты внизу так, что большие пальцы находятся сверху и направлены друг к другу, остальные выпрямлены вниз-в стороны. Мяч ловится руками в начале отскока. Захватывая его пальцами с внешних сторон, игрок одновременно сгибает руки в локтевых суставах, выпрямляет туловище и ноги до положения обычной стойки.

Ловля мяча, катящегося по полу, осуществляется преимущественно сбоку от игрока. Для ее выполнения игрок, сильно согнув ноги, опускает руки вниз и направляет их навстречу мячу. Положение кистей такое же, как и при ловле низко летящего мяча.

Преимущество ловли мяча одной рукой заключается в том, что мяч можно поймать в более высокой или значительно удаленной от игрока точке. Этот способ применяется для овладения мячом, летящим высоко в стороне от игрока или катящимся по полу. Движение руки такое же, как и при ловле мяча двумя руками, которое выполняется двумя способами с поддержкой мяча другой рукой и без поддержки.

По мере выпуска и полета мяча происходит постепенное повышение биоэлектрической активности мышц баскетболиста, ловящего мяч. Наибольшая амплитуда потенциалов до 1,5 мВ отмечается тот час же после прикосновения мяча к ладоням, во время ловли и удержания мяча (рис. 2.9.1.). Удержание мяча сопровождается наибольшей биоэлектрической активностью лучевого сгибателя запястья [39].

Передачи мяча — основной технический прием, с помощью которого осуществляется взаимодействие между партнерами. В зависимости от игровой ситуации передачи выполняются из разных исходных положений: с места, в движении, в прыжке. Они бывают

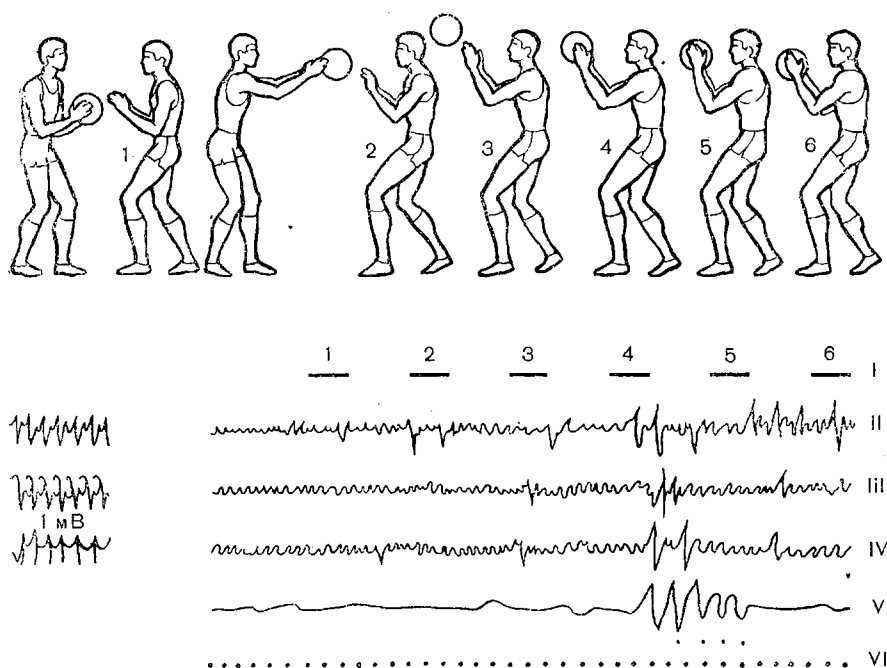


Рис. 2.9.1. Кинограмма и осциллограмма, зарегистрированные при бросках мяча одним спортсменом и ловле его другим. I — отметки кинокадров; II, III, IV — ЭМГ лучевого сгибателя запястья спортсмена, ловящего мяч; V — сейсмограмма, регистрирующая движения кисти ловящего мяч; VI — отметки времени (20 мс).

Цифры у кинокадров соответствуют цифрам отметок на осциллограмме

разные по характеру: короткие, длинные; с низкой и высокой траекторией; без отскока и с отскоком мяча от пола; по направлению — продольные, поперечные, диагональные. Внезапность, быстрота и точность при любых противодействиях защитников — таковы требования к передачам. Существуют два способа передачи мяча: двумя руками и одной рукой. Основными являются передачи двумя руками от груди и сверху.

Передача двумя руками от груди чаще всего используется на коротких и средних расстояниях. Для выполнения ее игрок, находясь в стойке, держит мяч перед грудью. Руки согнуты, кисти свободно опущены вниз. Пальцы широко расставлены, большие направлены друг к другу, остальные — вверх-вперед. Замах производится небольшим круговым движением вниз па себя-вверх до исходного положения, после чего начинается быстрое разгибание рук вперед с завершающим активным движением кистей. Для увеличения силы и скорости полета мяча игрок разгибает ноги или делает шаг вперед.

Передача двумя руками с отскоком мяча от пола применяется в любом месте площадки, когда необходимо обыграть защитника. Эта передача является вариантом обычной передачи мяча от гру-

ди и напоминает ее по технике выполнения. Передача обычно производится полным выпрямлением рук вперед-вниз со значительной работой кистей, с одновременным выполнением шага вперед. Мяч выпускается на высоте пояса или ниже и ударяется о площадку примерно в метре от принимающего партнера.

Передача двумя руками сверху целесообразна при активном сопротивлении соперника, не преобладающего в росте. В исходном положении мяч держится согнутыми руками над головой. Выполняя замах, игрок немного сгибает руки в локтевых суставах и слегка отводит их назад. Затем энергичным разгибанием в локтевых суставах и резким движением кистей вперед-вниз мяч посылается в нужном направлении.

Передачи одной рукой выполняются в основном от плеча, сверху и снизу. Одной рукой осуществляются и скрытые передачи: за спиной, под рукой, над плечом, снизу назад.

Передача одной рукой от плеча является основной. Она применяется при взаимодействии партнеров на любых расстояниях. Для выполнения передачи правой рукой игрок, сгибая руки, приближает мяч к одноименному плечу так, чтобы правая рука была сзади мяча, а левая поддерживала его спереди. Локти при этом свободно опущены вниз. Заканчивая замах, игрок опускает левую руку, после чего, быстро выпрямляя правую, завершающим резким движением кисти посылает мяч в нужном направлении. При передачах на дальние расстояния прием выполняется с большой амплитудой замаха. Рука с мячом не останавливается у плеча, а выносится над ним немного назад.

Передача одной рукой сверху целесообразна, когда необходимо направить мяч через поднятые вверх руки находящегося вблизи защитника. Для выполнения передачи правой рукой игрок располагается левым боком. Разгибая руки с мячом, он опускает их, перекладывает мяч на ладонь выпрямленной бросающей руки и, отводя ее в сторону, круговым движением поднимает до вертикального положения, после чего, активно сгибая кисть, направляет мяч партнеру.

Передача одной рукой снизу применяется на близком расстоянии, часто из рук в руки, против защитника, активно закрывающего верхнее и среднее направления для полета мяча. При выполнении этой передачи игрок, разгибая руки, опускает мяч вниз, перекладывает его на выпрямленную правую руку, которую отводит назад, к бедру сзади стоящей ноги. Левая рука, поддерживающая мяч, опускает его в середине замаха, далее он удерживается кистью бросающей руки. Одновременно на сзади стоящую ногу переносится тяжесть тела, туловище несколько поворачивается в эту же сторону. Затем обратным движением прямой руки с переносом тяжести тела на впереди стоящую ногу или шагом вперед мяч направляется под руками защитника.

В трудных условиях интенсивного противодействия соперника игроки используют скрытые передачи мяча, которые позволяют замаскировать истинное направление передачи. Такие передачи

отличаются более короткой амплитудой замаха и неожиданным для соперника направлением полета мяча, что затрудняет возможность его перехвата.

Передача одной рукой за спиной целесообразна при непосредственной атаке защитником нападающего с мячом спереди. Для выполнения ее игрок отводит согнутые руки в противоположную передаче сторону и, продолжая далее круговое движение опущенным вниз предплечьем бросающей руки, заносит мяч за спину, где и заканчивает передачу резким движением кисти.

Передача мяча снизу назад партнеру, сопровождающему сзади, осуществляется также при встрече с соперником. Игрок опускает руки с мячом вниз-назад и одновременно перекладывает мяч на кисть бросающей руки, поворачивая ее внутрь-назад. Затем ускорющимся движением предплечья и кисти выпускает мяч у бедра.

Помимо указанных способов, передачи могут выполняться из самых различных положений рук с мячом за счет резкого, направляющего движения кистей.

Ведение мяча в баскетбол — важный технический прием. Используя ведение, баскетболист может перемещаться по площадке, обыгрывать соперника, выбирать удобную позицию для атаки корзины или для взаимодействия с партнерами. Большое значение имеет ведение мяча во время быстрого прорыва, и особенно, в его завершающей стадии, при нападении против различных систем защиты, в индивидуальных действиях игроков и при проходах под щит для атаки корзины.

Различают две разновидности ведения: высокое и низкое. Высокое ведение характеризуется энергичным разгибанием руки в локтевом суставе. Игрок встречает отскочивший от опоры мяч широко расставленными пальцами, предплечье опущено. Сгибая руку, он несколько сопровождает мяч вверх, а затем снова энергично толкает его вниз под определенным углом.

Наибольшая биоэлектрическая активность дельтовидной мышцы и лучевого сгибателя запястья наблюдается тогда, когда к мячу прикладывается мышечное усилие, посылающее его вниз (рис. 2.9.2).

Ноги согнуты до положения полуприседа, туловище немного наклонено, голова прямо, взгляд направлен вперед. При низком ведении ноги сгибаются сильнее. Ведение осуществляют частыми толчками мяча кистью с отскоком его не выше колена.

Главное в технике ведения — отсутствие зрительного контроля, синхронная работа рук и ног, равноценность правой и левой рук, высокая скорость передвижения. Ведение мяча выполняется по прямой, дуге, кругу; с изменением направления, скорости движения; с изменением высоты отскока мяча; переводами мяча перед собой и за спиной.

Броски в корзину — приемы, от точности которых в конечном счете зависит успех в игре. В настоящее время команды производят в среднем за матч до 75 бросков в корзину с игры и до

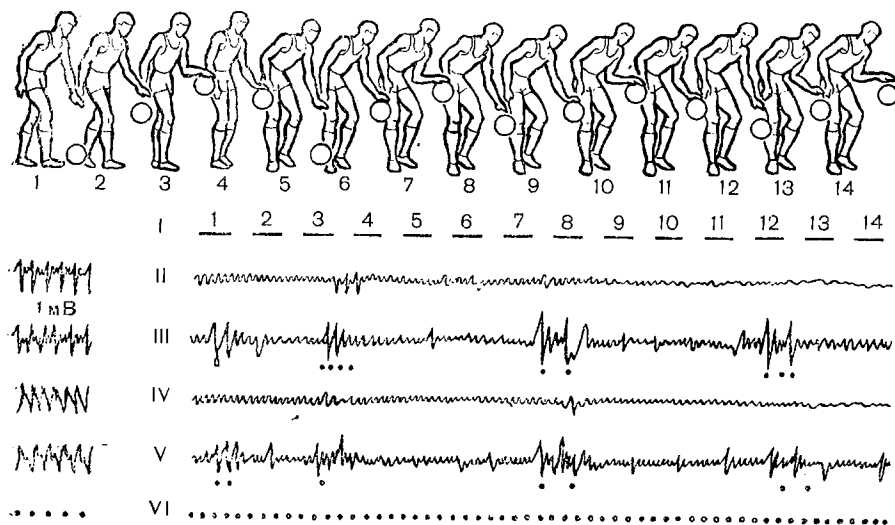


Рис. 2.9.2. Кинограмма и осциллограмма ведения мяча. I — отметки кинокадров; II, III — ЭМГ правой и левой дельтовидных мышц; IV, V — ЭМГ правого и левого лучевых сгибателей запястья; VI — отметки времени (20 мс). Цифры у кинокадров соответствуют цифрам отметок на осциллограмме

25 штрафных бросков. Броски могут быть различными по характеру: с места, в движении, в прыжке. Могут выполняться с разных дистанций: с коротких (до 3 м), средних (3—5 м) и дальних (более 7 м). Различают броски одной и двумя руками. Броски в корзину часто выполняются при жестком противодействии. В связи с этим значительно влияет на точность способность игрока сочетать напряжение и расслабление отдельных групп мышц, позволяющая сохранять равновесие и выполнять координированные движения в любом положении.

Различия между средними угловыми скоростями движений в суставах руки (локтевом и лучезапястном) при выполнении бросков различной дальности (3, 5, 7 м) незначительны.

Наблюдаются изменения скорости разгибания ног (тазобедренный и коленный суставы) при изменении дальности броска. Скорость вылета мяча в среднем на дистанциях 3, 5, 7 м составляет соответственно 5,8; 8,6; 9,9 м/с. Значительные изменения скорости выброса мяча могут осуществляться за счет более активных действий ног или выбора момента начала броскового движения руки относительно скорости движения туловища. Руки же определяют главным образом направление и незначительные изменения скорости вылета мяча.

Бросок одной рукой от плеча с места — один из распространенных способов атаки корзины со средней и дальней дистанций. В исходном положении ноги согнуты, одноименная бросающей руке нога впереди, стопы ног параллельны. Мяч держат двумя руками перед правым плечом (при броске правой рукой), при-

мерно на одном уровне с ним. Руки согнуты, локти опущены вниз, предплечья направлены вверх-вперед. Разгибая руки и ноги, игрок поднимает мяч над плечом выше головы, перекладывая его на бросающую руку. Затем, опуская левую руку, продолжает выпрямлять правую с мячом вверх, немного вперед, завершая движение активным направляющим сгибанием кисти.

Бросок одной рукой от плеча в движении применяется для атаки корзины с близкого расстояния. Если бросок выполняется правой рукой, то игрок ловит мяч, делая шаг одноименной ногой, затем левой и, оттолкнувшись ею, прыгает вверх. Во время второго шага и прыжка мяч выносится вверх и перекадывается на бросающую руку, которая продолжает полностью выпрямляться. В высшей точке прыжка в работу включается кисть руки, направляющая мяч в корзину. Первый шаг делают широким, второй — стопорящим, прыжок выполняют точно вверх. Приземление после броска осуществляют на толчковую ногу, к которой сразу же приставляется маховая.

Бросок одной рукой в прыжке — основной способ атаки корзины с различных дистанций. Выполняется с места и после ведения. При выполнении броска игрок отталкивается двумя ногами, одновременно поднимая руки с мячом выше головы, и перекадывает мяч на бросающую руку. Свободная рука поддерживает его. В высшей точке прыжка игрок, опуская поддерживающую руку, заканчивает разгибание руки с мячом вверх, немного вперед, завершая движение активной направляющей работой кисти. Туловище грудью развернуто к корзине вертикально или отклонено назад, ноги расслаблены. Приземление происходит одновременно на обе ноги. При броске после бега или ведения надо принять устойчивое положение перед толчком. В следующий момент начинается активное разгибание ног и движение рук с мячом вверх, завершающееся отталкиванием. Бросок выполняется так же, как и бросок с места.

Временная структура броска и связь ее компонентов с результативностью варьирует в зависимости от условий выполнения бросков. В бросках, выполняемых в прыжке, наибольшее влияние на результативность оказывает время прыжка в безопорной фазе броска.

На основании экспериментальных исследований представляется возможным дифференцировать структуру броска, начиная от момента ловли мяча и заканчивая принятием баскетболистом относительного равновесия и готовности к началу нового действия. В свою очередь основную фазовую группу подразделяют на подготовительную и рабочую фазы. Пограничным моментом между фазами служит прицеливание — математически выражаемый отрезок времени, равный 0,02 с, относящийся к рабочей фазе и характеризующийся постоянством скорости кисти руки с мячом. Дополнительная фазовая группа включает в себя возврат звеньев руки и тела баскетболиста в состояние относительного равновесия, т. е. в исходное положение для последующих действий.

С возрастом амплитудно-временная структура броска в прыжке существенно изменяется. При этом наиболее значительные изменения происходят в возрастной период между 14 и 15-ю годами, когда уменьшается время работы ног и увеличиваются средняя угловая скорость их движения, время прыжка, время безопорной части броска, время рабочей фазы и др. У школьников 13 лет отмечается наибольшая вариативность амплитудно-временных характеристик броска. Во всех возрастных группах вариативность амплитудно-временных характеристик движения руки оказывает отрицательное влияние на точность бросков.

Бросковое движение целесообразно выполнять, когда рука включается в работу на фоне движения ног, а выпуск мяча происходит в первой половине восходящей ветви траектории ОЦМ тела при прыжке.

Бросок одной рукой сверху («крюком») выполняется стоя спиной или боком к щиту. Делая шаг левой ногой с одновременным поворотом туловища к корзине, игрок опускает вниз руки с мячом и перекладывает мяч на правую руку, которую отводит в сторону. Затем, разгибая опорную ногу и отталкиваясь, он продолжает движение прямой руки через сторону до вертикального положения, где и выпускает мяч активным сгибанием кисти. Согнутая маховая нога свободно поднимается вверх.

Бросок одной рукой снизу выполняется обычно в движении на высокой скорости. Делая последний широкий шаг и отталкиваясь вперед-вверх, игрок выносит снизу-вверх прямую руку с мячом и мягким движением кисти направляет мяч в корзину.

Бросок одной рукой сверху-вниз и добивание мяча применяется непосредственно из-под щита. Для выполнения броска сверху-вниз игрок с места или в движении делает максимально высокий прыжок рядом с корзиной, во время которого кратчайшим путем выносит мяч на полностью выпрямленную над корзиной бросающую руку. Затем резким сгибанием кисти направляет мяч вниз. Бросок может выполняться сразу же после ловли мяча в прыжке. Для добивания игрок, прыгая вверх, встречает отскочивший мяч от щита или посланный с высокой траекторией расставленными пальцами чуть согнутой в локтевом суставе руки и движением кисти направляет его в корзину.

Броски двумя руками в современном баскетболе распространены значительно реже. Бросок двумя руками сверху применяется с места и в прыжке для атаки корзины с дальней и средней дистанций. При выполнении броска с места положение рук аналогично положению рук при передаче этим способом, но характеризуется большим сгибанием их и движением преимущественно вверх, а не вперед. Броски сопровождаются появлением высокоамплитудных осцилляций в дельтовидной мышце, лучевом сгибателе запястья, прямой мышце бедра (рис. 2.9.3). При выполнении броска в прыжке движение ногами и туловищем такое же как и при броске одной рукой. Броски двумя руками снизу, сверху-вниз по технике исполнения совпадают с бросками одной рукой.

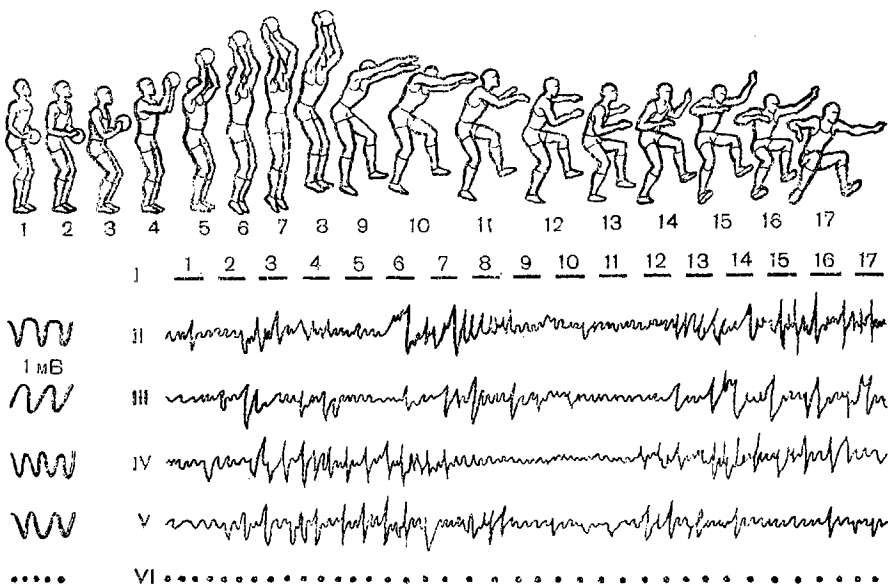


Рис. 2.9.3 Кинограмма и осциллограмма броска мяча из-за головы. I — отметки кинокадров; II — ЭМГ лучевого сгибателя запястья; III — ЭМГ дельтовидной мышцы; IV — ЭМГ прямой мышцы бедра правой ноги; V — ЭМГ прямой мышцы бедра левой ноги; VI — отметки времени (20 мс).

