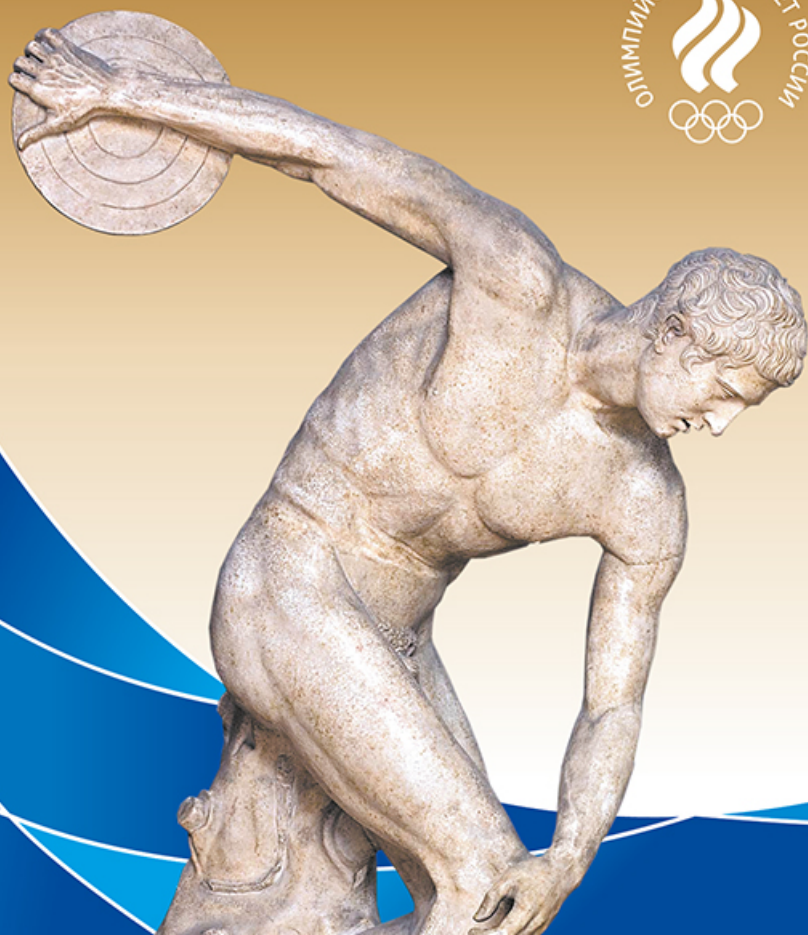


ОЛИМПИЙСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В.М. Зациорский

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
КАЧЕСТВА СПОРТСМЕНА:  
ОСНОВЫ ТЕОРИИ  
И МЕТОДИКИ ВОСПИТАНИЯ**





*Издано по заказу  
Олимпийского комитета России  
при поддержке  
ПАО «ГАЗПРОМ»*



*Дорогие друзья!*

*Вы держите в руках книгу, изданную впервые более полувека назад, но при этом не потерявшую актуальности и способную стать хорошим подспорьем в подготовке очередного поколения наших спортсменов к крупным международным соревнованиям.*

*Олимпийский комитет России уделяет большое внимание переизданию лучших образцов методической спортивной литературы, основные постулаты которой активно используются в современных книгах и пособиях, выпускающихся в наши дни. Мы считаем, что информация из первоисточника является наиболее точной, и вообще всё новое – это в определенном смысле хорошо забытое старое.*

*Материал, содержащийся в этой книге, по праву считается мировой классикой в области научно-спортивной литературы. Таким образом, в преддверии Игр Олимпиады 2020 г. в Токио и Олимпийских зимних игр 2022 г. в Пекине специалисты получают в свое распоряжение кладезь полезной информации, с помощью которой можно решить самые трудные задачи.*

*Уверен, что совместная работа научно-экспертного совета ОКР и ООО «Издательство “Спорт”» позволит вывести научно-методическое обеспечение Олимпийской команды России на качественно новый уровень, что, в свою очередь, будет способствовать росту спортивных результатов.*

Президент ОКР



С. А. Поздняков

ОЛИМПИЙСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

---

В.М. Зациорский

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
КАЧЕСТВА СПОРТСМЕНА:  
ОСНОВЫ ТЕОРИИ  
И МЕТОДИКИ ВОСПИТАНИЯ**



Издательство «СПОРТ»

Москва 2019

УДК 796/799  
ББК 75.1  
312

**Зациорский В. М.**

312 Физические качества спортсмена : основы теории и методики воспитания [Текст] / В. М. Зациорский. – 4-е изд. – М. : Спорт, 2019 – 200 с. : ил.

ISBN 978-5-907225-01-5

Эта книга – переиздание фундаментального труда известного отечественного теоретика спорта. В ней излагаются основы теории и методики воспитания физических качеств спортсмена как одной из важных сторон спортивной тренировки.

Предназначена для тренеров, спортсменов, студентов высших учебных заведений физической культуры и спорта.

**УДК 796/799**  
**ББК 75.1**

ISBN 978-5-907225-01-5

© В. М. Зациорский, текст, 1966  
© В. М. Зациорский, текст, 2019  
© Оформление. ООО «Издательство  
“Спорт”», 2019

## **ОТ АВТОРА**

Основная задача этой книги – ответить на вопрос: как надо тренироваться, чтобы повысить уровень силы, быстроты и других качеств?

Но этот ответ невозможен, если не будет ясно: что следует тренировать (т.е. что такое сила, быстрота и пр.); почему надо тренироваться именно так, а не иначе?

Таким образом, книга посвящена двум вопросам: 1) что представляют собой физические (двигательные) качества спортсмена; 2) как надо заниматься физическими упражнениями, чтобы эти качества развить.

Во всех случаях автор стремился при изложении материала давать конкретные методические рекомендации. Однако книгу о физических качествах, в частности о методике их воспитания, нельзя писать, как, например, поваренную книгу, рассчитанную на то, что ее раскроют на любой странице и возьмут оттуда нужный рецепт. Только понимание существа дела, тех научных основ, на которых зиждутся методические советы, делает оправданным их применение. Время, когда для хорошего тренера достаточно было лишь практического опыта и здравого смысла, заканчивается. Хотя автор и стремился быть максимально доступным, все же книгу не удалось сделать очень простой для ее основного читателя – тренера, преподавателя физического воспитания, студента института физкультуры. Причина этого – сложность разбираемых вопросов. Чем больше проникает наука в спорт, тем менее банальными становятся методические рекомендации, тем больше знаний нужно для их осмысленного применения. В спорте мы совершенствуем самое совершенное создание природы – человека. Стоит ли удивляться, что это – трудное дело.

Размеры книги не позволили исчерпывающе изложить современное состояние научных исследований по затронутым вопросам. Это неминуемо привело бы к многократному увеличению объема. Для примера упомянем, что монографии по отдельным вопросам равны по листажу настоящей книге (монографии Т. Хеттингера, 1966 – об изометрических методах воспитания силы; Рейнделла, Роскамма и Гершлера, 1962 – об интервальных методах тренировки выносливости и пр.). Настоящая работа представляет попытку изложить основы теории и методики воспитания физических качеств. Хотя многие положения, выдвигаемые здесь, дискуссионны, автор не смог из-за ограниченного объема достаточно подробно обсудить существующие точки зрения. Он стремился лишь четко описать те взгляды, которые полагает наиболее верными. Приведенная библиография также далека от полноты.

При чтении необходимо иметь в виду, что речь идет лишь об одной из сторон спортивной тренировки. Это та сторона, где более всего проявляется действие биологических факторов. Не надо, однако, забывать, что процесс физического воспитания, в частности спортивной тренировки, гораздо шире проблемы физических качеств. И только учет всех сторон этого процесса, пристальное внимание к личности ученика, к его нравственному воспитанию может обеспечить успех.

Вся рукопись или отдельные ее главы были просмотрены Н.Г. Озолиным, В.С. Фарфелем, Н.И. Волковым, А.Н. Воробьевым, Е.М. Чумаковым, С.М. Арутюняном, В.Д. Мазниченко и другими специалистами. За труд и сделанные замечания – искренняя им признательность.

На протяжении ряда лет автор воспитывался в кафедральных коллективах, возглавляемых его учителями – А.А. Тер-Ованесяном и А.Д. Новиковым. Взгляды, принятые на этих кафедрах в результате коллективного труда, не могли не оказать влияния на содержание работы. Большая часть возможных достоинств этой книги – заслуга учителей автора; что же касается недостатков, то они целиком на его совести.

*В. Зацюрский*

## Введение

### ФИЗИЧЕСКИЕ (ДВИГАТЕЛЬНЫЕ) КАЧЕСТВА

**1. Понятие о физических качествах.** Каждый человек обладает определенными двигательными возможностями (например, может поднять какой-то вес, пробежать столько-то метров за определенное время и т.п.). Они реализуются в определенных движениях, которые отличаются рядом характеристик, как качественных, так и количественных. Так, например, спринтерский бег и марафонский бег предъявляют к организму качественно различные требования, вызывают проявление разных физических качеств. Физическими (или двигательными) качествами принято называть отдельные стороны двигательных возможностей человека.

Понятие «физическое качество» объединяет, в частности, те стороны моторики человека, которые:

1) проявляются в одинаковых параметрах движения и измеряются тождественным способом – имеют один и тот же измеритель (например, максимальную скорость);

2) имеют аналогичные физиологические и биохимические механизмы и требуют проявления сходных свойств психики.

Как следствие этого методика воспитания физического качества имеет общие черты вне зависимости от конкретного вида движения. Например, выносливость в плавании и беге совершенствуют во многом сходными путями, хотя сами эти движения резко различны.

Представление о физических качествах возникло первоначально в методической литературе по физическому воспитанию и спорту (В. Ухов, 1875; Лагранж, 1892; Демени, 1915; Шмидт, 1925; А.Д. Новиков, 1941, 1949 и др.) и лишь затем постепенно завоевало права гражданства в физиологии спорта и других науч-



ных дисциплинах. Необходимость введения наряду с традиционным представлением о двигательных навыках еще и специальной категории «физические качества» вызвана запросами практики, в частности различиями в методике преподавания. Так, при обучении движениям преподаватель может бесчисленными способами помочь ученикам получить представление о правильном выполнении – о положении тела, направлении и амплитуде движения, его ритме и т.п. Но в отношении силы, скорости, продолжительности и других подобных параметров движения он может давать лишь такие указания, как «сильнее – слабее», «быстрее – медленнее» и т.п.

