

Селуянов В.Н.

ПОДГОТОВКА БЕГУНА НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Рекомендовано Московским региональным центром развития легкой атлетики ИААФ в качестве учебного пособия

Москва, 2001

Г

УДК 796.42 С 29

Утверждено к печати Научной редакцией журнала "Научный атлетический вестник!"

Ответственный редактор проф. МЛ. Шестаков

Селуянов В.Н.

С 29 Подготовка бегуна на средние дистанции. - М.: СпортАкадемПресс, 2001.-104 с.

ISBN 5-8134-0038-9

В работе представлена прикладная теория подготовки бегунов на средние дистанции. На основе литературных данных сделана попытка разработать модель бегуна на средние дистанции и, опираясь на эту модель, разработаны средства, методы и планы подготовки средневика. Автором сделан критический анализ советской, новозеландской, английской, марокканской, кенийской и бразильской школ подготовки бегунов. Для тренеров, спортсменов, преподавателей институтов физической культуры

ISBN 5-8134-0038-9

© СпортАкадемПресс, 2001 г.

© Оформление. СпортАкадемПресс, 2001 г.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

лактатдегидрогеназа мышечного типа лактатдегидрогеназа сердечного типа - лактат (молочная кислота)

- кислород	O ₂
- углекислый газ	CO ₂
- ион кальция	Ca
- адренокортикотропный гормон	АКТГ
- гормон	Г
- рецептор	Р
- комплекс Г-Р	Г-Р
- миоглобин	МГ
- капилляры	Кап
- максимальная алактатная мощность	МАМ
- максимальное потребление кислорода	МПК
- частота сердечных сокращений	ЧСС
- аэробный порог	АэП
- анаэробный порог	АнП
- вентиляционный	АэП
- вентиляционный	АнП
- электромиограмма	ЭМГ
- поверхностная ЭМГ	ПЭМГ
- максимальная произвольная сила (Рпш)	МПС
- произвольный максимум	ПМ
- максимальная быстрая сила	МБС
- окислительное фосфорилирование	ОФ
- метод углеводного насыщения	МУН
- интенсивность	И
- продолжительность	П
- эффективность	Э
- результат	Р
- общий адаптационный синдром Селье	ОАСС

ТФП - теория физической подготовки

УИМ - умозрительное имитационное моделирование

МИМ - математическое имитационное моделирование

ЦНС - центральная нервная система

ССС - сердечно-сосудистая система

ДС - дыхательная система

СС - эндокринная система

ИС - иммунная система

МВ - мышечное волокно

ММВ - медленное МВ

ОМВ - окислительное МВ
ПМВ - промежуточное МВ
БМВ -быстроеМВ
ГМВ - гликолитическое МВ
МФ - миофибрилла
МХ - митохондрия
Гл - гликоген
СПР - саркоплазматический ретикулум
ДНК - дезоксирибонуклеиновая кислота
РНК - рибонуклеиновая кислота
и-РНК - информационная-РНК
т-РНК - транспортная-РНК
р-РНК - рибосомальная-РНК
СЖК - свободные жирные кислоты
АТФ - аденозинтрифосфорная кислота
АДФ - аденозиндифосфорная кислота
АМФ - аденозинмонофосфорная кислота
ц-АМФ - 3,5'-циклический аденозин монофосфат
Кр - креатин
Ф - неорганический фосфат
АсК-А - ацетил-коэнзим-А
Н* - ион водорода или протон
рН - показатель концентрации водородных ионов

ВВЕДЕНИЕ

Тренировочный процесс по подготовке бегунов на средние дистанции рассматривается многими специалистами (тренерами) как творческая деятельность, основанная в значительной степени на интуиции [13, 66, 95,140,143].

С этим мнением следует согласиться: поскольку большинство тренеров плохо себе представляют закономерности функционирования организма человека, в ряде случаев они не имеют специального образования [66, 95]. Однако и специалистам трудно сколько-нибудь научно обоснованно вести учебно-тренировочную работу, так как теория и методика спорта пока еще находятся на эмпирической стадии развития, в рамках которой в принципе невозможна научная разработка индивидуализированных методических рекомендаций [21].

Для преодоления эмпиризма необходимо перейти на теоретическую стадию рассмотрения предмета исследования.

В этой работе будет сделана попытка представить прикладную теорию подготовки бегунов на средние дистанции и на ее основе сделать критический анализ советской, новозеландской, английской, марокканской, кенийской и бразильской школ подготовки бегунов.

Прикладная теория подготовки бегунов на средние дистанции базируется на:

- методологии программно-целевого подхода;
- эмпирических данных об особенностях телосложения, функциональных возможностях, технике, системах подготовки бегунов;
- данных смежных наук (физиологии, биохимии, анатомии, биомеханики), обеспечивающих построение модели объекта и обосновывающих ее достоверность.

ГЛАВА 1.

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

1.1. Новозеландская школа

В 60-х годах большое влияние на развитие методики тренировки бегунов на средние дистанции оказали идеи Артура Лидьярда [76]. Успехи его учеников - Питера Снела, Халберга, Меги и других лежат в основе признания эффективности новозеландской школы. Однако уже в 70-е годы выходцев из Новой Зеландии мы не встречаем. Отчасти это объясняется тем, что Лидьярд отошел от тренерской работы, но, видимо, более существенно то, что появились другие школы, перенявшие лучший опыт Лидьярда. Что же ценного внес Лидьярд?

Основная особенность его тренировочного процесса - марафонская подготовка средневика. Сразу заметим, что его последователи ничего не добились. А причина заключается в том, что никто не заметил самого важного условия, даже сам Лидьярд, хотя он и писал: "Я преодолевал расстояния более 30 миль, бегая главным образом по крупным холмам...".

Подчеркнутое в этой фразе и есть ключ к успеху и провалам новозеландской школы. Бег по холмам на уровне АНП заставляет активировать ОМВ и ГМВ [89,105], интенсифицирует деятельность в них митохондрий. В итоге растут аэробные возможности ГМВ, растет VO₂ АНП. Поэтому успех новозеландской школы составляет комплекс: природный ландшафт плюс методика, следовательно, внедрение просто методики у нас в стране, в Финляндии, длительное пребывание Питера Снелла за рубежом (2 года) не дали положительного результата.

Таким образом, длительный бег по холмам на уровне АНП в течение 3-6 месяцев - золотое зерно новозеландской школы еще при одном условии: "Не бегайте на носках, если не хотите, чтобы икроножные мышцы работали неестественно. Лучше приземляться на всю ступню с началом касания земли пяткой" [39]. Это ограничение не касается соревновательных условий.

1.2. Английская школа

После рекордов Питера Снелла следующий крупный шаг вперед сделали Себастьян Коэ и его соотечественник С. Овет. Отец и тренер Питера Коэ в отличие от Лидьярда выбрали иной путь - увеличение МАМ как базы для аэробной подготовки [95,140]. Реализуется эта идея с помощью круговой силовой тренировки два раза в неделю, бега в холм с усилием 90% (30-40 поворотов по 100 м или 10 поворотов по 200 м).

Основу аэробной подготовки составляют забеги в холм на 1000 м по 6 раз с высоким подъемом колена и энергичной работой руками.

Двух силовых и спринтерских тренировок и двух-трех тренировок с бегом в холм на АНП в неделю достаточно для эффективного роста функциональных возможностей средневика. Интуитивно чувствуя это и зная, что длительный бег отрицательно сказывается на силовых и скоростных способностях бегуна, Питер Коэ минимизировал объем трусцой, в связи с чем годовой объем Себастьяна составлял 2500 км.

1.3. Бразильская и марокканская школы

Успешные выступления С. Коэ, видимо, повлияли на тренерскую мысль. Появились бегуны, равные по уровню С. Коэ. Это бразилец Круж (тренер Оливейра) и марокканец Сайд Ауита [143]. Анализ подготовки этих спортсменов показывает, что они придерживаются взглядов Питера Коэ, а именно:

- круглогодично выполняют круговую силовую тренировку, включая упражнения со штангой два раза в неделю;
- круглогодично выполняют спринтерскую тренировку в виде бега в холм;
- бег в холм на уровне АНП по 1000 м;
- минимальный объем бега трусцой.

Недостатком школ - английской, бразильской и марокканской - является отсутствие ясного понимания биохимических, физиологических и биомеханических механизмов, обеспечивающих успех применяемых ими средств и методов, поэтому формальный перенос методов, как и в случае с программой Лидьярда, не может принести успеха.

1.4. Советская система подготовки средневиков

На протяжении последних 30-40 лет в советской легкой атлетике появились отдельные выдающиеся спортсмены - Аржанов, Киров, Калинин*. Однако достижения этих и тем более других средневиков очень далеки от мировых рекордов в беге на 800 и 1500 м.

* Об успехах женщин можно говорить, однако распространение в мире спорта анаболических стероидов, которые существенно влияют на физическую подготовленность женщин (на мужчин значительно меньше), не позволяют строго анализировать методы тренировок, используемые на женском контингенте.

Основной причиной отставания является низкий уровень тренерской культуры, который обусловлен прежде всего тем, что "железный занавес" мешал и продолжает мешать лучшим советским тренерам перенимать опыт своих зарубежных коллег. Этот фактор является решающим в том случае, когда уровень научно-методического обеспечения во всем мире находится на низком (эмпирическом) уровне.

Для большинства специалистов СССР [1, 3,10,17, 27, 36, 38, 42, 73, 74, 109,136,141] присуще одно заблуждение - вера в то, что специализированное^ - ключ к успеху, а также вера в то, что сердечно-сосудистая система является лимитирующим фактором аэробных возможностей и будто бы длительный бег ниже и на уровне АНП (по шоссе и на равнине) способствует развитию ССС и увеличению скорости на АНП.

Все эти представления не имеют научного обоснования, наоборот, имеют факты [32, 68, 69], указывающие на бесполезность таких методов для подготовленных спортсменов.

Прорыв в этих представлениях наметился в ряде научных исследований [139] и в практической работе со спортсменами высшей квалификации [27, 39, 91]. В частности, система подготовки, описанная выше (не во всех деталях) прошла апробацию в национальной сборной команде [68, 69] и дала положительный результат (1982-1983 гг.). Однако и здесь имели место непредвиденные сложности.

Годичный цикл включал 10 этапов:

- Втягивающий - 3 недели октября.
- Первый базовый - ноябрь - декабрь (8-9 недель).
- Зимний предсоревновательный - январь (4 недели).
- Зимний соревновательный - февраль (4-5 недель).
- Второй базовый - март и апрель (7-8 недель).
- Летний предсоревновательный - май и начало июня (4-5 недель)
- Первый соревновательный - последние 3 недели июня и июль (5-6 недель).
- Разгрузочный - восстановительный (1-2 недели)
- Второй соревновательный - август и сентябрь (5-6 недель).
- Переходный период - сентябрь и октябрь (4-6 недель). Основные средства тренировки и объемы рекомендуемых средств представлены в табл 1.

Таблица 1

Принципиальная схема планирования тренировочных нагрузок в годичном цикле у спортсменов - бегунов на 800 м сборной команды СССР в 1983-1984 гг.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Всего за год
Общий объем бега, км	260	350	357	353	207	344	323	312	236	236	235	144	3360
Восстановительный	40	154	176	182	113	190	216	210	152	150	160	60	1803
Аэробный	190	158	130	122	54	130	58	50	60	62	52	84	1150
Смешанный	30	38	51	37	15	13	32	37	7	9	6	-	273
Анаэробный	-	-	-	12	25	11	17	15	17	15	17	-	129
Прыжки, км	4	8	8	8	6	8	8	10	4	4	4	-	72
Прыжки с максимальным опалкиванием, раз	100	330	350	200	-	250	350	350	200	-	-	-	2130
ОФП, час	10	14	14	12	5	12	13	10	8	8	5	-	111
Количество тренировочных дней	20	25	27	26	24	26	25	25	26	25	26	15	290
Количество занятий	30	42	43	40	29	40	40	42	40	35	26	15	422
Общее количество стартов	-	-	-	-	6	-	-	2	5	5	3	2	23
Старты на основной дистанции	-	-	-	-	4	-	-	1	4	4	3	2	18

Анализ данных табл. 1 и рис. 1 показывает, что нагрузки спланированы волнообразно. Общий объем бега в начале года нарастает, затем в зимнем соревновательном периоде снижается и вновь увеличивается на втором базовом этапе. Основную долю объема нагрузки составляет бег в восстановительном режиме. Очевидно, что применение этого средства никак не влияет на состояние мышечного аппарата, однако, создает предпосылки для накопления микротравм в сухожилиях, связках, менисках и хрящевой ткани ног. Лучше было бы полностью исключить эти нагрузки из арсенала средств подготовки бегуна. Восстановительный бег может способствовать только поддержанию размеров левого желудочка сердца, его дилатации. Заметим, что для дилатации левого желудочка сердца тренировки на ЧСС 100-150 уд/мин должны продолжаться по 4-8 часов, следовательно средствами бега эту задачу решить нельзя. Поэтому в случае недостаточного минутного объема кровообращения бегунам следует использовать не бег, а иные средства, например, велоезду, бег на лыжах или лыжероллерах, иногда плавание. При использовании перечисленных средств повреждения опорно-двигательного аппарата не наблюдается.

Бег в аэробном режиме также нельзя признать развивающим средством, поскольку проводится на скоростях ниже АНП. В этом случае рекрутируются только ОМВ, которые в достаточной мере имеют гиперплазию митохондрий и новой прибавки в них митохондрий произойти не может.

Развивающие средства - смешанный и анаэробный режимы бега - выполняются в очень малом объеме, поэтому не могут дать существенного роста скорости бега на уровне АНП.

Поэтому в план подготовки были включены дополнительные средства - прыжковые упражнения с интенсивностью 50-80% и прыжки с максимальными усилиями. Однако и здесь имели место непредвиденные сложности. Силовая подготовка реализовывалась в основном применении многоскоков на двух ногах и с ноги на ногу (пятерные, десятерные). Апробация этих средств в спортивных играх (хоккей на траве, футбол) дала положительный результат [117], но у бегунов высшей квалификации стали обостряться боли в травмированных мышцах и сухожилиях (особенно Ахилова сухожилия). Причина травм понятна - излишний объем бега с низкими скоростями с постановкой ноги на носок. В связи с усилением травматизма в одной тренировке спортсмены могли делать не более 80 отталкиваний, хотя опыт показывает, что для роста силы необходимо выполнять за одну тренировку (две тренировки в неделю) 200-300 отталкиваний. В то время не было известно, что существуют методы воспитания силы, не вызывающие травмы мышц. Сейчас бегунам следует отказаться от выполнения прыжковых упражнений в большом объеме, перейти на воспитание силы ГМВ посредством бега (лучше в холм) на 100-200 м с напряжением 90-100%, а силы ОМВ с помощью силовых упражнений, выполняемых до отказа, без расслабления мышц, по методике культуристов (см. ниже).

Несомненным достоинством представленного здесь плана тренировки является полное отсутствие тренировочных средств гликолитической направленности. Гликолитический режим тренировки запланирован только для случаев выступления в соревнованиях. Считается, что анаэробный гликолиз будто бы является главным энергетическим источником в беге на 800 м. На самом деле это заблуждение, поскольку образование в ходе анаэробного гликолиза ионов водорода (и лактата) приводит к возникновению локального утомления, отказу от поддержания требуемой скорости. Поэтому задача тренера заключается в такой подготовке мышц, в которой обеспечивается минимизация степени закисления мышц, а это возможно только благодаря увеличению массы митохондрий в мышечных волокнах. Митохондрии не только способствуют увеличению мощности аэробного гликолиза, но и поглощают избыточные ионы водорода, следовательно отдалают наступление локального мышечного утомления, дают мышцам работать в долг.

Для минимизации степени закисления мышц при выполнении развивающего режима бега длины отрезков темпового бега выбирались такими, чтобы по окончании забега степень закисления крови не превышала 70-90 мг% (рН 7,25-7,30). В этом случае митохондрии мышечных волокон не претерпевают разрушительного воздействия молочной кислоты, продолжают развиваться и активно синтезироваться. Длина отрезка, как правило, составляла 1/3 от соревновательной дистанции, для которой была выбрана скорость бега. Интервал отдыха между забегами должен был обеспечивать полный метаболизм молочной кислоты. Заметим, что описанный план подготовки бегунов на 800 м, был представлен на международной тренерской конференции в Португалии. Там он получил одобрение, в частности, были высказаны слова поздравления Питером Коу - отцом и тренером Себастьяна Коу.

Таким образом, советские спортсмены набирали за год тренировок только 400-500 км бега в развивающем режиме, тогда как сильнейшие бегуны мира имели объем развивающего бега более 1000 км (С. Коу, С. Ауита и др.). Они набирали его разными способами - бег по холмам (П. Снел), спринт в гору и силовые упражнения на тренажерах (С. Коу, С. Овett, С. Ауита).

ГЛАВА II.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕОРИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Теория спортивной тренировки (ТСТ), как и всякая другая наука, исторически развивается от эмпирической стадии к теоретической. В 90-е годы начался интенсивный поиск путей преодоления эмпиризма ТСТ.

2.1. Эмпирический этап развития теории спортивной тренировки

Эмпирическая стадия развития науки (как и любого эмпирического исследования) включает следующие этапы: 1) сбор фактического материала, 2) группировку, классификацию, систематизацию, 3) выявление эмпирических закономерностей для данной выборки, 4) переход от выборочных данных к обобщениям, свойственным генеральной совокупности изученных объектов [21, 90]. На этом эмпирическая стадия заканчивается. Важно заметить, что заканчивается она при полном непонимании смысла (сущности) изученных явлений. Поэтому и возникает потребность в развитии теоретической стадий развития науки (или любого конкретного исследования).

ТСТ получила свое относительно полное выражение в 60-70-е гг. в результате обобщения научных данных А.Д. Новиковым, Л.П. Матвеевым [138], В.М. Зациорским [53]. Результаты исследований были приведены в учебниках для институтов физической культуры [83,138]. С тех пор прошло более 20 лет, вышел новый учебник [84], однако никаких существенных изменений в нем не произошло. За прошедшее время появились оппоненты А.Н. Воробьев [34], А.П. Бондарчук [18], предлагавшие новые варианты описания ТСТ. Однако эти замечания не нашли отражения в новых учебниках. Такое отношение к фактическому материалу, в котором дано описание планирования нагрузок в тяжелой атлетике и легкоатлетических метаниях, вызывает недоумение. Ученый-эмпирик не может игнорировать фактический материал, поскольку не понимает смысла явлений. Его задача собирать фактический материал, классифицировать по формальным признакам и объективно представлять в публикациях. Недоумение быстро проходит, когда вспоминаешь недавнюю историю.

1. В 50-60-е гг. всеобщая политическая борьба с космополитизмом (в биологии во главе с Т. Лысенко, который также не признавал очевидных фактов, полученных менделистами-морганистами) вела к искажению логики эмпирического исследования, прививала привычку отбрасывать факты, не угодные лидирующей идеологии.

2. В 60-70-е гг. в науку о физическом воспитании с трудом стала проникать математическая статистика, поэтому большинство специалистов, сформировавшихся в 50-60-е гг., так и не научились ею корректно пользоваться, а именно корректно выполнять обобщения от выборочных данных к генеральной совокупности.

Специально можно остановиться на теоретических положениях Ю.В. Верхошанского [24, 25, 26] и его критике ТСТ. По его наблюдениям иностранные коллеги находят в ТСТ недостатки:

- ТСТ, в частности теория периодизации спортивной тренировки [82], не обладает свойством всеобщности, поскольку не согласуется с практикой подготовки высококвалифицированных спортсменов 80-90 гг. в спортивных играх, тяжелой атлетике, скоростно-силовых видах спорта и многих других.

- ТСТ была построена на экспериментальных фактах 50-60 гг. и уже поэтому не может рассматриваться адекватной в новых условиях нашего времени, при изменении режима питания, методическом обеспечении контроля, тренировки и процессов восстановления, например фармакологического обеспечения.

- ТСТ не учитывает фактический материал, накопленный в смежных науках, например, в биологии спорта.

Таким образом, ТСТ, возникшая в 50-60 гг., впитала в себя недостатки развития науки в нашей стране того периода: игнорирование неудобного фактического материала, выполнение обобщений, выходящих за пределы генеральной совокупности наблюдаемых объектов, и продолжает сохранять их до настоящего времени.

2.2. Переходный этап развития теории спортивной тренировки

Понимание того, что эмпирическая наука не может вскрыть сущность изучаемых явлений, пришло еще в начале XX века [21]. В теоретической физике эмпиризм был преодолен еще в начале века, и этому способствовало проникновение в нее дифференциальных уравнений математики, способной описывать как состояние вещества, так и его движение в среде. В ТСТ, как и во многих других науках, о теоретическом этапе развития науки лишь догадываются. Реальная методологическая основа теоретического подхода к изучению объектов появилась в 80-90 гг. и нашла свое ясное отражение в последнем учебнике философии для вузов [21]. Однако биология спорта получила ускорение с развитием электроники, кибернетики в 60-70 гг., появились методы прямого измерения состояния внутренних структур организма (метод биопсии, ядерного магнитного резонанса, ультразвукового сканирования). Для большинства специалистов [26, 32, 53, 59, 68,103, 117,139,163] стало очевидным, что неиспользование огромного фактического материала по биологии спорта является "преступлением" перед спортивной наукой. Проблема заключалась лишь в том, как воспользоваться этой возможностью. В 80-е гг. прямых науковедческих методологических указаний еще не было, поэтому исследователи пытались соединить эмпирическую ТСТ со знаниями из биологии спорта в меру обыденного сознания (здорового, не научного смысла). Наиболее интенсивно в этом направлении работали Ю.В. Верхошанский [24,25, 26, 27], Н.И. Волков [32, 33], В.Н. Платонов [103,104, 105, 106,

107] и многих коллег "развитого" капиталистического зарубежья. Для большинства работ этого периода характерна логическая непоследовательность. В рамках одной монографии [24,103] приводятся сведения теоретического характера, построенные на знании функционирования определенных функциональных систем организма, и эмпирического характера, например описание методов построения спортивной тренировки квалифицированными спортсменами, без какого-либо объяснения причин, вызывающих тот или иной способ планирования нагрузок. Несомненным достоинством таких публикаций является то, что они знакомят читателя с современными достижениями наук, имеющих связь с физической культурой.