Цифры у кинокадров соответствуют цифрам отметок на осциллограмме

Овладение бросковыми действиями сопровождается осознанием пространственных параметров двигательного образа изучаемых действий. В частности, формируется представление об амплитуде выполняемых бросков с разных точек, о соотношении положений тела (своего и товарищей) к баскетбольному щиту во время броска, об общем положении рук и ног во время получения мяча и бросков с разного расстояния и т. п.

Дальнейшее овладение различными способами и приемами выполнения двигательных действий способствует совершенствованию и развитию образа временных и силовых параметров бросковых действий.

Техника противодействия и овладения мячом. Классификация техники противодействия и овладения мячом представлена на схеме 4.

Выбивание мяча выполняется из рук соперника и при его ведении. Осуществляется коротким резким движением руки, развернутой к мячу ладонью или ребром. Выбивая мяч из рук, игрок ударяет по мячу сверху-вниз или снизу-вверх, после чего стремится овладеть им. Для выбивания мяча при ведении игрок пристраивается к сопернику, продолжая движение в одном темпе с ним. Затем, выбрав момент, делает ближней к сопернику ногой

более широкий шаг в направлении его движения и одновременно, направляя руку к мячу, старается выбить мяч при отскоке от площадки и овладеть им.

Лучшим для отбивания мяча с траектории полета в корзину является момент, когда мяч уходит от фаланг пальцев руки и не контролируется нападающим. Защитник должен стремительно выходить для противодействия броску в прыжке, так как время от момента отталкивания до момента выпуска мяча равно 0,18—0,20 с. Выпрыгивая в сторону нападающего, выполняющего бросок, защитник отбивает мяч назад и уходит от последующего столкновения с соперником, прогибая туловище в направлении,

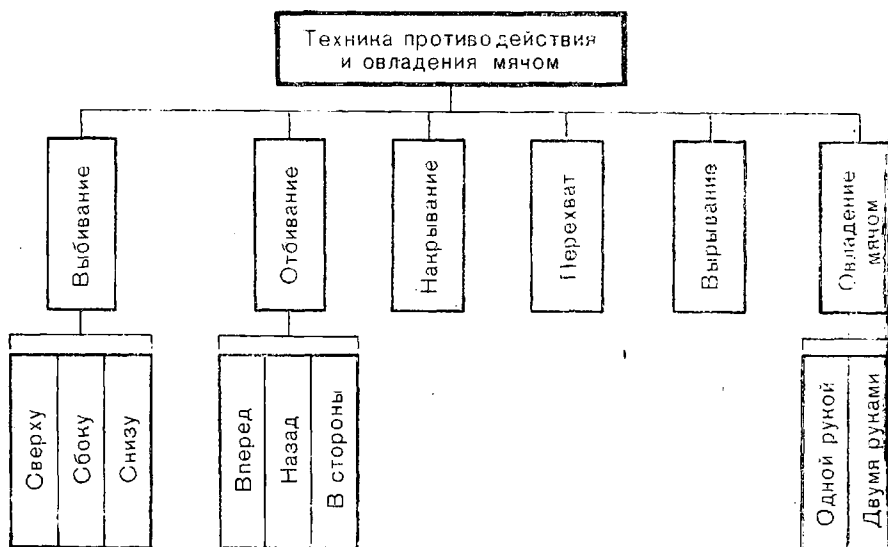


Схема 4

обратном движению. Отбивание можно выполнять в сторону коротким круговым движением кисти. Это круговое движение позволяет избежать столкновения с нападающим при помощи поворота туловища в сторону движения руки.

Накрывание мяча используется при противодействии броску в корзину. В тех случаях, когда нападающий намеревается выпустить мяч из рук, защитник прыгает максимально вверх, полностью выпрямляет руку и накладывает раскрытую кисть на мяч сверху-сзади в зависимости от расположения нападающего. В других случаях мяч накрывается в различных фазах полета, чаще всего в начальной. Игрок ударом кисти изменяет направление полета мяча.

Перехват мяча возможен в том случае, если игрок внимательно следит за действиями передающего мяч, предугадывает направление полета мяча и выбирает правильную позицию. Для

перехвата во время передачи игрок резко перемещается с места в сторону передачи. Последний шаг широкий, туловище и руки направлены к мячу.

Вырывание мяча целесообразно, когда нападающий ослабит контроль за действиями защитника и позволит ему вплотную приблизиться к себе. Для выполнения вырывания игрок глубоко захватывает мяч, одной рукой сверху, второй снизу и делает резкое движение на себя.

Овладение мячом, отскочившим от щита, является одним из основных приемов. Прыгая с места или с разбега, игрок ловит мяч и быстрым резким движением укрывает его. Чтобы соперник не смог занять место под щитом, игрок во время приземления расставляет согнутые ноги в коленных суставах в стороны, туловище слегка наклоняет вперед, а руки вытягивает вперед-вверх.

2.10. Волейбол

Приемы игры в волейбол относятся к так называемым точностным действиям [16, 22, 37]. Этот тип действий объединяет несколько различных групп, позволяющих решать задачи безошибочного приведения рабочей точки кинематической цепи к заданной точке другого тела, т. е. пространственной координации движений (например, подбрасывание и удары при подаче); безошибочного сопоставления движений по времени, т. е. их временной координации (при выполнении отдельных фаз); точкой дозировки усилий (при передачах, подачах), т. е. пространственной мышечной координации; совмещения решений различных задач кинематической, динамической координации движений и мышечных напряжений (при выполнении нападающих ударов, приемов мяча с подачи); сообщения мячу определенной скорости и вращения для его свободного полета с попаданием в заданную зону площадки (при подачах, передачах) [44].

Прежде чем осуществить тот или иной прием игры, волейболист должен принять определенное положение, выполнив при этом передвижение.

Техника выполнения передвижения. Передвижения выполняются из различных стоек с применением ходьбы, бега, скачков, выпадов (схема 5).

Стойки. В зависимости от игровой ситуации волейболист занимает определенные исходные позы и положения, позволяющие выполнить тот или иной вид действий [12]. Оптимальное положение должно отвечать индивидуальным особенностям соотношений рычагов волейболиста и условиям предстоящего действия. Стойка характеризуется динамичностью и подвижностью опорно-двигательного аппарата, что достигается незначительным наклоном туловища вперед, переносом массы тела на переднюю часть стопы, сгибанием ног в коленных, а рук в локтевых суставах (на уровне пояса) [14].

Находясь в определенной стойке, волейболист может стоять неподвижно или же перемещаться, переступая из стороны в сторону (переноса массу тела с одной ноги на другую), чтобы быть готовым к быстрому передвижению.

По степени сгибания ног в коленных и тазобедренных суставах различают высокую стойку — угол в коленном суставе в среднем равен 145° , среднюю — 130° и низкую — 115° . В соответствии с положением стоп на опоре различают диагональную (одна нога выставлена вперед) и фронтальную (ноги находятся на одной прямой, примерно на ширине плеч) стойки.

Передвижения осуществляются для выбора места в момент приема подачи, выполнения передачи мяча, приема мяча, отскокившего от блока или при нападающем ударе, выполнения нападающих ударов, при блокировании и др.

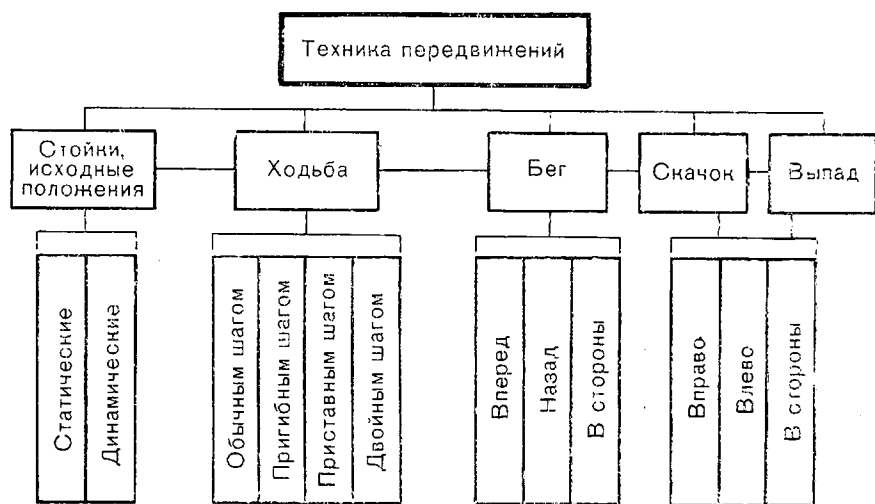


Схема 5

Все способы передвижений носят специфический характер и отличаются друг от друга двигательной структурой: длительностью опорных и полетных фаз, степенью сгибания ног, положением туловища и рук, скоростью перемещения ОЦМ тела и др.

Ходьба выполняется пригибным, приставным и двойным шагом. При приеме мяча, летящего в стороне, волейболист может сделать выпад. Более быстрым способом передвижения на небольшое расстояние является скачок, который применяется в большей степени при защитных действиях. От двойного шага он отличается более широким шагом и безопорным положением. Для бега характерны стартовые ускорения, резкие изменения направления с последующими остановками. Последний шаг выполняется стопорящим движением.

Подачи. Техника подач состоит из исходного положения и трех последовательных фаз: подготовительной (замах, подбрасывание мяча), основной (ударное движение) и заключительной (опускание рук и переход к последующим действиям).

Перед выполнением нижних подач (классификация подач дана на схеме 6) туловище волейболиста слегка наклонено вперед, верхних — находится в вертикальном положении. Левая рука согнута в локтевом суставе и вынесена вперед, мяч лежит на ладони. Правая рука готовится к замаху. Мяч подбрасывается плавным движением руки как можно ближе к вертикали. Одновременно с замахом волейболист переносит массу тела на стоящую сзади ногу, в результате чего проекция ОЦМ тела смещается к задней границе опоры, обе ноги сгибаются в коленных суставах.

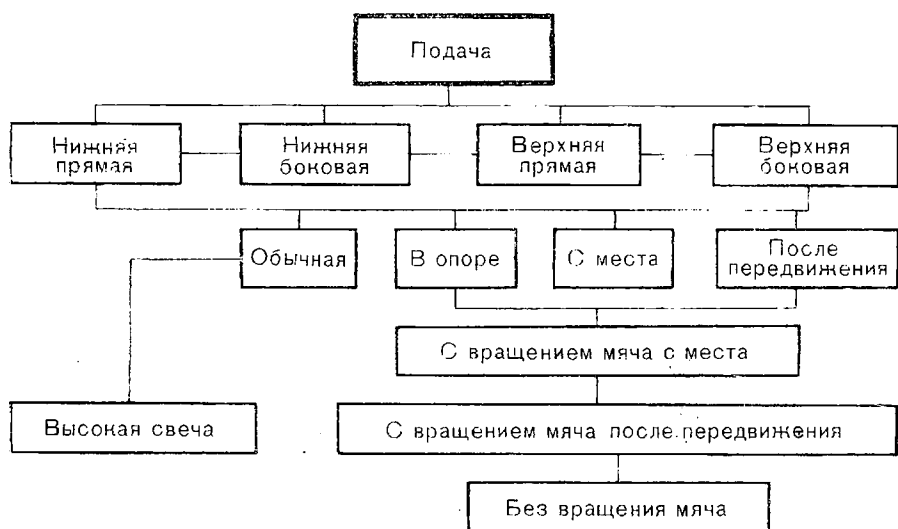


Схема 6

Для передачи движения мячу необходимо придать бьющему звену требуемую скорость. Скорость, необходимая концевому звену кинематической цепи, в частности кисти, достигается посредством приложения согласованных усилий ног и туловища на пути ускорения этого звена [3].

При суммировании движений звеньев необходимо:

из многих дуг разного и переменного радиуса составить нужную траекторию рабочей точки;

обеспечить необходимые ускоряющие усилия, приложенные к звеньям для сообщения им требуемого увеличения скорости;

сообщить рабочей точке к концу ее траектории требуемые скорость и направление.

При движениях в незамкнутой биокинематической цепи на-

правленные в одну сторону перемещения, скорости и ускорения складываются и влияют на траектории, скорости, ускорения более отдаленных звеньев [19].

Замах представляет собой движение в сторону, противоположную направлению будущего удара. Мышцы включаются поочередно, сменяя уступающую работу на преодолевающую, не останавливаясь в крайней точке и не теряя времени на торможение и разгон звена. Они растягиваются, создавая запас пути, на котором будет наращиваться скорость.

В фазе ударного движения происходит наращивание и выбор направления скорости. От того, какая масса живой системы вкладывается в удар, зависят скорости взаимодействующих тел. Величина скорости и точность обычно находятся в противоречивом соотношении, а пространственная точность снижается при слишком большой скорости.

Во время фазы ударного взаимодействия наблюдается значительное напряжение всех мышц бьющей биокинематической цепи, что увеличивает массу звеньев передающих движение. Эффективность удара определяется величиной начальной скорости полета мяча после ударного взаимодействия и точностью попадания мяча в определенное место площадки.

Послеударные движения обычно выполняются по инерции с торможением мышцами-антагонистами. Бьющая рука продолжает движение в направлении подачи, ноги выпрямляются в коленных суставах, волейболист перемещается вперед.

Изучение результативности и распределения подач по зонам показывает, что процент чистого выигрыша подач находится в пределах 7—10%. Число подач, «затрудненных» для приема, зависит от соотношения сил соперников и колеблется от 35 до 60%. Наибольшее количество «затрудненных» для приема подач приходится на 1, 5, 6 зоны — соответственно 21, 27, 34%.

Подачи направляются в основном в зону 6 — 53,3% — 60,7%, в зоны 1 и 5 — соответственно 12,3% — 17,9% и 14,3% — 20,5%. Незначительное число подач приходится на 2—4 зоны [24].

При выполнении нижней прямой подачи игрок стоит лицом к сетке, ноги согнуты в коленных суставах, левая нога выставлена вперед, масса тела перенесена на правую ногу, стоящую сзади, пальцы левой руки, согнутой в локтевом суставе, поддерживают мяч снизу, располагаясь над правой рукой. Волейболист отводит назад правую руку для замаха и одновременно подбрасывает мяч на расстояние вытянутой руки. Удар осуществляется встречным движением правой руки сзади вниз-вперед примерно на уровне пояса. Игрок одновременно разгибает правую ногу и переносит массу тела на левую впереди стоящую ногу. После удара волейболист выполняет сопровождающее движение рукой в направлении подачи, ноги и туловище выпрямляются.

При выполнении нижней боковой подачи игрок стоит левым боком к сетке. Мяч поддерживается левой рукой, расположенной у пояса, масса тела переносится на правую ногу, туловище

несколько наклонено вперед. Подбросив мяч и согнув правую ногу, игрок делает замах вниз-в сторону-назад. Одновременно с разгибанием правой ноги производит удар по мячу снизу-сзади (сбоку). После удара масса тела переносится на левую ногу, туловище поворачивается к сетке.

При подаче с высокой траекторией мяча игрок становится правым боком к сетке, правую ногу ставит вперед, мяч подбрасывает несколько ближе к правой руке и туловищу. Замах выполняется в плоскости, перпендикулярной опоре, правая рука отводится вниз-назад, ноги сгибаются в коленных суставах. Удар по мячу наносится резким и быстрым движением снизу, по дальней от сетки половине мяча так, чтобы после удара он получил передне-заднее вращение. Увеличение силы удара и высоты траектории полета мяча осуществляется за счет активного разгибания туловища в тазобедренных и ног в коленных суставах. После удара рука продолжает движение вверх, но амплитуда сопровождающего движения невелика.

Верхняя прямая подача может выполняться несколькими способами: с вращением мяча с места; с вращением мяча после перемещения; без вращения мяча (планирующая). Во всех разновидностях верхней прямой подачи исходные положения подобны, а подготовительные и основные фазы отличаются. В исходном положении игрок находится лицом или в пол-оборота к сетке.

Поддерживая мяч на уровне плеча, он равномерно распределяет массу тела на обе ноги, бьющая рука, согнутая в локтевом суставе, подготавливается к замаху. Мяч подбрасывается почти над головой на высоту до 1 м и выше (при подаче в дальнюю зону). Бьющей рукой выполняется замах вверх-назад, одновременно игрок прогибается, отводит назад и опускает плечо бьющей руки. Затем бьющая рука разгибается в локтевом суставе и движется вперед-вверх. Удар производится несколько впереди игрока. При соударении мяч и ударяющая ладонная поверхность деформируются, причем в течение этого времени бьющее звено и мяч вместе перемещаются на некоторое расстояние.

Подача в дальнюю зону отличается от подачи в ближнюю большими периодом и амплитудой электрической активности мышц ног, а также амплитудой и частотой осцилляции электромиограмм рук. В связи с этим подачи в указанные зоны можно рассматривать как движения с разными скоростно-силовыми структурами. подача в дальнюю зону носит более выраженный силовой характер.

При анализе электромиограмм бьющей руки наблюдается предваряющая удар активность мышц — (лучевого разгибателя кисти, двуглавой мышцы плеча, заднего пучка дельтовидной); являющихся антагонистами мышц, производящих основные движения в ударной фазе (разгибание в плечевом суставе, локтевом суставе, а также в лучезапястных суставах). Тем самым обеспечивается коррекция удара в контактной фазе.

Время контакта руки с мячом вследствие большой деформируемости тел — величина конечная (0,012—0,020 с), при относительной линейной деформации мяча составляет 10—20%. Перемещение системы рука-мяч в момент контакта в направлении удара равно 10—20 см.

За время контакта исключено внесение сенсорных коррекций в движение. Программа действий должна быть заложена согласно соответствующей двигательной установке на все движения. В автоматизированных навыках подача реализуются два варианта таких установок: на провожающее мяч вперед движение руки (подача в дальнюю зону); на короткое ударное взаимодействие с движением вперед-вверх и торможением руки сразу после удара (подача в ближнюю зону). Различия в установках отражаются на различных механизмах движений в предупредной и в ударной фазах. Для 1-го варианта характерно ускоренное движение руки вплоть до удара, большая величина предупредной скорости руки — на 2—4 м/с и добавочной скорости, сообщаемой мячу — на 2—3 м/с, большая величина послеударной скорости руки. Для второго варианта характерно предупредное притормаживание руки (нередко с отрицательным ускорением), более короткое время соударения, незначительная доля добавки скорости мяча, меньшая предупредная скорость руки. Те же установки приводят к различиям в направлениях вылета мяча — до 20° и величинах скоростей вылета — до 3—6 м/с. Предупредное торможение руки при подачах в ближнюю зону является подсознательным проявлением стремления произвести короткий удар [21].

Согласование начала движения руки с полетом мяча происходит по зрительному сигналу о положении его в пространстве. Стабильность определения этого сигнального положения во многом определяет успешность подачи, так как последующие движения происходят без внесения коррекций.

Верхнюю прямую подачу можно выполнять после одного или нескольких шагов. Передвижение следует заканчивать так, чтобы с последним шагом ноги приняли исходное положение, характерное для замаха. На последнем шаге мяч подбрасывается и бьющая рука отводится для замаха.