Используя математическую терминологию, допустимо было бы говорить о многомерности двигательных навыков (в том смысле, что навык, а точнее – движение, в котором он реализуется, можно достаточно полно охарактеризовать, лишь указав на очень большое число его параметров) и одномерности физических качеств (при их проявлении в конкретном движении).

Хотя развитию физических качеств, так же, как и формирование двигательных навыков, во многом зависит от образования условно-рефлекторных отношений в центральной нервной системе (Н.В. Зимкин, 1954, 1956 и др.), для физических качеств гораздо большее значение имеют биохимические и морфологические (в особенности гистологические) перестройки в организме в целом.

Для развития физических качеств характерна значительно меньшая по сравнению с формированием навыков осознанность тех компонентов, из которых складывается успех в достижении намеченной цели. Можно рассказать человеку, как надо выполнять то или иное движение (например, двойное сальто), но никакие объяснения не помогут установить наилучшие координационные отношения в деятельности сердечно-сосудистой системы, чтобы добиться большей выносливости.

Существование двух сторон двигательной функции – навыков и качеств – приводит к выделению в процессе физического воспитания (в спортивной тренировке) двух направлений: обучения движениям (техническая подготовка) и воспитания физических качеств (физическая подготовка).

**2. Терминологические замечания.** Мы пользуемся в настоящей книге терминами физические и двигательные качества как равнозначными. Оба они не вполне идеальны, однако едва ли правильно придавать данному вопросу принципиальное значение и устраивать по этому поводу дискуссии.

Различие же между терминами воспитание и развитие физических качеств нам представляется весьма существенным. Развитие физических качеств есть процесс их изменения в ходе жизни человека. Например, в развитии силы отмечаются постепенный подъем ее к 25–30 годам, затем период стабилизации, последующее снижение и т.п. Воспитанием же физических качеств мы называем педагогический процесс управления, воздействия на развитие с целью его изменения в нужном нам направлении. Так, говоря о воспитании силы, обсуждаем вопрос о выборе тренировочных упражнений, их дозировке и пр. Иными словами: термином развитие обозначаются изменения, происходящие в организме; термином воспитание – действия, необходимые, чтобы эти изменения соответствовали нашим желаниям. Мы понимаем, что словосочетание «воспитание физических качеств» является непривычным для большей части читателей. Но это, пожалуй, единственный его недостаток.

Нам представляется правильным говорить о физических качествах человека, а не о качествах двигательной деятельности, как это часто делают (Н.Н. Яковлев, А.В. Коробков, С.В. Яннис, 1957 и др.). Оснований для этого два: во-первых, качества (например, выносливость) есть некоторая характеристика именно человека, а не движения; мы говорим о силе Л. Жаботинского, выносливости П. Болотникова; мы совершенствуем, наконец, в спорте человека, его возможности выполнять те или иные движения, а не сами движения. Во-вторых, бесспорно, что двигательные качества человека проявляются в тех или иных характеристиках (параметрах) движения, определяя максимальные величины этих параметров. Однако различия между указанными величинами, естественно, количественные, а не качественные. Например, бег на 100 м с точки зрения анализа самого движения отличается от марафонского бега по преимуществу лишь количественно (различны длина дистанций, скорость бега, сила отталкиваний и т.п.), но эти количественно различные виды деятельности требуют для успешного выполнения качественно иных свойств человека – быстроты и выносливости.

# Глава I

## МЕТОДИКА ВОСПИТАНИЯ СИЛЫ

### I.1\*. СИЛА КАК ФИЗИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ЧЕЛОВЕКА

**I.1.1. Вводные замечания.** В обыденной речи слову «сила» придают различные значения. Как научное понятие оно должно быть по возможности строго определено. Надо различать:

1) силу как механическую характеристику движения («на тело с массой  $m$  действует сила  $F...$ »);

2) силу как свойство, качество человека (например, в тексте: «развитие силы с возрастом; у спортсменов сила больше, чем у не занимающихся спортом...» и т.д.).

В первом значении сила наряду с другими характеристиками движения является объектом изучения механики. Во втором – служит предметом исследования в теории физического воспитания, физиологии, антропологии.

Применение одного и того же термина для обозначения, в сущности, различных понятий иногда ведет к ошибочным утверждениям. Вот пример подобной ошибки: «При прочих равных условиях (путь, время воздействия и т.п.) ускорение, которое спортсмен сообщает какому-либо снаряду, определяется проявленной силой. Следовательно, величина достигнутой скорости зависит, главным образом, от силы спортсмена». В первом случае термин «сила» – механическая характеристика движения; во втором – он обозначает свойство человека. В неправомерности утверждения легко убедиться, если представить, что ускорение сообщается телу весьма малой массы (копеечной монете, например). Первая часть приведенного утверждения останется справедливой; сделанный же вывод будет неверен; увеличение максимальных силовых возможностей человека не скажется практически на скорости (а следовательно, и дальности) полета монеты.

---

\* Для краткости и удобства пользования в книге принята следующая система обозначений: римские цифры указывают главу; арабские – разделы и подразделы. Например, обозначение П.1.2 означает: «вторая глава, первый раздел, второй подраздел».

В книге мы пользуемся термином «сила» и в том, и в другом смысле. Там, где возникает опасность смешения понятий, для обозначения силы как двигательного качества применяем термины: силовые возможности, мышечная сила.

В первом из указанных значений – характеристика движения – сила есть мера механического взаимодействия тел в данный момент времени. Качественно сила определяется двумя признаками: она может деформировать неподвижное твердое тело и ускорять подвижное тело. Каждая сила может быть представлена в виде вектора и полностью определена указанием: 1) направления, 2) величины (скалярной) и 3) точки приложения. Силу можно измерить по вызываемым ею эффектам деформации или изменения движения. Поскольку сила характеризует лишь мгновенную меру взаимодействия, а реальные процессы всегда обладают протяженностью во времени, в практике ценной является такая мера, как импульс силы – в простейшем случае произведение величины силы на время ее действия.

В спортивно-методической литературе и в физиологии спорта, говоря о силе, обычно ссылаются на второй закон Ньютона: сила пропорциональна ускорению ( $F = m \times a$ ). При этом, как правило, забывают сказать, что это фактически частный случай, соответствующий действию сил инерции\*. Когда силы противодействия вызваны тяжестью тела, то они не зависят от ускорения и определяются только весом (так, например, бывает при неподвижном удержании груза). При растягивании эспандера или резины проявляемая сила почти не зависит от ускорения и определяется главным образом длиной, на которую растянут предмет. Наконец, когда противодействие возникает из-за трения, величина силы зависит не от ускорения или пути, а от скорости. В большинстве движений действуют одновременно силы тяжести, инерции, напряжения, деформации и трения. Поэтому зависимость силы от прочих характеристик движения (скорости, ускорения, пути) обычно сложна. Зависимость типа  $F = m \times a$  можно наблюдать в «чистом виде» только в специально созданных лабораторных условиях.

**1.1.2. Определение понятия.** Лучший способ определить какое-либо понятие – указать путь измерения. «Лишь измеримость движения и придает категории силы ее ценность. Без этого она не имеет никакой ценности» (Ф. Энгельс)\*\*.

Очевидно, что степень силовых возможностей человека мы будем определять с помощью динамометров или каких-либо аналогич-

---

\* Силами инерции называются силы, действующие со стороны ускоряемых тел на ускоряющие. Выделение сил инерции условно, подобно тому как условно выделение сил действия и противодействия.

\*\* Диалектика природы. – М., 1950. – С. 225.

ных устройств, применяемых для измерения сил в механике. Этот факт является выражением того, что сила (как двигательное качество человека) есть его способность проявлять за счет мышечных усилий определенные величины силы (меры механического взаимодействия). Эта фраза, будучи точной в смысловом отношении, стилистически выглядит как тавтология из-за использования термина «сила» в разных значениях\*. Иначе силу человека можно определить как его способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных усилий. В случае преодолевающей работы под силами сопротивления понимают силы, направленные против движения; при уступающей работе – действующие по ходу движения.

Как известно, мышцы могут проявлять силу: 1) без изменения своей длины (статический, изометрический режим); 2) при уменьшении длины (преодолевающий, миометрический режим); 3) при удлинении (уступающий, плиометрический режим).

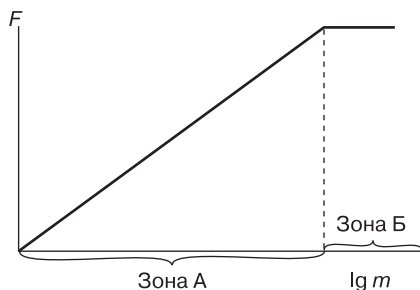
Поскольку в этих случаях максимальные величины силы различны, приведенное деление можно принять как классификацию основных видов силовых способностей. С некоторыми уточнениями это и будет сделано ниже (в 1.1.4).

**1.1.3. Зависимость проявляемой силы от условий выполнения движения.** Сила движения («т.е. производимое движением давление или тяга» – И.М. Сеченов, 1906) во многом определяется природой сил сопротивления.

В настоящее время на человеке достаточно изучены лишь движения, связанные с сообщением ускорения телам определенной массы. Исследования такого рода проводятся с помощью приборов (так называемых инерционных динамографов), позволяющих устранять влияние силы тяжести. В инерционных динамографах используется горизонтальная ось с маховиком на ней. На ось наматывается шнур, за который тянет испытуемый, тем самым раскручивая маховик. Регистрируется сила тяги, а также сообщаемые маховику ускорение и скорость. В данном приборе изменение положения маховика не изменяет его потенциальную энергию в гравитационном поле, вся работа (не считая небольших затрат на преодоление трения) тратится лишь на сообщение кинетической энергии маховику. Динамика движения подчиняется второму закону Ньютона. Изменяя момент инерции, можно сообщать скорения различным «эквивалентным массам».

---

\* В отношении других физических качеств мы находимся в более выгодном положении. Например, термины, обозначающие выносливость (двигательное качество) и мерило выносливости (предельное время выполнения упражнения, например), не совпадают.



**Рис. 1.** Зависимость силы от перемещаемой массы при движениях с максимальными усилиями (схема по Н.Н. Гончарову, 1952)

Связь «сила – перемещаемая масса». Если человек выполнит ряд движений с предельными мышечными усилиями, перемещая тела различной массы, величины проявленной силы будут различны (Н.Н. Гончаров, 1952). Сначала с увеличением массы перемещаемого тела сила будет расти, однако дальнейшее возрастание массы не приведет к увеличению силы (рис. 1).