Таким образом, с начала 80-х гг. начались поиски теоретического объяснения обнаруженных эмпирических закономерностей построения спортивной тренировки, основой этому послужил огромный фактический материал по биологии спорта, однако отсутствие четкого методологического алгоритма построения теории затормозило процесс создания развитой ТСТ.

2.3. Теоретический этап развития теории спортивной тренировки

Теоретическая стадия развития науки (любого конкретного исследования) включает [21] следующие этапы:

1) построение модели объекта. Вот на этом этапе и требуется применение известных в науке фактов о строении объекта моделирования и закономерных связях между элементами модели. Укажем читателю, что при построении математических моделей, имитирующих срочную и долговременную адаптацию [120, 139] в клетках организма человека, нами использовалось большинство сведений, изложенных в учебниках и монографиях по спортивной биохимии и физиологии человека. Это и есть эмпирический базис для построения модели. Разумеется, он необозримо богаче фактического материала, на который опирается эмпирическая ТСТ [26, 84, 107], поскольку используются знания не отдельного ученого или небольшой группы, а знания, приобретенные учеными всего мира, работающими в области математики и биологии спорта. Модели строятся в виде систем с учетом принципа природной специфичности, поэтому только на теоретической стадии развития науки в полной мере и корректно используется системный подход, если в качестве элементов используются не слова, не фантастические объекты, а образы материальных образований, имеющих место в реальном мире организме человека;

2) исследование модели с целью определения ее адекватности изучаемому объекту (идентификация модели);

3) предсказание с помощью модели новых явлений, выбор наиболее рациональных вариантов решения практических задач;

4) экспериментальная проверка следствий концептуального (умозрительного) или математического моделирования.

Реализация такой логики исследования приводит в ТСТ к разработке средств и методов, которые невозможно наблюдать в практической работе тренеров. Средства и методы подготовки спортсмена рождаются чисто теоретически, а критерием истинности предложенной тренировки выступает практика, лучше в виде четко поставленного эксперимента с однозначным ответом на поставленный вопрос, либо результат проведенного тренировочного процесса. Исследователь, который начинает придерживаться такой логики, начинает создавать теорию изучаемого объекта и его преобразования при заданных условиях, создает развитую науку. Очевидно, что не все разделы ТСТ могут быть сейчас изучены в соответствии с логикой развитой науки. Наиболее подходящим предметом для построения теории является теория физической подготовки, в меньшей степени теория технической подготовки, а для теории тактической и психической подготовок пока еще не найдены даже подходы.

2.4. Практика применения развитой теории спортивной тренировки

В настоящее время наиболее полно разработана теория физической подготовки. Разработаны компьютерные математические модели, имитирующие срочные и долговременные адаптационные процессы в организме спортсменов [139]. Поэтому имела практика применения развитой теории физической подготовки (ТФП).

Исследование способности студентов, аспирантов, тренеров высшей квалификации, владеющих знаниями эмпирической ТСТ [83, 84], к планированию тренировочного процесса показало следующее. В качестве объекта выбирался легкоатлет I-II разряда. Ставилась цель добиться улучшения спортивного результата либо в беге на 100 м, либо на 800 м, либо на 10000 м. Попытка отразить ход мышления при построении микроцикла уже показала, что ни один из многих сотен специалистов не способен к теоретическому мышлению, не может ответить на вопросы, почему в данный день тренировки выбираются определенная интенсивность и объем нагрузки. Отсутствие такой способности вполне объяснимо, просто в главном учебнике "Теория и методика физической культуры" (1991) нет моделей организма человека, нет вывода средств, методов и планирования физической подготовки с опорой на модель организма человека, т.е. на биохимию и физиологию человека, нет междисциплинарного синтеза, нет развитой теории. По такому учебнику невозможно научиться теоретическому мышлению, поскольку там его просто нет. Имеется лишь формально-логическое мышление, связанное с теоретической стороной эмпирической стадии развития науки группировка, систематизация, классификация, определение общих эмпирических правил и принципов. На базе

такой информации можно копировать устоявшиеся схемы, что вполне подходит для начинающих спортсменов, но мыслительная, творческая деятельность невозможна, а это необходимо при подготовке спортсменов высшей квалификации.

ГЛАВА III.

МОДЕЛЬ БЕГУНА НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Для прогнозирования результата и выработки управленческих решений необходимо основываться на методологии программно-целевого подхода. Этот подход включает:

- постановку цели (подготовку бегунов);
- определение начальных условий, ресурсов;
- построение модели объекта;
- разработку методических рекомендаций для достижения цели (средств, методов, планов подготовки бегуна, критериев оценки подготовленности).

3.1. Морфофункциональные особенности бегунов на средние дистанции

В ходе тренировочного процесса спортсмен повышает свои функциональные возможности, однако исходные (природные, наследственные) данные у спортсменов различаются, поэтому лучшие представители данного вида спорта имеют достижения не только в результате повышения функциональных возможностей. Наследственность особенно существенно сказывается в первые годы выступлений в соревнованиях [56]. В итоге квалифицированные спортсмены-средневики имеют в среднем рост 173-180см, массу тела 60-70 кг [13, 60, 68, 69,73,109,110,141], при этом их отличает узкий таз (50%), длинные ноги, малая доля (12,4%) жирового компонента.

Педагогическое тестирование и исследование в лабораторных условиях показали, что бегуны на средние дистанции отличаются от спринтеров и стайеров рядом особенностей.

Средневики существенно превосходят спринтеров по величине максимального потребления кислорода, приходящегося на килограмм массы тела (60-75 мл (Укг/мин), однако по абсолютным величинам существенного различия нет [1, 3,13, 32, 69,170, 210] (4-5,5 л Ог/мин).

Обусловлено это тем, что спринтеры обладают существенно большей массой мышц ног, что даже при меньшей доле медленных мышечных волокон (ММВ) - 30-50%, в сравнении со средневиками - 50-70% [170,196,197, 210], обеспечивает достаточно высокие величины потребления кислорода. Сравнение со стайерами показывает, что по абсолютной величине потребления кислорода существенных различий нет, но, в связи с тем что у стайеров масса тела за счет минимизации жирового компонента и мышц верхнего плечевого пояса существенно уменьшена, их отличают самые высокие величины относительного потребления кислорода (70-80 мл О₂/кг/мин). При неодинаковой величине инертной массы тела (то есть не принимающей прямого участия в продвижении спортсмена вперед) спринтеры, средневики и стайеры различаются по величине скорости бега на пороге анаэробного обмена (при концентрации МК в крови - 4 мМ/л) - 4,3; 5,0; 5,5 м/с соответственно [68, 69].

Средневики обладают достаточно высоким уровнем скоростно-силовой подготовленности. В состоянии высшей спортивной формы они могут прыгнуть в длину с места на 2,75-3,00 м, пятерным на двух ногах - на 13,5-14,5 м, а с ноги на ногу -14,5-16 м [60,68,69]. Заметим, что многоскок с ноги на ногу выполняется на 1 метр дальше прыжков на двух ногах

Очевидно, это свидетельствует о различии в уровне подготовленности мышц, в основном обеспечивающих прыжки на двух ногах (слабое звено -разгибатели коленного сустава, четырехглавая мышца бедра), и тех мышц, которые лимитируют продвижение вперед при выполнении прыжков с ноги на ногу (слабое звено - ягодичные и двусуставные мышцы задней поверхности бедра). Заметим, что, например, штангисты на двух ногах прыгают дальше, чем с ноги на ногу. Другим объяснением может быть следующее предположение. Средневиков отличает как высокий уровень спринтерской подготовки (20 м с хода за 2,0-2,15 с, 100 м -10,5-11,0 с), так и относительно высокий уровень скорости бега на пороге анаэробного обмена, максимального потребления кислорода. Поэтому можно предположить, что у средневиков различная мышечная композиция мышц передней поверхности (медленные) и задней поверхности (быстрые) бедра.

Прямых измерений композиции мышц задней поверхности бедра у средневиков нет, а взятие биопсии в четырехглавой мышце бедра подтверждает высказанное предположение - эта мышечная группа действительно имеет большую долю меренных мышечных волокон (50-70%) [13, 69, 105, 158, 170,197]. Косвенные исследования мышечной композиции - быстроты напряжения мышц [69,123] - показали, что при разгибании голени средневики высшей квалификации ничем не отличаются от стайеров (как по величине абсолютной силы, так и по скорости напряжения мышц - градиенту силы), а при сгибании голени мало чем отличаются от спринтеров по скорости напряжения мышц*.

* Исследования выполнены в лаборатории повышения спортивной работоспособности ГЦОЛИФК [68, 69,123].

В качестве дополнительной информации о физической подготовленности средневикиков можно привести следующие модельные характеристики:

- PWC_{st} при педалировании на велоэргометре 24-29 кГс/м/мин/кг (3-5 Вт/кг) [68, 69];
- момент силы разгибания голени (угол в коленном суставе 90°) 300-425 Нм или 5-6,5 Нм/кг;
- момент силы сгибания голени 150-210 Нм или 2,5-3,25 Нм/кг;
- быстрота напряжения мышц - разгибателей голени К (К = J/F) составляет 2,0-3,5 1/с, у стайеров - 1,0-1,5 1/с; К - быстрота напряжения мышц - сгибателей голени К = 2,0-3,5 1/с, у стайеров - 0,7-1,2 1/с; v_{кр} - критическая скорость 5,5-6,7 м/с;

F - сила разгибания ноги при угле в коленном суставе 110° 1700-2000 Н или 26-30 Н/кг.

3.2. Техническая подготовленность средневика

Спортивный результат в циклических видах спорта в принципе определяется:

$$t = S \times F / W \times \text{КМЭ},$$

где: S - длина дистанции,

F - внешняя сила,

W - метаболическая мощность,

КМЭ - коэффициент механической эффективности.

Совершенствование техники может изменить КМЭ в основном за счет увеличения доли использования энергии упругой деформации мышц ног в коленном суставе в фазе амортизации. Исследования показали [91], что на однородной выборке бегунов на средние дистанции показатель технической подготовленности обусловлен:

$$\text{КМЭ} = 1,87A + 3,67B - 3,3C - 0,65D - 502 \quad (R=0,9)$$

A - увеличением среднего ускорения за фазу отталкивания (41,9% дисперсии выбора);

B - увеличением амплитуды вертикальных колебаний ОЦМТ за цикл;

C - уменьшением времени опоры;

D - Агор/Аверт, отношением ускорений, то есть уменьшением потерь на торможение в горизонтальном направлении.

Эти результаты свидетельствуют о том, что лучшей техникой бега на скорости 7 м/с обладают те бегуны, которые используют постановку ноги на носок (это увеличивает силу отталкивания, накопление энергии упругой деформации в мышцах ног, снижает время опоры), а также стремятся снизить горизонтальное торможение в фазе амортизации, то есть поставить ногу "под себя", с "загребаящим" движением ближе к ОЦМТ. Такая техника предъявляет особые требования к готовности мышц - разгибателей стопы, педагогические наблюдения показывают, что бег на 800 м с постановкой ноги на носок у большинства спортсменов заканчивается после 600 м и только победители в забеге или лучшие спортсмены способны преодолеть всю дистанцию с экономичной техникой [16, 38, 39].

Альтернативные высказывания [50] делаются на основании работы Миуры с соавт. [207]. В этой работе было показано, что после отбора из совокупности бегунов на 5000 м спортсменов, имеющих равное МПК на кг массы (70 мл (Укг/мин), но разный спортивный результат (среднюю скорость 5,4 и 4,8 м/с), оказалось, что спортсмены с худшим результатом имеют большую амплитуду колебаний ОЦМТ, соответственно 10 и 6 см.

Дальше нетрудно подсчитать, что спортсмен с большей амплитудой выполнит большую механическую работу по подъему ОЦМТ вверх 17 968 кГм, или 179 680 Дж, против 94 070 Дж. В среднем плохая техника потребовала 181 Вт мощности, а хорошая - 100 Вт на перемещение в каждом шаге ОЦМТ по вертикали. Казалось бы, все ясно, однако МПК у спортсменов высокой квалификации (равной) никак не определяет спортивный результат, например, у того же Миуры с соавт. [207] на скорости 5,5 м/с бегут спортсмены с МПК 58 мл О2/кг/мин и 78 мл О2/кг/мин.

Сейчас мы знаем, что результат на 5000 м почти детерминированно связан со скоростью или потреблением кислорода на АНП, однако в 1973 г. явление АНП лишь только начинало изучаться, поэтому, видимо, Миура выбрал ошибочный критерий для оценки метаболической мощности. Данные Миуры могут быть интерпретированы иначе, например, если бегун с "плохой" техникой имеет низкий порог анаэробного обмена, то для увеличения экономичности техники он должен увеличить амплитуду колебаний ОЦМТ, то есть вывод следует противоположный - бывший плохой бегун становится бегуном с хорошей техникой.

Разумеется, такое предположение голословно, но не менее голословны и те авторы, которые уверовали в непогрешимость интерпретации своих данных Миурой с соавт. [207].

Следовательно, необходимо сказать, что амплитуда колебаний ОЦМТ зависит от множества факторов: техники, мышечной выносливости и других, поэтому интуитивный выбор квалифицированным спортсменом способа перемещения в беге скорее более разумен, чем любые измышления тренера или профессора, поэтому не спешите с выводами.

Важное значение в понимании закономерностей техники бега на средние дистанции имеет знание о путях расходования метаболической мощности спортсменами. Известно [16, 54, 57, 122, 124, 145], что эти затраты складываются из потребностей на работу внутренних органов, перемещений туловища и ног. Расчеты показали, что в диапазоне скоростей от 0 до 8 м/с потребление кислорода зависит от изменения длины шагов (L) и темпа (f) следующим образом:

$$\text{V}02 = 12 + 10L + f3 \quad (R = 0,85) \text{ мл(Укг/мин}^*$$

Из этой формулы видно, что тенденция к росту темпа бега ведет к непроизвольной трате энергии на перемещение ног. Поэтому организация тренировочного процесса, ведущего к увеличению длины шага (о чем, например, говорят Лидьярд, Коэ, Ауита, Оливейра), является ключевой в подготовке средневика.

3.3. Факторы функциональной подготовленности, определяющие и лимитирующие спортивные результаты в беге на средние дистанции

Статистические исследования показали [53], что характер кривой "мощность - предельное время" работы на велоэргометре может быть с высокой степенью точности ($R = 0,96$) описан линейным регрессионным уравнением, в которое входят только две независимые переменные: МАМ - максимальная алактатная мощность и потребление кислорода на уровне анаэробного порога. Так как зависимость "скорость бега - предельное время (рекорд)" повторяет кривую "мощность - предельное время", то можно предположить, что для повышения физической подготовленности бегунов на средние дистанции надо построить тренировочный процесс таким образом, чтобы к моменту главных стартов были достигнуты максимальные величины МАМ и скорости бега на уровне АНП. Однако для правильной организации тренировочного процесса необходимо знать, каких морфологических изменений надо добиться в органах и тканях организма, чтобы существенно изменить показатели ведущих систем организма.

3.4. Максимальная алактатная мощность

И определяется в лабораторных условиях, например при тестировании на велоэргометре [9, 32,35]. Испытуемый с максимальной интенсивностью педалирует в течение 8-15 с. Обычно за 4-6 с достигается максимальная мощность, ее и принимают за оценку МАМ. С точки зрения биоэнергетики величина МАМ обусловлена мощностью алактатного механизма энергообеспечения, то есть скоростью гидролиза молекул АТФ и ресинтеза их за счет запасов кре-атинфосфата (КрФ) [32, 170]. С точки зрения физиологии МАМ обусловлена максимальной силой и скоростью сокращения мышц - разгибателей ног.

Из литературы известно [9,127,152, 170, 201, 225], что сила обусловлена физиологическим поперечником мышц, а скорость сокращений (градиент силы) коррелирует с составом мышечных волокон, то есть с АТФ-азной активностью [225].

* Исследование выполнено Бикбаевым И З с соавт [113]

Следует, однако, иметь в виду, что МАМ не является каким-то интегральным свойством организма человека в целом. Думать так - грубая ошибка МАМ - результат сокращения вполне определенных мышц, обеспечивающих например, бег. Поэтому оценка МАМ на велоэргометре не может служить критерием МАМ для бегуна. Лучшим способом оценки МАМ у бегунов является бег на 20-30 м с хода или многократные прыжки с ноги на ногу (пятерной, десятерной). Исследования, выполненные на высококвалифицированных спортсменах, показывают, что бегуны на средние дистанции имеют следующие показатели, характеризующие МАМ (табл. 2).

Таблица 2 Показатели, характеризующие МАМ у бегунов на средние дистанции

Оценка	20 м с/х. с	5 с н/н, м	Сила разгибания голени, Н	Сила сгибания голени, Н
--------	-------------	---------------	---------------------------------	-------------------------------

Мужчины

13,5 13.5-14,3

14,3-15,0 15,0

Женщины

350 350-400

400-450 450

2.20-2,30 2,15-2,20

2,10-2,15 2.00-2,10

550 550-700

700-850 850

Плохо

Удовлетворительно Хорошо Отлично

Плохо	2,7	10,8	350	200
Удовлетв тельно	2,5-2,7	10,8-11,5	350-450	200-250
Хорошо	2,4-2,5	11,5-12,3	450-550	250-300
Отлично	2,4	12,3	550	300

Примечание. Угол в коленном суставе 90°.

3.5. Факторы, определяющие VO₂ (АнП)

(механизмы энергообеспечения мышечного сокращения)

При выполнении нагрузки с возрастающей мощностью имеют место следующие биомеханические и физиологические процессы.

Малая интенсивность физического упражнения требует включения 3, или точнее, ОМВ [149,150, 151, 153, 194,206], работа выполняется в аэробном режиме, а в качестве субстрата окисления используются в основном жирные кислоты. Дальнейшее повышение интенсивности связано с участием новых МВ, более высокопороговых ДЕ. После того как будут задействованы все ММВ (ОМВ), более высокая мощность не может далее обеспечиваться только за счет окислительного фосфорилирования. Включение быстрых мышечных волокон, сокращающихся за счет энергии от анаэробного гликолиза, приводит к образованию молочной кислоты и ее выходу в кровь. Часть лактата становится субстратом окисления в ММВ, сердце и дыхательных мышцах [32,127,152,170].

При достижении такой интенсивности, когда ГМВ (БМВ) будут продуцировать столько лактата, что он не будет успевать окисляться в ОМВ, появляется АнП (концентрация лактата в крови около 4 мм/л) [19, 118, 179, 184,199, 222]. Это означает: сколько молочной кислоты образуется, столько ее и окисляется в организме.

Если мощность выполнения упражнения будет постоянной, но выше АнП, то уровень молочной кислоты будет неуклонно возрастать, поскольку аэробные возможности мышц уже исчерпаны. Заметим, что будет расти и потребление кислорода, так как повышается легочная вентиляция и идет усвоение кислорода дыхательными мышцами [152, 170]. Таким образом, максимальную аэробную способность работающих мышц характеризует не МПК, а поглощение кислорода на уровне АнП. Другими словами, аэробные возможности спортсмена лимитирует митохондриальная масса ММВ работающих мышц [152, 170]. Митохондрии сосредотачиваются вокруг тех мест, где требуется наибольшее количество энергии (АТФ) [75, 79]. В мышечном волокне, например, они располагаются обычно около миофибрилл (саркомеров).

Поэтому для увеличения АнП есть два пути:

1. Увеличение массы митохондриальной системы.

2. Увеличение физиологического поперечника мышц (следовательно, силы), количества миофибрилл в МВ. Затем на этой морфологической основе около миофибрилл дополнительно разместить новые митохондрии.

Второй путь более рациональный, так как позволяет значительно увеличить функциональные возможности спортсмена.

3.6. Роль сердечно-сосудистой системы

Потребление кислорода равно произведению сердечного выброса Q на артериальную разность по кислороду АВР по O₂:

$$ПК = Q (АВР по O_2).$$

Одно и то же ПК может быть достигнуто либо за счет Q, либо за счет увеличения, утилизации кислорода (АВР по O₂). На уровне АнП при условии, что ни сердечный выброс, ни АВР по O₂ не достигли своих предельных величин ведущим звеном является тканевая утилизация кислорода.*

* Однако при прочих равных условиях увеличение концентрации гемоглобина в крови (например, гемотрансфузия консервированной крови того же спортсмена или скорости кровотока за счет увеличения сердечного выброса может приводить к (6-15%) увеличению V_{Сb} АнП и МПК [32].

3.7. Энергообеспечение организма спортсмена в беге на средние дистанции

Продолжительность бега в соревнованиях на средние дистанции составляет у мужчин и женщин 1 мин 40 с - 2 мин (800 м) или 3 мин 30 с - 4 мин 30с (1500 м). Это значит, что бег выполняется с мощностью 40-50% от максимальной алактатной мощности.