В свободном полете перед мячом образуется своеобразная подушка плотного воздуха, а за мячом — разреженное пространство (а) (рис. 2.10.1). Если мячу придать вращение, то поверхность его будет захватывать частицы воздуха, увеличивая одну из сторон воздушной подушки и уменьшая другую. В результате этого воздушная подушка несколько смещается в сторону (б), противоположную вращению. Направление равнодействующих двух сил не будет совпадать с направлением полета мяча (в).

Особенно заметно изменение траектории полета мяча при подачах с вращением вокруг вертикальной оси, когда смещение мяча в сторону достигает 2—3 м (в зависимости от скорости полета и вращения, массы, объема мяча и гладкости его поверхности). Вращаясь же вокруг горизонтальной оси, мяч как бы

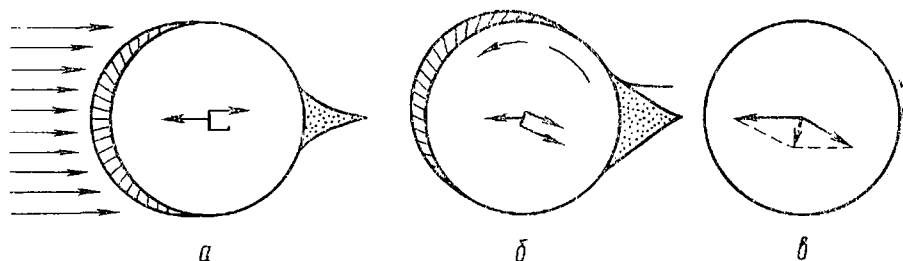


Рис. 2.10.1. Подача с вращением мяча

прижимается к площадке, траектория его полета укорачивается [14].

Чтобы придать мячу вращение, необходимо в момент удара кисть руки накладывать на поверхность мяча так, чтобы направление силы удара не проходило через центр тяжести мяча, т. е. смещать кисть руки в сторону или вверх от середины.

Во всех случаях при подаче с большой начальной скоростью мяч должен вращаться вокруг горизонтальной оси. Только при этом условии мяч остается в пределах площадки, хотя и имеет первоначальное направление полета вперед-вверх.

Если мячу не придавать вращения, то центр тяжести O и центр геометрический O не совпадут. Таким образом, плечи рычага от центра тяжести до поверхности мяча (a и b) будут иметь различную длину (рис. 2.10.2). Сила сопротивления воздуха также будет различной, так как площадь поверхности мяча перед плечом b будет большей, чем перед плечом a . В результате этого мяч успевает сделать одно-два колебания, что затрудняет точный прием мяча [16].

Расположив центр тяжести и геометрический центр горизонтально, мячу придают колебания в горизонтальной плоскости (влево-вправо). При вертикальном положении центров колебания будут происходить вверх-вниз, что затруднит принятие подачи.

Чтобы выполнить подачу без вращения и вызвать колебания мяча при ударе необходимо точно попасть рукой против центра тяжести мяча.

В подготовительной фазе планирующей подачи волейболист подбрасывает мяч так, чтобы он не вращался. Одновременно отводит бьющую руку, согнутую в локтевом суставе, назад-в сторону. Амплитуда движения при за-

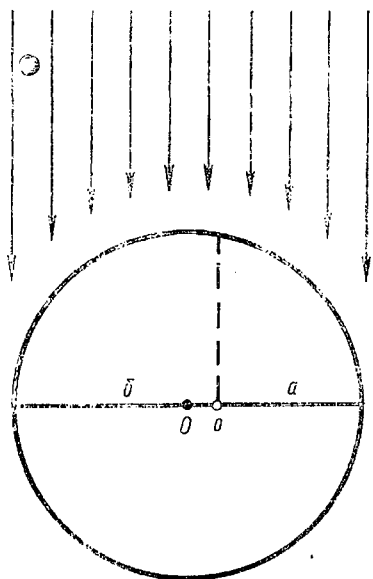


Рис. 2.10.2. Подача без вращения мяча

махе значительно меньше обычной. Бьющая рука с нарастающей скоростью движется навстречу мячу. Удар по центру мяча выполняется быстро и резко кулаком или напряженной кистью. Ударное движение сопровождается мгновенным произвольным мышечным усилием, фиксирующим дистальные звенья руки в положении удара и тормозящим смещение руки в пространстве для уменьшения контакта с мячом.

Ускорение при ударе по мячу достигает наибольших величин по сагиттальной составляющей. При этом происходит разгибание руки в локтевом суставе вокруг фронтальной оси — до 23° , сгибание в суставе кисти — до 40° . Увеличение напряжения мышц наблюдается в те моменты движения, когда разгоняются звенья бьющей руки. Однако в следующее мгновение звенья движутся уже преимущественно под влиянием возрастающих сил инерции, что сопровождается уменьшением электрической активности мышц до того момента, когда требуется затормозить движение звена.

Существует несколько вариантов верхней боковой подачи. Удар по мячу наносят выше уровня плечевого сустава, стоя боком к сетке. Выполняя подачу с вращением мяча с места, волейболист подбрасывает его почти над головой на высоту до 1,5 м. Бьющей рукой делается замах вниз-назад, плечо бьющей руки опускается, масса тела переносится на соответствующую бьющей руке ногу. Продолжая движение рукой вперед, удар по мячу производится несколько впереди-сверху-сзади (угол наклона вытянутой руки составляет около 80°), туловище поворачивается в сторону сетки.

Верхнюю боковую подачу можно выполнять после одного или нескольких шагов, что дает возможность увеличить ударный импульс. Верхнюю боковую подачу можно также использовать для выполнения планирующей подачи.

Передачи и приемы мяча. По направлению относительно передающего игрока различают передачи: вперед, назад, над собой. По длине: длинные, направленные через зону (например, из зоны 2 в зону 4), короткие — из зоны в зону (из зоны 3 в зону 4) и укороченные — направленные в свою зону (из зоны 2 в зону 2). По высоте: высокие — выше 2 м, средние — до 2, низкие — до 1 м. По скорости полета мяча: медленные — до 10 м/с, ускоренные — до 16, и скоростные — более 16 м/с. Кроме того, существуют передачи: близкие к сетке — до 0,5 м и отдаленные от нее — более 0,5 м.

Техника передачи мяча состоит из исходного положения и трех фаз — встречного движения рук к мячу, фазы амортизации и вылета мяча [22]. Классификация техники передачи и приема мяча представлена на схемах 7 и 8.

Передачи характеризуются направлением мяча одним ударным действием. При этом важными являются направление движения мяча, скорость и расстояния передачи.

В исходном положении туловище волейболиста расположено вертикально, одна нога ставится впереди другой, ноги согнуты в коленных суставах. Степень их сгибания зависит от высоты

траектории полета мяча. К предполагаемому месту встречи с мячом перемещаются шагом или скачком. В последнем шаге стопы ставят параллельно друг к другу или одну несколько вперед, что дает возможность точнее передавать мяч, ноги согнуты в коленных суставах. Руки выносят перед лицом, большие пальцы рук образуют треугольник, кисти рук имеют форму овала и оптимально напряжены.

При приближении мяча начинается встречное движение с выпрямлением ног, туловища и рук. Суставные углы между плечом,

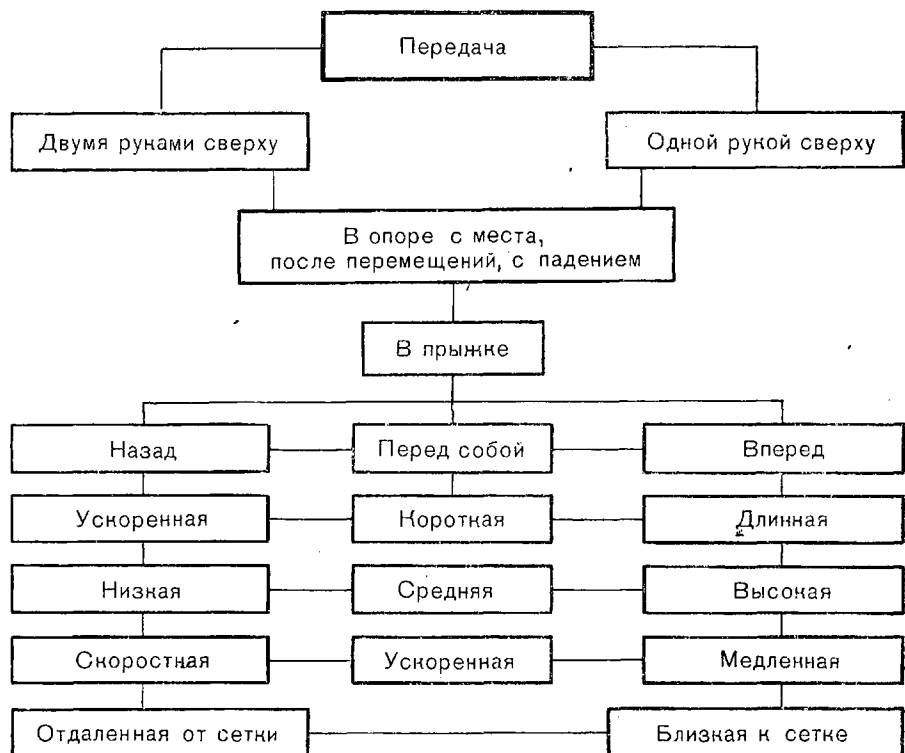


Схема 7

предплечьем и кистью увеличиваются, мышечное напряжение возрастает. Это движение выполняется одновременно в течение 0,1—0,15 с.

Ударные движения рук при передаче характеризуются наличием амортизации и ускорения мяча. Амортизация начинается с момента соприкосновения мяча с пальцами рук до максимальной потери скорости и длится около 0,025—0,03 с. ОЦМ тела волейболиста продолжает подниматься в результате непрекращающегося разгибания ног. Руки разгибаются в локтевых суставах, угол между предплечьем и кистью увеличивается. Скорость движения рук постепенно повышается.

Если мяч летит с ускорением, амортизационное движение также поначалу должно быть быстрым. Поэтому в нем обычно участвуют одновременно несколько звеньев биокинематической цепи. Одна из главных трудностей амортизации — обеспечение исходного напряжения мышц. Даже небольшая ошибка в установке начального напряжения мышц сказывается на результате действия.

При выполнении ударного движения большие пальцы принимают на себя основную нагрузку при амортизации, указательные и средние пальцы являются основной ударной частью, безымянные пальцы и мизинцы удерживают мяч от движения в боковом направлении.

Вылет мяча из рук и сообщение ему нового направления длится около 0,025—0,03 с. Сообщение мячу нового движения с определенной траекторией требует увеличения мышечных усилий, что проявляется в согласованном движении ног, туловища и рук.

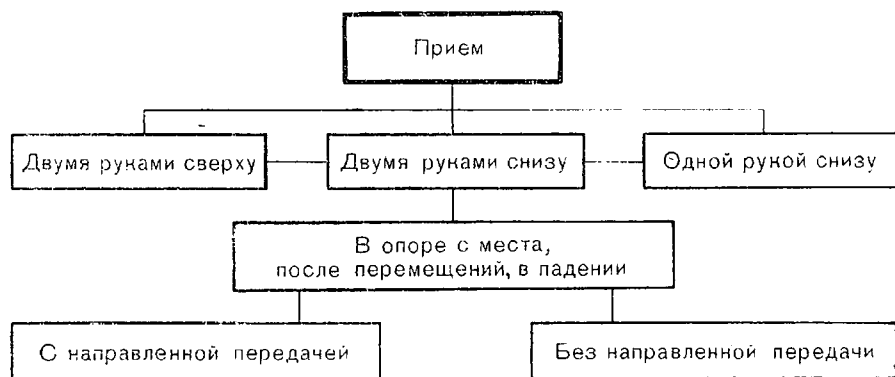
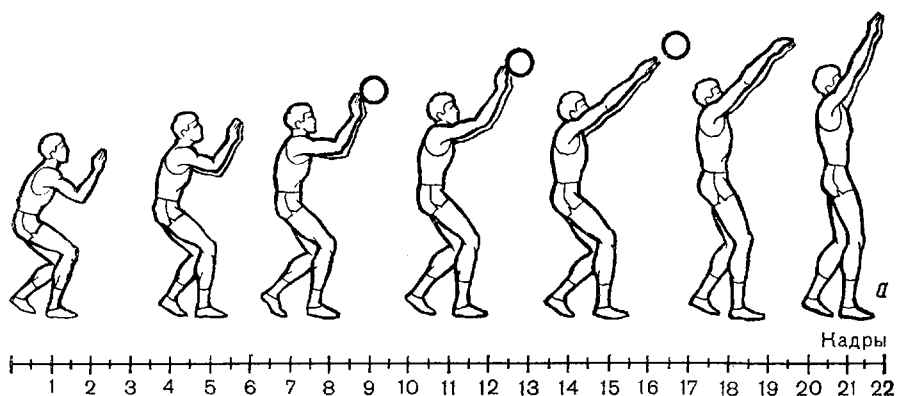


Схема 8

При этом ОЦМ тела смещается несколько вверх-вперед, масса тела переносится на носки обеих ног. Кисти и пальцы рук упруго и эластично выпрямляются, придавая мячу новое поступательное движение.

В процессе сопровождения мяча руками происходит активное разгибание ног в коленных и рук в локтевых суставах. Степень мышечного напряжения постепенно снижается и приходит к исходному уровню. Динамографическая кривая реакции опоры имеет постепенно нарастающий и затем снижающийся волнообразный характер (рис. 2.10.3).

В случае, когда мяч летит высоко, за игрока, выполняется передача двумя руками в прыжке. Прыжок может производиться как после разбега с имитацией нападающего удара, так и с места без имитации и с имитацией последнего. Во время прыжка волейболист выносит руки над головой несколько выше, чем при передаче в опоре, поворачивает их вверх и выполняет передачу в высшей точке подъема ОЦМ тела за счет активной работы рук. Передача ближнему партнеру осуществляется коротким движе-



Исходное положение	Смещение рук вверх $\approx 0,09$ с	Амортизация и вылет мяча $\approx 0,05$ с	Сопровождающее движение рук $\approx 0,1$
--------------------	-------------------------------------	---	---

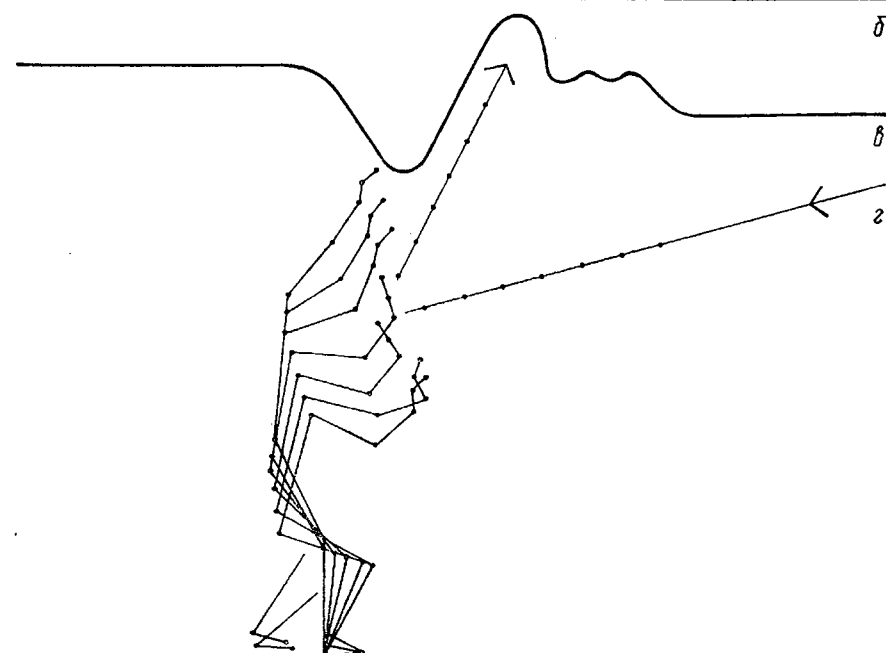


Рис. 2.10.3. Циклограмма — а, хронограмма — б, динамограмма — в и контурограмма — г при передаче мяча двумя руками сверху

нием кистей почти полностью выпрямленных рук. При передаче на большие расстояния амплитуда движений значительно увеличивается.

При выполнении передачи назад волейболист поднимает руки, располагая их тыльной стороной кисти над головой, разгибает ноги, туловище отклоняет вверх-назад. Передача выполняется за счет разгибания рук в локтевых суставах и движения туловища назад-вверх с одновременным прогибанием в грудной и поясничной частях позвоночного столба.

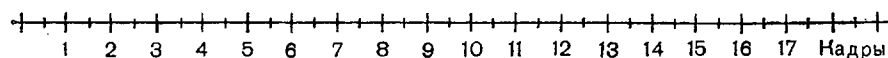
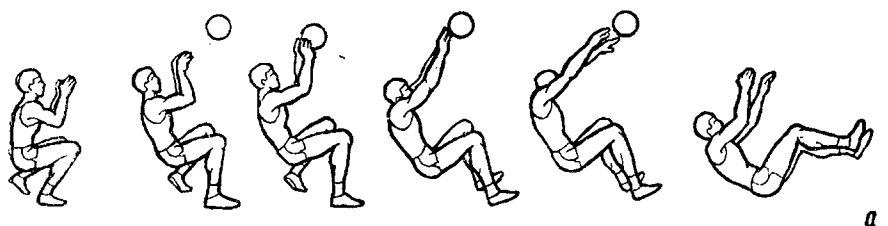
При передачах мяча в прыжке назад — за голову техника движений рук такая же, как и при передачах из опорного положения.

Передача мяча двумя руками сверху в падении применяется тогда, когда мяч летит прямо на игрока. После предварительного перемещения игрок с последним шагом принимает положение приседа, одну ногу (обычно левую) ставит несколько вперед, руки выносит до уровня лица. Тазобедренный сустав находится на уровне коленного, ОЦМ тела опущен вниз и смещен за опору. При приближении мяча волейболист активным движением стопы начинает отталкиваться от опоры назад-вверх. После выполнения ударного движения он «садится на пятку» сзади расположенной ноги. Туловище, продолжая движение назад-вверх, теряет скорость и в результате силы тяжести смещается назад-вниз. После этого следует группировка и падение-перекат на таз-спину (рис. 2.10.4).

Разновидностью данного способа является прием с падением на бедро-спину, который выполняется в том случае, если мяч летит в стороне от игрока. После предварительного перемещения игрок с последним шагом принимает положение выпада вправо или влево, одна нога согнута в коленном суставе, другая вытянута в сторону. Ударное движение протекает аналогично описанному выше. После удара волейболист «садится на пятку», поворачивает туловище в сторону вытянутой ноги и постепенно опускается на площадку, последовательно касаясь ее бедром, согнутой ногой и спиной. Перекат с последующим переворотом осуществляется благодаря развиваемой туловищем инерции, получаемой в результате перемещения, быстрого снижения ОЦМ тела, выведения его в сторону за опору и отталкивания от нее в момент приема мяча.

При выполнении переката на спину и бедро-спину можно выполнить кувырок через плечо, используя для этого инерцию движения, позволяющую быстро вставать и занимать необходимое исходное положение.