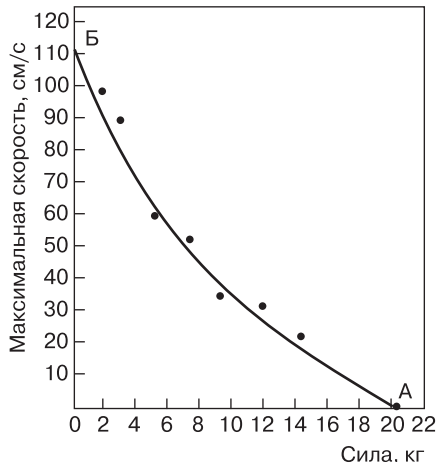
Математически связь «сила – перемещаемая масса» в том диапазоне переменных масс, где сила возрастает (см. рис. 1, зона А), может быть выражена уравнением:

$$F = a + k \times \lg m,$$

где  $F$  – сила;  $a$  и  $k$  – индивидуальные константы;  $\lg$  – обозначение натурального логарифма,  $m$  – масса.

Зависимость «сила – масса» находит многочисленные проявления в спортивной практике. Так, сила, которую спортсмен может приложить к ядру, будет меньше той, которую он способен проявить при поднимании штанги, и т.п. Однако если масса ускоряемого тела велика, то величина силы, какую человек может приложить к этому телу, уже не зависит от перемещаемой массы и определяется лишь силовыми возможностями человека (см. рис. 1, зона Б).

Связь «сила – скорость». Если толкать ядра различного веса, измеряя скорость вылета ядра и проявленную силу, то сила и скорость будут находиться в обратно пропорциональной зависимости: чем выше скорость, тем меньше проявленная сила, и наоборот. В крайне случае, когда ядро будет настолько тяжелым, что его уже нельзя сдвинуть с места, можно проявить наибольшую силу (статическое усилие, скорость равна нулю). Наоборот, при движении свободной руки (масса «ядра», а следовательно, и сила, приложенная к нему, равны нулю) скорость будет наибольшей.



**Рис. 2.** Зависимость между показателями силы и скорости в ряду движений с различными отягощениями. Экспериментальные данные, полученные на большой грудной мышце человека (по Г.Дж. Ральстону и др., 1949)

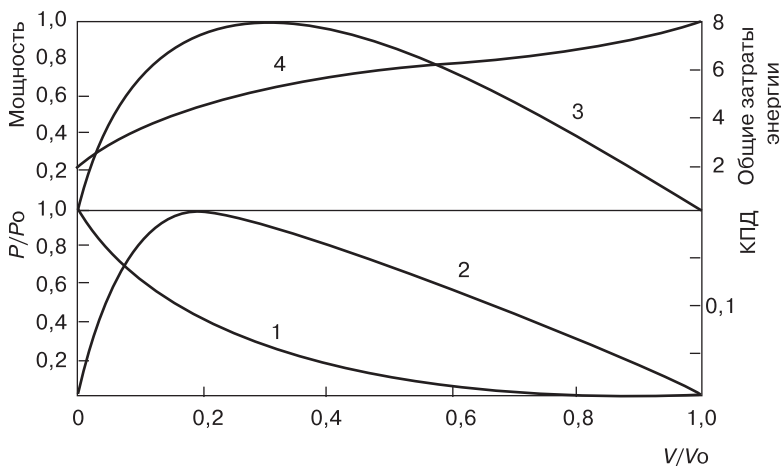
Толкание обычного ядра занимает промежуточное положение, скорость и сила здесь имеют какие-то средние величины. Если повторить этот опыт в более точной форме в лаборатории (Фенн с сотр., 1931; Уилки, 1949; Н.А. Масальгин, 1965 и др.), то зависимость между силой и скоростью в ряду движений с различной нагрузкой будет характеризоваться кривой типа приведенной на рис. 2. Здесь точка *А* соответствует изометрическим условиям (скорость равна нулю, проявленная сила максимальна), точка *Б* – движению без отягощения (нагрузка равна нулю, скорость максимальна). Точками на графике указаны наблюдавшиеся промежуточные случаи. Приведенная зависимость между силой и скоростью описывается так называемым «основным уравнением мышечной динамики» (А.В. Хилл, 1938):

$$(P + a)(v + b) = (P_0 + a) \times b = K,$$

где  $P$  – проявленная сила,  $P_0$  – максимальная сила,  $v$  – скорость,  $a$ ,  $b$  и  $K$  – индивидуальные константы, т.е. постоянные величины, характеризующие отдельных испытуемых и получаемые из опытных данных\*.

Из уравнения следует не только то, что сила и скорость связаны обратно пропорционально; важно, что возможные значения

\* Более подробный анализ приведенного уравнения можно найти в руководствах по биофизике (В. Байер, 1962 и др.).



**Рис. 3.** Зависимость различных параметров движения от скорости (по А.В. Хиллу, 1950).

По горизонтали: скорость  $V$  как доля максимальной скорости  $V_0$  при нулевой нагрузке. По вертикали: 1 – сила  $P$  как доля максимальной изометрической силы  $P_0$ ; 2 – отношение выполненной работы к затраченной энергии (КПД); 3 – механическая мощность =  $P \times V$ ; 4 – общие затраты энергии =  $PV/\text{КПД}$

силы и скорости при разных отягощениях зависят от максимальной силы ( $P_0$ ), проявляемой в изометрических условиях. Иначе говоря, показатели максимальной статической силы человека в значительной мере определяют, какие величины силы он сможет проявить при динамическом режиме работы.

Между максимальной силой, измеренной в статическом режиме, и максимальным весом, который можно поднять в этом же движении, нет статистически существенной разницы (Раш, 1957). Средние величины и стандартные отклонения были соответственно равны  $43,2 \pm 3,4$  и  $41,8 \pm 6,9$  фунта (данные исследования 24 человек). В дальнейшем, правда, А.С. Степанов и М.А. Бурлаков (1963) нашли несколько большее различие между этими двумя показателями (до 6–8 кг).

В общем виде зависимость силы и других параметров движения от скорости показана на рис. 3.

Видно, что с ростом скорости величины проявляемой силы уменьшаются, общее выделение энергии (работа + тепло) растет, наивысшее значение мощности достигается при скоростях около  $1/3$  максимальной, наивысшей КПД – при скорости примерно 20%.

То, что наибольшая мощность проявляется при скорости, равной примерно  $1/3$  максимальной, кажется несколько неожидан-



ным. Однако не надо забывать, что мощность в простейшем случае равна произведению силы на скорость:

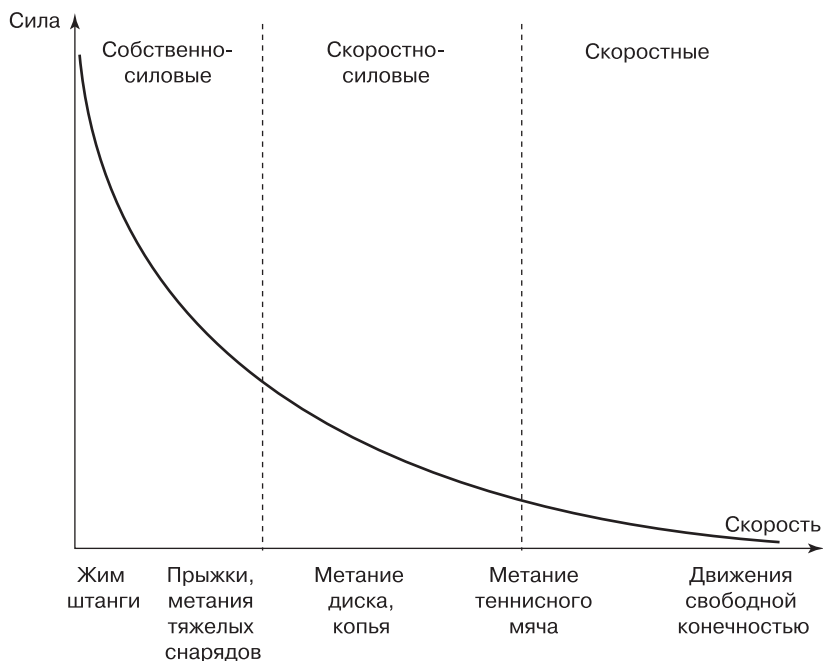
$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \times S}{t} = F \left[ \frac{S}{t} \right] = F \times v,$$

где  $N$  – мощность,  $A$  – работа,  $F$  – сила,  $v$  – скорость,  $t$  – время и  $S$  – путь.

Величины скорости и силы обратно пропорциональны. Максимальные значения мощности наблюдаются при оптимальных значениях силы и скорости (напомним, что все время речь идет о движениях, выполняемых с предельным усилием, но при разных отягощениях). Эти оптимальные величины рядом исследователей указываются несколько по-разному, но порядок их всегда близок к  $1/3$  максимальных значений как для скорости, так и для силы (А.В. Хилл, 1950, 1964; Х. Ральстон, 1949, 1953; Н.Н. Гончаров, 1952). Следовательно, максимальная мощность равна примерно  $1/10$  той величины, которая была бы достигнута, если бы удалось проявить в одном движении свои наивысшие силу и скорость. Сказанное объясняет, почему большие значения мощности наблюдаются, например, при толкании ядра, а не при поднимании штанги. Так, по данным А. Самоцветова (1961), мощность при толкании ядра на 18 м 19 см равнялась 6,9 л.с., а при рывке штанги 150 кг – лишь 4,3 л.с. В этих же попытках максимальное значение силы, приложенной к ядру, составляло 61,3 кг; усилие же, приложенное к штанге, было равно примерно 200 кг. Хотя при толкании ядра была проявлена значительно меньшая сила, мощность здесь была больше вследствие гораздо более высокой скорости движения.

Движения, встречающиеся в условиях спортивной практики, относятся к разным точкам кривой «сила – скорость» (рис. 4). Поскольку сила равна произведению массы на ускорение, то величины проявляемой силы могут возрасти либо за счет большой массы при небольших ускорениях (такие движения называются собственно-силовыми, например жим или приседание со штангой околопредельного веса), либо за счет увеличения ускорения при постоянных массах (так называемые скоростно-силовые движения – по В.С. Фарфелю, 1939, например, метания). Если, несмотря на значительное ускорение, величина силы, проявляемой в движении, очень мала (потому что мала передвигаемая масса), такие движения называются скоростными (см. рис. 4).