Предположим, что спортсмен бежит 800 м и равномерно преодолевает дистанцию. В этом случае со старта необходимая мощность (40%) поддерживается за счет активации части ММВ. Запасы АТФ, КрФ обеспечивают поддержание заданной мощности в течение 15-20 с [32]. Затем мощность сокращения этих ММВ резко снизится, исчерпаются запасы КрФ, интенсифицируются аэробный гликолиз и окислительное фосфорилирование, однако мощность этого энергообеспечения значительно уступает энергопродукции КрФ механизма (примерно 1/2-1/3) [32,159,170]. Следовательно, через 15-20 с активируются новые (более высокопороговые) ДЕ, включается в работу дополнительная порция "свежих" ММВ. Это значит, что еще 15-20 с работа будет выполняться за счет АТФ и КрФ и окислительного фосфорилирования в ранее активированных ММВ. Через 40 с будут работать около 70% МВ, работающих в беге мышц.

Если бегун имеет 70% ММВ и аэробные возможности их позволяют развивать мощность, достаточную для поддержания скорости в середине дистанции (от 300 до 600 м), то к моменту начала

финиширования спортсмен будет иметь "запас сил", то есть неиспользованные запасы АТФ и КрФ в 30% оставшихся БМВ.

В этом случае финишное ускорение будет эффективным (вспомните Питера Снелла - бегуна, обладавшего великолепными аэробными возможностями и слабыми спринтерскими данными, однако на финише 800 и 1500 м ему не было равных - это ли не подтверждение сказанного выше?). Если к 40 с бега включились все ОМВ, а мощности их не хватает, то включаются в определенном количестве ГМВ. Сначала они расходуют (15-20 с) свой КрФ и АТФ, а затем (на 60 с бега) в них начинается анаэробный гликолиз. Еще

* Если на АНП ЧСС достигает 180 уд/мин и более, то можно говорить о том, что лимитирующим фактором V_{O_2} АНП является ССС. пройдет 20 с и спортсмен начнет "задыхаться" - H^+ выходят в кровь, взаимодействуют с буферными системами крови, появляется дополнительное ССЛ что усиливает легочную вентиляцию [152]. Поскольку все МВ волокна уже задействованы, скорости не прибавить (нет запаса КрФ), какими бы спринтерскими качествами спортсмен не обладал.

Таким образом, если попытаться представить себе идеального бегуна на средние дистанции, с точки зрения его функциональных возможностей, то это будет спортсмен, обладающий:

1) большой силой мышц задней поверхности бедра и ягодичной (например, показателем может служить результат в прыжке пятерным с ноги на ногу 15-17м);

2) исключительно высокими величинами потребления кислорода на уровне АНП (порядка 65-70 мл (Укг/мин или $V = 5,8-6,0$ м/с. С точки зрения физиологии этого можно добиться за счет:

1) увеличения физиологического поперечника ММВ и БМВ (силы) основных для бега мышц;

2) на этой основе увеличения митохондриальной массы (митохондрии сосредотачиваются около мест активного расходования АТФ).

ГЛАВА IV.

ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ТРЕНИРОВКИ

4.1. Тренировочные средства бегуна на средние дистанции

Цель физической подготовки бегуна на средние дистанции - увеличение МАМ (максимальной скорости бега 20 м с/х) и скорости бега на уровне АНП.

Средством достижения запланированных результатов являются физические упражнения. В практике подготовки легкоатлетов используется огромный выбор всевозможных упражнений, значительно различающихся по их ценности, поэтому основная задача тренера - выбрать такие средства подготовки, которые были бы наиболее эффективными при решении поставленных задач. Выбор должен быть научно обоснован и апробирован на практике.

При выборе упражнений необходимо установить объект, на который будут направлены тренировочные воздействия. Основным объектом у бегунов являются мышцы ног, главные из них - сгибатели стопы (икроножная и камба-ловидная), сгибатели голени (мышцы задней поверхности бедра), разгибатели бедра (большая, ягодичные, двуглавая, полусухожильная, полуперепончатая, большая приводящая). Поэтому в ходе тренировок необходимо следующее:

1) увеличить физиологический поперечник ММВ и БМВ (максимальную силу);

2) развить митохондриальную систему (увеличить потребление кислорода на уровне АНП):

а) в медленных мышечных волокнах (I тип),

б) в быстрых мышечных волокнах (II тип);

3) сформировать навыки оптимальной техники бега, добиться согласованной работы систем и органов при беге с соревновательной скоростью.

В табл. 3 представлены упражнения, которые способны в наибольшей мере воздействовать на мышцы ног бегунов. Все упражнения разделены на пять групп по специфическому воздействию на разные по функциональным свойствам элементы мышц.

В первую группу вошли упражнения, которые способствуют росту максимальной силы БМВ; митохондриальной системы около ионных насосов и, как следствие, скорости сокращения и расслабления мышц (скорости бега).

Максимальная сила может увеличиться, если при выполнении упражнений будут соблюдаться следующие правила:

1. Упражнение заставляет тренируемые мышцы сокращаться с максимальной амплитудой.

2. Скорость сокращения мышцы должна быть минимальной.

3. Активация мышц должна быть максимальной.

4. Продолжительность упражнения - до отказа (не превышает 20-30 с)

В соответствии с этими правилами наиболее эффективными средствами, видимо, являются прыжки с ноги на ногу в гору и спринт в гору (50-100 м). В этом случае удастся добиться максимальной амплитуды сокращения мышц, минимизировать скорость отталкивания, снизить ударные воздействия на суставно-связочный аппарат стопы (минимизируется травмоопасный фактор). Менее эффективным

средством являются спринтерские ускорения на дорожке, однако на соревновательных этапах, когда совершенствование техники является главной задачей, эти упражнения становятся основными для поддержания ММВ и главным образом для развития митохондриальной системы на саркоплазматическом ретикулуме, что ведет к уменьшению времени расслабления мышц [18, 51,117].

Вторая группа. Для увеличения силы ММВ следует использовать упражнения из второй группы. Это силовые упражнения, выполняемые без расслабления мышц, в каждом подходе до отказа (по методике культуристов).

Напряжение мышц затрудняет кровоток [152,176] в них, создает анаэробные условия, увеличение концентраций свободного Кр, ионов водорода, что ведет к интенсификации синтеза белка в ОМВ [231].

Третья группа упражнений объединяет упражнения, которые направлены на вовлечение в каждом акте мышечного сокращения не только ММВ (I), но и БМВ (II B). Наиболее правильная форма такого упражнения выглядит как бег прыжками или ходьба с выпадами (очень широким шагом) в холм с высоким подниманием бедра.

Низкий темп должен обеспечить в среднем низкую мощность упражнения - ЧСС 160-170 уд/мин, концентрацию молочной кислоты не более 30-50 мг%. Весьма эффективным средством воздействия на мышцы задней поверхности бедра является бег с "тормозом", когда, например, спортсмен на длинной веревке (5-7 м) во время бега прыжками тащит за собой покрывку от легковой машины - автомобиля и т.п. Упражнения третьей группы являются основными при подготовке бегунов на средние и длинные дистанции, поскольку только в таком варианте можно достигнуть значительных объемов нагрузок, способствующих росту V02 АНП без существенного закисления организма бегунов.

Длительное участие в окислительном фосфорилировании митохондрий МВ II А типа способствует, видимо, появлению информации (митохондрии имеют собственную ДНК), которая дает сигнал к увеличению массы митохондриальной системы [75, 79,173].

Таблица3 Основные средства тренировки в беге на средние дистанции

Область воздействия	Вид упражнения	ЧСС в конце или сивность	Вре мя (t).
Сократительный 90%	20-30 аппарат БМВ	1 Бег в холм	50-100 м
		2. Бег	100-200 м
Сократительный мышци митохондриальной мембране саркоплазматич ретикулума	1. Прыжки на двух ногах до 10 прыжков с ноги на до 10 отталкиваний	Макс	30-40
	2. Прыжки с ноги на до 10 отталкиваний	Макс	30-40
	3. Спринт в горв	Макс	30-40
	4. Спринт по песку	Макс	30-40
	5. Спринт по дорожке	Макс	30-40
Сократительный ММВ расслабления работающих	1. Приседание при угле в коленном суставе	До 3мин	1
	2. Вставание на носки с отягошением. равным собственному весу	До	Всего 6-9
	3. Подъем тела коленном суставе (ноги высотой 50 см, руки на	До	каждого 18-27
Митохондриальн система (МСРМ) промежуточные	1. Бег в холм	300-1000	160- 30-50
	2. Бег по песку	300-1	160- 30-50
	3. Бег с "тормозом"	160-	160- 30-50
	4. Бег кроссовый	500-	170- 30-50
МСРМ капиллярная (КСРМ)	1. Бег темповой	2-8	160- 30
	2. Бег темповой	8-20	150- 30
	3. Бег длительный	20-	150 25
Интегральная Гликолиз. соев. Y=800	1. Бег темповой	200-	110 90
Гликолиз. МСРМ (II A)	2. Бег темповой	200-	100 90
МСРМ (II A)	3. Бег темповой	200-	90 50-90
Гликолиз. МСРМ (II A)	4. Бег темповой	200-	80 50-90
Гликолиз. МСРМ (II A)	5. Бег темповой	300-	100 90
Гликолиз. МСРМ (II A)	6. Бег темповой	300-	90% 50-90
Гликолиз. МСРМ (II A)	7. Бег темповой	600-	100 90
МСРМ (II A)	8. Бег темповой	800-1	90% 50-90
МСРМ (II A)	9. Бег темповой	800-	90% 50-90
МСРМ (II A)	10. Бег темповой	1200-	90% 50-90

К четвертой группе относятся упражнения, которые выполняются на скорости, равной или ниже V_{O2} АНП, то есть когда активируются в основном МВ I типа. Выполнение бега с такой мощностью способствует решению четырех задач.

1. Поддерживается митохондриальная система в МВ I типа .

2. Разрастается капиллярная система в этих МВ [166].

3. Ускоряются восстановительные процессы при выполнении упражнений на пульсе 100-150 уд/мин в перерывах между интенсивными забегами, по окончании занятий, во второстепенных тренировках (на зарядке, вечером) компенсаторного характера.

В пятую группу вошли упражнения, которые должны использоваться на предсоревновательных и соревновательных этапах. Все они выглядят как темповой бег со скоростями выше, равными или несколько ниже соревновательной.

Все упражнения пятой группы можно разделить на:

1. Максимальные (выступления в соревнованиях, прикидках).

2. Бег с соревновательной скоростью на отрезках менее 2/3 от соревновательной дистанции.

3. Темповой бег по дорожке в определенной мере решает в соревновательном периоде проблему развития и поддержания АНП, поскольку выполняется на скорости выше АНП, а по продолжительности бега находится в таких пределах, чтобы закисление КрФ не превышало 50-90 мг%.

Бег с соревновательной скоростью служит основным средством совершенствования техники, а также улучшения согласованности в функционировании различных систем (сердечно-сосудистой, дыхательной, нервно-мышечного аппарата).

Для успешного выступления в ответственных соревнованиях средневик должен иметь (как показывает тренерский опыт) 5-7 прикидок или малоответственных стартов на основной и шежной дистанциях, поэтому в тренировке должны присутствовать упражнения, выполняемые с максимальной интенсивностью, приводящие к значительному закислению организма (более 100 мг% молочной кислоты) [13,60, 68, 69].

4.2. Методы тренировки бегуна на средние дистанции

Метод тренировки (МТ) - это организация средств подготовки в соответствии с определенными принципами. Основными элементами структуры (организации) МТ являются: средство тренировки, интервал отдыха и количество повторений. При разработке МТ необходимо руководствоваться следующими подходами:

1. Соответствия цели тренировочного занятия.

2. Направленного воздействия на шрфоструктуру, которая в ходе восстановления должна изменить свое строение и функциональные возможности (главная задача МТ).

3. Минимизации воздействия на морфоструктуру, которые согласно системе планирования должны восстанавливаться или не мешать полной реализации главной задачи МТ.

4. Программирования (алгоритма) применяемых средств, интервалов отдыха и числа повторений.

5. Точного учета объема и интенсивности выполненной тренировки.

Метод тренировки, направленный на увеличение мышечной силы, включает упражнения, которые способны рекрутировать в рабочих мышцах все двигательные единицы и в течение 6-15 с исчерпать весь запас АТФ и КрФ во всех мышечных волокнах. Появление свободного креатина активирует окислительные процессы и регулирует (активирует) синтез сократительных белков [32,111,231]. Ресинтез АТФ и креатинфосфата происходит за 1-2 мин, но поскольку в ВМФ КрФ ресинтезируется в ходе анаэробного гликолиза (образуется молочная кислота), то интервал отдыха следует увеличить до 5-10 мин [32, 170, 177, 215]. Число повторений упражнения зависит от уровня тренированности, но обычно не превышает 15. Критерием прекращения тренировки служит явное снижение силы (уменьшаются дальность прыжка, время бега на отрезке, нога "подгибаются"). Время восстановления после предельных силовых тренировок (проработанной мышечной группы) составляет 5-7 дней, поэтому количество таких тренировочных занятий должно составлять 1-2. Для поддержания силы достаточно использовать одну тренировку в неделю [22].

Практически полностью исчерпать КрФ можно в упражнениях, в которых предельное время составляет 10-30 с. После упражнения в мышце накапливается много креатина, что делает эти упражнения хорошим средством силовой подготовки, а также ионов водорода молочной кислоты, которую целесообразно использовать как субстрат окисления, за счет выполнения легкой аэробной работы в паузе отдыха (бег трусцой 5-7 мин на 1 км). Число повторений зависит от длины отрезка, интервалов отдыха и тренированности. Критерием прекращения тренировки является явное снижение скорости бега.

4.3. Построение силовой тренировки

Силовое упражнение представляет собой повторное выполнение однообразных двигательных действий с относительно низким темпом (1 цикл за 1-5 с) и значительным внешним сопротивлением (более 30% от максимального усилия). Заметим, что понятие "Упражнение" часто используется как синоним целостного двигательного действия, например подъем штанги из исходной позы и возвращение к ней. В этом случае последовательность однотипных упражнений называют серией. В контексте данной книги примем следующую терминологию:

1) двигательное действие (ДД) - целенаправленное управление звеньями тела с помощью мышц, из исходной позы в конечную и обратно в исходную позу;

2) упражнение или серия - последовательное выполнение нескольких однотипных двигательных действий;

3) серия однотипных упражнений или суперсерия - последовательность однотипных упражнений или серий с короткими (20-60 с) интервалами отдыха;

4) сет - последовательное выполнение разнообразных упражнений (серий, суперсерий) с короткими (1-3 мин) интервалами отдыха;

5) суперсет - последовательное выполнение разнообразных упражнений без интервала отдыха, в которых принимают участие одни и те же мышцы, но в зависимости от вида упражнения степень их напряжения меняется.

Наибольшим авторитетом в культуризме пользуется система, разработанная Вайдером [2]. Бен Вайдер (тренер чемпионов) сформулировал ряд принципов, которые имеют устаревшее или ложное обоснование. Приведем основные из них и дадим им обоснование на современном уровне развития спортивной физиологии.

4.3.1. Факторы, стимулирующие гипертрофию мышечных волокон

Эмпирические исследования показали [53], что с ростом внешнего сопротивления уменьшается максимально возможное количество подъемов снаряда, или, как это еще называют, повторный максимум (ПМ). Внешнее сопротивление, которое в двигательном действии можно преодолеть максимум один раз, принимают как показатель максимальной произвольной силы (МПС) данной мышечной группы в данном двигательном действии. Если МПС принять за 100%, то можно построить зависимость между относительной величиной сопротивления и повторным максимумом.

Рост силы связан либо с совершенствованием процессов управления активностью мышцы, либо с ростом числа миофибрилл в мышечных волокнах [152]. Увеличение числа миофибрилл приводит одновременно к разрастанию саркоплазматического ретикулума, а в целом это приводит к возрастанию плотности миофибрилл в мышечных волокнах, а затем к увеличению поперечного сечения [152,170]. Изменение поперечного сечения может быть также связано с ростом массы митохондрий [88,117], запасов гликогена и других органелл [152,170,180]. Заметим, однако, что у тренированного человека в поперечном сечении мышечного волокна миофибриллы занимают более 90%, поэтому основным фактором гипертрофии является увеличение числа миофибрилл в мышечных волокнах, а значит, рост силы. Таким образом, цель силовой подготовки - увеличить число миофибрилл в мышечных волокнах. Этот процесс возникает при ускорении синтеза и при прежних темпах распада белка. Исследования последних лет позволили выявить четыре основных фактора, определяющих ускоренный синтез белка в клетке:

1) запас аминокислот в клетке;

2) повышенная концентрация анаболических гормонов в крови [28, 29,

3) повышенная концентрация "свободного" креатина в МВ [32, 111, 231];

4) повышенная концентрация ионов водорода [101].

Второй, третий и четвертый факторы прямо связаны с содержанием тренировочных упражнений.

Механизм синтеза органелл в клетке, в частности миофибрилл, можно описать следующим образом. В ходе выполнения упражнения энергия АТФ тратится на образование актин-миозиновых соединений, выполнение механической работы. Ресинтез АТФ идет благодаря запасам КрФ. Появление свободного Кр активизирует деятельность всех метаболических путей, связанных с образованием АТФ (гликолиз в цитоплазме, аэробное окисление в митохондриях - миофибриллярных, находящихся в ядрышке и на мембранах СПР). В БМВ преобладает М-ЛДГ, поэтому пируват, образующийся входе анаэробного гликолиза, в основном трансформируется в лактат. В ходе такого процесса в клетке накапливаются ионы H⁺. Мощность гликолиза меньше мощности затрат АТФ, поэтому в клетке начинают накапливаться Кр, H⁺ La, АДФ.

Наряду с важной ролью в определении сократительных свойств в регуляции энергетического метаболизма накопление свободного креатина в саркоплазматическом пространстве служит мощным эндогенным стимулом, возбуждающим белковый синтез в скелетных мышцах. Показано, что между содержанием сократительных белков и содержанием креатина имеется строгое соответствие. Свободный креатин, видимо, влияет на синтез и-РНК, т.е. на транскрипцию в ядрышках МВ [32, 231].

Предполагается, что повышение концентрации ионов водорода вызывает лабильзацию мембран (увеличение размеров пор в мембранах, это ведет к облегчению проникновения гормонов в клетку), активизирует действие ферментов, облегчает доступ гормонов к наследственной информации, к молекулам ДНК [101]. В ответ на одновременное повышение концентрации Кр и H⁺ интенсивнее образуются РНК. Срок жизни и-РНК короток, несколько секунд в ходе выполнения силового упражнения плюс пять минут в паузе отдыха. Затем молекулы и-РНК разрушаются [30].

Теоретический анализ показывает, что при выполнении силового упражнения до отказа, например 10 приседаний со штангой, с темпом одно приседание за 3-5 с, упражнение длится до 50 с. В мышцах в это время идет циклический процесс: опускание и подъем со штангой 1-2 с выполняется за счет запасов АТФ; за 2-3 с паузы, когда мышцы становятся мало активными (нагрузка распространяется

вдоль позвоночного столба и костей ног), идет ресинтез АТФ из запасов КрФ, а КрФ ресинтезируется за счет аэробных процессов в ММВ и анаэробного гликолиза в БМВ. В связи с тем что мощность аэробных и гликолитических процессов значительно ниже скорости расхода АТФ, запасы КрФ постепенно исчерпываются, продолжение упражнения заданной мощности становится невозможным наступает отказ Одновременно с разворачиванием анаэробного гликолиза в мышце накапливаются молочная кислота и ионы водорода (в справедливости высказываний можно убедиться по данным исследований на установках ЯМР [215]) Ионы водорода по мере накопления разрушают связи в четвертичных и третичных структурах белковых молекул, это приводит к изменению активности ферментов, лабильности мембран, облегчению доступа гормонов к ДНК Очевидно, что чрезмерное накопление или увеличение длительности действия кислоты даже не очень большой концентрации может привести к серьезным разрушениям, после которых разрушенные части клетки должны будут элиминироваться. Заметим, что повышение концентрации ионов водорода в саркоплазме стимулирует развитие реакции перекисного окисления. Свободные радикалы способны вызвать фрагментацию митохондриальных ферментов [98,131, 159,167,169,191] , протекающую наиболее интенсивно при низких характерных для лизосом значениях pH. Лизосомы участвуют в генерации свободных радикалов, в катаболических реакциях. В частности, в исследовании А. Salminen e.a. [212] на крысах было показано, что интенсивный (гликолитический) бег вызывает некротические изменения и 4-5-кратное увеличение активности лизосомальных ферментов. Совместное действие ионов водорода и свободного Кр приводит к активизации синтеза РНК. Известно, что Кр присутствует в мышечном волокне в ходе упражнения и в течение 30-60 с после него, пока идет ресинтез КрФ [32,153, 218, 224]. Поэтому можно считать, что за один подход к снаряду спортсмен набирает около одной минуты чистого времени, когда в его мышцах происходит образование и-РНК. При повторении подходов количество накопленной и-РНК будет расти, но одновременно с повышением концентрации ионов H⁺, поэтому возникает противоречие, то есть можно разрушить больше, чем потом будет синтезировано. Избежать этого можно при проведении подходов с большими интервалами отдыха или тренировках несколько раз в день с небольшим числом подходов в каждой тренировке.