Мячи, летящие с большой скоростью, принимаются и передаются, как правило, снизу двумя руками. После перемещения кисти соединяют вместе и вытягивают, напряженные руки выносят вперед. При высокой скорости полета мяча угол между плечом и вертикальной осью туловища находится в пределах 40° , а после соприкосновения рук с мячом он уменьшается до $10-12^\circ$, так как руки волейболиста, амортизируя удар, смещаются назад-вниз



Исходное положение	Смещение рук назад - вверх \approx 0,09 с	Аморти- зация и вылет мяча \approx 0,05 с	Смещение рук назад - вверх \approx 0,08 с	Смещение рук назад - вниз
-----------------------	--	---	--	---------------------------------

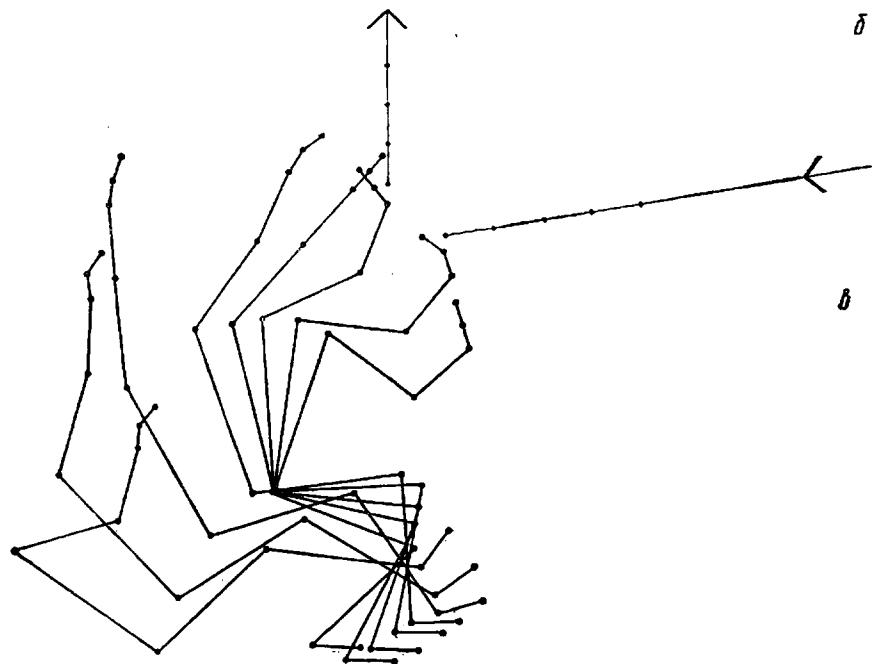


Рис. 2.10.4. Циклограмма — а, хронограмма — б и контурограмма — в техники приема и передачи мяча сверху с падением и перекатом на спину

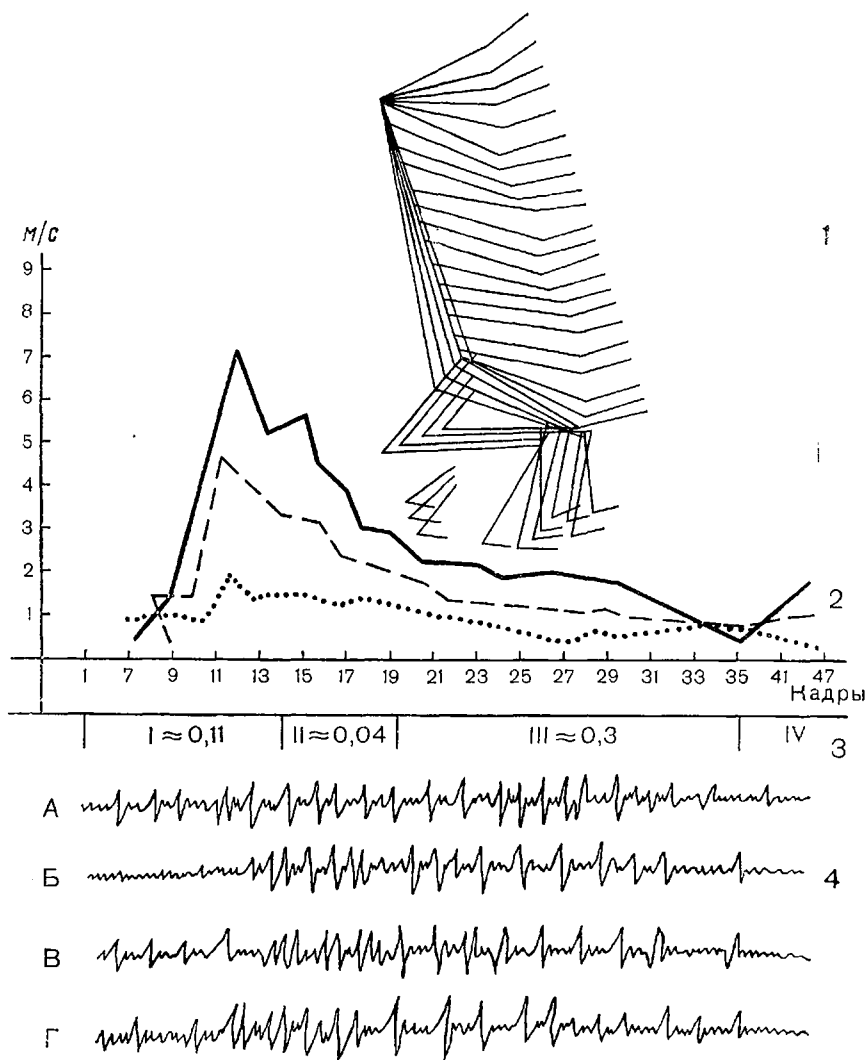


Рис. 2.10.5. Передача мяча снизу двумя руками: 1 — контурограмма; 2 — график скоростей передвижения суставов: сплошная линия — лучезапястный сустав, пунктирная — локтевой, точечная — плечевой; 3 — хронограмма движения по фазам; 4 — ЭМГ: А — двуглавая мышца плеча; Б — трехглавая; В — общий сгибатель кисти и пальцев; Г — общий разгибатель кисти и пальцев

(рис. 2.10.5). ОЦМ тела опускается, ноги незначительно согнуты в коленных суставах ($110\text{--}112^\circ$), туловище несколько наклонено вперед. При приближении мяча ноги разгибаются в коленных суставах, туловище игрока поднимается вверх и несколько вперед, руки смещаются вверх-вперед.

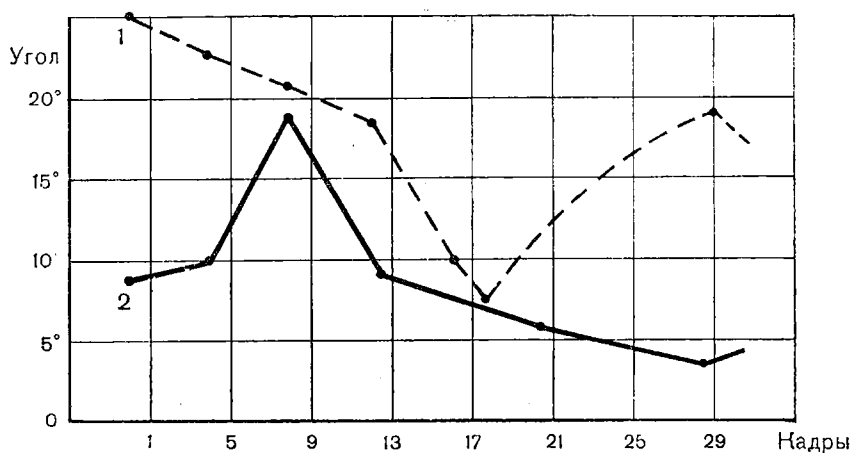
Динамографическая запись усилий, прилагаемых к опоре, свидетельствует об активных движениях, направленных на отталкивание игрока от опоры вверх-назад, при котором происходит одновременное разгибание суставов стопы. Этим обеспечивается амортизация удара.

Удар по мячу выполняется напряженными предплечьями в течение 0,03 с. Мышечное напряжение двуглавой и трехглавой мышц плеча, общего разгибателя пальцев и кисти повышается к моменту ударного движения и затем плавно понижается в послеударном движении. После приема руки смещаются вперед-вверх за счет выпрямления туловища и разгибания ног (рис. 2.10.6).

Одной рукой принимают мячи, летящие далеко от игрока, после предварительного перемещения или выпада. Ударное движение выполняется напряженной кистью.

Прием мяча снизу двумя руками или одной в падении на бедро-спину выполняется аналогично описанному выше с той лишь разницей, что ударное движение по мячу осуществляется двумя или одной рукой снизу.

Большое значение для успешной игры в защите имеет прием мяча снизу одной рукой (реже двумя) в падении вперед на руки с последующим скольжением на груди-животе. Выполняя последний шаг передвижения, игрок делает выпад вперед, а затем толчком находящейся впереди ноги, посылает туловище вниз-вперед, руки для предстоящего махового движения несколько отведены назад. ОЦМ тела игрока смещается, туловище выносится за опору



Исходное положение	Подготовительная фаза	Рабочая фаза	Заключительная фаза
--------------------	-----------------------	--------------	---------------------

Рис. 2.10.6. Изменение углов: 1 — между плечом и вертикальной осью туловища; 2 — между бедром и голенью при приеме мяча снизу

и отклоняется вперед от вертикали, руки выносятся вперед и готовятся к приему мяча. Одновременно с толчком находящуюся сзади ногу маховым движением выносят вверх, туловище игрока перемещается в пространстве вперед-вверх, угол его наклона к горизонтали увеличивается, удар по мячу осуществляется в полете тыльной стороной ладони либо кулаком.

После удара обе руки вытягивают вперед и разводят в стороны несколько шире плеч. Туловище игрока продолжает находиться в безопорном положении. ОЦМ тела смещается вперед-вниз по касательной к поверхности площадки. При приземлении на руки амортизация осуществляется главным образом уступающим движением пояса верхних конечностей. Туловище прогибается в

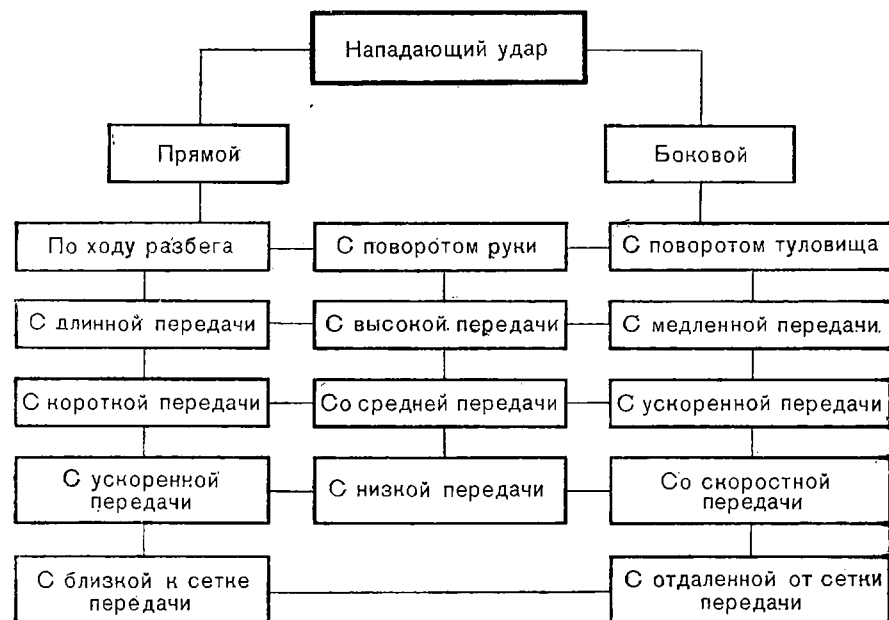


Схема 9

поясничной части позвоночного столба, опускаясь вперед-вниз до соприкосновения груди и живота с площадкой. Приземление сопровождается скольжением туловища по площадке, подбородок при этом отклоняется несколько назад.

Нападающие удары характеризуются сочетанием сложных по координации движений, выполняемых в кратковременных интервалах с большой концентрацией мышечных усилий, соединяющих в себе силу, скорость, ловкость и точность. Техника нападающих ударов классифицируется следующим образом (схема 9).

Нападающий удар, представляется как целостная система, состоящая из подготовительной фазы (разбега, прыжка, замаха,

полета), основной (ударного движения) и заключительной (снижения и приземления).

Подготовка к выполнению нападающих ударов осуществляется за счет ускоренной ходьбы, переходящей на бег. Разбег включает в себя 2—4 шага. Это обусловлено начальным положением при подготовке к атаке, а также тактической направленностью второй передачи. Средние показатели длительности выполнения первого шага (0,54—0,58 с) свидетельствуют о его высокой вариативности. Для второго шага разбега характерно двухопорное, одноопорное и безопорное (шаг выполняется в виде бегового) положение. Здесь волейболист определяет траекторию полета мяча и корректирует скорость разбега.

Третий шаг разбега, предшествующий прыжку, состоит из одноопорного и безопорного положения. Элементом, предшествующим прыжку, является безопорное положение третьего шага — «скачок». Доминирующим способом постановки ног при отталкивании является поочередный (98,7%), при этом в момент «скачка» выносятся и становятся на опору маховая нога, затем толчковая.

Общая длительность временной организации движений разбега выражается формулой: $T_0 = T_n + T_p$, где T_n — время полета мяча при второй передаче, T_p — разница во времени между началом разбега и второй передачей. Значение величины T_p имеет положительный знак, если разбег начинается с опережения момента передачи, что наблюдается при так называемых темповых нападающих ударах и отрицательный, когда разбег начинается позже момента передачи.

В движениях выхода к мячу наблюдается качественно различные направления приспособительных изменений. Они могут быть во времени начала разбега либо во времени перемещения. В соответствии с этим выделяют два способа действий: прогнозирующий, в котором изменяется лишь время начала движения при сохранении постоянства во времени перемещения, и коррекционный, в котором адекватно длительности передачи изменяется лишь время передвижения. При этом момент начала разбега зависит от способа передачи.

При нападении чаще всего изменяются начало разбега относительно передачи и длительность непосредственного перемещения волейболиста (табл. 4).

Таблица 4

Передача	T_0 , с	T_n , с	T_p , с
Короткая	1960 ± 60	540 ± 50	1420 ± 32
Прострельная	2010 ± 174	980 ± 41	1030 ± 169
Средняя — из зоны 3 в зону 4	2030 ± 72	1440 ± 15	590 ± 70
Высокая — из зоны 3 в зону 4	2030 ± 59	1630 ± 16	400 ± 57
Из глубины площадки в зону 4	1930 ± 68	1640 ± 22	290 ± 64

С помощью этой классификации определяются основные факторы, от которых зависит эффективность овладения рациональной техникой разбега. К ним относят: способность к предвосхищающей оценке передачи мяча на основе учета предварительной информации об игровой ситуации; умения и навыки корректировки движения разбега в ходе его выполнения.

Техника выхода к мячу может иметь существенные различия: общая длительность действия, длительность отталкивания, горизонтальная скорость разбега и пр. С учетом этих кинематических характеристик противоположные по своей организации способы выхода к мячу следует классифицировать на прогнозирующе-скоростной и коррекционно-замедленный.

Длина разбега составляет 2—4 м (2—3 шага и прыгивание). При прыгивании стопа вынесена вперед, нога ставится на пятку — «стопающий шаг», вторая нога приставляется к первой, выпрямленные руки отводятся назад. От слитности движений в этот момент зависит эффективность использования силы инерции, образуемой горизонтальной скоростью разбега, которая преобразуется затем в вертикальную скорость прыжка. Отталкивание от опоры начинается с маховых движений рук по дуге сзади-вперед-вверх еще до активного разгибания ног. Дальнейший подъем тела происходит за счет энергии, накопленной во время разбега, по инерции. Чем короче разбег, тем больше должна быть развиваемая биомеханическими цепями мощность. Если волейболист на коротком пути не в состоянии выполнить работу, необходимую для подъема тела на заданную высоту, не может развить нужную для него мощность, то он должен перестроить двигательное действие — увеличить мощность в фазе разбега или увеличить путь (а значит и время) разбега.

В волейболе прыжок вверх должен быть максимально высоким, поэтому волейболисту необходимо отталкиваться как можно сильнее, чтобы сообщить телу к моменту прекращения контакта с опорой наибольшую вертикальную скорость. Отталкивание выполняется посредством собственно отталкивания ногами от опоры и маховых движений руками. Эти движения тесно взаимосвязаны, и от их согласованности в значительной мере зависит вертикальная скорость (рис. 2.10.7). Силы мышечных тяг, действуя в качестве движущих сил, обуславливают ускоренное движение подвижных звеньев волейболиста.

При контакте с опорой возникают силы взаимодействия, изменяющие характер движения ОЦМ тела. Во время контакта с опорой тело волейболиста перемещается в полном соответствии с накопленным количеством движения и действующими силами, прежде всего силой тяжести тела и реакцией опоры. В зависимости от того, как направлена равнодействующая всех приложенных к телу внешних сил, оно приобретает то или иное ускорение, пропорциональное величине равнодействующей и также направленное.

Существенное значение для высоты прыжка имеет положение

Разбег	Амортизация	Отталкивание	Взлет	Ударное движение	Опускание к опоре и приземление
--------	-------------	--------------	-------	------------------	---------------------------------

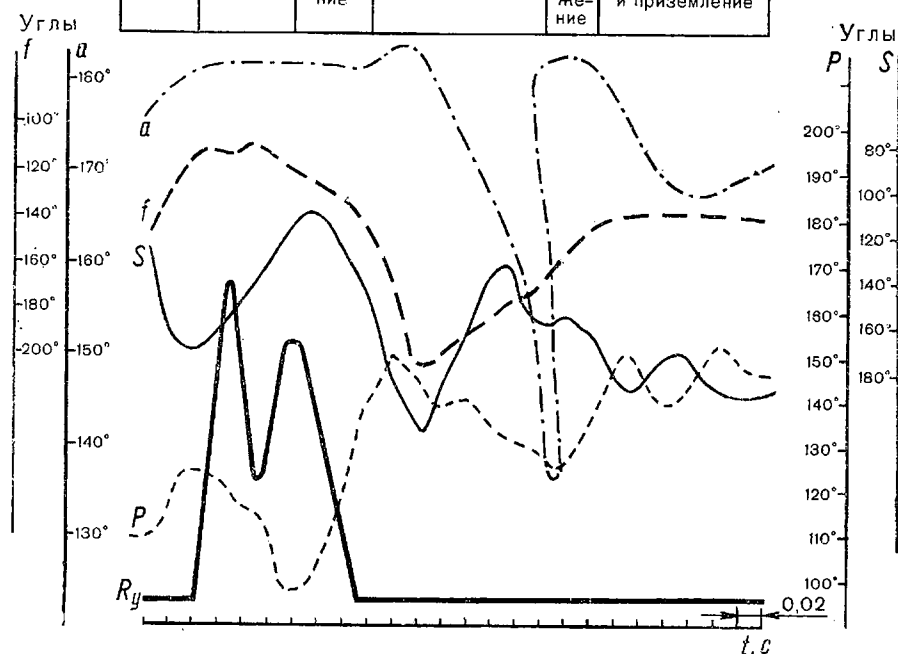


Рис. 2.10.7. Согласованность звеньев тела волейболиста при выполнении нападающего удара: a — изменение угла в локтевом суставе правой руки; f — изменение угла в тазобедренном суставе; S — изменение угла в коленном суставе; P — изменение угла в голеностопном суставе; R_y — вертикальная составляющая опорной реакции

стоп при отталкивании. Наиболее рациональным является естественное для игрока параллельное положение стоп или небольшой разворот их кнаружи.

Максимальной силы отталкивания можно добиться, если начать его лишь слегка согнутыми ногами. Но при этом время воздействия на опору очень мало, и импульс силы окажется небольшим. Время отталкивания будет велико, если волейболист неспеша («вполсилы») разогнет ноги. Но тогда воздействие на опору и соответственно сила реакции опоры окажутся малы, импульс реакции опоры лишь ненамного превысит импульс силы тяжести тела, и суммарный импульс будет незначительным.