Между максимальными значениями силы (см. рис. 2, показатели вблизи точки  $A$ ) и скорости (см. рис. 2, значения около точки  $B$ ) нет корреляционной зависимости; иначе говоря, способность про-

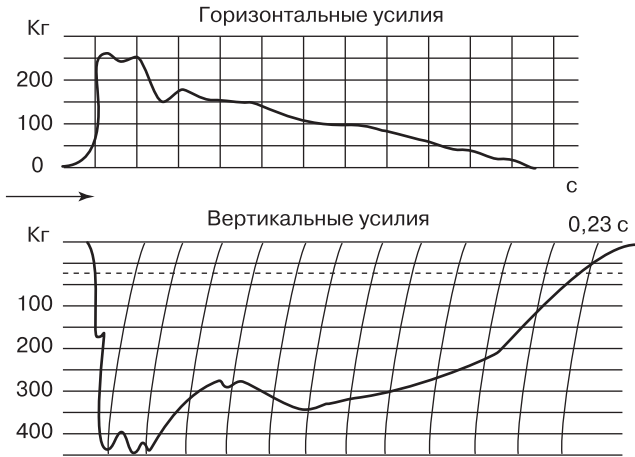


**Рис. 4.** Соотношение показателей силы и скорости в некоторых движениях (схема)

являть в каком-либо движении максимальную силу и способность достигать в том же движении большей скорости не связаны между собой (Раш, 1954; Генри и Уиттлей, 1960; Генри, 1960, 1962). Это касается крайних точек кривой «сила – скорость», промежуточные же показатели существенно зависят от максимальных.

Сила в уступающих движениях при насильственном увеличении длины мышц может значительно (до 50–100%) превосходить максимальную изометрическую силу человека (А. Бете, 1925; А.В. Хилл, 1959). Например, сила, проявляемая при приземлении с большой высоты, больше той, которую спортсмен может проявить в отталкивании. Мышечный аппарат часто работает в уступающем режиме, в частности в амортизационной фазе отталкивания в прыжках; в быстрых движениях, когда надо погасить кинетическую энергию движущегося звена тела, и т.д. При этом нередко максимальные величины силы проявляются именно в уступающих фазах движения (рис. 5).

Сила, проявляемая в уступающем режиме работы в разных движениях, зависит от скорости движения: чем больше скорость, тем больше и проявляемая сила. Если учитывать не только абсолютное



**Рис. 5.** Динамограмма толчка экс-рекордсмена мира по прыжкам в высоту Ю. Степанова. Наибольшие усилия проявляются в начале толчка, в его амортизационной фазе (по В.М. Дьячкову, 1958)

значение скорости, но и ее направление, то соотношение между силой и скоростью примет вид, подобный приведенному на рис. 6.

**1.1.4. Виды силы как двигательного качества человека.** Отметим несколько положений из сказанного в 1.1.3:

1) величины силы, проявляемые в медленных движениях, не отличаются существенно от показателей силы в изометрических условиях;

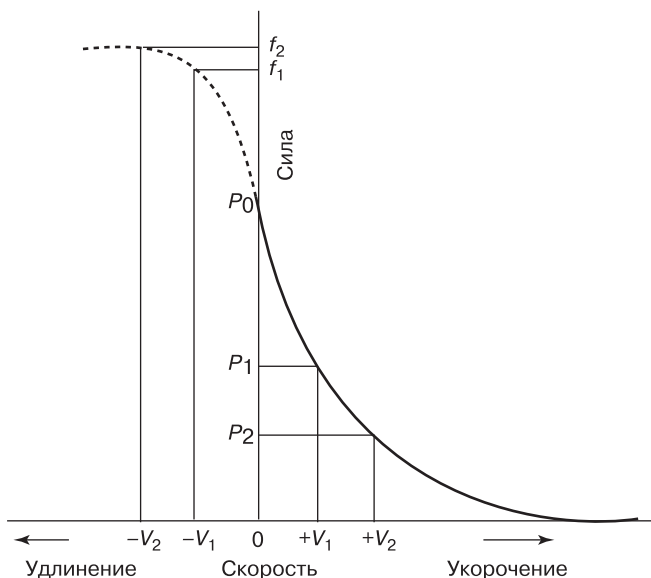
2) в плиометрическом (уступающем) режиме наблюдаются наибольшие величины силы, иногда в 2 раза превосходящие изометрические показатели;

3) в условиях быстрых движений величины силы уменьшаются с нарастанием скорости;

4) между силой, проявляемой в условиях предельно быстрых движений, и максимальной изометрической силой нет никакой связи.

Исходя из сказанного, можно, по-видимому, в качестве самой приблизительной, сугубо рабочей классификации предложить следующее деление видов силовых способностей:

<b>Вид силовой способности</b>	<b>Условные проявления</b>
Собственно-силовые способности (условно говоря, статическая сила)	Статический режим и медленные (жимовые) движения
Скоростно-силовые способности:	
а) динамическая сила	Быстрые движения
б) амортизационная сила	Уступающие движения



**Рис. 6.** Связь между силой и скоростью в преодолевающих и уступающих движениях (по Б. Абботту и др., 1959):

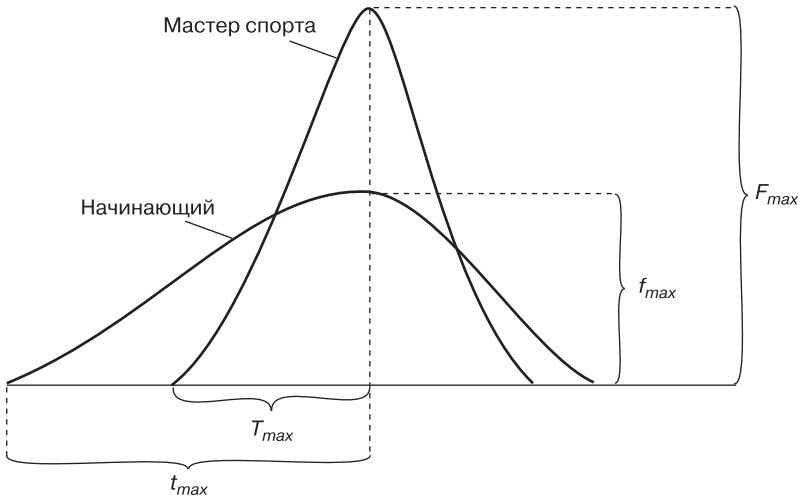
$V_1$  и  $V_2$  — скорости уменьшения и увеличения длины мышцы;  $P_1$  и  $P_2$  — соответствующие этим скоростям величины силы в преодолевающем (миометрическом) режиме;  $f_1$  и  $f_2$  — соответствующие величины силы в уступающем (плиометрическом) режиме;  $P_0$  — максимальная изометрическая сила

Из них главной является статическая сила: величины силы, которые человек может проявить в условиях быстрых движений или при уступающем режиме, существенно зависят от его максимальных изометрических показателей\*.

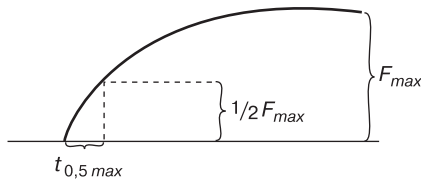
Указанные виды силовых способностей — основные, однако они не исчерпывают всего многообразия проявления силы человеком. Важной разновидностью является «взрывная сила» — способность проявлять большие величины силы в наименьшее время (Д.М. Иоселиани, 1957). Так, из динамограмм отталкивания при прыжке вверх с места, записанных у мастеров спорта

\* Конечно, чисто словесного деления на «быстрые» и «медленные» движения без точных численных указаний недостаточно, но этот вопрос может быть решен лишь экспериментально.

В дальнейшем вместо термина «статическая сила» мы для краткости будем говорить о силе человека, силе спортсмена и т.п., понимая, что речь идет о проявлении силы в статических или близких к ним условиях. Изложению методики воспитания силы в указанном смысле посвящены последующие параграфы. Вопросы методики воспитания динамической силы рассматриваются в главе «Методика воспитания быстроты».



**Рис. 7.** Динамограмма отталкивания при прыжке вверх с места (схема).  
Пример проявления «взрывной» силы



**Рис. 8.** Нарастание силы при максимальном усилии  
(схема по М.А. Годуку и В.М. Защиторскому, 1965)

и у начинающих (рис. 7), видно, что мастера проявляют бóльшую силу в меньший промежуток времени. При оценке уровня развития «взрывной силы» можно пользоваться так называемым скоростно-силовым индексом (Ю.В. Воронин и др., 1964):

$$J = \frac{f_{max}}{t_{max}},$$

где  $J$  – указанный индекс;  $f_{max}$  – максимальное значение силы, показанное в данном движении;  $t_{max}$  – время достижения максимальной силы.

Кривая нарастания силы при однократном усилии имеет вид, показанный на рис. 8. По данным Д. Уилки (1949), время, необходимое для достижения максимальных показателей силы, у нетренированных равно примерно 150 мс (для сгибателей локтевого сустава). В первом приближении приведенную кривую нарастания силы можно математически представить в виде уравнения:

$$f(t) = F_{max} \times (1 - e^{-k \cdot t}),$$

где  $f(t)$  – величина силы в момент времени  $t$ ;  $F_{max}$  – максимальное значение силы;  $e$  – основание натуральных логарифмов;  $k$  – константа, характеризующая скорость нарастания (градиент) силы.

При анализе подобных уравнений (они очень часто встречаются в разных областях науки и техники) нередко ориентируются на время, необходимое для достижения половины максимального значения измеренного показателя. Знание этого «половинного времени» ( $t_{0,5 max}$ ) дает возможность охарактеризовать ход всей кривой. В частности, зная его, легко рассчитать значения  $k$ :

$$k = \frac{\ln 2}{t_{0,5 max}}.$$

Градиент силы также можно оценить по времени, нужному для нарастания силы до половины максимальной величины (М.А. Годик и В.М. Зациорский, 1965).

Максимальная величина силы (в частности, становой) и время достижения 50% максимума не коррелируют между собой (у 100 поступающих в институт физкультуры коэффициент корреляции –  $r$  – был равен лишь 0,114). Наличие большой силы не указывает на способность к ее быстрому проявлению. Время же достижения определенного усилия (в частности, 50 кг) иногда мало зависит от максимальных величин силы ( $r = 0,276$ ) и в значительной мере от градиента силы ( $r = 0,709$ ). Здесь все определяется тем, каких величин силы нужно достигать. Так, по данным М.А. Годика, В.М. Зациорского и А.М. Максименко (1965), у юношей 14–15 лет (40 чел.) отмечались следующие величины корреляции максимальной силы и градиента силы со временем набора стандартных величин силы:

	Время, необходимое для достижения силы		
	15 кг	30 кг	45 кг
Максимальная сила	–0,207	–0,330	–0,543
Градиент силы	0,480	0,269	0,105

Видно, что при увеличении значений силы время их достижения больше зависит от показателей максимальной изометрической силы и меньше – от градиента силы.