Вопрос об интервале отдыха между днями силовой тренировки связан со скоростью реализации и-РНК в органеллы клетки, в частности в миофи-бриллы. Известно, что сама и-РНК распадается в первые десятки минут после упражнения, однако структуры, образованные на их основе, синтезируются в органеллы в течение 4-7 дней (очевидно зависит от объема образованной за тренировку и-РНК) [49]. В подтверждение можно напомнить данные о ходе структурных преобразований в мышечных волокнах и согласующихся с ними субъективных ощущениях после работы мышцы в эксцентрическом режиме, первые 3-4 дня наблюдаются нарушения в структуре миофи-брилл (около Z-пластинок) и сильные болевые ощущения в мышце, затем МВ нормализуется и боли проходят [158,191,197]. Можно привести также данные собственных исследований, в которых было показано, что после силовой тренировки концентрация мочевины в крови утром натощак в течение 3-4 дней находится ниже обычного уровня, что свидетельствует о преобладании процессов синтеза над деградацией [117]. Из описания механизма синтеза миофибрилл должно быть ясно, что ММВ и БМВ должны тренироваться в ходе выполнения разных упражнений, разными методиками.

Выполнение упражнений до отказа требует особой организации дыхания Исследования показали, что наибольшую силу атлет показывает при задержке дыхания и натуживании, меньшую силу он может продемонстрировать при выдохе, но очень трудно поднимать тяжести в момент вдоха. Поэтому в одном двигательном действии мы встречаем следующую последовательность: короткий вдох в момент удержания веса или его опускания (уступающий режим функционирования мышц), задержка дыхания в момент сокращения и преодоления самого трудного участка траектории, выдох при снижении нагрузки на мышцы.

Натуживание приводит к росту внутригрудного давления, сердце уменьшается в размерах до 50%. Это вызвано как изгнанием крови из полостей сердца, так и недостаточным ее притоком. В этот момент ЧСС растет из состояния покоя с 70 до 100 ударов это без выполнения силового упражнения, а систолическое давление повышается до 175-200 мм рт.ст. Такое же высокое давление наблюдается сразу же после выполнения силового упражнения и относительно нормализуется через 1-3 мин отдыха. Регулярные занятия силовыми упражнениями вырабатывают рефлексы, способствующие повышению артериального давления уже в состоянии покоя перед тренировкой и особенно перед соревнованиями и составляют в среднем САД = 156, а ДАД = 87 мм рт. ст., причем у тяжелоатлетов давление может составлять САД = 170-180 мм рт.ст. [34].

4.3.2. Принципы спортивной силовой подготовки

Принцип выбора и техники выполнения упражнений. Соблюдение этого принципа требует четкого понимания биомеханики функционирования опорно-двигательного аппарата в избранном упражнении. Следует понимать, что в ряде случаев несоблюдение техники выполнения упражнений может приводить к травматизму. Например, приседания с большим весом и наклоном туловища вперед может привести к травме межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника.

Принцип качества усилия. В каждом основном упражнении необходимо достигнуть максимального и полного напряжения. Соблюдение этого принципа можно обеспечить при выполнении упражнений в трех вариантах.

1. Упражнение выполняется с интенсивностью 90-100% МПС, количество повторений составляет 1-3. В ходе этого упражнения и в паузе отдыха не происходит существенного накопления продуктов, способствующих синтезу белка. Поэтому эти упражнения рассматриваются как тренировка нервно-мышечного контроля, способности к проявлению максимального усилия в избранном упражнении [201].

2. Упражнение выполняется с интенсивностью 70-90% МПС, количество повторений 6-12 в одном подходе. Длительность выполнения упражнения составляет 30-70 с. В этом варианте повторяется правило, изложенное выше для случая увеличения количества миофибрилл в БМВ и означает, что эффективно то упражнение, которое выполняется до отказа, вызывающее предельное расщепление КрФ и стрессовое состояние. Для увеличения этого эффекта следует придерживаться принципа вынужденных движений. Наибольший эффект достигается при выполнении последних 2-3 повторений, которые могут выполняться даже с помощью партнеров. Этот принцип лишь уточняет принцип качества усилия, т.е. необходимо добиваться максимального расщепления КрФ, чтобы свободный Кр и H^+ стимулировали синтез РНК, а предельное психическое напряжение вызывало выход в кровь гормонов из гипофиза, а затем из других желез эндокринной системы [30].

3. Упражнение выполняется с интенсивностью 30-70% МПС, количество повторений 15-25 в одном подходе. Длительность выполнения упражнения составляет 50-70 с. В этом варианте каждое упражнение выполняется в ста-то-динамическом режиме, т.е. без полного расслабления мышц по ходу выполнения упражнения. Напряженные мышцы не пропускают через себя кровь и это приводит к гипоксии, нехватке кислорода, разворачиванию анаэробного гликолиза в активных мышечных волокнах. В данном случае это медленные мышечные волокна. После первого подхода к снаряду возникает лишь легкое локальное утомление. Поэтому через короткий интервал отдыха (20-60 с) следует повторить упражнение. После второго подхода появляется чувство жжения и боли в мышце. После третьего подхода эти ощущения становятся очень сильными стрессовыми. Это приводит к выходу большого количества гормонов в кровь, значительному накоплению в меренных мышечных волокнах свободного Кр и ионов H^+ . В этом варианте реализации принципа качества усилия объединяется по смыслу с другими принципами Вейдера [22]:

Принцип негативных движений. Мышцы должны быть активны как при сокращении, так и при удлинении, при выполнении отрицательной работы.

Принцип объединяющих серий, система со стремлением к сокращению перерывов (отдыха между подходами) или принцип суперсерии. Для дополнительного возбуждения упражняемых мышц применяются серии двойные, тройные и многократные практически без отдыха. Организация упражнения по суперсерии позволяет увеличить время пребывания свободного Кр в ММВ, следовательно должно больше образоваться РНК. В этом варианте реализуется также и принцип накачивания, суть которого заключается в увеличении притока крови к мышце. По Вейдеру, это должно приводить к притоку полезных веществ к мышце, однако с этой точкой зрения нельзя согласиться. Наполнение мышцы кровью происходит в ответ на ее закисление (анаэробный гликолиз), ионы водорода в паузе отдыха в такой мышце взаимодействуют с гемоглобином и он высвобождает углекислый газ. CO_2 действует на хеморецепторы сосудов и приводит к расслаблению мускулатуры артерий и артериол. Сосуды расширяются и наполняются кровью. Никакой особой пользы это не приносит, но это верный признак того, что упражнение было выполнено правильно, т.е. в мышечных волокнах накопилось много ионов водорода и свободного Кр.

Принцип приоритета. В каждой тренировке в первую очередь тренируются те мышечные группы, гипертрофия которых является целью. Очевидно, что в начале упражнения гормональный фон и ответ эндокринной системы адекватны, запас аминокислот в МВ максимальный, поэтому процесс синтеза РНК и белка идет с максимальной скоростью.

Принцип сплит или отдельных тренировок. Требуется построения микроцикла подготовки таким образом, чтобы развивающаяся тренировка на данную мышечную группу выполнялась 1-2 раза в неделю. Обусловлено это тем, что строительство новых миофибрилл на 60-80% длится 7-10 суток [7, 49, 216]. Поэтому суперкомпенсации после силовой тренировки следует ожидать на 7-15-е сутки. Для реализации этого принципа мышцы разбиваются на группы. Например:

Понедельник. Выполняют развивающую тренировку (4-9 подходов к снаряду), тренируются мышцы разгибатели голени. Остальные мышцы тренируются в тонизирующем режиме (1-3 подхода к снаряду).

Вторник. Выполняют развивающую тренировку (4-9 подходов к снаряду), тренируются мышцы сгибатели голени. Остальные мышцы тренируются в тонизирующем режиме (1-3 подхода к снаряду).

Четверг. Выполняют развивающую тренировку (4-9 подходов к снаряду), тренируются мышцы - разгибатели бедра. Остальные мышцы тренируются в тонизирующем режиме (1-3 подхода к снаряду).

Пятница. Выполняют развивающую тренировку (4-9 подходов к снаряду), тренируются мышцы сгибатели бедра. Остальные мышцы тренируются в тонизирующем режиме (1-3 подхода к снаряду).

В каждый тренировочный день выполняется тренировка определенных мышечных групп. Такое объединение называют сетом.

Система сет предполагает два варианта реализации:

1) сет как объединение в одну группу упражнений на различные мышечные группы;

2) сет как объединение упражнений разных по способу выполнения, но направленных на тренировку одной и той же мышечной группы без каких либо интервалов отдыха. В этом варианте система сплит в точности повторяет идею суперсерии.

Система суперкомпенсации. Рост массы миофибрилл требует 10-15 Дней, поэтому силовая тренировка с акцентом на развитии мышц должна продолжаться 14-21 день (две-три недели). За это время должны развернуться анаболические процессы, а дальнейшее продолжение выполнения развивающих тренировок может помешать процессам синтеза. Поэтому для обеспечения процессов суперкомпенсации следует в течение 7-14 дней отказаться от развивающих упражнений и выполнять только тонизирующие, т.е. с 1-3 подходами к каждому снаряду.

Принцип интуиции. Каждый спортсмен должен опираться в тренировке не только на правила, но и на интуицию, поскольку имеются индивидуальные особенности адаптационных реакций. Спортсмен должен регулярно поднимать предельные веса для оценки состояния, уровня тренированности. Эти показатели являются главным критерием эффективности тренировочного процесса.

4.4. Построение аэробной тренировки

Увеличить капиллярную сеть в МВ и массу митохондриальной системы можно лишь одним путем - заставить максимально интенсивно функционировать МВ в аэробном режиме [75, 79,163,170,173,186]. Заставить функционировать ММВ в аэробном режиме нетрудно. Эти МВ рекрутируются первыми и при выполнении упражнения до уровня АНП. Труднее заставить в ГМВ усилить аэробные процессы. Активирование ГМВ неизбежно вызывает процесс анаэробного гликолиза в связи с особым набором в этих МВ ферментов [170]. Однако в этих МВ имеется митохондриальная система и в ходе тренировок она может гипертрофироваться. Видимо, наиболее удачным вариантом метода тренировок (II A и II B) являются тренировки П. Снелла [76]. Этот спортсмен выполнял марафонскую тренировку в течение 3-4 месяцев, бегая по холмам, с ЧСС 150-170 уд/мин. При беге в холм в каждом отталкивании активируются ММВ и БМВ, однако молочная кислота не может накопиться в мышце, поскольку она диффундирует в ММВ и окисляется там [199]. Так как средняя мощность бега не выходит за рамки максимальной аэробной мощности - АНП, то условия для ингибирования окислительного фосфорилирования в ГМВ не возникает. Видимо, повторное выполнение бега в гору (по песку, с "тормозом" на АНП с интервалом отдыха для устранения локального утомления 3-5 мин) является основным средством для повышения V02 АНП при подготовке бегунов на средние и длинные дистанции в подготовительном периоде.

Критерием прекращения тренировки является снижение скорости бега при заданной ЧСС. Суммарное время бега в холм может составить 20-60 мин, ограничение возникает в связи с истощением гликогена в мышцах [152,183].

Бег со скоростью на уровне АНП или меньшей может выполняться относительно долго. Активируются при этом ММВ, поэтому субстратом окисления в основном являются жирные кислоты, концентрация молочной кислоты в крови не превышает 20-40 мг% [32]. Такие упражнения в значительной мере интенсифицируют деятельность митохондриальной системы скелетных мышц (окислительных мышечных волокон) и сердечной мышцы, увеличивается их капилляризация, однако существенного прироста АНП и МПК она не дает [33,68,69,197,198]. Обусловлено это тем, что в ОМВ и миокардиоцитах соотношение между миофибриллами и митохондриями находится на пределе [7 87 88,89,94,133,155]. Объем этих средств подготовки в одной тренировке ограничивается способностью опорно-двигательного аппарата (стопы и голеностопного сустава) выдерживать нагрузки и составляет 20-60 мин. В других видах спорта (велосипедном, лыжный спорт) такая тренировка может продолжаться до 2-3 часов, поэтому легкоатлеты для увеличения объема тренировки тренируются два-три раза в день. Важно в этом случае выполнять бег с постановкой стопы на пятку, выполнять бег в обуви с мягкой подошвой [54]. Тренировки средневика на стадионе проводятся с высокой интенсивностью бега, поэтому они отличаются тем, что одновременно решают ряд задач, т.е. выполняются интегральные тренировки. Одной из их главных задач является совершенствование техники, кроме этого решаются еще задачи:

- увеличения гликолитической мощности и емкости, т.е. буферных свойств БМВ [32];
- поддержания аэробной мощности МВ работающих мышц и функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, согласованности их деятельности.

Для интенсификации гликолиза используется бег, который приводит к локальному утомлению мышц. Многократное выполнение таких упражнений с короткими интервалами отдыха 2-4 мин приводит к предельному закислению организма. Количество таких тренировок в неделю не должно превышать одной из-за значительного разрушения внутренних структур мышечных волокон под действием лизосомальных ферментов [132,133, 211], поэтому целесообразней использовать упражнения только в виде прикидок или участия в соревнованиях, тогда даже еженедельные старты не вызовут отрицательного влияния на подготовленность спортсмена, поскольку закисление после однократной нагрузки всегда меньше, чем после серии.

Прекрасным средством специальной беговой тренировки, способной действительно интегрально воздействовать на все органы, системы и технику, является бег с соревновательной или околосоревновательной скоростью. Выполнение бега с высокой интенсивностью, но по продолжительности менее 50-60% от предельно возможного времени (с исключением предельного

за кисления организма) позволяет увеличить объем интенсивной работы без существенного вреда* для организма спортсмена. Объем такой тренировки

- Предельные величины кисления мышц (20-30 мМ/л лактата) приводят к потере функциональных возможностей митохондрий [79,86,133,158,191,197], разрушению миофиламентов [158,191). может быть значительным (20-30 мин чистого времени бега со скоростями 6,0-7,5 м/с). Предел увеличению объема ставит опорно-двигательный аппарат - утомление мышц голени и стопы. Поскольку такие тренировки не должны приводить к значительному кислению организма (50-9 мг%), то число тренировок в неделю может достигать 2-3, с интервалами отдыха 2-4 дня. Интервалы отдыха между забегами следует заполнять низкоинтенсивным бегом (5-6 мин/км) для ускорения окисления избытка молочной кислоты, продолжительность отдыха следует индивидуализировать, он может рить-ся 3-6 и более минут.

4.5. Моделирование адаптационных процессов в миокарде у спортсменов

В беге на средние дистанции сердце обеспечивает доставку кислорода с кровью к работающим мышцам и вывод из мышц и организма углекислого газа. Поэтому чем больше минутный объем кровообращения, тем выше потенциальные возможности спортсмена по потреблению кислорода. Рассмотрим здесь пути управления работоспособностью сердца.

Занятия спортом вызывают гипертрофию миокарда. Различают d- и L-гипертрофию [14,15]. Подс1- гипертрофией понимают увеличение массы миокарда без изменения полости левого желудочка. Такая гипертрофия возможна благодаря гиперплазии органелл миокардиоцитов миофибрилл и митохондрий. Под L- гипертрофией понимают увеличение массы левого желудочка благодаря росту полости левого желудочка. Эта гипертрофия связана с ростом количества саркомеров в миофибриллах миокардиоцитов, т.е. увеличением длины мышечных волокон миокарда.

Моделирование. В результате анализа хода адаптационных процессов в сердце была разработана система дифференциальных уравнений:

$$dM/dt = V2 + L2 - V \quad (1)$$

$$dH/dt = V4 - V3 \quad (2)$$

$$dPR/dt = V6 - V5 \quad (3)$$

В первом уравнении скорость изменения массы сердца (dM/dt) зависит от скорости $V2$ синтеза миофибрилл полирибосомами (PR) и скорости роста длины миофибрилл $L1$, которая зависит от величины конечного систолического объема левого желудочка. Конечный систолический объем зависит [5] от интенсивности работы сердца (int) в соответствии с зависимостью, представленной на рис. 2.

$$V2 = c2 \times M \times (PR/PFU + R2) L1 = Ld * M * int111.$$

Скорость разрушения миофибрилл $V1$ зависит от ферментов лизосом, которые становятся активными с ростом концентрации ионов водорода (Hf) в миокардиоците [7, 87, 88, 94]. Скорость этих процессов зависит также от массы миокарда (M) и естественного самообновления ($k2, k1$).

Во втором уравнении увеличение количества ионов водорода зависит от скорости их образования ($V4$) в ходе анаэробного гликолиза и скорости устранения ионов водорода в ходе аэробных процессов ($V3$) в миокарде. Накопление ионов водорода в миокарде возможно только в случае активизации анаэробного гликолиза. Добиться этого состояния можно в случае возникновения "дефекта" диастолы. По Ф.Ф. Меерсону [87, 88], сокращение длительности диастолы по мере возрастания ЧСС приводит в итоге к нарушению кровоснабжения миокарда, активизации анаэробного гликолиза.

$$V4 = c4 \times M \times (int \ n2 + k4).$$

Устранение ионов водорода $V3$ зависит от аэробной мощности миокарда, следовательно от интенсивности его функционирования.

$$V3 = c3 \times M \times (int + k3).$$

В третьем уравнении скорость образования полирибосом зависит от активности транскрипции ДНК. Основными факторами, стимулирующими этот процесс, являются:

- 1) гормоны тестостерон, соматотропин [301];
- 2) креатин [231];
- 3) повышенная концентрация ионов водорода [101];
- 4) полный набор аминокислот.

Предположим, что с ростом интенсивности упражнения или ЧСС в клетках миокарда растет концентрация свободного креатина, гормонов и ионов водорода (Hf). Эта зависимость (рис. 3) может быть математически описана следующим уравнением:

$$V6 = c6 \times M \times (1 - RNA/RNA_{max}) \times (int \ n3 + k6).$$

Скорость разрушения полирибосом должна согласовываться со скоростью синтеза миофибрилл и их концентрацией (скорость старения). $V5 = c5 \times M \times (PRD/PRD_{max}) \times (H/H^{TM} + k5)$

Таким образом, масса миокарда зависит от роста диаметра (d-гипертрофия) и длины (L-гипертрофия) миокардиоцитов.

Примечание, $d, Lcl, c2, c3, c4, c5, c6, Ht$, PRDmax константы, которые находятся в процессе идентификации модели; $k1, k2, k3, k4, k5, k6$ скорости синтеза и разрушения структур клеток в покое; $p1, p2, p3$ показатели степени.

Система дифференциальных уравнений решалась численно по методу Эйлера на ЭВМ типа IBM.

4.5.1. Имитационное моделирование процессов в миокарде

На вход модели можно подать информацию о величине интенсивности упражнения (И) и продолжительности его выполнения (П). На выходе представляются результаты вычислений массы сердца и отдельные показатели, составляющие гипертрофию миокардиоцитов, а именно увеличение поперечного сечения (D) или длины (L) миокардиоцитов. Исследование модели выполнялось при последовательном изменении входных характеристик. Интенсивность изменялась через 10%. На каждом уровне интенсивности производилось изучение реакции модели при продолжительности выполнения упражнения от 10 до 120 мин с интервалом в 10 мин. Интервал отдыха составил 1, 2, 3, 5, 7 суток. Всего было выполнено более 600 экспериментов.

В ходе экспериментов было обнаружено (рис. 2), что с ростом интенсивности и продолжительности упражнения растет масса сердца за счет увеличения длины миофибрилл. При ежедневной тренировке и интенсивности 80-100% резко возрастают скорости процессов разрушения миофибрилл, растет вероятность дистрофии миокарда.

Увеличение интервала отдыха между тренировками до 7-10 дней способствует полной реализации накопленной в ходе тренировки "информации". При этом увеличивается доля гипертрофии за счет роста поперечного сечения миокардиоцитов. Процесс дезадаптации при прекращении тренировочного процесса идет в основном за счет уменьшения L-типа гипертрофии. Процесс уменьшения D-типа гипертрофии растягивается на несколько лет.

Результаты имитационного моделирования продемонстрировали высокую идентичность модели. Она воспроизводит основные закономерности адаптации сердца при занятиях спортом. Например, для видов спорта, требующих проявления выносливости (лыжи, плавание, бег на длинные дистанции и др.) характерна L-гипертрофия миокарда, для скоростно-силовых (штанга) D-гипертрофия [14]. Заметим, что модель не может дать удовлетворительного решения в случае изменения кровоснабжения сердца при на-туживании и задержке дыхания. Модель корректно воспроизводит процессы дезадаптации миокарда у спортсменов. Например, бывшие олимпийские чемпионы даже через 10 лет после прекращения выступлений в соревнованиях сохраняли D-тип гипертрофии миокарда, тогда как объем сердца (L-гипертрофия) уменьшался на 50-100% [14].

4.6. Стретчинг в тренировке бегунов

В подготовке бегунов важное значение имеет подвижность в суставах, иначе говоря, гибкость. Гибкость определяют как физическое качество человека, характеризующее подвижность в суставах. Атлеты с высокой подвижностью в суставах легче выполняют технические действия и, как показала практика применения упражнений на гибкость, существенно меньше получают травмы. В связи с этим на Западе стали широко применять во многих видах спорта, и конечно в беге, упражнения на растяжения мышц, которые получили название стретчинг. В переводе с английского это слово означает растяжение.

Степень растяжения тканей, ограничивающих подвижность в суставе, зависит от:

- силы тяги мышц, сгибающих сустав,
- от степени расслабления мышц-антагонистов,
- длины миофибрилл волокон мышц-антагонистов,
- длины волокон тинтина,
- длины связок,
- суставных костных ограничений.