Иначе обстоит дело с размахом суставных движений, косвенно определяющих время отталкивания. Здесь большое значение приобретает плечо момента силы тяги мышц, в связи с чем одной и той же величине силы воздействия на опору может соответствовать различное положение суставов. Поэтому, стремясь прыгнуть

как можно выше, волейболисты приседают слишком глубоко, в меру своих силовых возможностей. В таком приседе момент силы реакции опоры относительно общей оси тазобедренных суставов и момент силы тяжести относительно поперечных осей коленных суставов намного больше чем в неглубоком приседе (при той же силе тяжести и реакции опоры). Плечи соответствующих сил в первом случае также больше. Так как основное значение имеет превышение силы реакции опоры над силой тяжести тела то глубокое приседание оказывается целесообразным для более сильного физически (на килограмм массы тела) волейболиста.

По мере увеличения скорости суставного движения предельная сила, развиваемая мышцами, уменьшается. Вследствие этого начинать отталкивание из слишком глубокого (для данного волейболиста) приседа — невыгодно. В связи с этим очень важно оптимизировать глубину предварительного сгибания ног перед отталкиванием.

Большое сгибание ног (около 120°) способствует увеличению пути «разгона» ОЦМ тела, но уменьшает мощность отталкивания. В то же время сгибание ног в коленных суставах ($120-130^\circ$) увеличивает мощность усилий при отталкивании, но уменьшает путь ОЦМ тела. Поэтому при большой силе нижних конечностей следует сгибать ноги в коленных суставах в пределах $110-115^\circ$. При относительно малой силе ног и преобладании в движениях скоростного компонента (у юных волейболистов) целесообразно выполнять прыжок с углом сгибания ног в коленных суставах $120-130^\circ$. Если прыжок выполняется с места, то ноги сгибаются в коленных суставах до $80-90^\circ$. Это объясняется тем, что в данном режиме работы мышцы нижних конечностей не могут проявлять максимальную силу. Поэтому для увеличения высоты прыжка следует значительно увеличить путь перемещения ОЦМ тела (рис. 2.10.8).

Разгибание ног в коленных суставах происходит за счет резкого сокращения четырехглавой мышцы бедра и трехглавой мышцы голени; разгибание туловища — за счет работы большой ягодичной, полусухожильной, полуперепончатой и двуглавой мышцы бедра. Уступающее движение имеет довольно большой размах при постепенном наращивании напряжения растягиваемых мышц до околопредельной величины. Благодаря этому с самого начала волейболист отталкивается очень энергично.

Анализ электромиограмм в сопоставлении с динамограммой и внешней формой движения показывает, что биоэлектрическая активность в мышцах начинается появляться с момента напрыгивания, затем амплитуда биопотенциалов постепенно возрастает, достигая наибольшей величины на мышцах голени в завершающем моменте отталкивания. За счет работы трехглавой мышцы голени, задней большеберцовой, длинного сгибателя большого пальца, длинной и короткой малоберцовой происходит сгибание стопы в заключительный момент толчка. Это движение способствует завершению

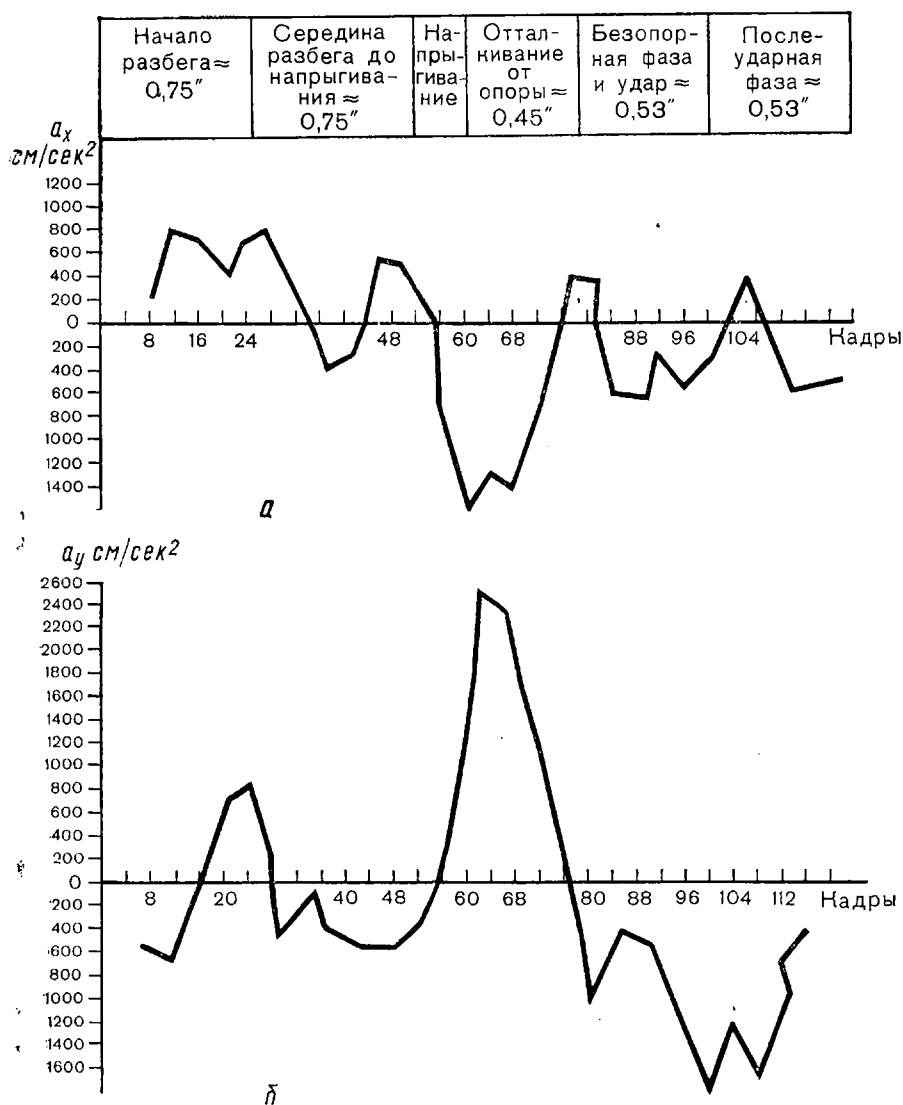


Рис. 2.10.8. Графики горизонтального — *а* и вертикального — *б* ускорения ОЦМ тела волейболиста при нападающем ударе

отталкивания и сопровождается реактивным всплеском динамографической кривой (рис. 2.10.9).

В момент отталкивания ноги из положения приседа разгибаются во всех суставах и отрываются от опоры, тело движется вверх и несколько вперед.

В безопорном состоянии траектория тела predetermined в каждый момент вектором скорости, величиной и направлением.

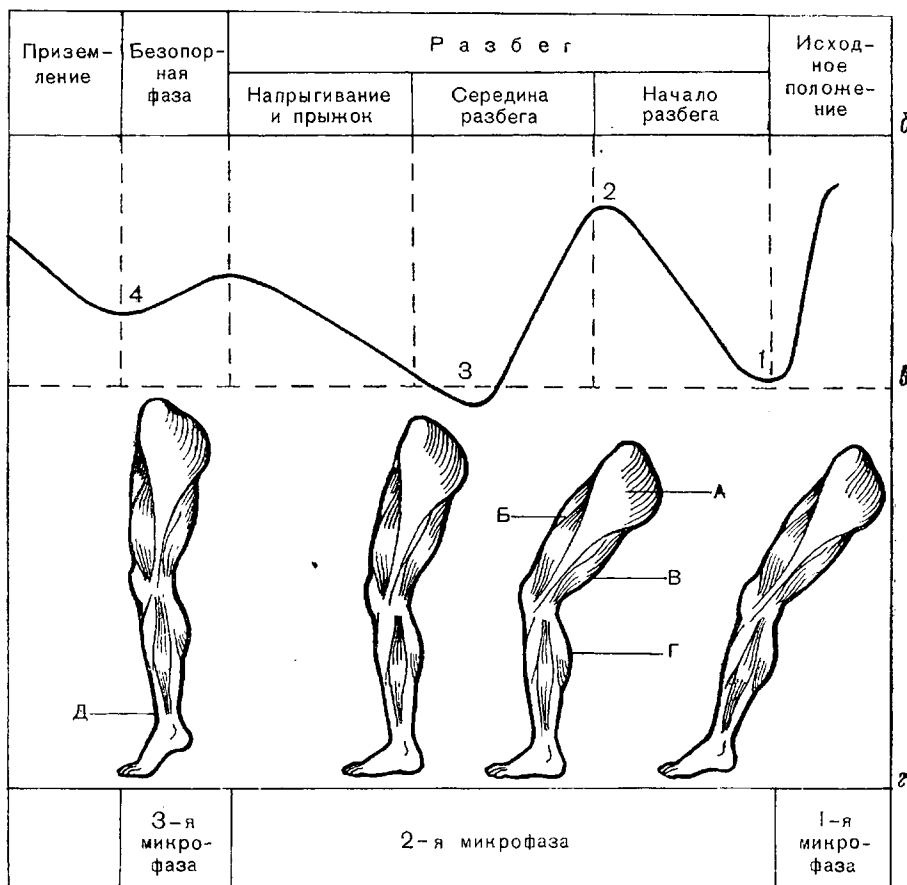
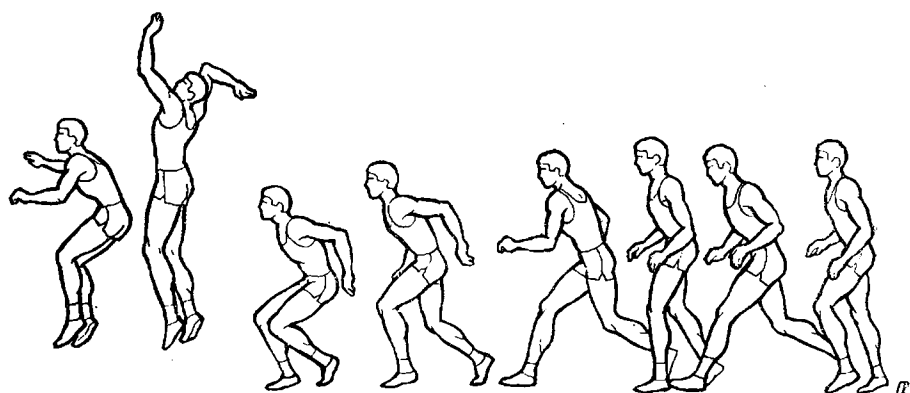


Рис. 2.10.9. Нападающий удар: а — контурограмма; б — хронограмма; в — динамограмма (зубец 1 — всплеск динамографической кривой в результате постановки ноги на опору; 2 — падение давления при сгибании ноги; 3, 4 — увеличение давления на опору при отталкивании); г — анатомическая структура фазы отталкивания (А — большая ягодичная мышца; Б — четырехглавая бедра; В — полусухожильная; Г — трехглавая голени; Д — длинный сгибатель большого пальца)

Начальная скорость полета, т. е. скорость в момент прекращения контакта с опорой в свою очередь полностью предопределена теми воздействиями на тело, которые предшествовали моменту перехода в безопорное состояние. Целесообразно разделять скорость тела в безопорном состоянии на вертикальную и горизонтальную составляющие.

Траектория тела в безопорном состоянии всегда имеет параболическую форму и расположена в вертикальной плоскости (при направлении скорости точно вверх или вниз парабола переходит в вертикальную прямую).

Время полета определяется суммой времени подъема тела (после прекращения контакта с опорой) и времени его падения (до приземления). Соотношения времени взлета и снижения приблизительно равны (0,32—0,33), что свидетельствует о выполнении удара по мячу в высшей точке подъема ОЦМ тела.

Согласно закона о сохранении кинетического момента или момента количества движения волейболист может менять ориентацию своего тела и скорость его вращения вокруг любой из трех главных центральных осей: поперечной, продольной, переднезадней (сагиттальной). Изменение позы в безопорном состоянии меняет не только взаимное расположение звеньев тела, но и их ориентацию в пространстве.

Одновременно со взлетом волейболист делает замах бьющей рукой вверх-назад, тело прогибается в грудной и поясничной частях, ноги слегка сгибаются в коленных суставах, правое плечо отводится назад. В этот момент левая рука, незначительно сгибаясь в локтевом суставе, отводится вверх-в сторону.

Наибольший эффект при скоростных движениях дают мышцы, сокращающиеся из предварительно растянутого состояния, для чего применяются подготовительные движения в виде замаха и обгона звеньев. Быстрое растягивание напряженных мышечных групп груди и живота повышает их функциональный уровень при немедленном активном возвратном движении, что способствует значительной концентрации усилий в момент удара по мячу.

Для обеспечения работы мышц в нужном движении необходимо выполнить активный, энергичный замах. Возвратное движение должно следовать немедленно за замахом, в противном случае напряжение мышц спадает и эффект замаха утрачивается. В процессе торможения замаха мышцы, ответственные за подготавливаемое замахом движение, предельно напрягаются, и одновременно расслабляются их антагонисты, поскольку звенья тела, которые выполняют замах, движутся в это время по инерции и тем самым создают достаточное сопротивление.

Энергетический эффект работы биомеханической цепи определяется размахом выполненного движения, величиной и направлением воздействия разгоняемого тела. Скорость мяча после удара тем выше, чем больше скорость ударяющего звена перед ударом. Посредством приложения согласованных усилий на пути ускорения кисти достигается скорость, необходимая конечному звену.

Максимальное достижение скорости перемещения конечного звена достигается последовательным «закреплением» суставов конечности и превращением ее из мягкой кинематической цепи в некий жесткий рычаг («палку»), что позволяет «подключить» в момент соприкосновения с ударяемым предметом к массе конечного звена массу других (проксимальных) звеньев цепи, а также корпуса. В свою очередь, это вызывает предупредительное торможение бьющей конечности в ходе замаха-удара в проксимальных звеньях цепи, заканчивающееся в дистальных. Последнее свидетельствует о важной особенности баллистических движений человека — последовательной передаче кинетической энергии из проксимальных звеньев в дистальные.

Удар по мячу представляет собой передачу значительной скорости бьющего звена за очень малый промежуток времени контакта. В момент удара по мячу бьющая рука выпрямляется в локтевом суставе, растянутые при замахе мышцы живота, груди и руки резко сокращаются. Рука выпрямляется, кисть накладывается на мяч в расслабленном состоянии сверху-сзади. Скорость создается не за счет поступательного перемещения бьющего звена, а за счет вращения в суставах. Это позволяет за более короткое время развить наибольшую скорость. В создании скорости последнего звена принимают участие все нижерасположенные звенья. Они приобретают скорость медленнее в силу своей большой инертности, дальние от точки опоры развивают ее за меньшее время и до больших величин.

Передача количества движений в кинематической цепи происходит в следующей зависимости: скорость проксимального звена начинает снижаться, а дистального с этого же момента возрастать. Максимальная скорость туловища при ударе с места — 3—4 м/с соответствует началу подъема кривой скорости плеча, которая доходит потом до 6 м/с. Затем возрастают скорость предплечья — до 10 м/с и скорость кисти — до 15 м/с. Начало затормаживания нижнего звена происходит с ускорением вышележащего над ним звена.

Прямая функциональная зависимость между пред- и последующими скоростями ударяющих звеньев и ударяемых тел отсутствует, а управление послеударной скоростью ударяемого предмета происходит в контактной фазе и зависит от подготовки ударяющей кинематической цепи до удара [21]. Правильное освоение навыков ударных движений не ограничивается построением движений только в кинематической системе — цепи звеньев, непосредственно выполняющих удар. Напротив, все силовое поле строится от опорного звена через корпус — до ударяющего, с максимальным использованием возможных степеней свободы.

Ударное движение бьющей руки осуществляется совокупным приведением плеча в основном за счет его вращения вокруг продольной оси и разгибания предплечья. Главным координационным моментом ударного движения бьющей руки является передача кинетической энергии вращательного движения плеча раз-

гибательному движению предплечья. Таким образом, в процессе ударного движения плечо, как звено кинематической цепи, осуществляет передачу кинетической энергии от звена к звену, а затем, являясь звеном, имеющим больше степеней свободы, чем предплечье, выполняет основную роль в выборе направления удара.

Большая скорость движения кисти обеспечивает достаточную силу удара. Поэтому при совершенствовании нападающих ударов главным образом обращается внимание не на силу удара, а на своевременность его и направление.

При выполнении нападающих ударов мышцы работают в такой последовательности: сначала напрягаются более сильные мышцы, затем с ростом скорости звеньев в биокинематической цепи — менее сильные и наконец — мышцы концевых звеньев.

Определенное значение при выполнении нападающего удара имеет положение головы. Наклон головы вперед стимулирует работу мышц передней поверхности тела, т. е. позволяет развить большую силу и мощность сгибательных движений туловища. В то же время такое положение головы затрудняет прогибание туловища, отведение ног назад, движение руками назад из положения вверх. Наклон головы назад, напротив, снижает функциональные возможности волейболистов в движениях, направленных вперед. Поворот головы налево способствует одновременному повороту туловища, а также отведению назад левой руки, опущенной или поднятой в сторону, затрудняя симметричное движение правой руки.

Послеударные движения выполняются обычно по инерции с одновременным торможением мышцами-антагонистами. Волейболист приземляется на согнутые в коленных суставах ноги, вертикальная составляющая скорости тела падает до нуля, опускание вниз прекращается. При опускании тела его потенциальная энергия частично переходит в кинетическую и частично гасится работой сил сопротивления, обусловленными мышечными напряжениями. Это дает возможность предохранить опорно-двигательный аппарат от повреждений, сохранить устойчивость тела и подготовиться к выполнению последующего активного действия.

Блокирование. К предполагаемому месту встречи с мячом на расстояние до 2 м волейболист передвигается скачком или приставными шагами, более 3 м — обычным бегом. При этом ноги игрока слегка согнуты в коленных суставах, руки опущены вниз и несколько согнуты в локтевых суставах, кисти находятся перед грудью. В исходном положении волейболист увеличивает сгибание ног в коленных и голеностопных суставах, согнутые в локтевых суставах руки находятся на уровне пояса или головы, ступни ног расставлены на ширину плеч.

При отталкивании в вертикальном направлении на опору действует тормозящая сила тяжести G . Сила $F'_{\text{ж}}$ передается через стопы на опору и вызывает реакцию опоры R (рис. 2.10.10). Внутренняя сила $F''_{\text{ж}}$ приложена к остальным звеньям тела и действует динамически как внешняя для них сила [20].

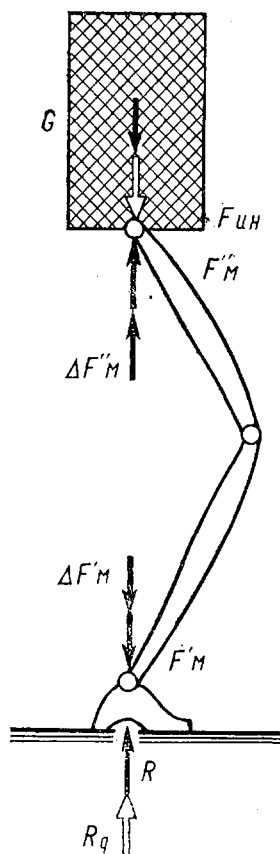


Рис. 2.10.10. Силы, приложенные при отталкивании: $F'_{м}$ — давление голени на стопу; $F''_{м}$ — давление бедра на таз; R — реакция опоры на силу $F'_{м}$, приложенную к стопе; $\Delta F'_{м}$ — давление, обусловленное массой тела; $\Delta F''_{м}$ — давление, уравнивающее силу тяжести; $F_{ин}$ — сила инерции; R_q — реакция опоры на массу тела

При неподвижном блокировании нападающих ударов, выполняемых с обычных передач, волейболист отталкивается от опоры в тот момент, когда нападающий находится в безопорной фазе. Это объясняется тем, что путь движения ОЦМ тела блокирующего короче, чем нападающего. Мысленно рассчитав пространственно-временные характеристики движений нападающего, блокирующий отталкивается от опоры. Движение начинают руки, а затем ноги.