Помимо описанных для измерения «взрывной силы» был предложен и ряд других показателей (Ю.П. Астанин, 1938;

С.В. Левинштейн, 1961; Ю.В. Верхошанский, 1963; В.В. Петровский и Р.В. Жердочко, 1965 и др.).

**1.1.5. Мышечная сила и вес спортсмена.** При одинаковом уровне тренированности люди бóльшего веса могут проявлять бóльшую силу.

Зависимость между силой и собственным весом проявляется тем четче, чем более высока и одинакова спортивная квалификация испытуемых. Так, у мировых рекордсменов в жиме корреляция между спортивным результатом и собственным весом очень высока – 0,93; у участников первенства мира по тяжелой атлетике она ниже – 0,84; у рядовых спортсменов – 0,80, а у лиц, не занимающихся спортом, коэффициент корреляции вообще может быть равен нулю (Ф. Раш и др., 1960).

Для сравнения силы людей различного веса обыкновенно пользуются понятием так называемой относительной силы, под которой понимают величину силы, приходящейся на 1 кг собственного веса (С.Э. Ермолаев, 1938; А.Н. Крестовников, 1951; В.И. Чудинов, 1960 и др.). В противоположность этому силу, которую проявляет спортсмен в каком-либо движении безотносительно к собственному весу, иногда называют абсолютной силой\*.

$$\text{Относительная сила} = \frac{\text{абсолютная сила}}{\text{собственный вес}}$$

У людей примерно одинаковой тренированности, но разного веса абсолютная сила с увеличением веса возрастает, а относительная падает (табл. 1).

Таблица 1

**Зависимость силы тяжелоатлета от веса**

(по данным мировых рекордсменов в жиме на 1 января 1963 г.)

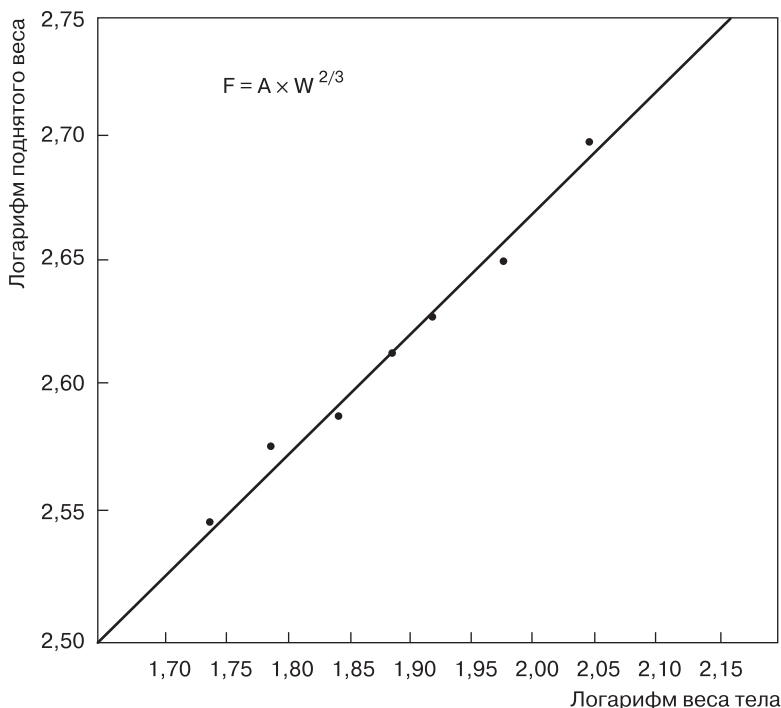
№ п/п	Вес спортсмена (кг)	Результат (кг)	Логарифм веса	Логарифм результата	Относительная сила (кг силы на кг веса)
1.	56,0	116	1,7482	2,0644	2,07
2.	60,0	124	1,7781	2,0934	2,06
3.	67,5	135,5	1,8290	2,1339	2,00
4.	75,0	146	1,8750	2,1643	1,94
5.	82,5	157,5	1,9160	2,1974	1,90
6.	90,0	159,5	1,9542	2,2029	1,77
7.	Примерно 120	188,5	2,0792	2,2753	1,74

\* Не следует смешивать абсолютную мышечную силу человека в определенном выше смысле с абсолютной силой мышцы, под которой понимают величину силы, приходящуюся на 1 см<sup>2</sup> физиологического поперечника мышцы.

Падение относительной силы объясняется тем, что собственный вес спортсмена пропорционален объему тела, т.е. кубу его линейных размеров; сила же пропорциональна физиологическому поперечнику, т.е. квадрату линейных размеров. Следовательно, с увеличением размеров тела вес будет возрастать быстрее, чем растет мышечная сила. Если проследить эту зависимость математически, получится следующее (Литцке, 1956; Грохмаль и Кныхальская-Карван, 1963; Зациорский В.М., 1963 и др.). Поскольку линейные размеры тела пропорциональны кубическому корню из величин веса, а сила мышц пропорциональна физиологическому поперечнику, т.е. квадрату линейных размеров, можно записать:

$$F = a (\sqrt[3]{w})^2 = a \times w^{2/3},$$

где  $F$  – максимальная сила, которую может проявить спортсмен,  $w$  – его вес;  $a$  – постоянная величина, характеризующая подго-



**Рис. 9.** Зависимость между весом спортсмена и его силовыми показателями (по данным рекорсменов мира) в сумме тяжелоатлетического троеборья



**Эквивалентные силовые показатели спортсменов  
разных весовых категорий (В.М. Защирский и И.Ф. Петров, 1964)**

52,5	56	60	67,5	75	82,5	90	110	120
42	44	46	50	54	57	61	69	73
47	49	51	55	59	63	67	76	81
51	53	55	60	64	69	73	83	88
55	57	60	65	70	74	79	90	95
60	62	65	70	75	80	85	96	103
63	66	69	75	80	86	91	103	110
68	71	76	80	86	91	97	111	117
72	75	79	85	91	97	103	118	125
76	79	83	90	97	103	109	125	132
80	84	88	95	102	109	115	132	139
85	88	92	100	107	114	121	139	147
93	97	102	110	118	126	133	152	161
102	106	111	120	129	137	145	166	176
110	115	120	130	139	149	157	180	191
118	124	129	140	150	160	170	194	205
127	132	139	150	161	171	182	208	220
135	141	148	160	172	183	194	222	235
144	350	157	170	182	194	206	235	249
152	159	166	180	193	206	218	249	264
161	168	176	190	204	218	236	263	279
169	177	185	200	215	229	242	277	293
178	186	194	210	225	240	254	291	308
186	194	203	220	236	251	266	305	323
195	203	213	230	247	263	279	318	337
203	212	222	240	257	274	291	332	352
211	221	231	250	268	285	303	346	367
220	230	240	260	279	297	315	360	382
228	238	250	270	290	309	327	374	396
237	247	259	280	300	320	339	388	411
245	256	268	290	311	332	351	402	425
254	265	277	300	322	343	363	415	440
262	274	287	310	333	354	375	429	455
271	283	296	320	343	366	383	443	469
279	291	305	330	354	377	400	457	484
288	300	314	340	365	389	412	471	499
296	309	324	350	376	400	424	485	514
305	318	333	360	386	411	436	498	528
313	327	342	370	397	423	448	512	543
322	336	351	380	408	434	460	526	558
330	344	361	390	418	446	472	540	572
338	353	370	400	429	457	485	554	587
347	362	379	410	439	469	497	568	602
355	371	388	420	451	480	509	581	616
364	380	398	430	461	492	521	595	631
372	389	407	440	472	503	533	609	646
381	397	416	450	483	519	545	623	660

товленность спортсмена. Справедливость этого уравнения подтверждается анализом мировых рекордов по штанге. Проще всего это сделать следующим образом: прологарифмируем указанное уравнение и заменим показатель степени при весе ( $2/3$ ) его десятичным выражением (0,666). Получим:

$$\log F = \log a + 0,666 \times \log w.$$

Если теперь на графике отложить значения логарифмов веса спортсменов и соответствующих мировых рекордов, к примеру, в сумме тяжелоатлетического троеборья, то полученная прямая (рис. 9) будет почти идеально соответствовать второму из приведенных здесь уравнений, доказывая тем самым его справедливость. Подобные уравнения (или соответствующую им табл. 2) можно использовать для сопоставления силы людей различного веса. Из табл. 2, например, видно, что результату 150 кг в легком весе (собственный вес 67,5 кг) соответствует 132 кг у спортсменов, собственный вес которых равен 56 кг, и 220 кг у спортсменов тяжелого веса.

Для метателей, штангистов тяжелого веса и некоторых других спортсменов важнейшее значение имеет абсолютная сила. В видах, связанных с перемещением своего тела, а также там, где увеличение веса ограничивается весовыми категориями, основное значение имеет относительная сила. Так, в гимнастике упор руки в стороны на кольцах («крест») могут выполнять лишь те спортсмены, относительная сила которых в этом движении близка к 1 кг на килограмм веса. В данном случае на весу удерживается не все тело гимнаста (например, вес кистей не увеличивает усилия приводящих мышц), поэтому «крест» можно выполнить, когда относительная сила несколько меньше 1 (табл. 3).

Таблица 3

**Сила приводящих мышц у гимнастов**  
(по А.А. Коробовой и А.Б. Плоткину, 1961)

Фамилия	Максимальная статическая сила приводящих мышц рук (кг)	Вес гимнаста (кг)	Превышение силы над весом (кг)	Относительная сила (кг силы на кг веса)
1. Азарян А.*	89	74	15	1,22
2. Шахлин Б.	69,2	70	-0,8	0,98

\* А. Азарян – неоднократный чемпион мира в упражнениях на кольцах – включал в комбинацию до 5–6 «крестов», из которых два были с последующим подъемом силой на прямых руках в упор. Б. Шахлин мог выполнить этот элемент в комбинации 1–2 раза.

В видах спорта, где главным являются абсолютные показатели силы, стараются тренироваться таким образом, чтобы параллельно с совершенствованием нервно-координационных отношений, определяющих проявление мышечной силы, происходил бы рост мышечной массы (см. I.5.6). Увеличение же относительной силы может быть различно связано с изменениями собственного веса. В одном случае рост силы сопровождается стабилизацией или даже падением собственного веса. Известны примеры, когда спортсмены за счет соответствующего режима жизни, питания в течение нескольких лет значительно уменьшали собственный вес, создавая тем самым условия для увеличения относительной силы (табл. 4).