Эти факторы, как правило, ограничивают подвижность в связи с указанной последовательностью. Наибольшие проблемы возникают у бегунов при развитии подвижности в тазобедренных и голеностопных суставах. Поэтому для оценки гибкости человека используют тест наклон вперед с прямыми ногами. По глубине наклона оценивают гибкость человека. Однако подвижность в других суставах может существенно отличаться от той, которую принято оценивать в общепринятом тесте.

4.6.1. Физиологические механизмы растяжения (стретчинга)

Растяжение мышцы вызывает возбуждение проприорецепторов: мышечных веретен и сухожильных органов. При возбуждении этих рецепторов электрические импульсы поступают в спинной мозг и усиливают активность мотонейронов спинного мозга той мышцы, которую растягивают. Этот безусловный рефлекс называется рефлексом на растяжение. Чем сильнее растягивают мышцу, тем больше она возбуждается, увеличивает силу тяги. С большой долей вероятности можно утверждать, что этот рефлекс был закреплен в ходе естественного отбора. При отсутствии такого физиологического механизма человек не мог бы быстро взаимодействовать с опорой при спрыгивании в глубину.

Возбуждение мышц-синергистов приводит к торможению моторных нейронов мышц-антагонистов (реципрокное торможение).

Таким образом, если растягивать мышцу быстро, то эта мышца будет сопротивляться согласно рефлексу на растяжение, а через 50-100 мс будет расслабляться из-за реципрокного торможения, так как мышцы-антагонисты сокращаются для растяжения мышц-синергистов. Следовательно, если рас-

тягивать мышцы-синергисты короткими по продолжительности и амплитуде рывками, то можно добиться максимально возможного растяжения мышцы

В предельно растянутой мышце нарушается кровообращение, возникает гипоксия, разворачивается анаэробный гликолиз мышца закисляется. Если этот процесс длится достаточно долго 10-30 с, то после прекращения растяжения мышцы ионы водорода выходят из нее, взаимодействуют с буферными основаниями крови, что приводит к выделению углекислого газа. CO₂ действует на хеморецепторы сосудов и вызывает расслабление мышечных волокон артериол. В расширенные сосуды устремляется кровь мышца разогревается. Этот эффект можно существенно усилить, если после предельного растяжения мышцы и фиксации этого состояния дополнительно активизировать "сократить" ее. В этом случае кровоснабжение будет нарушено более значительно, вплоть до полной остановки.

При предельном растяжении мышцы, когда дальнейшее удлинение ограничивают отдельные самые короткие миофибриллы активных мышечных волокон растягиваемой мышцы, возникают болевые ощущения. Если боль преодолеть то короткие миофибриллы можно разорвать, а значит, увеличить гибкость.

Замечание. Если длительное время выполнять упражнения с ограниченной амплитудой, то в мышечных волокнах вновь образуются относительно короткие миофибриллы. Поэтому необходимо регулярно выполнять упражнения на гибкость с максимально возможной амплитудой движения в суставах.

По мере увеличения гибкости предел растяжения может быть связан с титином колагеновыми нитями спиралевидной формы, идущими вдоль мио-фибрилл. Разрушение их также может привести к увеличению гибкости.

Растяжение связок и суставных сумок нельзя признать положительным явлением.

Растяжение мышц усиливает процесс синтеза в них, поэтому в последнее время ведутся исследования эксцентрических упражнений. Можно предположить, что растяжение мышц увеличивает поры в мембранах, а через них начинают быстрее проходить гормоны и другие вещества, необходимые для синтеза органелл в мышечных волокнах. Есть мнение, что обломки разорванных компонентов мышечного волокна стимулируют синтез в нем.

Таким образом, корректное использование физиологических механизмов может:

- обеспечить эффект разминки;
- привести все миофибриллы к одной длине, а значит, увеличить прочность мышц на растяжение;
- активизировать процесс синтеза в мышечных волокнах.

4.6.2. Методика стретчинга

Стретчинг может использоваться как элемент разминки, упражнение, развивающее гибкость, для усиления эффекта силовой тренировки.

Стретчинг в разминке. Цель разминки увеличить температуру и кислотность тканей до уровня, оптимального для активности работы ферментов, а также для повышения тонуса мелких мышц, отвечающих за фиксацию суставов.

Для повышения температуры тела в разминку следует включать упражнения, построенные по принципу круговой тренировки, или аэробный бег (ЧСС100-130 уд/мин) длительностью 5-10 мин, или ускорения по 3-5 с с интенсивностью для начала 30% (3-5 раз), а затем 50-70% (5-10 раз). Включение в двигательную активность больших мышечных масс приводит к большим энергетическим затратам как на мышечное сокращение, так и на повышение температуры тканей и крови.

После разогрева необходимо направить кровь в большинство еще не открытых артериол. Для открытия их необходимо вызвать закисление основных мышечных групп. Стретчинг выполняется в виде повторных коротких по времени и амплитуде рывков с достижением к 10-30 с предельного растяжения мышцы (группы мышц). Для достижения предельного растяжения можно использовать внешние предметы, силу тяжести тела, помощь партнера. После появления легкой болезненности растянутую мышцу следует активировать и удерживать в этом состоянии 10-30 с. После интервала отдыха 30-60 с следует вернуться к растяжению этой же мышцы. Серия из трех подходов может повторяться с интервалом 3-5 мин. В разминке бегунов может быть использован следующий набор парных упражнений:

1. Серия. Растяжение мышц сгибателей тазобедренного сустава, сгибателей голеностопного сустава.

1.1. Выпад одной ногой вперед.

1.2. Выпад другой ногой вперед.

2. Серия. Растяжение мышц, приводящих бедро.

2.1. Шаг в сторону.

2.2. Шаг в другую сторону.

3. Серия. Растяжение мышц спины задней поверхности бедра и приводящих мышц.

3.1. Сидя, одна нога прямая вперед, другая в сторону, согнута "барьерный шаг". Выполняются покачивания, носок выпрямленной ноги тянут на себя руками.

3.2. Положение то же, только производится смена положений ног. После стретчинга в разминку следует включить суставную гимнастику.

Стретчинг в основной части тренировочного занятия. В основной части стретчинг используется для усиления эффекта скоростно-силовых и силовых упражнений. После выполнения прыжков, спринтерского бега или силовых упражнений психическое напряжение вызывает выход гормонов гипофиза, а также тестостерона и других гормонов эндокринной системы. Гормоны стимулируют синтез белка в мышечных волокнах. Для облегчения их прохождения через мембрану, рекомендуется выполнять растяжение мышц стретчинг. В этом случае выполняется стретчинг по возможности при полном расслаблении растягиваемых мышц

Стретчинг может выполняться для увеличения подвижности в суставах и развития гибкости. В этом случае, как правило, используют внешние силы (например, вес партнера). Растяжение выполняется до предела, до боли и удерживается эта поза 1-5 мин. По ходу растяжения производятся кратковременные с небольшой амплитудой дополнительные воздействия на растягиваемую мышцу.

4.7. Экспериментальное обоснование

теоретических положений разработки методов физической подготовки

Бег на короткие и средние дистанции выполняется на пределе возможности функционирования нервно-мышечной системы атлета. Лимитирующим звеном, как правило, являются мышцы. Мощность функционирования мышц в цикле движения зависит от мышечной композиции (АТФ-азной активности миозина), количества миофибрилл (МФ) в быстрых и медленных мышечных волокнах (ГМВ, ОМВ). В зависимости от уровня гиперплазии миофибрилл и наследственно приобретенной мышечной композиции существенно меняются характеристики техники бега спринтера. В ходе тренировочного процесса нельзя поменять мышечную композицию, однако можно изменять силу (количество миофибрилл) в отдельных мышечных группах, следовательно управлять характеристиками техники бега, спортивным результатом. Важнейшим фактором в достижении высокого спортивного результата в беге является способность сохранять скорость на последних метрах дистанции. Эта способность должна зависеть от уровня аэробной подготовленности атлета. Увеличение массы митохондрий в быстрых мышечных волокнах должно способствовать большему поглощению ионов водорода, которые образуются в ходе анаэробного гликолиза. Замедление закисления мышцы позволит поддержать эффективность функционирования сократительного аппарата мышц, а также ферментов, обеспечивающих энергией протонные насосы (калий/натриевые и кальциевые), следовательно процессы активации и расслабления мышечного волокна.

Таким образом, целью исследования было изучение свойств ММВ и БМВ, их роли в беге, разработка методов увеличения миофибрилл и митохондрий с помощью специфических и неспецифических средств.

4.7.1. Вклад медленных мышечных волокон в мощность, развиваемую спринтером в беге¹

При подготовке бегунов-спринтеров основное внимание уделяется развитию быстроты. Известно [225], что быстрые мышечные волокна (БМВ) имеют в 2 раза большую максимальную скорость сокращения, поэтому создается впечатление о высокой значимости для спринта БМВ. Этот вывод подкрепляется данными о большей доле БМВ в мышцах ног у спринтеров в сравнении со стайерами [170,196]. Однако нельзя утверждать, что во время спринтерского бега достигается максимальная для медленных мышечных волокон (ММВ) скорость сокращения мышц, поскольку при педалировании на велоэргометре легко достигнуть темпа более 5 ш/с, а в беге такой темп редкость [80, 81]. Следовательно, можно предположить: медленные ММВ должны вносить определенный вклад в мощность, развиваемую спринтером при беге с максимальной скоростью. Для проверки этого предположения были выполнены два эксперимента.

Эксперимент. Цель определить скорость сокращения основных мышц ног при беге и педалировании с максимальной скоростью.

Методика. В эксперименте приняли участие два спортсмена бегун и велосипедист с примерно равным телосложением (рост 176-180 см, масса 76-86 кг). Велосипедист выполнял педалирование на велоэргометре, а бегун пробежал короткий отрезок с разной скоростью от минимальной до максимальной.

Бегун разбежался 30 м и затем 10 м бежал с постоянной скоростью. Видеокамера была установлена на расстоянии 24 м от линии бега, высота оптической оси камеры 1,5 м. На середине отрезка в 10 м была установлена масштабная рейка высотой 2 м. Оператор удерживал спортсмена в центре кадра и сопровождал его на всем протяжении бега.

Велосипедист выполнял педалирование на велоэргометре с сопротивлением 10 Н. Видеокамера была установлена на расстоянии 6 м с правой стороны от велоэргометра, высота оптической оси камеры 1,2 м. Масштабная рейка 0,8 м лежала горизонтально.

Видеозапись просматривалась с покадровой остановкой записи движений спортсменов.

Обработка выполнялась двумя способами.

1-й способ. При просмотре видеозаписи определялось время прохождения головы спортсмена между метками, время выполнения 3-5 шагов. По этим данным вычислялась средняя скорость бега, темп и средняя длина шага.

2-й способ. При помощи специальной платы (использовались видеоплата "Videocombine" и программное обеспечение фирмы Candella, Россия) видеозапись оцифровывалась и вводилась в

память компьютера. Всего фиксировалось 25 кадров, т.е. 1 кадр с движения. Далее с помощью программы "MarkerMaker" (разработана авторами) выводились на монитор компьютера зафиксированные кадры и расставлялись маркеры по краям масштабной рейки и центров суставов: плюсно-фалангового, голеностопного, коленного, тазобедренного, плечевого, локтевого и запястного. Размер кадра 256x256 пикселей. Точность установки маркеров составляет плюс-минус один пиксель, т.е. 1/256 часть стороны кадра, и поэтому для достижения максимальной точности в реальных координатах необходимо, чтобы объект занимал возможно большее место в кадре. Определение координат концов масштабной рейки показало, что в инерциальной системе координат погрешность их определения составила 1,5 см.

После обработки всех кадров координаты маркеров вводятся в биомеханическую программу "Vidtime". По данным отстояния камеры от плоскости съемки, разности между координатами маркеров, расстояния между маркерами вычислялось фокусное расстояние камеры.

Математическое обеспечение

Программа "Vidtime" состоит из нескольких блоков.

Блок 1. По данным антропометрического обследования длины и обхватов десяти сегментов (стопа, голень, бедро, кисть, предплечье, плечо, голова, верхний, средний и нижний отделы туловища) выполняется расчет масс-инерционных характеристик (МИХ) всех основных сегментов тела человека, а также кисти, предплечья, корпуса (голова и сегменты туловища вместе)

Блок 2. Ввод и преобразование координат точек тела спортсмена с каждого кадра. Сначала производится перевод их из системы координат видеоплаты в инерциальную систему координат. В качестве опорной точки используется первая точка, она связана с тест-объектом и находится на перпендикуляре. Одновременно производится пересчет данных в реальный масштаб с учетом геометрических преобразований, связанных с поворотом камеры.

Результаты преобразования затем демонстрируются на мониторе в виде стековой (палочковой) кинетограммы.

Блок 3. Сглаживание кривых и вычисление скоростей движения точек.

Сглаживание выполнялось в три этапа:

- вычисление дополнительных координат между зарегистрированными точками;
- вычисление коэффициентов полиномов 4-6-й степени. С помощью полиномов производится экстраполяция значений координат назад и вперед на 10 кадров. Таким образом формируется исходный массив данных для обработки методом Фурье или полиномом 10-й степени;
- Фурье-анализ выполняется для получения тригонометрических полиномов. В расчет принимались 6-10 первых гармоник. Далее коэффициенты полиномов запоминались и использовались для получения значений координат и скоростей их перемещения.

Блок 4. Вычисление координат центров масс звеньев и ОЦМТ.

Полиномиальные уравнения используются для определения координат осей вращения центров суставов (формируется массив данных с заданным временным интервалом), затем вычисляются длины звеньев, углы их наклона и по данным МИХ находят координаты ЦМ звеньев. По этим данным и массам звеньев находят координаты ОЦМТ для каждого кадра. Далее по этим данным выполняется повторная процедура сглаживания (блок 3) для определения коэффициентов полиномов и вычисления по ним координат и скоростей перемещения ОЦМТ.

Блок 5. Вычисление энергии звеньев тела.

Коэффициенты полиномов, рассчитанные для углов наклонов звеньев, используются для нахождения угловых скоростей. Затем определяются поступательные величины скоростей центров масс звеньев и с использованием МИХ сегментов тела рассчитываются величины кинетической, потенциальной и вращательной составляющих энергии звеньев, а затем и всего тела.

Блок 6. Вычисление длин и скоростей сокращения мышц нижней конечности.

Для определения координат мест крепления мышц в программу внесены данные об относительном расположении мест крепления мышц в системе координат каждого звена. Координаты звеньев были взяты с учетом данных анатомических атласов и результатов работы на трупном материале на кафедре анатомии РГАФК (консультант к.м.н. П.К. Левин).

Относительные координаты мышц пересчитывались в абсолютные и затем приводились к инерциальной системе координат. Вычислялись расстояния между точками крепления и скорости сокращения или растяжения мышц.

Все результаты расчетов демонстрируются на мониторе и могут быть распечатаны на принтере.

Результаты. Бег выполнялся со скоростью 4, 7, 9 м/с. Темп составил 2,65, 3,2, 4,6 1/с. Данные о скорости сокращения мышц показали, что в момент прохождения ОЦМТ над опорой длинная (ДГ ДМБ) и короткая головки двуглавой мышцы бедра (КГ ДМБ) имеют равную скорость, скорость ягодичной мышцы меньше в два раза. Скорость сокращения прямой и широких мышц бедра близка к нулю.

Педалирование выполнялось с темпом 75, 100, 125, 180 и 220 об/мин. При педалировании в отличие от бега скорость длинной головки двуглавой мышцы бедра оказалась меньше, чем у короткой головки. Ягодичная мышца и короткая головка сокращаются с примерно равными скоростями, что и в беге.

Обсуждение. Анализ данных показывает, что спринтер достиг темпа 4 ш/с и скорости 9 м/с. Сильнейшие спринтеры мира бегут с темпом около 5 ш/с. Для определения скорости сокращения

мышц при рекордном темпе был выполнен расчет с уменьшенным интервалом времени между кадрами. В результате оказалось, что скорость КГ ДМБ оказалась меньше, чем у велосипедиста при педалировании с непределым темпом 175 об/мин. Следовательно, у большинства спринтеров при темпе 4 ш/с скорость сокращения основных мышц примерно в 2 раза меньше максимально возможной при педалировании на велоэргометре.

Эксперимент. Цель определить мощность функционирования мышц нижних конечностей при педалировании с электрической активностью мышц 50% от максимальной и темпом 120 об/мин (4 ш/с).

Методика. Четверо добровольцев, сотрудников института физической культуры, выполняли педалирование на велоэргометре с нагрузкой: 10, 20 30, 40 Н; ИЭМГ: 25, 50, 75,100%. Длительность одного опыта не превышала 20 с. Педалирование заканчивалось при достижении заданного уровня ИЭМГ

Темп педалирования определялся автоматически. Сигнал, соответствующий каждому обороту педалей, вводился в компьютер с геркона, установленного на раме рядом с местом прохождения шатуна, магнит крепился на шатуне.

Тарирование ИЭМГ выполняли на силоизмерительной установке. Силу и ИЭМГ измеряли при разгибании коленного сустава в изометрических условиях (90 градусов в коленном суставе). ИЭМГ измерялась на латеральной головке четырехглавой мышцы бедра с помощью поверхностных чашечных электродов (межэлектродное расстояние 2 см) и электромиографа "Мингограф" (Венгрия)

Результаты. При педалировании с темпом 4,5 ш/с и 50%-ной активностью мышц может быть достигнута мощность около 260 Вт. Это составляет 48% от максимальной алактатной мощности (МAM). Данные по всем испытуемым были обработаны также и представлены в табл. 4.

Таблица 4

Мощность педалирования при достижении 50% интегрированной электрической активности мышц (латеральная головка четырехглавой мышцы бедра)

Фамилия	Темп, об/с	Мощность		Доля. %
		50% ИЭМГ, Вт	МAM Вт	
С-ов	2.25	342	650	53
Т-ев	2.25	260	544	48
Г-о	2.25	260	500	52
Со-в	2,25	230	417	56

Обсуждение. Анализ результатов исследования показывает, что при ИЭМГ 50% от максимальной и темпе педалирования, при котором мышцы сокращаются, как в спринтерском беге (когда активны в основном ММВ мышц ног), спортсмену удастся продемонстрировать 50% максимально возможной внешней мощности. Следовательно, в спринтерском беге важны не только быстрые мышечные волокна, но и медленные. Увеличение функциональных возможностей ММВ должно существенно увеличивать скоростно-силовые возможности спринтера. Заметим, что мощность, зафиксированная нами, создается за счет алактатных источников энергии в ММВ, поскольку длительность опыта не превышала 20 с.

Таким образом, при беге с максимальной скоростью мышцы, несущие основную нагрузку, сокращаются со скоростью 50-70% от максимальной при педалировании на велоэргометре; при педалировании с темпом спринтерского бега и ИЭМГ 50% от максимальной развивается мощность около 50% от МAM; в подготовке бегунов спринтеров следует проводить специальные тренировочные занятия с целью увеличения функциональных возможностей ММВ мышц задней поверхности бедра.

4.7.2. Влияние силовой подготовки на характеристики техники спринтерского бега*

Технику спринтерского бега можно описать как двигательное действие, связанное с функционированием опорно-двигательного аппарата человека (будем рассматривать только скелет и мышцы пояса нижних конечностей) под управлением центральной нервной системы (модель объекта исследования). В технике бега принято выделять опорную и маховую ноги.

Маховая нога после отрыва от опоры складывается, выносится вперед, разгибается для начала взаимодействия с опорой. Мышцы сгибатели тазобедренного сустава определяют скорость (продолжительность) выноса маховой ноги вперед. Если увеличить силу только этих мышц, то скорость выноса ноги будет больше, время полета должно сократиться, следовательно можно будет зафиксировать рост темпа бега при некотором уменьшении длины шага (первая рабочая гипотеза).

Опорная нога работает в фазах амортизации и отталкивания. Очевидно, что наибольшее значение для достижения высокой спринтерской скорости имеют мышцы разгибатели тазобедренного сустава (большая ягодичная, двусуставные мышцы задней поверхности бедра). Эти мышцы имеют малое плечо действия силы (от 0 до 5-7 см), а точка приложения внешней силы (опорной реакции) находится на расстоянии длины ноги (80-95 см), поэтому даже при малой скорости сокращения мышц

(1 м/с) линейная скорость движения стопы или, наоборот, тела по отношению к стопе на опоре может достигать до 10 м/с и более. Если увеличить силу только этих мышц, то должна вырасти скорость перемещения ОЦМТ, следовательно, длина шага, без существенного роста темпа бега (вторая рабочая гипотеза).

Одновременное увеличение силы как сгибателей, так и разгибателей тазобедренных суставов должно дать одновременное увеличение длины шагов и темпа бега (третья рабочая гипотеза).

Для развития силы мышцы необходимо в мышечных волокнах увеличить количество миофибрилл. Факторами, стимулирующими синтез миофибрилл, как это выше было показано, являются:

- пул аминокислот в клетке (обеспечивается сбалансированным питанием);
- повышенная концентрация анаболических гормонов (рост миофибрилл и саркоплазматического ретикулума происходит при действии главным образом тестостерона и соматотропина);
- свободный креатин (стимулирует деятельность ДНК);
- умеренное повышение концентрации ионов водорода (производит частичное разрушение белковых структур, что влечет увеличение активности ферментов, пор в мембранах клеток, раскручивание спиралей ДНК и др.).