Отводя для предстоящего махового движения согнутые в локтевых суставах руки несколько назад, игрок опускает ОЦМ тела вниз, увеличивая сгибание ног в коленных, голеностопных и тазобедренных суставах. Резким разгибанием ног, выпрямлением туловища и энергичным маховым движением рук волейболист приводит туловище в вертикальное положение. Руки выносятся над сеткой так, чтобы они остались согнутыми в локтевых суставах, предплечья при этом имеют небольшой наклон по отношению к сетке, пальцы рук разведены и оптимально напряжены. При приближении мяча руки разгибают в локтевых суставах и перемещают вперед-вверх на сторону соперника. Одновременно кисти сгибают в лучезапястных суставах и пальцами выполняют движение вперед-вниз. Кисти рук амортизируют удар и направляют мяч на сторону соперника. После завершения блока игрок приземляется на согнутые ноги. Блокирование совершается за 2—2,5 с в три фазы: распознавание действий соперника и определение зоны, где необходимо ставить блок — 0,3—0,5 с; передвижение в зону блокирования — 1—1,15 с; прыжок и вынос рук над сеткой — 0,4—0,5 с.

Важными элементами блока является выбор места и времени для прыжка и постановки рук над сеткой.

Подвижный блок аналогичен неподвижному. После выноса рук над сеткой их можно перемещать вправо или влево в зависимости от направления полета мяча. При блокировании нападающих ударов с края сетки ладонь руки, ближнюю к краю, разворачивают внутрь так, чтобы при ударе в блок мяч отскочил на площадку соперника.

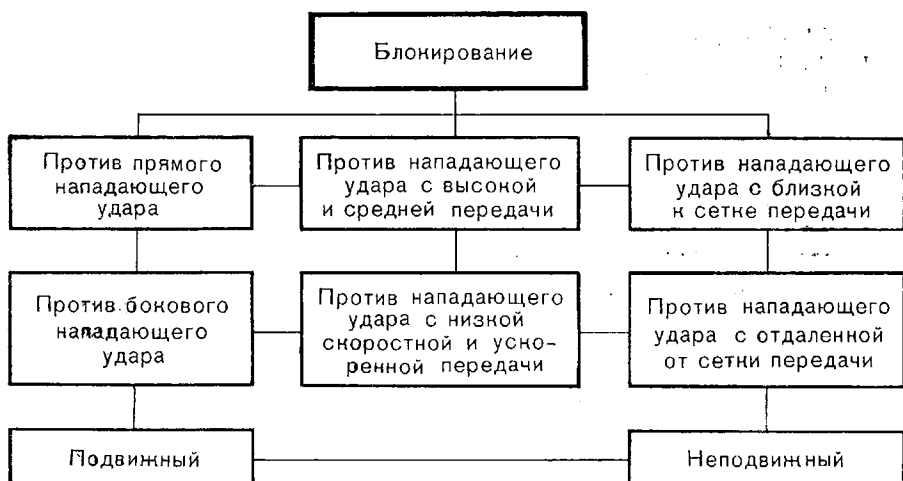


Схема 10

Техника блокирования ударов, выполняемых с различных передач, аналогична описанной выше. Исключение составляет момент отталкивания от опоры, который соотносится с началом безопорной фазы нападающего игрока.

Классификация техники блокирования представлена на схеме 10.

2.11. Ручной мяч

В ручном мяче передвижения осуществляются теми же способами, которые используются в баскетболе. Каждый игрок должен научиться быстро стартовать и изменять направление бега, использовать остановки и повороты, свободно передвигаться спиной вперед и приставными шагами [32].

Исходя из школьной программы по физической культуре ученики должны овладеть ведением, ловлей и передачей мяча согнутой рукой сверху, сбоку, снизу на месте и в движении; опорными и безопорными бросками; блокированием мяча; игрой вратаря (схема 11).

Ведение. Типичным для гандбола является одноударное ведение в сочетании с отвлекающими действиями. Начиная ведение, игрок выносит мяч вперед-в сторону и движением кисти посылает его вниз. Оттолкнувшись от пола, мяч встречается с пальцами и мягким толчком снова направляется вниз-вперед. При обводке соперника мяч целесообразно вести дальше от него рукой и в более низкой стойке, защищая мяч от выбивания туловищем или ногами.

Ловля мяча. В большинстве случаев мяч ловят двумя руками. Игрок поворачивается лицом в сторону полета мяча, напряжен-

ные пальцы расставляет в стороны, а остальными образует «воронку», несколько превосходящую размеры мяча. В момент соприкосновения с мячом пальцы обхватывают мяч, руки сгибаются в локтевых суставах, амортизируя силу летящего мяча, и постепенно принимают положение для последующих действий.

Используют также и ловлю мяча одной рукой. При этом, соприкасаясь с мячом, рука сгибается в локтевом суставе и отводится назад для погашения скорости мяча.

Передача мяча. Наиболее часто применяется передача согнутой рукой сверху, а при использовании заслонов — двумя и одной рукой снизу.

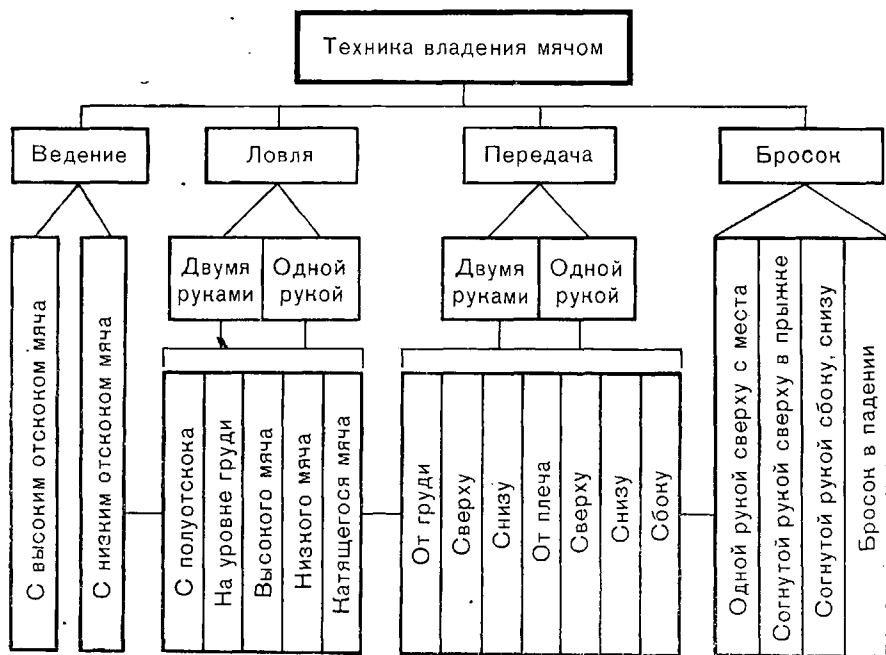


Схема 11

Передачи мяча должны выполняться с активной работой кисти, но без лишнего вращения мяча. Кистевые передачи дают выигрыш в быстроте и точности. Они сходны с бросками, но выполняются с меньшими силовыми затратами.

Бросок мяча. Характеризуется «хлыстообразным» движением руки, при котором каждое звено, получив определенную скорость от движения предыдущего и собственного мышечного усилия активно ускоряется, а затем тормозится, создавая жесткую опору для эффективного ускорения очередных звеньев тела. Этот способ взаимодействия элементов системы является оптимальным в бросковых движениях и связан с физиологическими и биомеханическими закономерностями движений.

Движение «рабочей руки» во время броскового действия осуществляется в следующей последовательности: вначале плечо и локоть выводятся вперед, обгоняя предплечье, потом следует выпрямление руки вперед и бросок мяча резким захлестывающим движением кисти. Таким образом, наблюдается обгон звеньев, при котором благодаря смещению звеньев растягиваются мышцы, обслуживающие движения последующих звеньев.

Броски в гандболе возможны с предварительным отведением мяча и без отведения. В отведении мяча могут участвовать в зависимости от игровой ситуации все звенья тела или только звенья «рабочей руки».

В подготовительной фазе броска обеспечивается оптимальное исходное положение «рабочей руки» гандболиста для начала броскового действия.

В основной фазе происходит нарастание и передача баллистической волны импульса силы от нижележащих звеньев тела к кисти «рабочей руки».

Между подготовительной и основной фазами может наблюдаться перепрограммирование броскового действия (в связи с изменением игровой ситуации), во время которого происходит корректировка его программы, сформированная до начала броска.

В заключительной фазе броска звенья кинематической цепи «рабочей руки» и тело гандболиста возвращаются в исходное положение для последующих действий.

Точность броска зависит в первую очередь от согласованности действий во многих суставах биокинематической цепи тела гандболиста. В частности, движения крупных звеньев задают общее направление бросковому действию, а движение кисти сказывается непосредственно на точности броска, поскольку именно кисть придает начальную скорость мячу в его поступательном движении. Результативность бросков зависит также от умения гандболиста правильно определить момент и способ броска.

После ловли или держания мяча одной рукой на широко разведенных пальцах при броске согнутой рукой рука отводится в противоположном направлении к броску до уровня головы (суставной угол между плечом и предплечьем составляет 80—100°. При этом туловище несколько развернуто в сторону броска боком, противоположным «рабочей руке», ОЦМ тела находится ближе к стоящей сзади ноге. Вперед выставлена нога, разноименная руке, производящей бросок.

Бросковое действие начинается одновременно с выпрямлением отставленной назад ноги и разворотом плечевого пояса «рабочей руки» в сторону броска. ОЦМ тела переносится на впереди стоящую ногу. Движением «рабочей руки» заканчивается основная фаза. Свободная от мяча рука согнута в локтевом суставе и, находясь на уровне груди при бросковом действии, резко отводится назад.

Совокупность взаимодействующих звеньев тела обеспечивает наиболее рациональное использование координационных и энерге-

тических ресурсов организма и составляет основной механизм броска мяча. Действие этого механизма приводит к нарастанию баллистической волны импульса силы от мышечного усилия ног к туловищу, плечу, предплечью и кисти с мячом.

В процессе обучения бросковым движениям у юных гандболистов развивается способность управлять звеньями тела от проксимальных к дистальным. Это связано с освоением наиболее эффективных траекторий движений, концентрацией мышечных усилий в строго определенные моменты.

Развитие системы движений броска происходит за счет овладения пространственными, затем временными и динамическими характеристиками. По мере освоения бросковых движений стабилизируется время действия и повышается величина ускорения звеньев тела. Так, у новичков нарастание величины продольного ускорения от плеча к предплечью и кисти при бросках с разбега в опорном положении составляют соответственно: $6,9 \pm 0,7$; $5,4 \pm 0,6$; $8,6 \pm 0,6$ м/с², время проявления — $0,20 \pm 0,04$; $0,18 \pm 0,03$; $0,19 \pm 0,04$ с.

В ходе становления структуры движений броска наибольшая стабильность характерна для движений звеньев «рабочей руки» (по величине ускорения, торможения и времени их проявления), а наибольшая вариативность — для движений туловища и ног.

В процессе развития структуры движений броска уменьшается диапазон индивидуальной вариативности движений и повышается уровень приспособительной вариативности, которая рассматривается как способ нахождения рационального варианта решения двигательной задачи с определенным уровнем эффективности в экстремальных условиях игры. Приспособительная вариативность возникает при выборе стратегии и тактики управления элементами системы движений в виде динамических связей, обеспечивающих надежность данной структуры движений в изменяющихся условиях игры. Наибольший диапазон приспособительной вариативности движений относится к подготовительной части движений броска, в которой проявляются вспомогательные коррекционные элементы движений, способствующие преднамеренному созданию выгодных положений для успешной реализации скоростно-силовых качеств спортсмена. В дальнейшем действие дополняется вспомогательными двигательными связями, куда входит индивидуальная и приспособительная вариативность движений, образуя целостную вариативную систему движений при броске мяча.

Бросок согнутой рукой сверху в прыжке начинается с разбега, в конце которого гандболист ловит мяч и делая шаг ногой, противоположной бросающей руке, выпрыгивает вверх. В данном шаге горизонтальная скорость разбега преобразуется в вертикальную скорость прыжка. При этом толчковая нога ставится с пятки на носок, после чего выполняется прыжок. Другая же нога сгибается в коленном суставе и немного развернутой выносится кверху-вперед. В это время осуществляется отведение «рабочей руки», которое аналогично вышеописанному способу. Вто-

рая рука сгибается в локтевом суставе, выносится вперед-вверх до уровня груди, туловище сохраняет вертикальное положение.

В момент достижения гандболистом наивысшей точки взлета производится бросковое движение. Вначале туловище разворачивается в сторону броска, а затем одновременно с выпрямлением в коленных суставах маховой ноги назад производится движение «рабочей руки», заканчивающееся выпуском мяча и свободным опусканием руки вниз.

Точность броска обуславливается местом приложения и направления действующей на мяч силы. Поэтому решающими для точности броска являются держание мяча и правильное завершающее движение кисти в момент его выпуска. Сила броска во многом зависит от амплитуды движений. Замах и выпуск мяча совершаются в безопорном положении. Толчок выполняется разноименной ногой, на которую в дальнейшем производится и приземление. Бросок совершается в высшей точке взлета вместе с активным разгибанием маховой ноги и поворотом туловища грудью к воротам. После выполнения броска гандболист приземляется сначала на толчковую ногу, затем на маховую.

Опорные и безопорные броски согнутой рукой снизу-сбоку выполняются аналогично, только движение «рабочей руки» производится с иного исходного положения.

Броски с закрытых позиций можно выполнять на высоте пояса, бедра и несколько ниже. Замах производится как и в броске сверху. После второго шага (скрестного) игрок оказывается в исходном положении для броска: ноги широко расставлены, тяжесть тела перенесена на правую ногу, рука с мячом занесена назад, туловище повернуто левым плечом к воротам и наклонено к левой ноге. Поворачиваясь грудью к воротам, он посылает согнутую в локтевом суставе правую руку вперед параллельно площадке. Затем выпрямляет руку и захлестывающим движением, в котором последовательно участвуют плечо, предплечье и кисть, посылает мяч в ворота. В конце движения кисть разворачивается ладонью вверх.

Броски с падением бывают из опорного положения и в прыжке. Первые используются при атаке с линии вратарской площадки. В координационном отношении эта разновидность бросков наиболее сложна, так как замах и бросок обычно совершаются в момент потери равновесия перед приземлением.

Бросок согнутой рукой с падением вперед выполняется из опорного положения. Игрок встает боком к воротам, масса тела полностью переносится назади стоящую ногу, стопы развернуты под углом 45° . Впереди стоящая нога согнута в коленном суставе, рука с мячом свободно опущена вниз. С началом шага ОЦМ тела переносится вперед. Бросающий приподнимается на носке опорной ноги и отводит другую ногу в сторону. Рука с мячом выносится за голову. В следующий момент начинается падение. Опорная нога разгибается, игрок сохраняя верхнюю часть туловища приподнятой, разворачивается грудью к воротам и,

следа за действиями вратаря, выполняет бросок. Мяч выпускается в последний момент перед касанием площадки свободной рукой.

Перехват мяча осуществляется резким выходом защитника, успевающего овладеть мячом раньше атакующего.

Выбивание мяча можно производить ближней к сопернику или дальней от него рукой. Удар по мячу нужно наносить, когда он оказывается незащищенным и не контролируется нападающим. Выбивание можно применять и при броске мяча. Этот прием требует точного расчета и высокой координации движений.

Основным средством в борьбе с игроками, бросающими мяч в ворота, является блокирование. Чем ближе блокирующий к нападающему, тем меньше угол попадания в ворота. Поэтому защитник, готовясь к задержанию мяча, должен внимательно следить за мячом и своевременно сделать шаг навстречу бросающему. Одновременно в направлении возможного броска выносятся выпрямленные и сближенные руки. Блокирование бросающих в прыжке осуществляется также в прыжке. Чтобы своевременно выпрыгнуть, защитник, приняв стойку на согнутых ногах, должен определить начало и направление броска.

Финты выполняются без мяча и с мячом. Финты без мяча (ускорения, повороты, остановки, прыжки, выпады и другие отвечающие игровой ситуации движения) обычно выполняют нападающие, которые стремятся занять лучшую позицию или отвлечь на себя внимание защитников. Финты с мячом применяются при передачах, бросках, обводке и т. п. Все финты складываются из двух взаимосвязанных фаз: сравнительно медленного выполнения отвлекающего движения и быстрого проведения основного действия. Различают финты простые, состоящие из одного отвлекающего действия и сложные — из двух-трех движений.

При передачах используются финты с изменением направления, способа и задержкой момента выполнения. Наиболее распространенным финтом является ложный бросок с последующей передачей (за спиной, над плечом, в сторону).

При бросках применяются самые разнообразные сочетания приемов: ложная передача или бросок сверху — бросок сбоку или снизу; ложный бросок в прыжке, приземление и уход от защитника ведением; ложный замах одной рукой, перекладывание мяча и бросок другой рукой и т. д.

Особенно велика роль финтов при обводке соперника. В качестве отвлекающих действий здесь используются шаги, выпады, ложные передачи, броски и др.

Заслоны. Заслоны — эффективные средства освобождения нападающих от опеки защитников. Заслонами могут пользоваться как игроки с мячом так и игроки без мяча. Различают заслоны статические и динамические. Они могут ставиться одним или несколькими игроками.

Внутренний заслон ставят так, чтобы оказаться сбоку или несколько сзади от защитника. При этом нападающий обращен лицом или спиной к защитнику. Последний, пытаясь догнать

уходящего в направлении заслона игрока, сталкивается с заслоняющими и теряет контроль над своим подопечным.

При внешнем заслоне игрок занимает место между нападающим и защитником, тем самым создается возможность для броска по воротам или получения мяча. Заслон с мячом выполняется одновременно с поворотом спиной к заслоняемому защитнику, мяч укрывается и передается двумя руками снизу.

Подвижный заслон используется для того, чтобы нападающий более длительное время оставался без опеки. При этом заслоняющий, оказавшись между своим игроком и его защитником, не останавливается, а продолжает движение в направлении выхода нападающего.

Групповой заслон применяется главным образом при розыгрыше свободного 9-метрового броска и заключается в том, что два или несколько нападающих, располагаясь вплотную друг к другу, преграждают защитникам выход к игроку, владеющему мячом. Как и в других случаях, заслоняющие могут располагаться спиной или лицом к сопернику.

Стойка вратаря имеет большое значение для последующего выполнения игровых приемов. Оптимальной считается такая стойка, при которой стопы ног параллельны и находятся на расстоянии не более 25—30 см, руки значительно согнуты и направлены в стороны-вверх, кисти рук на уровне плеч (или чуть выше) и развернуты ладонями вперед, туловище несколько наклонено вперед. Наиболее рациональным способом передвижения вратаря является передвижение приставными шагами влево-вправо и вперед.

Отражение мяча, направленного в верхнюю часть ворот, производится руками. Во время соприкосновения мяча с рукой ладонь должна быть незначительно развернута книзу. Это позволит направить мяч в сторону пола, не дав ему возможности отскочить в поле. Если же мяч брошен очень сильно, то лучше всего парировать его предплечьем, стараясь перебросить над штангой.

При броске мяча в верхний угол ворот вратарь выполняет толчок ногой и выводит руку вверх-в сторону, прикрывая угол ворот. Если же мяч направлен в ворота низом, вратарь перекрывает ему путь ногой, делая выпад в сторону летящего мяча. В зависимости от высоты полета мяч отражается соответствующими звеньями биокинематической цепи ноги, но во всех случаях мяч осуществляется толчком противоположной ноги. Мизиница ноги развернута стопой наружу. Одноименная рука всегда поддерживает вываев блокирующую ногу.