Таблица 4

**Изменение веса и некоторых косвенных показателей относительной силы у чемпионки Олимпийских игр 1960 г.**

**В. Крепкиной**

(по Г.В. Коробкову, 1960)

Годы	Возраст	Вес (кг)	Рост (м)	$\frac{\text{Вес}}{\text{Рост}}$	Относительная сила			
					прыжок в длину с места (м)	тройной прыжок с места (м)	прыжок в длину с разбега (м)	бег на 100 м (с)
1951	16 лет	64	1,58	40,5	2,14	6,30	4,90	13,6
1958	24 года	55	1,58	34,6	2,64	7,80	6,17	11,3

Однако этот путь (рост силы с одновременным падением веса) далеко не всегда возможен. Он весьма эффективен у лиц, имеющих жировые отложения или избыточное содержание воды в тканях тела. Для спортсменов же, соблюдающих весовой режим, значительное уменьшение собственного веса без ухудшения работоспособности и самочувствия – задача почти невыполнимая. Но, разумеется, возможностью уменьшить собственный вес (ограничение приема жидкостей перед соревнованиями и т. п.) следует пользоваться. Естественно, что все приемы уменьшения веса допустимо применять лишь взрослым спортсменам; следует решительно пресекать малейшие попытки ограничивать естественное нарастание веса у детей и юношей.

Второй путь – рост силы с одновременным увеличением мышечной массы. Этот путь вполне оправдан; спортсмену не следу-

ет бояться увеличения массы мышц, несущих основную нагрузку в его виде спорта. При функциональной гипертрофии мышц сила всегда вырастает более значительно, нежели собственный вес. Доказательство этого дано в статье В.М. Зациорского (1963, б).

**1.1.6. Физиологические механизмы регуляции мышечной силы\***. Максимальная сила, которую может проявить человек, зависит, с одной стороны, от биомеханических характеристик движения (длины плеч рычагов, возможности включения в работу наиболее крупных мышц и пр.); с другой – от величины напряжения отдельных мышечных групп и их взаимного сочетания.

Несколько схематизируя вопрос, можно считать, что величина напряжения, которое проявляет мышца в живом организме, определяется двумя факторами:

1) импульсацией, приходящей к мышце от мотонейронов передних рогов спинного мозга;

2) условно говоря, реактивностью самой мышцы, т.е. силой, с которой она отвечает на определенный импульс (термин «реактивность» предложен академиком Л.А. Орбели, 1949). Реактивность мышцы зависит от ее физиологического поперечника и других особенностей строения, трофических влияний центральной нервной системы, осуществляемых через адреналосимпатическую систему; длины мышцы в данный момент и некоторых других факторов. Ведущим механизмом, позволяющим срочно изменять степень мышечного напряжения, является характер эффекторной импульсации. Градация напряжения осуществляется при этом двумя основными путями:

а) включением различного количества двигательных единиц (сокращенно – ДЕ);

б) изменением частоты поступающих импульсов (в одну секунду от 5–6 до 35–40 при максимальном напряжении).

При этом в диапазоне примерно от 20 до 80% максимальной силы основное значение имеет регуляция за счет включения разного количества ДЕ. В случае предельных мышечных напряжений возможен также третий путь регуляции – синхронизация активности ДЕ. У нетренированных людей синхронизируется обычно не более 20% регистрируемых импульсов; в малых мышцах (например, в межкостных или червеобразных) – до 50%. С ростом

---

\* Литература по этому разделу слишком громоздка для настоящей книги. Здесь без преувеличения можно было бы привести сотни названий. К сожалению, современное состояние физиологии двигательного аппарата практически неизвестно тренерам, а доступной книги по этому вопросу на русском языке нет. Посоветуем все же следующие источники: Р. Гранит, 1957; Дж. Экклз, 1959; Ю.С. Юсевич, 1963; Р.С. Персон, 1965; В.С. Гурфинкель, Я.М. Коц, М.Л. Шик, 1965, а также Учебник по физиологии для институтов физкультуры (Н.В. Зимкин, 1965).

тренированности способность к синхронизации значительно возрастает; у квалифицированных штангистов при предельном напряжении она может быть настолько велика, что зарегистрированная на кожных электродах электромиограмма будет носить почти правильный синусоидальный характер. Степень напряжения не регулируется силой отдельных импульсов, так как нервное волокно проводит импульсы, характеризующиеся постоянной величиной возбуждения, зависящей только от функционального состояния нерва. Поэтому, хотя находящийся в миофибриллах собственно-сократительный аппарат мышцы может давать градуальное возбуждение, в целом деятельность мышечного волокна в живом организме в обычных условиях подчиняется закону «все или ничего» (это является и следствием того, что передача возбуждения в нервно-мышечном синапсе тоже подчиняется данному закону). При возбуждении мышцы ДЕ становятся активными в определенной последовательности. В начале сокращения в работе участвует ограниченное поле ДЕ («функциональный стержень»), которое при усилении напряжения концентрически увеличивается. В мышцах, которые могут выполнять много функций, последовательность пополнения («рекрутирования») меняется в зависимости от характера движения. Например, в двуглавой мышце плеча сгибание, супинация, а также оба эти движения одновременно начинаются за счет различных ДЕ, но затем, по мере усиления сокращения, ДЕ, участвовавшие только в одном движении, включаются и в другие.

Что касается центрально-нервных механизмов регуляции мышечного напряжения, то здесь еще очень много неясного. Все же многочисленные косвенные данные позволяют полагать, что существуют по меньшей мере три основных механизма регуляции.

Первый из них связан с регуляцией напряжения в условиях сохранения позы. В основе здесь лежит миотатический рефлекс (рефлекс на растяжение), который схематически сводится (в действительности картина намного сложнее!) к тому, что изменение положения тела влечет растяжение мышечных веретен и приводит к возбуждению их рецепторного аппарата. Рефлекторно это вызывает сокращение растянутой мышечной группы.

Второй механизм используется для дозировки напряжения при выполнении разнообразных произвольных движений, не связанных с проявлением максимальной силы. В данном случае высшие нервные центры определяют лишь должные величины пространственных, временных и скоростных характеристик движения; выбор необходимых комбинаций мышечных напряжений осуществляется более низко расположенными отделами. Эффекторная импульсация поступает сначала не в мышечные волокна, а в мускульный аппарат мышечных веретен, что приводит к изменению натяжения в них и соответствующему возбуждению их рецепторного аппарата. Дальше регуляция осуществляется по схеме миотатического рефлекса.

Наконец при предельных усилиях гамма-моторная система, иннервирующая мускульный аппарат веретен, не играет существенной роли. Эффекторная импульсация поступает от соответствующих отделов головного мозга через мотонейроны прямо в мышечные волокна.

Главный регулятор этих сложных процессов – кора больших полушарий.

## 1.2. МЕТОДЫ ВОСПИТАНИЯ СИЛЫ

**1.2.1. Выбор величины сопротивления при воспитании силы** – один из главных вопросов методики.

Его решение возможно лишь при понимании физиологических особенностей движений, выполняемых с разными мускульными напряжениями. Ниже рассматриваются некоторые из этих отличий.

Первое отличие. Выше отмечалось, что предельное мышечное напряжение характеризуется: а) одновременным включением наибольшего числа ДЕ; б) максимальной частотой эффекторных импульсов; в) синхронизированным ритмом активности ДЕ. При непределном мышечном усилии частота импульсации не достигает наивысших величин, ритм активности ДЕ по преимуществу асинхронный. Деятельность ДЕ носит сменный характер, по мере утомления они выключаются из работы и вместо одних начинают функционировать другие. В этом случае при тренировке будут совершенствоваться механизмы чередования ДЕ, что, естественно, может способствовать росту выносливости, но не максимальной силы.

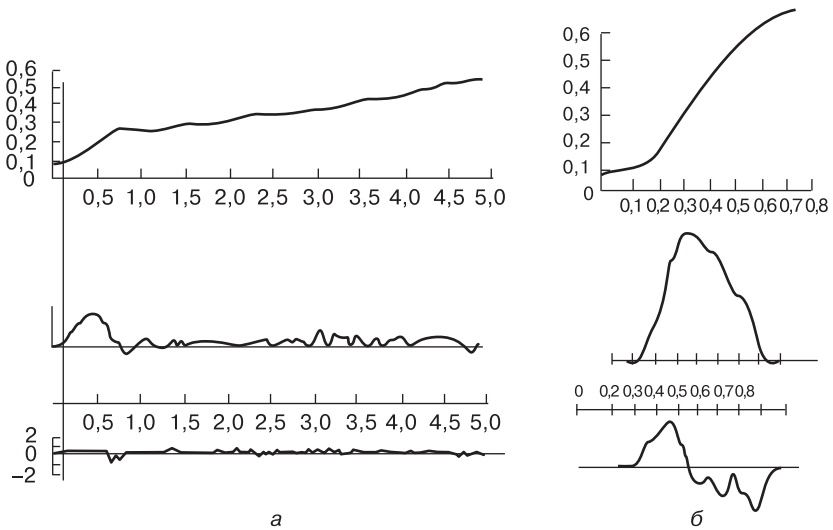
Второе отличие. Движения с разными мышечными напряжениями различны по характеру концентрации усилий в пространстве и во времени.

При поднимании околопредельного или предельного веса\* (рис. 10, а) скорость быстро достигает определенного значения и дальше движение идет с почти постоянной скоростью (Геберштрайт, 1934). Ускорение незначительно колеблется около нулевой линии; при этом сила примерно равна весу поднимаемого снаряда.

При поднимании меньших весов возможны два варианта. В первом (см. рис. 10, б) прикладываемые усилия максимальны. Ускорение сначала растет, затем падает до нуля и во второй части движения становится отрицательным. Сила вначале превышает вес поднимаемой тяжести, а затем становится меньше ее. Вторая часть движения в значительной мере выполняется за счет инерции поднимаемого снаряда. В этом случае характер концентрации усилий будет резко отличаться от той картины, что наблюдается при поднимании предельного веса. Упражнение только закрепит

---

\* Здесь и в дальнейшем в целях удобства изложения речь будет идти о весе, грузе и т.п. Разумеется, существо вопроса не меняется, если вместо внешнего отягощения используется вес собственного тела, сопротивление резины и т.п.