Параметры выполнения упражнения должны обеспечить эти условия для синтеза миофибрилл (четвертая рабочая гипотеза). Определим их:

- интенсивность сокращения мышц должна быть больше 80% от максимальной, тогда будут рекрутированы все МВ;
- интенсивность упражнения (бега) должна быть околорекрутированной (80-95%);
- продолжительность упражнения до отказа (до истощения запаса КрФ), бег должен длиться 8-20 с;
- интервал активного (1 л O₂/ мин) отдыха должен составлять 5-10 мин для устранения H⁺ и La, которые в основном образуются в гликолитических мышечных волокнах в ходе первой минуты восстановления при ресинтезе КрФ;
- количество повторений зависит от подготовленности и может составлять 3-15 раз;
- количество тренировок в неделю не должно превышать двух.

Очевидно, что такая тренировка может привести к росту силы (миофибрилл) только в гликолитических МВ, поскольку в ОМВ ионы водорода не накапливаются, они поглощаются митохондриями. Поэтому в ОМВ нет одного из основных факторов, стимулирующих синтез миофибрилл.

Для целенаправленного воздействия на отдельные мышечные группы бегуна можно воспользоваться системой облегченного лидирования СОЛ [6]. Она позволяет тянуть бегуна спереди, что приводит к вынужденному росту темпа бега, активизации мышц сгибателей тазобедренных суставов, или сзади, что уменьшает темп бега и увеличивает нагрузку на мышцы, производящие отталкивание.

Цель настоящего исследования изучить влияние силовой подготовки на параметры техники спринтерского бега.

Методика. В педагогическом эксперименте приняли участие 48 бегунов в возрасте 11-12 лет, разделенных на 4 группы. Они имели стаж занятий легкой атлетикой 1,5 года.

Все испытуемые прошли обследование до и после эксперимента:

- антропометрическое измеряли массу и длину тела;
- контрольное тестирование прыжки: в длину с места, пятерной с ноги на ногу; бег: 30 м сходу, 60,100,150 м;
- динамометрия: измеряли в изометрическом режиме сокращение мышц сгибателей и разгибателей тазобедренного, коленного и тазобедренного суставов. Измерения выполнялись тензометрированным динамометром при углах в суставах 90°, при измерении силы сгибателей тазобедренного сустава угол в нем составил 210°;
- подометрия: измеряли время опоры, полета, темп и длину шага.

В педагогическом эксперименте применялся тренажер "Система облегчающего лидирования" [6]. Тренажер включает двигатель и блок управления. Двигатель через систему связи может выполнять как тягу, так и торможение с заданной силой.

Педагогический эксперимент проводился 6 недель. Недельный микроцикл включал 4 занятия:

Первое и третье занятие в экспериментальных группах (1, 2 и 3-я) проводилось с использованием тренажера СОЛ.

Второе и четвертое занятия были одинаковыми во всех группах и включали средства физической и технической подготовки.

Испытуемые 1-й группы в экспериментальные дни выполняли бег с сопротивлением 15% от веса спортсмена, с установкой на акцентированно сильное отталкивание.

Длительность забега составляла 15 с, т.е. до явного локального утомления мышц. С интервалом 8-10 мин в виде медленного бега забег повторялся. Число повторений составляло 5-7.

Испытуемые 2-й группы в экспериментальные дни выполняли бег в облегченных условиях, с тягой 10% от веса спортсмена. Длительность забега составляла 5-6 с, т.е. до явного локального утомления мышц. С интервалом 4-6 мин в виде медленного бега забег повторялся. Число повторений составляло 5-7.

Испытуемые 3-й группы в первый экспериментальный день выполняли бег с сопротивлением 15%, а в другой экспериментальный день в облегченных условиях, с тягой 10% от веса спортсмена. Объем нагрузки был такой же, как в 1-й и 2-й группах.

Испытуемые контрольной, 4-й, группы выполняли тренировочную программу в соответствии с общепринятыми рекомендациями.

Результаты исследования. В 1-й группе произошло достоверное ($p < 0,005$) увеличение максимальной скорости бега 30 м с/х на 5,2% за счет увеличения длины шага (в среднем на 7 см), время опоры сократилось на 5,7%, а время полета увеличилось на 3,6 %. Силовые показатели разгибателей бедра, голени и сгибателей стопы увеличились на 18-24%.

Во 2-й группе произошло достоверное ($p < 0,005$) увеличение максимальной скорости бега на 3,9%, темпа бега на 4,5%, время опоры и полета сократилось соответственно на 5%, Силовые показатели разгибателей бедра, голени и сгибателей стопы увеличились статистически недостоверно, а сила сгибателей бедра достоверно выросла на 10%.

В 3-й группе произошло достоверное увеличение ($p < 0,001$) максимальной скорости бега на 6,3%, темпа на 3,7%, длины шага на 2,9%, время опоры и полета сократились на 7,5 и 3,2%. Силовые показатели разгибателей и сгибателей бедра, голени и стопы увеличились на 13-21%.

В 4-й, контрольной, группе достоверных изменений не произошло.

Таким образом, педагогический эксперимент подтвердил достоверность сформулированных рабочих гипотез и главное предположение о влиянии уровня силовой подготовленности мышц на технику спринтерского бега.

4.7.3. Повторный метод тренировки в спринте как средство аэробной подготовки

Аэробная подготовка для средневики имеет существенное значение, поскольку в конце соревновательной дистанции атлеты испытывают локальное утомление. Оно связано как с истощением запасов АТФ и КрФ, так и с некоторым накоплением ионов водорода. Ионы водорода образуются при разрушении АТФ и его неполном ресинтезе, а также в ходе анаэробного гликолиза. Ионы водорода, по предположению Хермансена [цит. по 211], влияют на механизм образования актин-миозиновых мостиков. Для устранения ионов водорода и увеличения продолжительности спринтерского упражнения выгодно увеличивать массу митохондрий в БМВ. Митохондрии могут поглощать ионы водорода.

Таким образом, целью этого исследования была разработка метода развития аэробных возможностей атлетов с помощью спринтерских упражнений.

Эксперимент 1. Реакция организма атлета на выполнение повторного спринтерского бега с интенсивностью 90-100% , продолжительностью 3-5 с, интервалом отдыха 40-60 с.

Методика. Испытуемые 10 юношей и 7 девушек 15-16 летнего возраста, выполняли повторный спринтерский бег на 30-50 м с интервалом отдыха 40-60 с. Бег выполнялся в обычных условиях облегченного лидирования и с сопротивлением. Условия менялись с помощью системы облегчающего лидирования СОЛ. По ходу эксперимента регистрировались на каждом отрезке скорость бега и рН по пробе крови из пальца в период отдыха.

Результаты. Повторное выполнение спринтерского упражнения вело к снижению рН до 7,28 мм рт.ст. При интервале отдыха 40-45 с максимальное количество повторений составило 30-35. Увеличение интервала отдыха до 50-55 с позволило эффективно выполнять упражнение до 40-50 раз. Наиболее существенные сдвиги по биохимическим показателям крови наблюдались после 10-15-го отрезка.

Эксперимент 2. Влияние условий выполнения упражнений и повторной спринтерской тренировки на функциональные показатели атлетов.

Методика. Три группы спортсменов выполняли тренировочные занятия в разных условиях:

1-я группа в затрудненных условиях (тяга назад до 15% снижения максимальной скорости);

2-я группа в облегченных условиях (тяга спереди с усилием 20-30 Н);

3-я группа в обычных условиях.

Тренировка с применением повторного метода выполнялась 3 раза в неделю. Всего 7 недель.

Результаты. Сравнительный анализ данных показал, что наибольшие изменения произошли в беге на 150 м (2,4 - 3,6 %), а также 30 м с места и с ходу, в прыжковых упражнениях. Особенно существенные изменения произошли в группе, тренировавшейся в затрудненных условиях. Показатель "Скорость АЭП" улучшился в экспериментальной группе на 6,6%.

Таким образом, применение спринтерской повторной тренировки три раза в неделю способствует повышению аэробных возможностей спринтеров, а также росту их скоростно-силовых способностей.

ГЛАВА V.

ПЛАНИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

5.1. Исследование рационального сочетания объема и интенсивности выполнения физических упражнений в микроцикле методом математического имитационного моделирования

Теоретическое исследование эффективности средств и методов физической культуры наиболее строго можно выполнить, применяя математическое моделирование основных систем и функций организма человека.

В Проблемной лаборатории РГАФК была разработана компьютерная математическая модель, имитирующая долговременные адаптационные процессы [139]. Она представляет собой систему из девяти обычных дифференциальных уравнений первого порядка, которые описывают основные параметры и закономерности функционирования мышц эндокринной и иммунной систем. На вход компьютерной программы можно подавать интенсивность и продолжительность выполнения физического упражнения, а на выходе (наблюдать изменения массы митохондрий и миофибрилл в тренируемых мышцах, массу желез эндокринной системы, концентрацию антигенов в крови).

Цель этого раздела систематически изучить влияние различных сочетаний интенсивности и объема (продолжительности) выполняемых физических упражнений на состояние основных систем организма человека и показать практическую ценность компьютерного моделирования для тренерской работы.

Методика и организация исследования. Исследование выполнялось с помощью математической модели, имитирующей долговременные адаптационные процессы в организме человека (МИДА). Расчеты выполнялись на ЭВМ IBM (286-й и 386-й моделей). На вход модели подавались значения величин интенсивности и продолжительности тренировки, а также длительности интервала отдыха (микроцикл длительностью 1, 2, 3, 4 суток и более) и количество выполненных микроциклов. Результат тренировки оценивался за год тренировочного процесса. Напомним, что за 100% -ную интенсивность принималась максимальная алактатная мощность, максимальное потребление кислорода соответствует мощности 40%, мощность анаэробного порога - 30%, аэробного порога - 20%. Наиболее адекватным средством для имитации является велосипедная езда, бег на лыжах, гребля и другие циклические упражнения, кроме бега (при выполнении больших объемов бега основным лимитирующим звеном становится опорно-двигательный аппарат -связки и сухожилия). Всего надо было рассчитать $10 * 9 * 7 = 630$ вариантов, каждый длительностью 360 дней. Нетрудно догадаться, что такое количество вариантов в практическом эксперименте не может выполнить ни один из испытуемых и ни один из экспериментаторов за всю свою жизнь. Применение компьютерной техники позволило решить эту задачу за 1000-1500 мин (12-18 часов работы на компьютере).

Результаты. Для оценки эффективности сочетания определенных объемов и интенсивностей были вычислены изменения масс миофибрилл, митохондрий в мышцах и эндокринных желез за один год тренировки при заданном микроцикле.

Наилучшие расчетные показатели изменения массы миофибрилл (МФ), митохондрий (МХ), желез эндокринной системы или адаптационного резерва (АР) при управлении интенсивностью и продолжительностью выполнения физических упражнений. Микроцикл - тренировка проводится ежедневно.

На рис. 4 представлены данные аналогичных расчетов, но при двух днях отдыха после тренировки, т.е. микроцикл состоял из 3 дней. В этом случае наиболее рациональная зона сочетания объема и интенсивности оздоровительных физических упражнений, где адаптационный резерв организма достигает максимума (108-111 %), находится в пределах интенсивности физической нагрузки от 60 до 90%. Оптимальная продолжительность упражнения составляла 2-8 минут. В этом же диапазоне интенсивности физической нагрузки наблюдается снижение мышечной массы до 88-91%. Особенно негативно сказывается на величине мышечной массы (МФ) выполнение упражнений с интенсивностью 30-50% и продолжительностью более 30-10 мин соответственно.

Масса митохондрий резко снижается в диапазоне интенсивности от 62 до 100%, замедляется и при выполнении физической нагрузки продолжительностью 3-8 минут снижается всего лишь на 3%.

Наилучшие расчетные показатели изменения массы миофибрилл (МФ), митохондрий (МХ), желез эндокринной системы или адаптационного резерва (АР) при управлении интенсивностью и продолжительностью выполнения физических упражнений. Микроцикл - 4 дня, один день тренировки, три дня - отдых.

В этом промежутке интенсивности упражнений (80-100%) величина мышечной массы - 87-88%.

Масса митохондрий оказывается сниженной при любых вариантах нагрузок. Максимальный показатель сохранения массы митохондрий (67%) достигается при интенсивности 20% и продолжительности выполнения физических упражнений 90 минут. На графике видна тенденция к снижению массы митохондрий как при меньшей интенсивности выполнения упражнений 20% , так и при большей интенсивности.

В зоне высоких показателей адаптационных возможностей организма (105-106% интенсивности) масса митохондрий стабилизируется на уровне 51-53%, миофибрилл - 88%.

Исходный уровень адаптационных возможностей организма (100%) достигается при выполнении физической нагрузки интенсивностью 90 -100%. Продолжительность таких упражнений составляет 2 минуты.

Масса миофибрилл на всем промежутке зон интенсивностей выполнения упражнений (от 10 до 100%) ниже исходного уровня и в зоне 90 -100% достигает своего максимума - 84-85%.

Наилучшие расчетные показатели изменения массы миофибрилл (МФ), митохондрий (МХ), желез эндокринной системы или адаптационного резерва (АР) при управлении интенсивностью и продолжительностью выполнения физических упражнений. Микроцикл - 6 дней, один день тренировки, 5 дней - отдых.

5.2. Принципы физической подготовки спортсменов

Принцип непрерывности. Увеличение продолжительности интервала отдыха или снижение количества тренировочных занятий в единицу времени приводит к снижению эффективности тренировочного процесса. Это относится ко всем физиологическим системам.

Масса эндокринных желез увеличивается в нашем случае только в случае применения упражнений с высокой интенсивностью 70-100% при оптимальной продолжительности его выполнения. Увеличение длительности интервала отдыха снижает степень эффективности тренировочного процесса от 27% при ежедневной тренировке до 0% при интервале отдыха более 6 дней. Логика работы математической модели известна, поэтому полученный результат имеет однозначную интерпретацию. Упражнение с высокой интенсивностью и оптимальной продолжительностью способствует выходу из эндокринных желез имеющегося запаса гормонов. Они стимулируют синтез всех структур в клетках различных тканей, в том числе и желез эндокринной системы. Гормоны остаются в тканях значительное время (1-3 суток), но концентрация их постепенно снижается - идет метаболизм гормонов. Поэтому при интервале отдыха 1-2 суток концентрация гормонов в крови и тканях нарастает и стабилизируется на повышенном уровне, что приводит к преобладанию процессов синтеза в клетках. Увеличение продолжительности отдыха приводит к постепенному снижению концентрации ниже необходимого уровня даже для поддержания уже достигнутых изменений на клеточном уровне, поэтому уровень адаптационных перестроек в тканях снижается. Следовательно, принцип непрерывности, в случае спортивной тренировки, означает наращивание адаптационных перестроек в клетках с целью достижения все более высоких спортивных результатов.

Принцип специфичности и гетерохронности адаптационных процессов. В математической модели одновременно идут изменения в мышце, эндокринных железах и костном мозге (основном органе иммунной системы). Причем для гиперплазии миофибрилл необходимы рекрутирование мышечных волокон, анаэробный гликолиз и повышенная концентрация анаболических гормонов, а для гиперплазии митохондрий требуется аэробный гликолиз, поэтому тренировочный процесс должен существенно различаться. В нашем случае максимум прироста массы миофибрилл наблюдался при ежедневной тренировке с интенсивностью 80-100% и суммарной продолжительностью силовых упражнений 8-2 мин. Максимум прироста митохондрии был также при ежедневной тренировке, но с интенсивностью 10-20%. Можно также отметить, что удержать заданный уровень гиперплазии миофибрилл можно даже с интервалом отдыха в 6 дней, тогда как для поддержания заданной гиперплазии митохондрий требуется ежедневная тренировка, а для гиперплазии клеток желез эндокринной системы - 4-5 дней.

Принцип цикличности. Тренировочный процесс должен строиться с учетом одновременного развития всех основных систем организма, при некотором преобладании в развитии какой-либо избранной системы необходимой для данного вида спорта. Например, для скоростно-силовых видов спорта следует стремиться к опережающему развитию миофибрилл в мышцах, а для видов спорта на выносливость - митохондрий мышц. Поэтому необходимо планировать последовательность применения различных тренировочных средств в рамках определенного цикла (микроцикла) Этот цикл должен характеризоваться синергичным взаимодействием процессов восстановления после тренировок различной направленности. Он должен приводить к положительным и заданным сдвигам в системах и органах человека.

Принцип экономии. Адаптационные перестройки, связанные с усилением процесса синтеза белка в клетках, зависят от концентрации гормонов в крови и тканях. Следовательно, надо учитывать два явления:

- больше гормонов выделяется в состоянии предельного напряжения -стресса, а именно при максимальной интенсивности или болевых ощущениях, связанных с локальным или общим закислением;

- при выполнении упражнений с высоким потреблением кислорода, при недостатке глюкозы в крови, повышенной концентрации ионов водорода субстратом для метаболизма становятся белки, в том числе гормоны.

Следовательно, после тренировки, стимулирующей выделение большого количества гормонов, нельзя продолжительно тренироваться с интенсивностью, вызывающей максимальный метаболизм в организме, т.е. на уровне АНП и выше.

5.3. Метод классификации физических нагрузок

Классификация явлений может выполняться по внешним (не существенным) признакам и по смыслу (существенным). В настоящее время имеется множество классификаций физических упражнений по внешним признакам: циклические и ациклические; алактатные, гликолитические, смешанные, аэробные; максимальные, субмаксимальные, большой и умеренной мощности [53, 83] и др.

В теории физической подготовки (ТФП) при выполнении классификации упражнений с точки зрения их нагрузки на органы в качестве классификационного признака следует выбрать объем и-РНК, обуславливающий процесс гиперплазии определенных органелл в клетках органов, которые наиболее активно функционируют во время упражнения и периода восстановления. Для решения этой задачи необходимо иметь концептуальную и математическую модели организма человека.

Концептуальная модель необходима для умозрительного (мысленного) имитационного моделирования (УЙМ) хода адаптационных процессов, для качественной оценки результатов воздействия физического упражнения на системы, органы, на клеточные структуры, а также количественной экспертной оценки степени такого воздействия. (Учеба в ИФК есть подготовка квалифицированных экспертов). Математическая модель должна использоваться как критерий истинности умозаключений. Таким образом, ТФП должна включать методику оценки степени влияния физических упражнений на системы и органы, т. е. классификацию степени воздействия основных видов физических упражнений на системы и органы спортсмена, а также доказательство адекватности мышления благодаря применению математического имитационного моделирования и результатов прямых измерений, взятых из исследований смежных, биологических наук.

Методика оценки влияния физического упражнения на ход адаптационных процессов включает:

1) мысленную модель организма человека, объединяющую знания по анатомии, биохимии, гистологии, физиологии и биомеханике, конкретную информацию о данном спортсмене;

2) полное описание упражнения: интенсивность, продолжительность, интервал отдыха между подходами, количество серий упражнений;

3) мысленную имитацию упражнений, т. е. описание хода биохимических и физиологических процессов;

4) экспертная оценка количества образованной и-РНК в различных клетках с учетом специфики их влияния на синтез определенных органелл.

Приведем пример анализа физического упражнения. Предположим выполняется упражнение с максимальной алактатной мощностью (МAM), интенсивностью 100%, до снижения мощности на 10%: интервал активного (5% МAM) отдыха - 30 с; цикл повторяется три раза.

Максимальная интенсивность требует рекрутирования в основных мышечных группах всех ДЕ. Во всех МВ начинается расход АТФ на мышечное сокращение. В ходе сокращения и расслабления запасы АТФ пополняются за счет КрФ, поэтому длительность упражнения до отказа зависит от соотношения в цикле движения периодов сокращения и расслабления. Известно, что Длительность максимального изометрического напряжения мышцы не превышает 2 с, педалирование на велоэргометре с сопротивлением 130 Н составляет 7,6 с, с сопротивлением 55 Н - 10 с, без сопротивления - 25 с.

Запасы КрФ определяют продолжительность выполнения упражнения и при снижении запасов до 50% мощность резко снижается. В МВ образуется свободный креатин и неорганический фосфат (Ф). Это стимулирует анаэробный гликолиз в БМВ и аэробный гликолиз в ММВ, поэтому по ходу упражнения и в интервалах отдыха запасы КрФ пополняются, однако не полностью, поскольку мощность этих процессов в 2-3 раза меньше максимальной мощности энергообеспечения мышечного сокращения.

Повторное упражнение выполняется с меньшей мощностью, отказ происходит при большем исчерпании запасов КрФ. В БМВ образуются лактат и H^+ , добавляются к уже накопленному, выходят в кровь, ионы H^+ взаимодействуют с буферными системами крови, что вызывает образование неметаболического ССL, который действует на хеморецепторы сосудов (приводит к их расширению), каротидных тел и дыхательного центра (приводит к усилению дыхания и активизации работы сердца).

За три цикла (упражнение - интервал отдыха) свободный креатин и повышенная концентрация ионов H^+ будут сохраняться в клетках БМВ 100-120 с. В это время Кр и H^+ проникают в ядра. Кр активизирует деятельность ядерных митохондрий, ускоряет транскрипцию, H^+ вызывает лабильзацию мембран, разрывает электростатические связи в белковых молекулах, в том числе и в ДНК, все это облегчает доступ к наследственной информации гормонов, в частности переносимых ц-АМФ. Следовательно, в ходе такой серии и в течение 60 с после нее идет активный синтез РНК. В дальнейшем это обеспечивает синтез миофибрилл, саркоплазматического ретикулула. Продолжительность жизни и-РНК ограничивается минутами [30], поэтому для поддержания образования и-РНК необходимо выполнять несколько серий упражнений.

В ММВ уже после первого упражнения интенсифицируются аэробные процессы, поэтому в них имеется свободный Кр, однако концентрация ионов H^+ минимальна, поскольку аэробные процессы сопряжены с поглощением ионов H^+ . Поэтому в ММВ не могут активизироваться процессы транскрипции.