При атаке с флангов вратарь выходит вперед на 1—2 м от ближней штанги. Ближняя к штанге рука перекрывает верхний и нижний углы, другая рука отведена вверх и поставлена в сторону, закрывая дальний верхний угол. Вратарь всегда выводит руку вперед навстречу мячу. Одноименная с мизиницей нога всегда движется сверху-вниз-вперед и отражает мяч.

Процесс формирования готовности к совершению того или иного активного двигательного акта, решения конкретной ситуационной задачи по защите ворот в игре гандбол можно разделить на четыре фазы: 1) предрешение; 2) принятие решения и начало защитного действия со многими степенями свободы; 3) сокращение степеней свободы и определение общего направления полета мяча, брошенного в ворота; 4) точное движение на перехват мяча и оценка достигаемых результатов выполненного защитного действия.

Для первой фазы характерно обобщение всех особенностей сложившейся в данный момент игровой ситуации и сопоставление ее со своими индивидуальными возможностями. На основании воспринимаемой информации о перемещениях нападающих команды-соперника и выполняемых ими передачах мяча вратарь передвигается в воротах приставными шагами в сторону передачи мяча, предопределяя общую программу своих действий.

Выбор позиции в воротах определяется игровой ситуацией в данный момент, т. е. дистанцией и углом, под которым действует нападающий соперников, владеющий мячом, а также расположением своих игроков в защите.

При выборе исходной позиции в воротах для задержания мяча вратарь должен занять место на воображаемой линии (биссектрисе), делящей угол броска пополам. Первая фаза характерна устойчивым положением вратаря, что дает ему возможность в нужный момент изменить свои действия. Длится она 4—25 с.

Характерной особенностью второй фазы является принятие решения и начало защитного действия со многими степенями свободы в связи с формированием готовности вратаря к выполнению активного действия. В этой фазе предопределяется дальнейший ход развития единоборства вратаря и нападающего и выбирается наиболее эффективная программа. Вратарь на основании воспринимаемой информации о явной угрозе броска мяча в ворота уточняет исходное положение и начинает защищаться, оставаясь в достаточно устойчивом положении, чтобы иметь возможность своевременно изменить структуру движений.

При условии выполнения броска мяча в ворота из средней зоны с различных дистанций начало защитного движения вратаря будет опережать бросок мяча, произведенный с расстояния 6 м — на 0,14—0,15 с; 7 — на 0,13—0,14; 8 — на 0,07—0,08; 9 — на 0,03—0,04; 10 м — на 0,01—0,02 с. В игровой деятельности вратаря наблюдаются отклонения от необходимого времени начала защиты в большую или меньшую сторону, что фактически и определяет эффективность его действий. Вторая фаза длится 0,2—0,4 с.

В третьей фазе происходит выбор защитного действия, наиболее соответствующего данной игровой ситуации. На основании воспринимаемой информации об игроке, производящем бросок мяча в ворота, вратарь определяет общее направление полета мяча. При этом учитываются: направление и расстояние выполнения броска, перемещение звеньев тела игрока команды сопер-

ника и особенно его руки с мячом; способ выполнения броска; расположение партнеров в защите и их действия в момент броска; возможности игрока, производящего бросок, и особенности выполнения им бросков.

Для третьей фазы характерно уменьшение площади опоры и увеличение тонуса мышц вратаря, принимающих активное участие в выполнении защитного движения.

На основании воспринимаемой информации о начальной стадии броска нападающего вратарь из множества возможных способов задержания мяча отбирает наиболее оптимальные для данной игровой ситуации, сопоставляя свои действия с действиями защитников. По времени третья фаза длится 0,06—0,12 с.

С принятием решения целенаправленно защищаться начинается четвертая фаза активного действия на бросок мяча в ворота.

2.12. Футбол

По характеру игровой деятельности выделяют технику полевого игрока и технику вратаря, которые состоят из конкретных приемов игры и выполняются различными способами.

Передвижения включают в себя бег, прыжки, остановки, повороты (схема 12). Целесообразное и рациональное использование приемов передвижения, их способов и разновидностей позволяет эффективно вести игру.

Бег — основное средство передвижения в футболе, которое применяется игроками в основном для выхода на свободное место, преследования соперника и т. д. Бег спиной вперед, приставным и скрестным шагом является специфичным способом передвижения и используется в сочетании с обычным бегом.

Прыжки в футболе разнообразны: вперед, в стороны, вверх толчком одной и двумя ногами. Они используются при выполнении отдельных способов ударов, остановках мяча.

Остановки — эффективный способ изменения направления, выполняются прыжком и выпадам.

Повороты — изменения направления движения футболиста с минимальной потерей скорости. Повороты выполняются поворотом туловища, прыжком, на опорной ноге.

Полевые игроки используют все многообразие техники передвижений и **техники владения мячом** (схема 13).

Удары по мячу являются основным приемом владения мячом и выполняются как ногой, так и головой. Удары характеризуются большой вариативностью техники выполнения. Футболист должен очень точно дифференцировать силу и точку удара по мячу, величину замаха бьющей ноги и скорость ее движения в зависимости от направления и расстояния, на которое надо вынести мяч. При ударах по воротам не допустимо поворачивать туловище, важна точная координация движений. Точность ударов зависит от выбора места постановки опорной ноги при ударе.

Удары по мячу ногой выполняются следующими основными способами: внутренней стороной стопы; внутренней, средней и внешней частями подъема; носком и пяткой. Можно выделить основные фазы движений, которые являются общими для многих способов ударов.

Предварительная фаза — разбег, который способствует предварительному наращиванию скорости ударных звеньев.

Подготовительная фаза — замах ударной ногой, который выполняется во время последнего бегового шага. В этой фазе часто наблюдается максимальное разгибание бедра и сгибание голени, в результате чего увеличивается путь стопы и предварительно

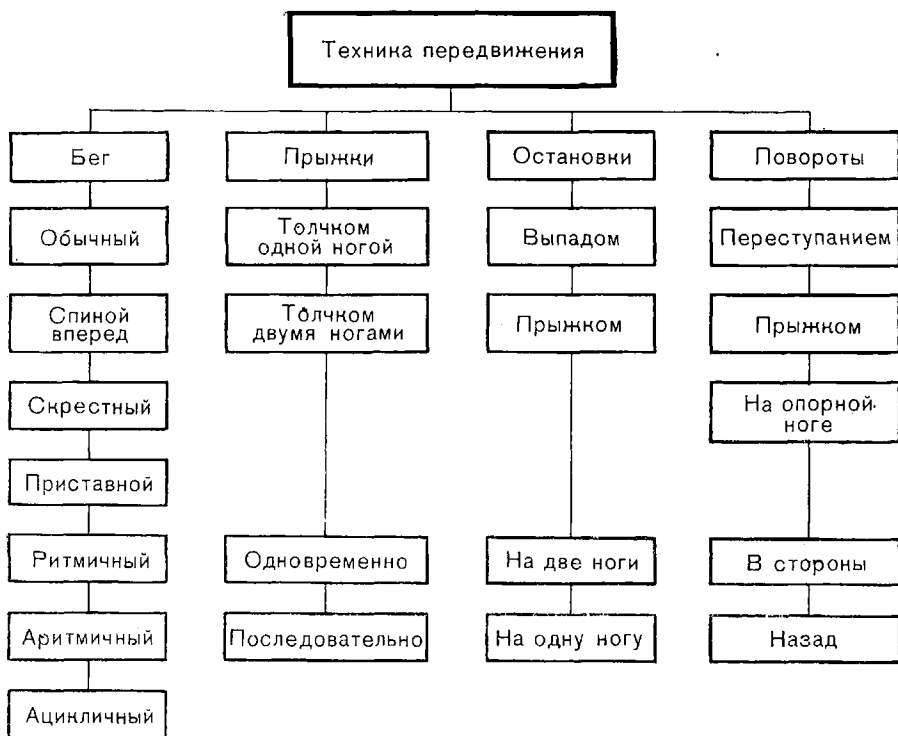


Схема 12

растягиваются мышцы передней поверхности бедра. Правильному выполнению этой фазы способствует удлиненный последний шаг разбега, который превышает остальные на 35—50 %. Несколько согнутая опорная нога ставится сбоку от мяча.

Рабочая фаза — ударное движение. Время соприкосновения с мячом следует сохранять как можно больше, так как скорость и направление полета мяча зависят от приложенной силы и времени ее действия. Ударное движение осуществляется при значительной

скорости перемещения звеньев конечности, имеющей большей частью вид открытой кинематической цепи. Так как скорость движения конечности имеет известные пределы, то необходимо увеличить массу конечного звена. Это достигается последовательным «закреплением» суставов конечности и превращением ее из мягкой кинематической цепи в жесткий рычаг, что позволяет подключить в момент соприкосновения с ударяемым предметом к массе

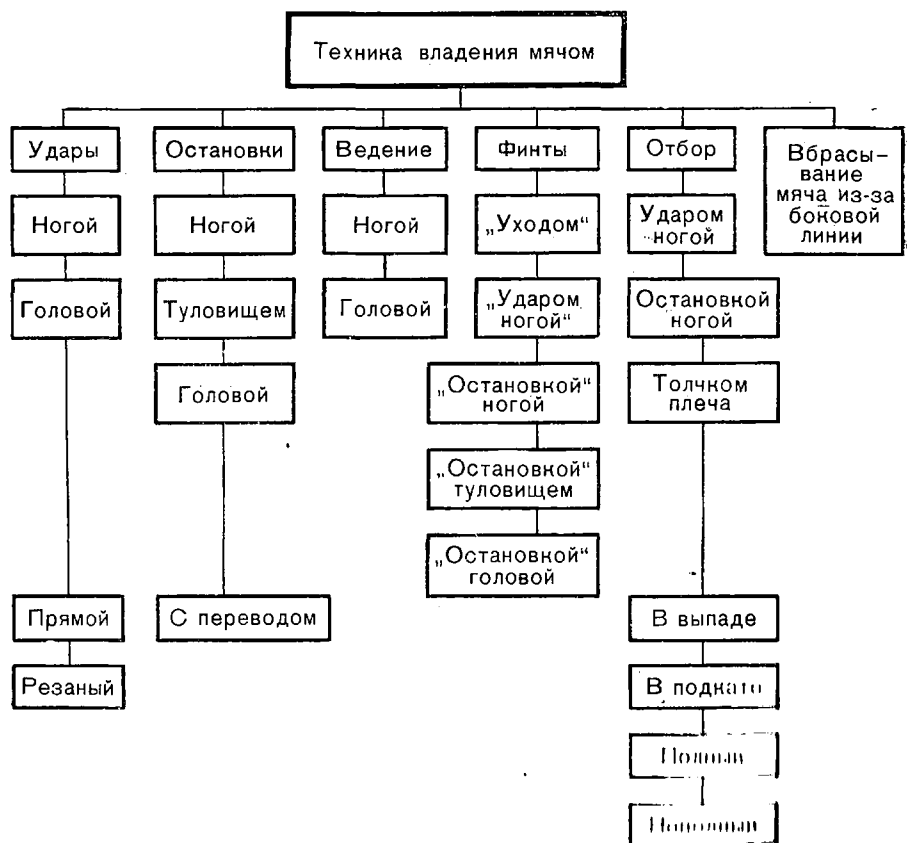


Схема 13

конечного звена массу проксимальных звеньев конечности и туловища. Описываемое явление вызывает прерывистое ускорение бьющей конечности, развивающееся при последовательном «закреплении» суставов конечности и превращении ее из мягкой кинематической цепи в жесткий рычаг, что позволяет подключить в момент соприкосновения с ударяемым предметом к массе

Биомеханический анализ ударных движений по мячу показывает, что удары по мячу можно разделить на два типа ударов по мячу [38]. Первый тип удара по мячу называется ударом по мячу «сверху».

1 Чхайдзе Л. В. Об ударе по мячу. М.: Физкультура и спорт, 1978.

и сильно, второй обеспечивает точность удара. Имеются два варианта выполнения ударов — открытый и скрытый. При скрытом варианте выполнения удара применяются различные приемы для маскировки намерений. Данные таблицы 5 дают возможность проследить основные имеющиеся изменения движений в суставах при рассматриваемых ударах.

Удары на силу и удары на точность различны по своей биомеханической структуре и биоэлектрической активности работающих мышц. Удар, который проходит через центр мяча или в непосредственной его близости, называется прямым и выполняется практически всеми способами.

Прямой удар на силу характеризуется фиксацией звеньев бьющей ноги в фазе удара, благодаря чему увеличивается жесткость этой системы, которая не позволяет стопе амортизировать. В фазе замаха наблюдается активность мышц задней поверхности бедра и голени, в частности, четырехглавой мышцы бедра, придающей ускорение голени и стопе. Прямой точностный удар характеризуется меньшей ударной массой. Удар производится нижним звеном при активном участии стопы. Поэтому икроножная и передняя большеберцовая мышцы работают одновременно без значительного падения электрической активности. Четырехглавая и передняя большеберцовая мышцы работают асинхронно.

При резаных ударах направление движения ноги идет по касательной к мячу, что вызывает его вращение, которое влияет на траекторию полета. Когда ось вращения мяча горизонтальна и перпендикулярна плоскости его движения, траектория полета ниже и короче соответствующей баллистической траектории только при вращении верхней поверхности мяча в направлении движения. Если ось вращения будет не горизонтальна, то мяч полетит вне плоскости баллистической траектории, отклонится влево и вниз против баллистической траектории; дальность его полета сократится. Резаный удар внешней частью подъема напоминает прямой удар на силу и характеризуется большим ускорением голени по сравнению с прямым. В резаных ударах на силу вращение мяча происходит за счет коленного и голеностопного суставов бьющей ноги, а при несильных ударах на точность только за счет голеностопного сустава.

С ростом квалификации футболистов увеличивается скорость перемещения при выполнении последнего шага разбега, изменяется характер распределения мышечной активности бьющей ноги, увеличивается диапазон угловых перемещений в коленном и тазобедренном суставах.

Техника выполнения ударов имеет некоторые специфические особенности.

Удар внутренней стороной стопы. Выполняется сгибанием бедра и поворотом наружу ударной ноги. В момент удара стопа находится строго под прямым углом к направлению полета мяча.

Удар внутренней частью подъема. Обладает значительной силой и точностью. При выполнении этого удара туловище несколько

Динамика суставных перемещений бьющей ноги в различные моменты удара по мячу средней частью подъема, в град. [38]

Движение	Тазобедренный сустав				Коленный сустав				Голеностопный сустав						
	Фронтальная ось		Сагиттальная ось		Вертикальная ось		Фронтальная ось		Вертикальная ось		Фронтальная ось		Сагиттальная ось		
	Сгибание	Разгибание	Отведение	Приведение	Вращение		Сгибание	Разгибание	Вращение внутри	наружу	Сгибание	Разгибание	Отведение	Приведение	
					внутри	наружу									
В момент максимального разгибания в тазобедренном суставе	—	24—30	3—6	—	—	3—14	—	—	—	2—5	1—4	—	3—15	0—3	0—8
В момент максимального сгибания в коленном суставе	16—20	—	7—10	—	—	2—9	—	—	—	3—8	1—4	—	5—16	0—2	0—8
В момент сокращения с мячом	2—9	—	0—6	0—1	0—3	0—1	—	—	20—41	0—4	0—2	—	8—15	0—2	0—5

наклонено вперед в сторону опорной ноги, в момент удара носок оттянут вниз.

Удар средней частью подъема. Замах и ударное движение выполняются в одной плоскости. При ударе носок ударной ноги максимально оттянут назад. Временная структура состоит из разбега — 0,29 с, замаха — 0,08 с, движения бьющей ноги до удара — 0,08 с, момента удара — 0,04 с, движения ударной ноги после удара — 0,13 с.

Удар внешней частью подъема. Подобен по структуре движений ударам средней и внешней частью подъема. В момент ударного движения голень и стопа поворачиваются внутрь.

Удар носком. В момент удара носок несколько приподнят.

Удар пяткой. Выполняется резким движением ноги назад. Стопа расположена параллельно земли.

Удар с поворотом. Опорная нога разворачивается в направлении удара, туловище отклоняется в сторону опорной ноги.

Удар с полуплета. Выполняется средней внешней частью подъема по мячу сразу же после его отскока от земли. Опорная нога ставится ближе к месту приземления мяча, голень в момент удара вертикальна, носок оттянут.

Удары по мячу головой. Выполняются без прыжка и в прыжке средней и боковой частью лба. При ударе средней частью лба без прыжка туловище отклоняется назад, сзади расположенная нога несколько сгибается, масса тела переносится на опорную ногу. Ударное движение начинается с разгибания ноги и выпрямления туловища, а заканчивается резким движением головы вперед. Масса тела переносится при этом на впереди стоящую ногу.

При ударе головой в прыжке выполняется толчок вверх двумя или одной ногой. Изучение вертикальной составляющей опорной реакции позволяет выделить фазы прыжка вверх толчком двумя ногами (рис. 2.12.1): амортизации (начинается в момент уменьшения опорной реакции и заканчивается в момент, когда угол сгибания ног в коленных суставах наибольший, т. е. когда площадь фигуры *cde* на тензодинамограмме становится равной площади фигуры *abc*); отталкивания (заканчивается в момент, когда вертикальная составляющая опорной реакции принимает нулевое значение); полета (вертикальная составляющая опорной реакции равна нулю).

При ударе боковой частью лба ноги расположены на ширине 30—50 см, туловище отклоняется в сторону удара. Ударное движение выполняется разгибанием ноги, выпрямлением туловища, масса тела при этом переносится на опорную ногу.

Остановки мяча. Основные фазы движения являются общими для различных способов остановок ног. В подготовительной фазе игрок принимает исходное положение, которое характеризуется переносом массы тела на опорную ногу; останавливающую ногу он выставляет навстречу мячу. В рабочей фазе производится уступающее (амортизирующее) движение несколько расслабленной ногой. В момент соприкосновения с мячом начинается движе-

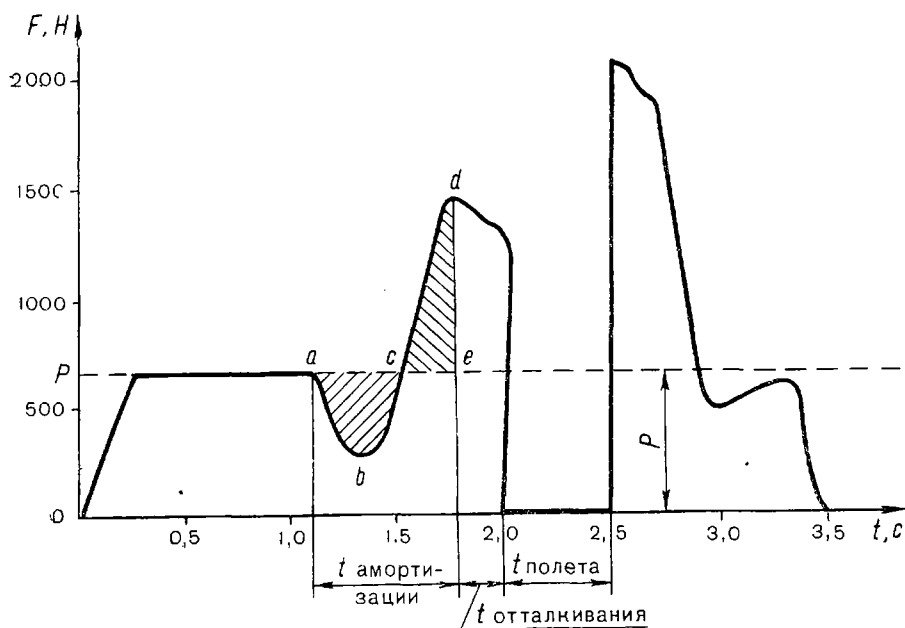


Рис. 2.12.1. Тензодинамограмма вертикальной составляющей реакции опоры при прыжке вверх толчком двумя ногами. P — значение опорной реакции, равной массе тела спортсмена

ние ноги назад с замедленной скоростью. В завершающей фазе ОЦМ тела переносится в сторону останавливающей ноги и игрок принимает необходимое положение для последующих действий.