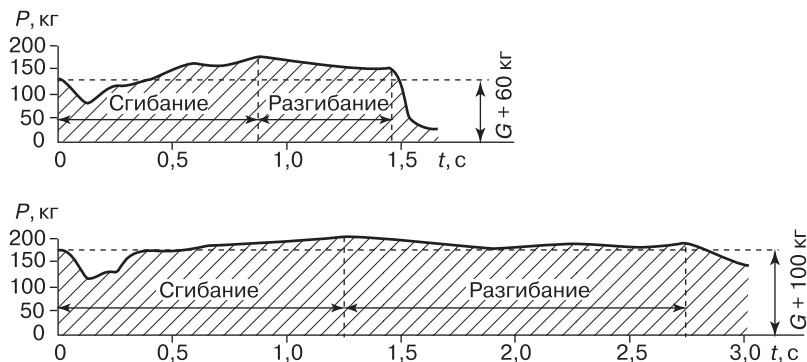


**Рис. 10.** Путь, скорость и ускорение при жиме штанги:  
*а* – предельный вес; *б* – небольшой вес. По абсциссе – время (с);  
 по ординате: вверху – путь (м), в середине – скорость (м/с), внизу – ускорение (м/с<sup>2</sup>)  
 (по И.Н. Книпст, 1958)

это различие. Кроме того, и общая продолжительность движения здесь гораздо меньше (рис. 11). Время, в течение которого мышца находится в напряженном состоянии, может стать настолько малым, что упражнение почти не окажет тренирующего воздействия на развитие силы.

Во втором случае пространственно-временные характеристики движения (скорость, ускорение) могут быть такими же, как при поднимании предельного груза. Однако такое искусственное замедление движения приведет к тому, что в работу будут включаться антагонистические группы мышц (Ваххолдер, 1928; Р.С. Персон, 1958). При повторении движений в такой форме активность антагонистов может закрепиться. Это, естественно, затруднит проявление максимальных величин силы.

Третье отличие. Внешнее сопротивление представляет физиологический раздражитель определенной силы. Поднимание предельного веса сопровождается мощным потоком центростремительных импульсов; при малых же внешних сопротивлениях сила раздражителя относительно невелика. В соответствии с общепфизиологическим «законом силы» интенсивность ответной реакции до известного предела пропорциональна силе раздражителя. Раздражители большей силы вызывают более активную



**Рис. 11.** Опорная динамограмма при приседании со штангой разного веса:

$G$  – собственный вес;  $P$  – величина давления на опору. При приседании с предельным весом 100 кг усилия больше и проявляются длительнее, чем при выполнении упражнения с весом 60 кг (по Г. Гундлаху, 1962)

реакцию; однако чересчур мощное раздражение приводит к пессимальным явлениям. Возбуждение, как известно из физиологии, есть фазовое явление. За всяким возбуждением следует процесс торможения, который выражен тем сильнее, чем сильнее был предшествующий процесс возбуждения. Очень часто биологический объект после возбуждения, пройдя фазу последовательного торможения, не только возвращается в исходное состояние, но даже его превышает (фаза «экзальтации», «суперкомпенсации»). Чем интенсивнее предыдущий процесс возбуждения, тем больше выражен процесс последовательного торможения, тем сильнее и фаза послетормозной экзальтации. Исследования, осуществленные болгарскими авторами (Д. Матеев, 1959–1961; А. Акрабов, 1959), показали, что эти общефизиологические закономерности проявляются и в процессе воспитания мышечной силы. Только в случае применения раздражителей должной величины последующее торможение бывает достаточно углубленным, что является залогом повышения функционального уровня. При небольших сопротивлениях сила раздражителя невелика, из-за чего торможение и фаза экзальтации проявляются в весьма малой степени.

Указанные отличия приводят к тому, что попытки тренировать мышечную силу, не прибегая к максимальным силовым напряжениям, оказываются неэффективными. Показательны результаты следующего эксперимента, проведенного на большой группе студентов (Хеллебрандт и Хоутц, 1956). Испытуемые упражнялись с тяжестями, которые они могли поднять в одном подходе примерно 25 раз. Однако поднимали они их не «до отказа», а лишь



15–18 раз. Хотя общее число подъемов в одном занятии было велико (в некоторые периоды до 1000), даже длительная тренировка не привела к существенному увеличению силы.

Таким образом, если человек не проявляет систематически значительных мышечных напряжений, то роста силы не происходит. При очень малых величинах напряжений может произойти падение силы. У нетренированных оно начинается, если величина проявляемых усилий становится меньше 20% максимальной силы (Хеттингер, 1955). Падение мышечной силы и атрофия мышц происходят тем быстрее, чем меньше величина напряжений. У спортсменов, привыкших к значительным мускульным напряжениям, падение силы может начаться даже в случае применения относительно больших отягощений, однако таких, которые меньше привычного уровня. Например, если штангисты начинают тренироваться с весами 60–85% от максимального и при этом не выполняют движения в подходе до ясно выраженного утомления («до отказа»), то в первый месяц такой тренировки сила перестает расти, а уже во второй уменьшается на 5–7% (Р.А. Роман, 1958). У легкоатлетов, не применяющих летом силовых упражнений, сила, приобретенная за время зимних занятий, падает, хотя спортсмены по-прежнему продолжают регулярно тренироваться (Кольбрауш, 1925; В.П. Филин, 1958).

**1.2.2. Методы воспитания силы.** Существуют три способа создания максимальных силовых напряжений:

- 1) повторное поднимание неопредельного веса до выраженного утомления («до отказа»);
- 2) поднимание предельного веса;
- 3) поднимание неопредельного веса с максимальной скоростью.

Соответственно предлагаем различать три метода воспитания силы: методы повторных, максимальных и динамических усилий\*.

Величину отягощения при тренировке силы можно в принципе дозировать тремя путями: в процентах к максимальному весу; в виде разности от максимального веса (например, на 10 кг меньше предельного веса); по количеству возможных повторений упражнения в одном подходе (вес, который можно поднять максимум 10 раз, и т.п.).

Поскольку первые два способа не всегда применимы (например, в упражнениях с сопротивлением партнера или упругих предметов и т.п.), мы будем пользоваться третьим способом, введя при этом в целях удобства изложения следующие условные обозначения:

---

\* Последний из названных методов будет изложен во II главе. Данная классификация методов частично основана на работах Н.И. Лучкина (1956) и Н.Г. Озолина (1958–1960).

Обозначение веса (сопротивления)	Количество возможных повторений в одном подходе
Предельный	1
Околопредельный	2–3
Большой	4–7
Умеренно большой	8–12
Средний	13–18
Малый	19–25
Очень малый	Свыше 25

В дальнейшем для краткости вес, который можно поднять максимум, например, 10 или 25 раз, будет обозначаться как 10 или 25 ПМ (повторный максимум). Соответственно, 1 ПМ – такой вес, который можно поднять только один раз, и т.п.

**1.2.3. Характеристика метода повторных усилий.** Как мы видели выше (в 1.2.1), движения с непредельными отягощениями отличаются по своим физиологическим механизмам от работы с предельными и околопредельными напряжениями. Однако по мере утомления картина меняется. Напряжение, которое проявляется одна ДЕ, падает (Эдвардс и Липполд, 1956 и др.) В работу вступает все больше ДЕ (Смит, 1934 и др.), и в последних подъемах их число возрастает до максимума (Бухтал и Мадсен, 1950; Шерер и Бургиньон, 1959; Изон, 1960 и др.). При этом увеличивается частота эффлекторных разрядов и наблюдается их синхронизация (Линдсли, 1935; Е.К. Жуков и Ю.З. Захарьянц, 1959 и др.). Вес, который в первых подъемах легко можно было поднять, оказывается теперь близким предельному и является физиологическим раздражителем большой силы. Изменяется концентрация усилий. В итоге наблюдаемая физиологическая картина становится сходной с той, которая существует при выполнении предельных усилий (А.С. Степанов, 1958, 1959; В.Д. Моногаров, 1958)\*.

Эти совпадающие во многом черты координации – основная причина, из-за которой поднимание непредельного веса «до отказа» оказывает тренирующее влияние на мышечную силу. Поскольку ведущим фактором является сходство в последних подъемах, то очевидно, что именно их выполнение имеет основ-

---

\* Следует оговорить, что сходный характер координации наблюдается лишь тогда, когда величина отягощения не слишком мала. При чрезмерно малых отягощениях (у новичков примерно ниже 35% максимального веса) бывают иные изменения: такая работа ведет к уменьшению числа активных ДЕ при утомлении (Хаас, 1928; Белица и Яник, 1958; Н.Г. Кулик, 1965 и др.). Столь малые отягощения не дают положительного эффекта при воспитании силы (Т. Хеттингер, 1957).

ную ценность. При методе повторных усилий обязательно выполнение упражнений до ясно выраженного утомления, как говорят, «до отказа». Недаром у многих тренеров есть шутовское выражение, что такие упражнения спортсмен должен выполнять сколько сможет и – еще 3 раза.

Отсюда два основных положения.

1. Работа «до отказа» невыгодна в энергетическом отношении. Здесь приходится поднимать гораздо большее количество груза, чем при методе максимальных усилий (Н.И. Лучкин, 1956). Пример: спортсмен, лучший результат которого равен 100 кг, поднимет штангу весом 90 кг примерно 3 раза. Всего за подход – 270 кг. При работе же с 50-килограммовой штангой он может выполнить движения 20–25 раз, поднимая за один подход 1000–1250 кг груза. Если в каждом упражнении делать хотя бы 4–5 подходов, то разница в выполненной работе оказывается огромной\*. При современных больших нагрузках в спорте выполнять без нужды этот излишний объем работы нецелесообразно.

2. При данном методе последние, наиболее ценные, попытки выполняются на фоне сниженной вследствие утомления возбудимости центральной нервной системы (Л.П. Павлова, 1957). Работами же школы И.П. Павлова показано, что условно-рефлекторная деятельность протекает успешнее при оптимальном состоянии центральных нервных структур. Выполнение упражнений на фоне утомления затрудняет образование тонких условно-рефлекторных отношений, которые, собственно, и обеспечивают дальнейшее развитие силы. Это снижает эффективность метода повторных усилий по сравнению с методом максимальных усилий.

Приведем как пример данные одного эксперимента, где сравнивалась эффективность тренировки с отягощениями различной величины (табл. 5).

---

\* Факт этот является частным выражением физиологического закона средних нагрузок, согласно которому наибольшая работа может быть выполнена при некоторых средних величинах отягощения. В физиологии труда значительное число исследований было посвящено отысканию подобного «энергетического оптимума» (М.И. Виноградов, 1941), при котором можно было бы выполнять наибольшую работу с наименьшими функциональными сдвигами в организме. В спортивной тренировке аналогичная задача нередко ставится в противоположной форме: надо добиться наибольших (но – вполне определенных) функциональных сдвигов при возможно меньшей затрате труда и времени. С подобной ситуацией мы встречаемся и в данном случае.