За время упражнения в БМВ и в крови накопится достаточно большое количество ионов H^+ и лактата, однако этот процесс будет продолжаться и после серии, поскольку ресинтез КрФ в БМВ будет идти за счет анаэробного гликолиза.

Для определения степени воздействия описанной тренировки на образование и-РНК следует учитывать, что любое физическое упражнение в той или иной степени вовлекает в работу все системы и органы, однако известно, что наиболее интенсивно функционируют скелетные мышцы, сердечнососудистая, дыхательная, эндокринная системы. В каждой клетке органов этих систем можно выделить три основные (с точки зрения активности в выполнении физического упражнения) системы

органелл: 1) миофибриллы с саркоплазматическим ретикулумом; 2) митохондриальные системы, миоглобин и коррелирующая с массой этих органелл капилляризация мышечного волокна; 3) энергетические ресурсы клетки, и прежде всего гликоген.

С учетом этих замечаний предлагается классификационная табл. 6. Она содержит "графы": орган, клетка, органелла, упражнение. В графе "орган" перечислены все основные органы, обеспечивающие физическую активность. В списке отсутствует ЦНС, так как предполагается, что упражнения выполняются с использованием автоматизированного двигательного навыка, а также предлагается рассматривать проблемы адаптации структур ЦНС в теории технической подготовки. В графе "клетка" указаны названия клеток соответствующих органов систем. Заметим, что при активации мышцы сердца в сократительном акте участвуют все его клетки - миокардиоциты. иная ситуация возникает при активации диафрагмы или скелетных мышц. Для этих органов предлагается более детальная классификация по видам мышечных клеток (быстрые, медленные и промежуточные) с учетом известного правила рекрутирования мышечных волокон. Сложности возникают при классификации нагрузок, влияющих на эндокринную и иммунную системы. Эти системы имеют множество органов со своими специфическими реакциями на физические упражнения. Чтобы классификация была удобной для практического использования, решили объединить две системы. При этом руководствовались следующим: физические упражнения, способствующие гипертрофии и митозу клеток органов (желез) эндокринной системы, должны активизировать размножение стволовых клеток в костном мозге, а также в других органах иммунной системы. Такая связь необходима, поскольку повышение функциональных возможностей эндокринной системы создает благоприятный фон для хода анаболических процессов во всех тканях, в том числе и в органах иммунной системы. Для достижения определенности в мышлении в качестве объекта умозрительного моделирования (или математического) были взяты надпочечники - железы, в клетках которых в эндоплазматической сети вырабатывается около 50 гормонов, среди которых кортикостероиды (ответственны за адаптацию к воздействиям окружающей среды), андрогены и эстрогены (обладают анаболическим эффектом). Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система ответственна за развитие общего адаптационного синдрома [30, 31].

Проведем классификацию физических нагрузок на клетки органов при выполнении физического упражнения:

$(I=100\%; P=10\text{ с}; I_0=30\text{ с}) \cdot 3$ раза.

Заполним классификационную табл. 6. Сердце в таком упражнении функционирует с максимальной ЧСС только после второго подхода. Удерживается такое состояние в интервале отдыха, при выполнении третьего упражнения и еще до 60-й с отдыха после серии. Следовательно, с максимальной ЧСС сердце функционирует 110 с. При максимальной ЧСС наблюдается "дефект" диастолы [87, 88], т. е. кровь, поступающая в миокард во время диастолы из-за малого времени ее не успевает принести столько кислорода, чтобы обеспечить полностью кислородный запрос миокарда. Гипоксия ведет к развитию анаэробного гликолиза, появлению в миокардиоцитах свободного Кр и увеличению концентрации ионов Hf, следовательно должна интенсивнее пойти транскрипция с образованием РНК. Это дает основание к записи в первой строке табл. 6 - продолжительность (П) образования и-РНК 110 с для последующего синтеза миофибрилл и саркоплазматического ретикулума в миокардиоцитах.

Эффективность упражнения - это степень влияния внутренних процессов на образование и-РНК и разрушение ионами Hf органелл клетки. Эффективность может изменяться в диапазоне от 1 (максимально эффективное Упражнение для данной органеллы) до -1 (максимально деструктивное воздействие ионов водорода на органеллы клетки).

В нашем случае можно принять эффективность, равную 1, только 110 с упражнения. Результат (Р) выполнения такой тренировки будет равен:

$P = P \cdot \varepsilon = 110 \cdot 1 = 110\text{ с}.$

Митохондрии в сердце интенсивно "дышат" в ходе всего упражнения -180 с. Однако эффективность упражнения, т. е. гиперплазия митохондрий в миокардиоцитах, прямо связана со степенью гиперплазии миофибрилл

Поэтому предлагается вписать в табл. 6 только то время, которое было полезно для гиперплазии миофибрилл. Учитывая такую тесную завязку между структурными перестройками, можно упростить табл. бив строке напротив сердца оставить только одну строчку (в графе органелла) - МФ+СПР+МХ+МГ+К, т. е. тренировка для увеличения степени гиперплазии миофибрилл в миокардиоцитах в дальнейшем неизбежно вызовет (согласно теории симморфоза) гиперплазию других структур: саркоплазматическо-го ретикулума, митохондрий, миоглобина, капилляров и др. Гликоген в миокардиоцитах тратится, но при появлении лактата в крови экзогенный источник энергии имеет преимущественное значение. Следовательно, запишем, что сердце интенсивно функционировало 180 с, эффективность затрат гликогена в сердце равна 0, как и результат воздействия. Учитывая то, что аналогичная ситуация будет в большинстве случаев тренировочных упражнений, упростим табл. 6. В новой табл. 6 исключим строку "Гликоген" в графе "Органелла".

Диафрагма, как и сердце, функционирует с максимальной интенсивностью 110с, гипоксического состояния в МВ-1 (регулярно рекрутируемых МВ) не возникает. Поэтому запишем в строке МФ+СПР: продолжительность -180 с, эффективность - 0 (так как не имеется в саркоплазме повышенной концентрации ионов H), результат - 0; в строке МХ+МГ+К: продолжительность -180 с, эффективность

- 0 (так как, видимо, имеется полное соответствие между количеством миофибрилл и массой митохондрий), результат - 0; в строке гликоген: продолжительность 180 с, эффективность - 0 (так как используются глюкоза и лактат крови), результат - 0.

Несколько иначе идут процессы в МВ-2 диафрагмы, которые рекрутируются только при около- или максимальной легочной вентиляции. В связи с тем что эти МВ-2 редко активируются, мощность окислительного фосфо-рилирования пирувата меньше скорости его продукции в ходе гликолиза. Поэтому в МВ-2 создаются условия (Kp и H^*), необходимые для гиперплазии миофибрилл и митохондрий, накопления гликогена, тогда можно записать Для МФ, МХ и гликогена: $P = 110$ с, $\Delta = 1$; $P = 110$ с.

Эндокринная система (надпочечники) при максимальной физической активности выбрасывает в кровь предельное количество гормонов, поэтому в табл. 6 записываем чистое время трех упражнений $P = 3 \cdot 10с = 30с$, а эффективность определяем из простой формулы $\Delta = I * I = 1 * 1 = 1$ (в другом случае, например при интенсивности упражнения на уровне МПК или 0,4, эффективность составит $9 = 0,4 * 0,4 = 0,16$).

Квадратическая зависимость хорошо описывает связь между мощностью упражнения и концентрацией гормонов в крови (например, адреналина или норадреналина) [30, 31].

В мышцах, выполняющих механическую работу с максимальной физиологической активностью, с ритмическим сокращением и расслаблением, имеется хорошее кровоснабжение (сердцу помогает мышечный насос), поэтому в ММВ после снижения концентрации КрФ интенсифицируется окислительное фосфорилирование, благодаря которому метаболизируются (в воду) как собственные ионы H^+ , так и поступающие из крови. В ПМВ возможно некоторое накопление ионов водорода, а в БМВ в ходе упражнения и особенно в интервалах отдыха. Напомним, что и-РНК должна активно образовываться лишь при сочетании высоких концентраций в Мб свободных Кр и Нf, поэтому в табл. 6 можно записать: МФ+СПР ММВ $P=180$ с, $3=0$, $P=0$; МФ+СПР ПМВ $P=180$ с, $3=0,5$, $P=90$ с; МФ БМВ $P=180$ с, $3=1$, $P=180$ с.

В ММВ митохондрии могут образовываться только около новых мио-фибрилл, поэтому записываем: МХ + МГ + К ММВ $P=180$ с, $3=0$, $P=0$. В ПМВ можно записать: $P=180$ с, $3=1$, $P=180$ с. В БМВ резко возрастает концентрация H^* , что, как известно [131], приводит к набуханию митохондрий, исчезновению крист, потере функциональных возможностей, поэтому следует записать так: $P=180$ с, $\Delta=-0,5$ (так как степень закисления еще не предельная), $P=-90$ с. Из этой записи видно, что упражнение должно отрицательно сказаться на аэробных возможностях БМВ.

Гликоген - субстрат метаболизма во всех МВ, поэтому он тратится, и в ходе восстановления можно ожидать сверхвосстановления [4,182, 345, 346]

Таким образом, заполненная табл. 6 показывает, какие системы и органы задействованы в работе и какова степень воздействия, вызывающая образование и-РНК, наличие которой обеспечит в ходе восстановления развитие долгосрочных адаптационных процессов (сверхвосстановления), гиперплазию органелл в клетках.

Для приобретения навыков умозрительного имитационного моделирования (физиологического мышления) необходимо регулярно упражняться. В качестве критерия могут выступать некоторые экспериментальные данные из спортивной физиологии или биохимии, но такое сравнение требует значительного количества информационного материала, поэтому большими перспективами и возможностями обладает математическое имитационное моделирование, в ходе которого удастся проследить за большинством биохимических и физиологических процессов как в отдельных МВ, так и в мышце в целом.

5.4. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии планирования микроциклов

Подготовка спринтера. Для поддержания процессов синтеза белка следует в первый и во второй день выполнять силовые упражнения, которые позволят повысить концентрацию гормонов в крови и поддержать идущие в тканях процессы синтеза. Для поддержания на аэробных возможностях выполнять в первый день аэробную тренировку. Таким образом, можно построить следующий микроцикл:

1-й день. Интенсивность -10%, продолжительность - 60 мин. - Интенсивность - 80-100%, продолжительность - 5 мин.

2-й день. Интенсивность -10%, продолжительность - 60 мин. Интенсивность - 80-100%, продолжительность - 5 мин.

3-й день. Отдых.

Результат вычислений - применение данного микроцикла в течение года - приведен в табл. 7. Видно, что удалось существенно массу миофибрилл и эффективно поддерживать массу эндокринной системы и уровень аэробных возможностей модели.

Таблица/

Изменение массы миофибрилл, митохондрий и массы желез эндокринной системы при реализации микроцикла подготовки спринтера в течение 5 лет компьютерной имитации

Показатели	НУ	Возраст лет				
		1	2	3	4	5

Миофибриллы	100	114	12	1
107		120	6	31
Митохондрии	100	32	30	31
39				1
Масса желез	100	103	10	1
1 04		104	4	04

Подготовка стайера. Для поддержания процессов синтеза белка следует каждый день выполнять силовые упражнения, которые позволят повысить концентрацию гормонов в крови и поддержать идущие в тканях процессы синтеза. Все аэробные тренировки проводятся на уровне анаэробного порога и перед силовыми тренировками. Таким образом, можно построить следующий микроцикл: ~ 1-й день. Интенсивность - 20%, продолжительность - 90 мин.

Интенсивность - 80-100%, продолжительность - 3 мин.

2-й день. Интенсивность - 20%, продолжительность - 90 мин. Интенсивность - 80-100%, продолжительность - 4 мин.

3-й день. Интенсивность - 80-100%, продолжительность - 1 мин.

Результат вычислений - применение данного микроцикла в течение года - приведен в табл. 8. Видно, что удалось существенно гипертрофировать массу митохондрий при поддержании массы миофибрилл и массы желез эндокринной системы.

Таблица 8

Изменение массы миофибрилл, митохондрий и массы желез эндокринной системы при реализации микроцикла подготовки стайера в течение 5 лет компьютерной имитации

Показатели	НУ	Возраст, лет				
		1	2	3	4	5
Миофибриллы		100	103	104	105	106
102						
Митохондрии		100	112	113	114	115
111						
Масса желез		100	106	107	107	107
106						

Таким образом, математическое моделирование долгосрочных адаптационных процессов позволило:

1) обосновать эмпирически выведенные принципы физической подготовки, такие, как непрерывности, специфичности, гетерохронности, цикличности, тем самым подтверждается адекватность разработанной математической модели;

2) обосновать новый принцип физической подготовки - экономии гормонов, который необходим при построении микроциклов, включающих тренировочные упражнения, направленные на развитие аэробных и силовых возможностей мышц, а также других систем организма;

3) теоретически разработать эффективные варианты микроциклов как для оздоровительной физической культуры, так и для спорта;

4) показать важность компьютерного моделирования как для теории, так и для тренерской педагогической работы, оно позволяет в сжатые сроки изучить эффективность тысяч вариантов планирования тренировочного процесса.

5.5. Планирование физической подготовки средневика

Под спортивным результатом "средневика" будем понимать максимально возможную работу, выполненную за 100- 600 с при заданном внешнем сопротивлении - 30% от максимальной силы.

Имитационное моделирование показывает, что при выполнении любого упражнения с предельной продолжительностью 100-600 с причиной отказа от выполнения упражнения является: 1. Исчерпание резерва МВ. 2. Уменьшение мощности функционирования БМВ в результате закисления.

Следовательно, для достижения большей работоспособности в соревнованиях на средние дистанции в мышцах необходимо увеличить силу ММВ (гиперплазия МФ), вслед за этим увеличится масса МХ, и, по возможности, массу митохондрий в БМВ. Мышца может эффективно функционировать только в случае адекватного снабжения кислородом, кровью, поэтому необходим контроль возможностей ССС и мышц.

Предположим, что проведено тестирование и выяснилось, что наш спортсмен (модель) имеет результаты: на 100 м - 12,2 с, 800 м - 2 мин 16 с, 10000 м - 35 мин 49 с, на уровне АНП зафиксирована ЧСС - 168 уд/мин. Результаты тестирования говорят об адекватной работе ССС, лимитирующим звеном является мышечная система. Поэтому цель планирования - увеличение скорости бега на уровне АНП (результат на 10 000 м) за счет увеличения гиперплазии МФ в ММВ и роста массы митохондрий в БМВ, при поддержании мощности функционирования миокарда.

Разработаем микроцикл подготовки бегуна на средние дистанции. Базой для роста спортивной формы бегуна на средние дистанции является увеличение массы миофибрилл в рабочих скелетных

мышцах, поэтому первый шаг планирования микроцикла - определение момента выполнения силовой тренировки. Для гиперплазии МФ в БМВ предлагается выполнить скоростно-силовую тренировку вечером так, чтобы накопленные в МВ поли-рибосомы и гормоны могли эффективно функционировать в направлении синтеза новых миофибрилл в течение ночного сна.

В течение дня следующих суток повышенная концентрация гормонов сохраняется, поэтому включение аэробной тренировки может привести к интенсивному метаболизму гормонов. Следовательно, более рационально выполнить вечернюю тренировку также силовой направленности, но с включением стато-динамических упражнений, которые обеспечивают гиперплазию МФ в ММВ.

Для завершения основных процессов синтеза МФ в МВ, очевидно, надо дать день отдыха.

Четвертый день следует посвятить гиперплазии МХ в ММВ и БМВ. Утром и вечером надо выполнять аэробную тренировку в форме бега в холм или "челнок". Основным смыслом этих форм тренировочных занятий заключается в том, что в ходе выполнения упражнений мышцы должны сокращаться с максимальной или околомаксимальной активацией, а упражнение в целом должно вызывать запрос кислорода, не превышающий уровень АНП.

Одного дня аэробных тренировок очевидно мало, поэтому в утреннюю тренировку первого дня микроцикла следует включить аэробную тренировку.

В итоге получаем следующий вариант микроцикла:

1) Утро:

И=25%; П=30 мин; повторный бег с соревновательной скоростью на 1500 м (отрезок 500 м) - МХ ММВ и БМВ.

Вечер:

И=90%; П=20 + 60 с; 1/10=10 мин; КП=3 - МФ БМВ.

2) Вечер:

И=60%; П=60 + 60 с; 1/10=10 мин; КП=3; стато-динамические упражнения с амортизатором или на тренажерах на основные мышечные группы: задней поверхности бедра, ягодичные, икроножные и камбаловидные - МФ ММВ.

3) И=0; П=0 - день отдыха;

4) Утро:

И=25%; П=30 мин; "челнок" - МХ ММВ и БМВ.

Вечер:

И=25%; П=30 мин; бег в холм - МХ ММВ и БМВ.

Имитационное моделирование показало, что в течение 100-150 дней шел процесс насыщения МВ митохондриями, затем увеличение массы МХ и МФ шло одновременно (табл. 9).

За шесть лет подготовки результаты выросли, удалось достигнуть выдающихся результатов в беге на 10 000 м и на дистанции 800 м. В течение 5 и 6 годов подготовки был увеличен объем аэробной подготовки, для достижения максимального использования тех морфологических структур, которые уже были образованы (МФ ММВ и БМВ).

5.6. Разработка годичного макроцикла бегуна на средние дистанции

Весь год, опираясь на календарь соревнований, можно разбить на десять этапов. Каждый этап - это мезоцикл, имеющий строго определенные задачи. В целом стратегия годичной подготовки бегунов основана на следующих положениях:

1) в основе роста спортивной формы бегуна на средние дистанции лежит увеличение МАМ в беге преимущественно за счет ММВ;

2) на базе выросшей силовой подготовки увеличивается способность мышц дог к утилизации кислорода за счет роста митохондриальной массы в ММВ;

3) для уменьшения стрессовых факторов на протяжении всех этапов /кроме соревновательного) исключаются нагрузки, приводящие к предельному закислению организма.

Таблица 10 Структура годичного цикла

Этапы	Продолжительность	Задачи
1. Втягивающий	3 недели	Подготовка ОДА
2. Первый базовый	8-9	Повышение АнП, Поддержание МАМ
3. Зимний, предсоревновательный	4	Поддержание АнП, Повышение МАМ
4. Зимний соревновательный	4-5	Поддержание АнП. Повышение МАМ
5. Второй базовый	8-9	Повышение АнП, Поддержание МАМ
6. Летний предсоревновательный	4-5	Поддержание АнП, Повышение АнП
7. Первый соревновательный	4	Совершенствование техники, тах. энергообеспечения, поддержание
8. Подготовительный, соревновательный	2	
9. Второй соревновательный	4	
10. Переходный АнП, МАМ	2-3	
		Повышение V02 АнП, поддержание МАМ, техники Совершенствование техники, гликолитич. тах. энергообеспечения, поддержание АнП, МАМ Ликвидация явлений перетренировки

Содержание этапов подготовки

1. Втягивающий этап посвящен подготовке опорно-двигательного аппарата спортсменов. Поэтому недельный микроцикл тренировки включает три тренировки в неделю, направленные на увеличение силы мышц ног. Все остальные нагрузки носят второстепенный характер, способствуют ускорению восстановительных процессов, поддерживают аэробные возможности ММВ основных рабочих мышц.

2. Первый базовый этап решает задачу увеличения аэробной мощности основных мышц бегуна. Три раза в неделю используется бег в холм и другие виды бега, а для поддержания уровня развития силы (МАМ) перед днем от-Дыха выполняется "силовая" тренировка. Этап продолжается 8-9 недель.

3. Зимний предсоревновательный. После большого объема бега в ора-низме спортсмена имеется явное недовосстановление, поэтому выполнение в течение четырех недель третьего этапа упражнений, направленных на увеличение МАМ, т. е. практически специализированной подготовки к бегу на 200-400 м (объем бега резко уменьшается), способствует устранению возможных явлений (признаков) утомления и новому подъему фундамента спортивной формы бегуна на средние дистанции - МАМ.

Регулярные интегральные тренировки позволяют восстановить технику бега, а регулярные прикидки раз в неделю на дистанции 200-300 м, 2-3 км способствуют контролю за состоянием организма.

4. Зимний соревновательный сезон длится 4-5 недель и направлен на достижение наивысших результатов в беге на 200-400 м и 1500-3000 м. С этой целью спортсмен два раза выполняет спринтерскую тренировку и две тренировки использует для бега со скоростью, равной соревновательной, в беге на 1500 и 3000 м. Для приобретения соревновательного опыта, совершенствования техники участвует еженедельно в соревнованиях.

Главная задача зимнего соревновательного сезона не результаты в манеже, а увеличение МАМ, поэтому в качестве критерия эффективности подготовки следует брать результаты в беге на 60,100, 200 и 400 м.

5. Второй базовый этап целиком повторяет первый. Решаются те же задачи и те же средства.

6. Летний предсоревновательный этап продолжается четыре недели и решает те же задачи, что и на третьем этапе. Увеличивается только количество стартов и контрольных тренировок на дистанции 600, 800, 1000 и 1200 м.

7. Первая половина соревновательного периода обычно связана с выступлениями в отборочных соревнованиях и заканчивается выступлениями на чемпионатах обществ, международных соревнованиях. Нагрузки в микроцикле планируются таким образом, чтобы имелся достаточно большой объем упражнений с околосоревновательной скоростью, а к концу недели (микроцикла) спортивная форма достигала "локального пика". Еженедельные старты - основное средство алактатных тренировок и подготовки к главному старту этого этапа.