При остановке **внутренней стороной стопы** — нога выносится навстречу мячу, стопа развернута наружу на 90° ; **подошвой** — нога выставляется вперед, носок приподнят вверх под углом $30-40^\circ$, мяч накрывается подошвой; **подъемом** — стопа останавливающей ноги располагается параллельно земле, и уступающее движение производится вниз-назад; **бедром** — бедро располагается под прямым углом к летящему мячу, уступающее движение выполняется вниз-назад; **грудью** — ноги располагаются на ширине плеч, грудью выполняется движение назад, плечи и руки перемещены вперед. **Головой** мяч останавливают преимущественно серединой лба уступающим движением вниз или назад.

Ведение мяча. При ведении используется бег и ходьба, удары по мячу ногой выполняются в различной последовательности и различными способами.

Обманные движения (финты). В технике выполнения обманных движений выделяют две общие фазы: подготовительную и реализационную. В первой фазе инсценировка обманных действий направлена на вызов ответной реакции соперника и соответствует подготовительной фазе выполнения того или иного приема игры.

Во второй фазе реализуются истинные намерения игрока с дальнейшим уходом с мячом, убиранием мяча и др.

Финты «уходом» выполняются путем неожиданного и быстрого изменения направления движения, с перемещением ОЦМ тела в нужном направлении. Финты «ударом» по мячу выполняются при сближении с соперником, ведении мяча, остановке его и т. п. Выполняется обманное движение, например удар вправо, а уход игрока влево. Финт «остановкой» мяча: всем своим видом и действиями игрок показывает что он выполняет остановку мяча. Соперник при этом замедляет движение, а игрок выполняет ускорение в нужном направлении.

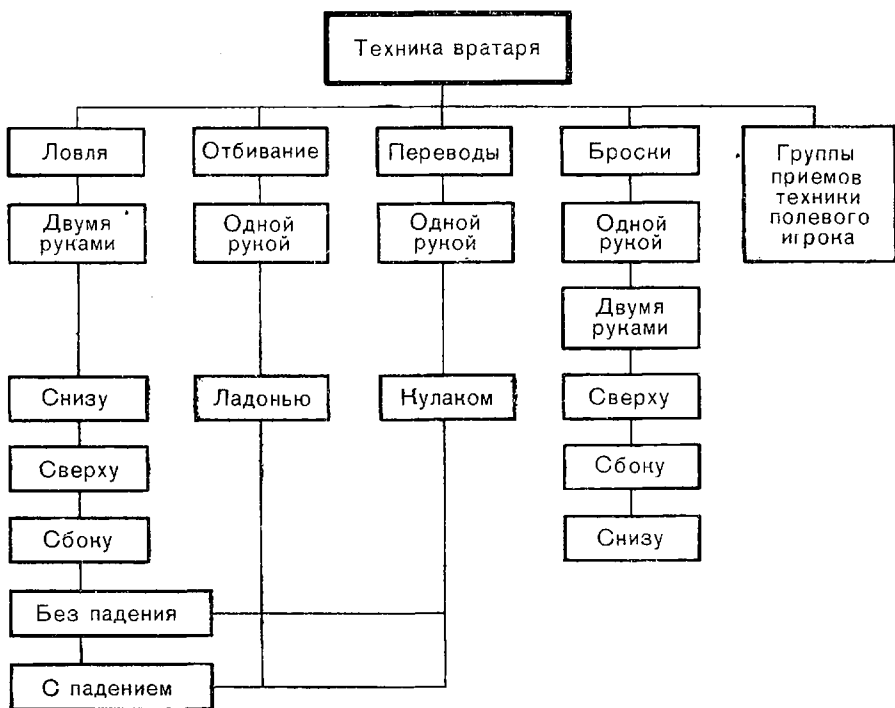


Схема 14

Отбор мяча осуществляется ударом или остановкой, при этом используются выпады и подкаты, соответственно на расстоянии 1,5—2 м и более 2 м от соперника.

При вбрасывании мяча из-за боковой линии туловище игрока отклоняется назад, руки с мячом отводятся назад. Энергичным выпрямлением ног, разгибанием туловища и рук, с заключительным усилием кистей выполняется вбрасывание мяча.

Техника игры вратаря существенно отличается от техники выполнения приемов игры полевым игроком (схема 14).

Ловля мяча является основным средством техники вратаря и используется для овладения катящимися, опускающимися и низко летящими навстречу вратарю мячами. При выполнении ловли мяча снизу вратарь наклоняется вперед, опускает руки вниз с несколько расставленными пальцами. Ноги сомкнуты и немного согнуты в коленных суставах. В момент ловли мяча вратарь подхватывает его кистями снизу и поднимает до уровня груди. При ловле мяча сверху руки выставлены вперед-вверх, ладони с расставленными и полусогнутыми пальцами обращены к мячу. Путем уступающего движения кистей и сгибания рук гасится скорость полета мяча.

В падении ловля мяча выполняется двумя вариантами: без фазы полета и с фазой полета. При ловле мяча без фазы полета вратарь выполняет широкий шаг в сторону, руки выставляет навстречу мячу. При падении вначале земли касается голень, затем бедро и туловище, вытянутые параллельно руки преграждают путь мячу. Ловля мячей, летящих на значительном расстоянии, выполняется в падении — фазе полета. Вратарь делает один или два быстрых приставных шага в направлении полета мяча. Толчок выполняется ближней к мячу ногой, руки кратчайшим путем выносятся к мячу. Падение выполняется с приземлением на предплечье, плечо и туловище.

При **отбивании мяча** одна или две руки выносятся навстречу летящему мячу. Отбивание производится ладонями, одним или двумя кулаками. Эти действия выполняются на месте, в шаге, после передвижений и в прыжке.

Перевод мяча по технике выполнения подобен отбиваниям мяча.

Броски мяча выполняются на месте, в шаге, после передвижений и чаще всего одной рукой сверху, сбоку и снизу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие биомеханики физических упражнений позволяет наиболее глубоко и разносторонне познать особенности построения движений, дает возможность с научных позиций вначале объяснить, а затем сориентировать и направить процесс обучения движениям.

Обучение движениям включает такие элементы, как виды, средства и формы работы. К видам работ относятся: оценки исходного уровня обучаемых, их индивидуальных особенностей, биомеханический анализ техники выполнения движений, разработка двигательных заданий, непосредственное проведение занятий, педагогический контроль и др.

Основным педагогическим средством и физическом воспитании являются физические упражнения (специально организованная, целенаправленная система двигательных действий с регламентируемыми биомеханическими характеристиками, с заранее обуслов-

ленным эффектом воздействия на организм занимающегося, основанная на рациональном использовании его двигательных возможностей и направленная на укрепление здоровья). С одной стороны, физические упражнения способствуют тому, чтобы занимающийся овладел кинематической (пространственной, пространственно-временной) и динамической (силовой) структурой движений, а с другой — оказывают целенаправленное воздействие на морфо-функциональное состояние организма занимающегося. Так, опосредственно, через совершенную организацию движений педагог решает задачу не только оздоровления занимающегося, но и значительного расширения функциональных возможностей его организма. При помощи физических упражнений можно добиться требуемой подвижности в сочленениях тела занимающегося, необходимой силы мускулатуры, быстроты выполнения движений и т. д. Чем более конкретно будут установлены цели занятия, тем легче подбирать упражнения — средства для их достижения. Для правильного подбора тех или иных специальных упражнений необходимо хорошо знать возможности каждого из них. К средствам обучения относятся также тренажеры и вспомогательное оборудование, позволяющие повысить эффект педагогического воздействия упражнений¹.

Формами работы учителя и обучаемого являются уроки и самостоятельные занятия. При обучении движениям происходит первоначальное ознакомление с разучиваемым упражнением. Здесь используют показ и объяснение. Личный показ должен дополняться демонстрацией наглядных пособий: кинограмм, кинокольцовок, схем, макетов и т. п. Обычно рассказ чередуется с объяснением. Используется метод целостного обучения, при котором занимающиеся выполняют движение полностью. При использовании метода обучения по частям, движение разделяют на составные части, выделяя при этом основную фазу или то, что труднее всего дается занимающимся. Успех обучения на этой стадии во многом зависит от правильного подбора подводящих упражнений. По своей структуре они должны быть близки к основному движению, а по степени упрощения соответствовать силам и возможностям занимающихся. Многократное повторение обеспечивает становление и закрепление навыков и знаний, стабильность и надежность выполнения движения. Оно предполагает также изменение условий с целью формирования гибкого навыка. Применение сопряженного метода позволяет одновременно решать задачи совершенствования техники выполнения движения и развития специальных физических качеств, формирования тактических умений. Игровой метод предполагает проведение усложненных заданий по выполнению отдельных движений или их сочетаний в виде игры. К методам управления относятся: команда, распоря-

¹ Ратов И. П. Нетрадиционные педагогические подходы в процессе подготовки спортсменов.— Теория и практика физической культуры, 1974, № 8, с. 57—60.

жение, зрительные ориентиры и слуховые сигналы. К методам двигательной наглядности следует отнести непосредственную помощь педагога занимающемуся, а также применение специального оборудования (обучающих устройств, тренажеров и т. п.). Применение метода информации предполагает доведение до сведения занимающихся результатов выполнения движений.

Использование указанных методов в процессе обучения позволяет более целенаправленно и эффективно проводить занятия по физическому воспитанию. А знание биомеханики физических упражнений позволит специалистам по физической культуре разобраться в причинах и существе технических ошибок при выполнении физических упражнений и действий, найти пути их устранения, подобрать рациональный вариант техники выполнения упражнений.

ИСТОЧНИКИ ИЛЛЮСТРАЦИИ

- Рис. 1.1.1, 1.1.3, 2.1.1 — Жуков Е. К., Котельникова Е. Г., Семенов Д. А. Биомеханика физических упражнений. М.: Физкультура и спорт, 1963, с. 98, 186, 211.
- Рис. 1.1.2 — Вопросы биомеханики физических упражнений: Сб. науч. работ/Под ред. В. К. Бальсевича. Омск, 1974, с. 34.
- Рис. 1.1.4 — Коробченко В. В. Легкая атлетика. К.: Здоров'я, 1977, с. 35.
- Рис. 1.2.1, 2.1.2 — Донской Д. Д. Биомеханика. М.: Просвещение, 1975, с. 155, 133, 148.
- Рис. 1.3.1 — Оноприенко Б. И. Биомеханика плавания. К.: Здоров'я, 1981, с. 149.
- Рис. 1.4.1, 1.5.1 — Донской Д. Д., Зациорский В. М. Биомеханика. М.: Физкультура и спорт, 1979, с. 139, 193.
- Рис. 2.1.1 — Сильченко Б. Г. Техніка вправ у спортивній гімнастиці. К.: Здоров'я, 1979, с. 98.
- Рис. 2.1.2, 2.3.1, 2.7.1 — Донской Д. Д. Движения спортсмена. М.: Физкультура и спорт, 1965, с. 92, 179.
- Рис. 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.4.6 — Ланка Я. Е., Шалманов А. А. Биомеханика толкания ядра. М.: Физкультура и спорт, 1982, с. 33, 35, 38, 44, 49, 55.
- Рис. 2.4.7, 2.5.2 — Коренберг В. Г. Основы качественного биомеханического анализа. М.: Физкультура и спорт, 1979, с. 45.
- Рис. 2.6.1, 2.6.2 — Тюпа В. В., Алешинский С. Ю. Биодинамика отталкивания при прыжках в высоту.— Теория и практика физ. культуры, 1981, № 4, с. 5.
- Рис. 2.9.1, 2.9.2, 2.9.3 — Сальченко М. Н. Двигательные взаимодействия спортсменов. К.: Здоров'я, 1980, с. 54, 64, 68.
- Рис. 2.10.1, 2.10.3, 2.10.4 — Голомазов Г. А., Ковалев В. Д., Мельников А. Г. Волейбол в школе. М.: Просвещение, 1976, с. 26, 38, 40.
- Рис. 2.10.2, 2.10.5, 2.10. 6, 2.10.9, 2.10.10 — Ивойлов А. В. Волейбол: Очерки по биомеханике и методике тренировки. М.: Физкультура и спорт, 1981, с. 26, 27, 52, 68, 73.
- Рис. 2.10.7, 2.10.8 — Ивойлов А. В. Волейбол. Минск: Высш. шк., 1974, с. 45, 62.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О дальнейшем подъеме массовости физической культуры и спорта: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР.—Правда, 1981, 24 сент.
2. О реформе общеобразовательной и профессиональной школы. Сб. док. и материалов. М.: Политиздат, 1984.—112 с.
3. Агашии Ф. К. Биомеханика ударных движений. М.: Физкультура и спорт, 1977.—208 с.
4. Архипов А. А. Лыжный спорт в комплексе ГТО. К.: Здоров'я, 1974.—62 с.
5. Баскетбол. Учебн. для ин-тов физ. культуры / Под общей ред. Н. В. Семашко. М.: Физкультура и спорт, 1976.—264 с.
6. Бег на средние и длинные дистанции / Под общей ред. В. В. Кузнецова. М.: Физкультура и спорт, 1982.—176 с.
7. Бернштейн Н. А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947.—256 с.
8. Биомеханика плавания / Под общ. ред. В. М. Зациорского. М.: Физкультура и спорт, 1981.—96 с.
9. Бирюк Е. В. Художественная гимнастика. К.: Рад. на 1981—1982.
10. Богданов Г. П. Способы передвижения на лыжах. Физ. культура в шк., 1981, № 1, с. 20—23.
11. Болобан В. Н. Юный акробат. К.: Здоров'я, 1982.—100 с.
12. Волейбол / Под общ. ред. А. Г. Айрияна. М.: Физкультура и спорт, 1976, с. 19—37.
13. Галухин Р. М. Барьерный бег: Основы техники и методики обучения.—Физ. культура в шк., 1982, № 2, с. 54—58.
14. Голомазов В. А., Ковалев В. П., Мельников А. П. Волейбол в школе. М.: Просвещение, 1976.—110 с.
15. Донской Д. Д. Движения спортсмена. М.: Физкультура и спорт, 1965.—198 с.
16. Донской Д. Д. Законы движения и спорт. М.: Физкультура и спорт, 1968.—176 с.
17. Донской Д. Д. Биомеханика в технике и методике обучения. М.: Физкультура и спорт, 1971.—287 с.
18. Донской Д. Д. Биомеханика. М.: Физкультура и спорт, 1981.—100 с.
19. Донской Д. Д., Зациорский И. М. Биомеханика. М.: Физкультура и спорт, 1979.—254 с.
20. Зациорский И. М., Нацак И. П., Шенников А. А. Проблемы биомеханики толканий. М.: Физкультура и спорт, 1981, № 12, 6—16 с.
21. Иванов И. И. Биомеханика броска мяча в баскетболе. М.: Физкультура и спорт, 1981.—100 с.
22. Инодзава А. И. Биомеханика броска мяча в баскетболе. М.: Физкультура и спорт, 1981.—100 с.
23. Карпинский В. В. Биомеханика броска мяча в баскетболе. М.: Физкультура и спорт, 1981.—100 с.
24. Ковалев В. П. Биомеханика броска мяча в баскетболе. М.: Физкультура и спорт, 1981.—100 с.

25. Козленко Н. А. Физическую культуру в быт школьников. К.: Рад. шк., 1979.—112 с.
26. Козловський Ю. Г. Початкова підготовка бігунів на середні та довгі дистанції. К.: Здоров'я, 1982.—176 с.
27. Конькобежный спорт. Учеб. для ин-тов физ. культуры/Под общ. ред. Е. П. Степаненко. М.: Физкультура и спорт, 1977.—264 с.
28. Конькобежный спорт/Под общ. ред. Е. А. Авдеева. К.: Здоров'я, 1978.—152 с.
29. Коробченко В. В. Легкая атлетика. К.: Высш. шк., 1977.—222 с.
30. Лазарев М., Михайлов Н., Якунин Н. Биомеханика прыжка.— Легкая атлетика, 1981, № 3, с. 8—11.
31. Ланка Я. Е., Шалманов А. А. Биомеханика толкания ядра. М.: Физкультура и спорт, 1982.—67 с.
32. Латышкевич Л. А., Маневич Л. Р. Гандбол. К.: Здоров'я, 1974.—96 с.
33. Михайлов А. Механизм отталкивания.— Лег. атлетика, 1979, № 8, с. 11—13.
34. Михайлов Н. Биомеханическая оценка отталкивания в прыжках в длину.— Теория и практика физ. культуры, 1981, № 5, с. 13—15.
35. Оноприенко Б. И. Биомеханика плавания. К.: Здоров'я, 1981.—192 с.
36. Петровский В. В. Бег на короткие дистанции. М.: Физкультура и спорт, 1978.—80 с.
37. Пименов М. П. Новые тенденции большого волейбола.— Старт, 1974, № 3, с. 20—22.
38. Попов А. В. Интенсификация совершенствования техники игры.— В кн.: Футбол: Ежегодник. М.: 1980, с. 47—51.
39. Сальченко И. Н. Двигательные взаимодействия спортсменов. К.: Здоров'я, 1980.—154 с.
40. Сильченко Б. Г. Техника упражнений в спортивной гимнастике. К.: Здоров'я, 1979.—110 с.
41. Сирис П. Прыжок в длину.— Лег. атлетика, 1981, № 2, с. 10—12.
42. Спортивная борьба/Под общ. ред. А. П. Купцова. М.: Физкультура и спорт, 1978.—422 с.
43. Спортивная акробатика/Под общ. ред. В. П. Коркина. М.: Физкультура и спорт, 1981.—236 с.
44. Спортивные игры/Под общ. ред. Ю. Н. Клещева. М.: Высш. шк., 1980.—138 с.
45. Тюпа В. В., Каймин М. А.— О механизме взаимодействия спринтера с опорой.— Теория и практика физ. культуры, 1978, № 9, с. 9—13.
46. Тюпа В. В., Каймин М. А. Анализ организации опоры при беге с максимальной скоростью.— Теория и практика физ. культуры, 1978, № 2, с. 23—29.
47. Тюпа В. В., Переверзев А. П. Биомеханика опорно-двигательного аппарата толчковой ноги при прыжках в длину.— Теория и практика физ. культуры, 1980, № 8, с. 5—7.
48. Тюпа В. В. Биодинамика отталкивания при прыжках в высоту.— Теория и практика физ. культуры, 1981, № 4, с. 14—16.
49. Тюпа В. В., Примаков Ю. Н. Биомеханика общего центра масс при прыжках в длину.— Теория и практика физ. культуры, 1982, № 2, с. 11—14.
50. Художественная гимнастика/Под общ. ред. Т. С. Лисицкой.— М.: Физкультура и спорт, 1982.—292 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Биомеханический анализ техники физических упражнений в видах спорта с циклической структурой движений	5
1.1. Ходьба	5
1.2. Легкоатлетический бег	10
1.3. Плавание	20
1.4. Лыжная подготовка	25
1.5. Конькобежный спорт	31
Глава 2. Биомеханический анализ техники физических упражнений в видах спорта с ациклической структурой движений	38
2.1. Гимнастика	38
2.2. Художественная гимнастика	45
2.3. Акробатика	48
2.4. Метание мяча, гранаты	51
2.5. Толкание ядра	55
2.6. Прыжки в длину	62
2.7. Прыжки в высоту	65
2.8. Спортивная борьба	69
2.9. Баскетбол	74
2.10. Волейбол	87
2.11. Ручной мяч	113
2.12. Футбол	121
Заключение	129
Источники иллюстраций	132
Список литературы	133