8. Подготовительный этап соревновательного периода. Обычно перед чемпионатом страны или другими ответственными соревнованиями наблюдаются перерывы в календаре соревнований на 2-3

недели. Это время с большой пользой можно использовать для восстановления аэробных возможностей, снятия возможных проявлений перенапряжения.

9. Вторая половина соревновательного периода приносит наивысшие достижения. Спортсмен достигает наивысшего уровня спортивной формы. На этот этап должны приходиться главные старты сезона.

10. Переходный этап завершает сезон. Длится три недели и служит для реабилитации нервной системы и двигательного аппарата спортсмена.

Важнейшее условие успешности реализации планов - выполнение на протяжении всего года круговых силовых тренировок для ММВ по два раза в неделю. В каждой такой тренировке выполняется по 5-10 кругов, воздействие на все основные мышцы ног.

5.7. Экспериментальное обоснование теоретических положений

Важность силовой подготовки ММВ для бегунов на средние дистанции была экспериментально проверена в ходе следующего эксперимента (выполнен совместно с кафедрой физиологии РГАФКа).

Методика. Квалифицированные бегуны на средние дистанции (12 кмс и мс; длина тела 172 ± 2 см, масса 65 ± 2 кг) тестировались:

1. В ступенчатом тесте на тредбане с определением потребления кислорода и легочной вентиляции каждые 30 с.

Скорость бега увеличивалась с 2,5 м/с по 0,5 м/с каждые 2 мин.

2. На силоизмерительной установке измеряли максимальный изометрический момент разгибания коленного сустава (угол 90°). Из 3-5 попыток выбиралась лучшая.

3. Методом игольчатой биопсии забирались пробы мышечной ткани из латеральной головки 4-главой мышцы для определения мышечной композиции по общепринятой методике.

Результаты. Средняя величина МПК составила $57,4 \pm 9$ мл/кг/мин, потребление кислорода на уровень АНП - $49,9$ мл/кг/мин, средняя величина момента силы (M_0) в коленном суставе - $5,2 \pm 7$ Нм/кг, процент ММВ - $61,4 \pm 11\%$. По данным были вычислены параметры следующих регрессионных уравнений:

$$VCL \text{ АНП} = 34 + 0,27 \times \text{МПК}, \quad R = 0,56;$$

$$V02 \text{ АНП} = 30 + 0,32 \times \text{ММВ}, \quad R = 0,82;$$

$$V02 \text{ АНП} = 36 + 0,42 \times \text{ММВ} \times M_0, \quad R = 0,91.$$

Анализ регрессионных уравнений показывает, что сила ММВ ($\text{ММВ} \times M_0$) на 83% обуславливает дисперсию M_0 ? АНП. Следовательно, рост силовых возможностей ММВ является основным фактором определяющим аэробные возможности бегунов на средние дистанции. Заметим, что на этой однородной выборке связь силы ММВ с МПК составила лишь $R=0,36$.

5.8. Исследование эффективности микроцикла физической подготовки бегунов на средние дистанции

- миофибриллы, саркоплазматический ретикулум, митохондрии, миоглобин. капилляры, продолжительность эффективного времени тренировки по дням обозначена в минутах

Первый день. Выполняется контрольный бег с запланированной соревновательной скоростью на дистанцию 800 или 1500 м. Длина отрезка - 500 м, время выполнения упражнения и интенсивной работы ССС в паузе отдыха

- около 2 минут (ЧСС близка к максимуму), по ходу упражнения активны ММВ и ПМВ, поэтому в первый день воздействие упражнения направлено на интенсивное функционирование митохондрий в ММВ и ПМВ, миокарда с возникновением дефекта диастолы. Поэтому запишем действие этого упражнения на миокард, а также на диафрагму: П = 10 мин, 9=1, Р= 10 мин; на скелетную мышцу: ПМВ МХ П=10 мин, 9=1, Р=10 мин; ММВ МХ П=10 мин, 9=1 (максимальная эффективность введена с учетом выполнения в микроцикле стато-динамических упражнений), Р=10 мин.

Второй день. Выполняется спринтерский бег 5x10 раз по 150 м. Этот бег требует активации всех МВ и приводит к значительному истощению запасов КрФ. Продолжительность одновременного пребывания в БМВ свободного Кр и H^* составляет 60-90 с (П=1,5 мин), в среднем за тренировку П=10 мин, 9=1, Р=10 мин. Примерно такое же воздействие будет и на МФ ПМВ Р=10 мин. В связи со значительным закислением в БМВ упражнение отрицательно подействует на МХ БМВ ($\Delta = -0,5$; Р=-5 мин). По ходу всего упражнения митохондрии

ММВ функционируют в нормальных условиях, поэтому П=10, 3=1, Р=10 мин.

Третий день. Выполняются стато-динамические упражнения по методу Круговой тренировки, каждая мышечная группа активна 4x6 раз по 40 с, т. е. $f|s \ 2 \times 5 = 10$ мин, 3=1, Р=10 мин для МФ ММВ. В связи с закислением ММВ можно записать для МХ: П=10, $\Delta = -0,3$, Р=-3 мин.

Четвертый день. День отдыха, он необходим в связи с тем, что в течение трех дней выполнялись высокоинтенсивные упражнения, которые постоянно требовали выхода большого количества гормонов в кровь. Высокая концентрация гормонов в крови и интенсивный белковый синтез не сочетаются с высоким потреблением кислорода, поскольку повышенный метаболизм ведет к усиленному катаболизму гормонов и белков. В течение дня отдыха все еще повышенная концентрация гормонов будет способствовать ходу структурных перестроек в тканях.

Пятый день. Выполняется бег в утяжеленных условиях, т. е. используется бег по холмам или с дополнительным сопротивлением. По ходу бега выполняется бег в холм продолжительностью до 2 мин с ЧСС 150-160 уд/мин (ниже или на уровне АНП) со стремлением каждое отталкивание выполнить с максимальной силой. Всего таких отрезков 5-10, или 20 мин чистого времени бега в утяжеленных условиях. Это упражнение действует как на миокард с диафрагмой, так и на все МХ всех МВ. Поэтому в таблице записан результат тренировки на все митохондрии, $P=20$ мин.

Шестой день. Повторяется силовая тренировка третьего дня.

Седьмой день. День отдыха, необходим для эффективного синтеза миофибрилл в ММВ и митохондрий в БМВ и ПМВ.

Восьмой день. Выполняется бег в варианте "челнок", т. е. 15-20 раз по 30-50 м с интервалом отдыха 2 мин. Бег на отрезках выполняется с околорекордной интенсивностью. Этот вариант разработан специально для активации функционирования МХ БМВ без существенного закисления их саркоплазмы. Так как высокая ЧСС сохраняется в течение минуты после каждого забега, то в табл. 6 записано для всех МХ $P=20$ мин.

Девятый день. Длительный бег на уровне АНП 40 - 70 мин. Необходим для длительного функционирования митохондрий ММВ и ПМВ, усиления их синтеза и увеличения капилляризации мышц.

Десятый день. Повторяется силовая тренировка третьего дня, для гиперплазии МФ ММВ.

Одиннадцатый день. День отдыха, необходим для эффективного синтеза белка (МФ ММВ и МХ ПМВ).

Двенадцатый день. Тестирование, которое включает выполнение спринтерских забегов на 30 и 100 м, прыжков в длину с места и многоскоков по три попытки и ступенчатого теста для определения показателя на уровне АЭП и АНП. Соответственно внесены результаты тренировки в табл. 6.

Тринадцатый день. Бег в утяжеленных условиях, повторение тренировки пятого дня

Четырнадцатый день. Длительный бег, повторение тренировки девятого дня. Эффективность микроцикла тренировки проверялась сначала с помощью имитационного моделирования, экспериментальное обоснование приведено выше. Расчеты показали, что микроцикл обеспечивает рост сип. вых. возможностей (МФ), наблюдается увеличение аэробных возможностей в течение 160 дней, затем темпы прироста замедляются из-за ограничения уровня силовых возможностей, при этом состояние эндокринной системы улучшается, снижается вероятность инфекционных заболеваний.

За год тренировок микроцикл обеспечивает прирост $MO=106J$ МХИ 36%.

Анализ тренировочных нагрузок свидетельствует о том, что набор используемых бегунами основных тренировочных средств был типичен для бега на выносливость [10,11,12,13, 39, 68, 69, 73, 81].

При этом объем выполненной беговой работы находился на уровне величин, указываемых в литературе [81,134].

Анализ приведенных данных показывает, что распределение нагрузок разное.

Причем различался не только объем нагрузок, но и диапазон используемых средств. Так, если в контрольной группе это в основном дистанционные средства, то в экспериментальной группе использовались "локальные" средства, направленные на гиперплазию МФ и МХ.

В связи с тем что часть описанных выше нагрузок не попадают под использованную выше классификацию, нами применена другая классификация. Все средства распределены по их физиологической направленности на различные морфоструктуры мышц и выражены во времени. Поскольку известно, что гипертрофия структурных белков митохондрий происходит там, где велика потребность в энергии, то их синтез в ОМВ будет происходить при любой деятельности, когда в работу включаются эти МВ. Поэтому все тренировочные нагрузки, выраженные во времени, отнесены к этому виду нагрузок.

К средствам, направленным на развитие окислительных возможностей (МХ) ГМВ, отнесены бег в утяжеленных условиях, бег на коротких отрезках с продолжительными интервалами отдыха, "челнок".

Упражнения в статодинамическом режиме отнесены к нагрузкам, направленным на гипертрофию, увеличение количества миофибрилл в ММВ

Прыжки, бег в анаэробно-гликолитическом режиме отнесены к упражнениям, направленным на гипертрофию миофибрилл в ПМВ и БМВ. Пересчет прыжков во времени производился следующим образом: поскольку прыжки выполнялись серийно (по 10 прыжков в серии), то каждый прыжок оценивался 1 секундой. Кроме того, как следует из существующих представлений о механизмах воздействия на генетический аппарат мышечных клеток, "стимулирование синтеза и-РНК продолжается еще примерно 30-60 с после окончания серии. В связи с этим время воздействия равно:

$$t = n + n/10 \times 60, \text{ где } n - \text{ число прыжков.}$$

Упражнения анаэробно-гликолитического характера отнесены нами еще и к упражнениям, направленным на снижение окислительных возможностей мышц, поскольку высокая концентрация ионов H^+ приводит к разрушению белков митохондрий и миофибрилл особенно в БМВ.

Анализ представленного выше материала показывает, что в экспериментальной группе применяли более разнообразные средства.

В каждом микроцикле испытуемые проходили тестирование. Измерялись: длина ног и тела, масса тела, по обхватам, диаметрам и кожно-жировым складкам вычислялся состав тела.

Для определения аэробных возможностей спортсменов проводился беговой тест с постоянно возрастающей нагрузкой в манеже РГАФК. Для задания скорости использовался звуколидер. Расчет графика бега и запись звуколидера проводились с помощью компьютера. Началу теста предшествовала стандартная разминка (10 мин - медленный бег, 10 мин - общеразвивающие упражнения). Затем спортсмены уже с аппаратурой (спорттестер РЕ3000 и вентилометр) проводили короткую (3-5 мин) разминку, которая заключалась в выполнении начальной части теста. Таким образом, с одной стороны, спортсмены в какой-то мере привыкали к условиям тестирования, а с другой стороны, это служило проверкой работоспособности аппаратуры.

Начальная скорость теста (1,8-2,0 м/с в зависимости от подготовленности спортсмена) поддерживалась в течение 3 мин. Затем скорость возрастала через каждые 25 м (была нанесена специальная разметка в манеже) в среднем на 0,167 м/с в каждую минуту. Тест выполнялся до отказа (максимальная скорость - 4,8-5,5 м/с).

В ходе теста регистрировалось время пробегания каждого круга с использованием фотодиодной оптронной пары (ВИСТИ) и электронного секундомера "Агат". Фиксировалось время десяти двойных шагов, по которому затем рассчитывались темп и средняя длина шагов на каждом круге. На спорттестер РЕ3000 регистрировали ЧСС каждые 5 с и ЛВ. По окончании теста информация со спорттестера через интерфейс вводилась в персональный компьютер (IBM PC/AT), где по программе, разработанной Е.Б. Мякинченко, рассчитывались следующие параметры:

- скорость бега на уровне аэробного порога;
- скорость бега на уровне анаэробного порога;
- максимальная скорость в тесте;
- ЧСС на скорости 3,03 м/с;
- ЧСС на скорости АэП;
- ЧСС на скорости АнП;
- ЧСС по окончании бега.

По введенным данным времени десяти двойных шагов в программе рассчитывались частота и длина шагов на скорости АнП.

После отдыха и дополнительной разминки (15-20 мин) спортсмены выполняли тест для определения максимальной скорости. Они трижды пробегали отрезок 20 м с ходу. Электронным секундомером фиксировалось время пробегания отрезка. Учитывалась лучшая попытка.

После отдыха (5 мин) и короткой разминки испытуемые выполняли специальные упражнения на тензоплатформе ПД-3 (ВИСТИ).

1-е упражнение - стоя на тензоплатформе на специальной подставке (высота 5 см) на одной ноге (передней частью стопы), испытуемый выполнял сгибание и разгибание стопы с максимальной амплитудой и частотой в течение 40 с.

2-е упражнение - необходимо было из исходного положения лежа на полу, упор сзади, тестируемая нога пяткой на тензоплатформе, другая нога - пяткой на колене тестируемой, за 30 с выполнить максимальное количество подъемов таза с максимальной амплитудой (не касаясь опоры). Упражнения выполнялись на обе ноги. Зафиксированная сила реакции опоры в аналоговом виде с усилителя тензоплатформы поступала в компьютер, где по программе, созданной Е.Б. Мякинченко, производились расчеты. Рассчитывалась механическая мощность выполнения упражнений каждые 2 с. Затем находились максимальный и средний показатели мощностей в обоих упражнениях для каждой ноги. В таблицах и тексте представлены значения, равные! полусумме показателей правой и левой ноги.

5.9. Оригинальный вариант планирования физической подготовки для бегунов на средние и длинные дистанции

Если следовать теоретическим положениям, использовать при планировании нагрузок имитационные модели, то можно разработать такие варианты тренировок, которые еще никто и никогда не применял. Такой способ планирования нагрузок представлен ниже.

Тестирование спортсмена - бегуна на длинные дистанции, показало, что бегун имеет в основном окислительные мышечные волокна мышц ног и относительно низкий ударный объем сердца на пульсе 170 уд/мин (табл. 20) Руководством была поставлена задача - повысить спортивный результат на 10-20 с за 1 год тренировки в беге на длинные дистанции (полумарафон).

Спортивная тренировка - это комплексный процесс, требующий учета всех сторон подготовки. В данном конкретном случае в ходе контроля было выяснено следующее.

1. Психологическая подготовленность - очень высокая мотивация (выплачивается зарплата), готовность выполнить любые тренировочные задания

2. Техническая подготовленность - педагогическое наблюдение показало, что спортсмен не имеет сколько-нибудь существенных погрешностей в технике бега.

3. Тактическая подготовленность - спортсмен хорошо знает, что необходимо равномерно раскладывать силы по дистанции, выбирать скорость бега в соответствии с уровнем подготовленности.

4. Физическая подготовленность - судя по первому тестированию (табл. 20) имеется резерв для повышения скорости бега за большее потребление кислорода мышцами ног.

Таким образом, на первый план вышла проблема физической подготовки бегуна. В контексте данной статьи важно показать ход теоретических рассуждений при построении микроцикла подготовки спортсмена.

Теоретическая разработка микроцикла подготовки бегуна с целью полной реализации возможностей кардиореспираторной системы, т.е. повышения потребления кислорода мышцами ног на уровне аэробного и анаэробного порогов заключалась в следующем.

Воскресенье. Выступление в соревнованиях (коммерческий старт) или прикидка на дистанцию 5-10 км. Установка на соревнование - бег выполнять на уровне скорости АНП с финишным ускорением не более 100 м. В этом случае активны медленные или окислительные мышечные волокна (ОМВ) и часть гликолитических мышечных волокон (ГМВ), именно они в этот день получают необходимую нагрузку - активизируется деятельность митохондрий в аэробных условиях функционирования всего организма, что дает стимул для их синтеза. Нагрузка: Интенсивность (И) = 30% максимальной алактатной мощности (МАМ), продолжительность (П) = 15-30 мин.

Понедельник. Стресс, вызванный соревнованием, дает выход в кровь большого количества гормонов. Они удерживаются в тканях 2-3 суток. Поэтому в этот день выполняются спринтерские упражнения. Длина отрезка для ускорения - 20-30 м. Серия: ускорение выполняется 5 раз с интервалом отдыха 45-60 с, затем отдых - длится 10-20 мин и серия повторяется. Всего 2-4 серий. Нагрузка: средняя интенсивность упражнения И=40% МАМ, П=4-6 мин полезного времени. Упражнения, выполняемые с такой интенсивностью, требуют рекрутирования всех мышечных волокон, следовательно, активно функционируют как окислительные, так и гликолитические мышечные волокна. ОМВ от такой тренировки не могут измениться, а во всех ГМВ создаются условия (волокно активно, митохондрии активно функционируют в относительно аэробных условиях) для синтеза новых митохондрий. В конце тренировки или вечером выполняются силовые упражнения на основные для бегуна мышцы в статодинамическом режиме (до боли в мышцах) с 1-2 подходами к каждой мышце на силовых тренажерах. Нагрузка: 1/1=80%, П=1 мин.

Вторник. Повторяется тренировка понедельника только вместо спринта выполнялись многоскоки в холм по 10-20 отталкиваний.

Среда. Интервальная тренировка -10-20 раз по 400 м с соревновательной скоростью, интервал отдыха - до ЧСС 120 уд/мин. Цель - гипертрофия миокарда (ЧСС в конце 400 м -185-195 уд/ мин), совершенствование техники бега, поддержание процесса синтеза митохондрий в ГМВ. В этот же день определяется скорость бега на ЧСС 170 и 195 уд/мин Нагрузка: И=40% П=15-30 мин.

Вечером в тренажерном зале выполняется силовая тренировка развивающего характера, т.е. каждую мышечную группу спортсменов упражнял 4-9 раз. Нагрузка: И=80%, (1=5-8 мин.

Четверг. Повторяется тренировка для вторника.

Пятница. Повторяется тренировка для понедельника.

Суббота. Подготовка к соревнованию (настройка, бег с соревновательной скоростью 3-5 раз по 400 м).

Таким образом, в рамках микроцикла выполняется одна развивающая тренировка для ОМВ мышц ног, что должно привести к росту количества миофибрилл в ОМВ и разрастанию вокруг новых миофибрилл новых митохондрий. Следовательно, должны изменяться показатели АэП Регулярная активация ГМВ должна была способствовать превращению ГМВ в ОМВ. Применение четыре раза в неделю силовой тонизирующей тренировки вызывало выход гормонов в кровь, а значит, к ускорению процессов синтеза органелл в клетках организма

Заметим также, что итогом подготовки было участие в полумарафоне Поэтому спортсмен выполнил в последние четыре воскресенья тренировки для увеличения запасов гликогена в мышцах. Поскольку

бег на дистанцию 30 км и более приводит к сильным разрушениям в мышечных волокнах мышц ног, то спортсмен выполнил езду на велосипеде с ЧСС 150-170 уд/мин по 1,5-3 часа. Это гарантировало достаточное даже для полного марафона накопление гликогена в мышцах.

После построения микроцикла данные о нагрузках были введены в компьютерную программу [139] и было показано, что при правильном белковом питании спортсмен будет непрерывно прогрессировать, пока не исчерпает потенциальных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Из табл. 20 видно, что все теоретические предсказания сбылись: увеличилось потребление кислорода на уровне АэП и АнП, выросла сила (прыгать стал лучше), а самое главное спортсмен пробежал полумарафон за 1ч 13 мин 27 с, установил национальный рекорд для спортсменов своего возраста (улучшение составило 1 мин 40 с), был вторым среди всех спортсменов своей национальности.

Таким образом, понимание сути средств и методов, стимулирующих ход адаптационных перестроек в мышцах позволило построить вариант тренировки, который не использовал ни один тренер, работающий с бегунами на длинные дистанции. Этот экспериментальный факт, другими словами, практика, доказывает корректность концептуального и математического моделирования, использованного в этом эксперименте.

Заключение

Эмпирический путь развития теории спортивной тренировки исчерпал себя еще 20-30 лет назад. Попытки преодоления эмпиризма были неудачными по причине отсутствия алгоритма построения теоретического знания в науковедческой литературе. С начала 90-х годов появился четкий алгоритм построения развитого теоретического знания, который позволил в основном построить теорию физической подготовки спортсменов с использованием математического моделирования. Полагаем, что путь создания концептуальных и математических моделей и предсказание с их помощью наиболее эффективных средств, методов и планов подготовки спортсменов является правильным. При этом не отвергается применение эмпирического подхода в случаях отсутствия достаточной информации для построения адекватных моделей объекта исследования.

В этой книге сделана попытка на основе литературных данных разработать модель бегуна на средние дистанции и, опираясь на эту модель, разработать средства, методы и планы подготовки средневики. Теоретические знания, приобретенные таким образом, были положены в основу критического анализа тренерского опыта. В ходе исследования было показано, что теоретически обоснованная программа подготовки бегуна на средние дистанции по основным компонентам хорошо согласуется с апробированными системами подготовки выдающихся спортсменов - П. Снелла, С. Коз, С. Ауиты, что, с нашей точки зрения, является существенным фактом в пользу доказательства истинности теоретически обоснованных методических рекомендаций.