**Рост силы при тренировке с отягощениями различной величины**  
(Кейпен, 1956 г.)

№ группы	Применяемое отягощение (ПМ)	Число испытуемых	Величина силы (в фунтах)		Прирост (фунты)
			в начале	в конце	
1	8–15	44	61,25	63,68	2,47
2	5	42	61,07	65,33	4,26
3	1–3	55	58,86	64,40	5,54

Меньшая эффективность метода повторных усилий является причиной того, что спортсмены высокой квалификации все больше отказываются от этого метода воспитания силы как от основного и пользуются главным образом методом максимальных усилий\*.

Однако, несмотря на меньшую эффективность, метод повторных усилий широко, и вполне оправданно, используется в практике. Объясняется это рядом его существенных преимуществ:

1. Большой объем выполняемой работы, естественно, вызывает значительные сдвиги в обмене веществ (П.С. Васильев и др., 1958). Активизация трофических процессов создает возможности для усиления пластического обмена, что может привести к функциональной гипертрофии мышц и тем сказаться на росте силы (подробнее см. I.5.6). Высокая степень энерготрат может быть также полезной, если занятия проводятся преимущественно с оздоровительной направленностью (например, утренняя гимнастика с гантелями).

2. Использование метода повторных усилий, в особенности если выбираются упражнения локального характера, позволяет уменьшить натуживание (см. I.3.3), которое имеет место при выполнении упражнений с предельным напряжением.

3. Упражнения с непредельными силовыми напряжениями дают больше возможностей для контроля за техникой. Особое значение это имеет для начинающих. Как известно, в начале образования двигательного навыка происходит иррадиация возбуждения, что внешне выражается включением в работу ненужных групп мышц и, вследствие этого, скованностью движений

---

\* Более значительный прирост силы при использовании больших отягощений нашли в своих экспериментах Уолтерс, 1949; Делорм, 1951; И.Н. Книпст, 1951; Н.И. Базанов, 1957; Р.А. Роман, 1958; И.П. Ратов, 1958; Д. Матеев, 1959–1961; А.А. Янчевский, 1960; В.И. Чудинов, 1961.

(А.Н. Крестовников, 1951; Г.П. Мануковская, 1959). При прочих равных условиях иррадиация тем шире, чем сильнее возбуждение. Работа с малыми весами позволяет снизить величину возбудительного процесса, вследствие чего иррадиация становится относительно небольшой, а движение – более координированным. При поднимании же предельного веса, когда сила возбудительного процесса велика, у начинающих, не имеющих еще автоматизированного навыка, происходит значительная генерализация возбуждения, вследствие чего координация ухудшается.

4. Лицам, не занимавшимся ранее силовыми упражнениями, метод повторных усилий дает возможность избежать травм, вероятность появления которых при работе с предельными напряжениями весьма значительна.

Указанные рекомендации подкрепляются тем, что у начинающих эффективность воспитания силы почти не зависит от величины сопротивления, коль скоро эта величина превосходит определенный минимум – примерно 35–40% максимальной силы (Хеттингер и Мюллер, 1953; И.Г. Васильев, 1954; Н.В. Зимкин, 1956; Фридебальд с сотр., 1957; Рарик и Ларсен, 1958, 1959; Адамсон, 1959; Либерзон и Аза, 1959; Зиновьев, 1959).

С увеличением продолжительности тренировки преимущества метода максимальных усилий выявляются все более четко (В.Н. Конных, 1955; Бергер, 1962). Поэтому в тренировке квалифицированных спортсменов метод повторных усилий используется лишь как дополнительный. При этом, чтобы компенсировать его неэкономичность, применяют обыкновенно упражнения локального характера. Суммарная величина поднятого груза оказывается в таком случае сравнительно небольшой. При методе повторных усилий используют упражнения с большими и умеренно большими сопротивлениями (см. I.2.2). Работа с малыми и очень малыми сопротивлениями, как правило, нецелесообразна. Пример: ученик выполняет отжимы в упоре лежа с опорой руками о гимнастическую скамейку. Как только его сила увеличится настолько, что он сможет выполнять это движение более 10–12 раз, упражнение надо усложнить до степени, позволяющей выполнить его лишь 4–7 раз (например, делать отжимы в упоре лежа на полу, затем то же с опорой ногами о гимнастическую скамейку и т.п.). Не следует при воспитании силы доводить число повторений в одном подходе до 20–50, как это иногда, к сожалению, делают. Столь большое число повторений целесообразно лишь при воспитании выносливости.

**1.2.4. Метод максимальных усилий**, как уже отмечалось, – основной в тренировке квалифицированных спортсменов.

Переход к работе с околопредельными весами произошел в послевоенные годы. Он привел к значительному росту результатов (Г.Б. Чикваидзе, 1959). Если в 20–30-х годах спортсмены, в частности тяжелоатлеты, значительное время уделяли методу повторных усилий, то в настоящее время они используют в основном предельные и околопредельные отягощения. Вот, например, план тренировочного занятия чемпиона XVII Олимпийских игр А. Курынова (27 февраля 1962 г., соревновательный период тренировки):

$$1) \text{ рывок в стойку: } \frac{60}{2}; \frac{80}{1+1}^* ;$$

$$2) \text{ жим: } \frac{100}{2+1}; \frac{120}{1}; \frac{130}{1+1}; \frac{120}{1}; \frac{130}{1};$$

$$3) \text{ взятие на грудь (для жима): } \frac{130}{1+1};$$

$$4) \text{ тяга рывковая: } \frac{90}{2};$$

$$5) \text{ рывок стоя: } \frac{90}{1};$$

$$6) \text{ рывок: } \frac{105}{1}; \frac{110}{1+1}; \frac{120}{1}; \frac{125}{1+1};$$

$$7) \text{ тяга рывком: } \frac{130}{2}; \frac{140}{2+2}; \frac{150}{2};$$

$$8) \text{ жим: } \frac{100}{1}; \frac{110}{1}; \frac{120}{1}; \frac{130}{1+1}.$$

Как видим, максимальное число повторений в одном подходе не превышает двух. Сильнейшие зарубежные, штангисты (по наблюдениям Я.Г. Куценко, 1961) в темповых движениях ограничиваются одним подъемом в подходе; в жиме в одной попытке делают два поднимания с груди. Аналогичная картина и во многих других видах спорта. Например, сильнейшие прыгуны в высоту,

---

\* В примененной системе записи в числителе указывается вес, в знаменателе – количество подниманий в одном подходе. Знак + объединяет два подхода, скобки показывают, что попытка не удалась. Например, запись  $\frac{100}{2+1}; \frac{110}{1+(1)}$  означает, что к весу 100 кг были сделаны два подхода: в первом штанга поднималась два раза, во втором – один; с весом 110 кг вторая попытка не удалась.

упражняясь со штангой, много работают с околопредельными и предельными весами (В.М. Дьячков, 1960). Большую эффективность метода максимальных усилий у квалифицированных спортсменов можно считать доказанной.

Следует, однако, подчеркнуть, что метод максимальных усилий не является более эффективным вообще, безотносительно к месту и времени использования. Бесспорно, что при соответствующих условиях он лучше способствует образованию тех нервно-координационных отношений, которые обеспечивают рост силы. Но, во-первых, увеличение силы связано не только с совершенствованием координации; во-вторых (это уже отмечалось выше в 1.2.3), метод максимальных усилий не всегда пригоден; в-третьих, любой метод при его однообразном использовании станет привычным и будет оказывать со временем все меньший эффект. Поэтому метод максимальных усилий, будучи основным, ни в коем случае не должен стать единственным.

Понятие «предельный» вес, на применении которого основан метод максимальных усилий, нуждается в некотором уточнении. Под таким весом везде (если это не оговаривается особо) понимается предельный тренировочный вес, т.е. тот наибольший вес, который можно поднять без значительного эмоционального возбуждения. Благодаря соответствующей психологической настройке этот вес можно и увеличить. В этом случае он будет подлинно предельным, но, как показывает опыт, тренировка с такими весами оказывается малоэффективной. Она быстро вызывает значительное эмоциональное утомление, в силу этого тренировка проходит в основном с предельными и околопредельными весами, которые можно поднять без значительного эмоционального возбуждения 1–2, максимум 3 раза (табл. 6).

Весы, большие, чем предельный тренировочный, используют лишь изредка; в большинстве случаев – один раз в 7–14 дней (здесь возможны индивидуальные колебания: есть спортсмены, которые делают подобные попытки гораздо реже). Также весьма индивидуальна разница между предельным тренировочным весом и лучшим результатом спортсмена; обычно в легких весовых категориях эта разница меньше, в тяжелых – больше (В.И. Родионов, 1959).

Квалифицированные спортсмены, хорошо знающие свои возможности, могут при определении предельного тренировочного веса ориентироваться на частоту пульса (Н.И. Лучкин, 1956). Если перед подходом частота пульса повышается, это говорит об эмоциональном возбуждении – следовательно, вес слишком велик.

Таблица 6

## Величина отягощений, применяемых некоторыми сильнейшими спортсменами

Движение  Показатели	В. Бушуев*			И. Палинский			Р. Плюкфельдер			И. Тер-Ованесян			Ю. Бакаринов		
	жим	рывок	толчок	жим	рывок	толчок	жим	рывок	толчок	приседание	приседание в выпаде	толчок	жим	приседание	взятие штанги на грудь
Лучший результат (кг)	125	122,5	252,5	140	130	180	145	140	177,5	145	-	120	130	260	160
Основной тренировочный вес (кг)	110	110	140	130	120	160–165	127,5–132,5	120–125	155	135–140	100	105–110	120	220	155
Число повторений в одном подходе	1–2	1	1	2	2	2	2	1	1	1–2	1–3	1–2	1–2	1–5	1–2

\* В. Бушуев, И. Палинский, Р. Плюкфельдер – неоднократные чемпионы и рекордсмены мира по штанге, И. Тер-Ованесян – рекордсмен мира по прыжкам в длину (8 м 31 см), Ю. Бакаринов – один из сильнейших в мире метателей молота.



Если величина отягощения превышает возможности спортсмена, в центральной нервной системе может развиваться охранительное торможение, из-за чего спортсмен не проявит свою максимальную силу (Д. Матеев, 1961). Например, спортсмен, для которого предельный вес равен 100 кг, поднимая 110 кг, может вследствие охранительного торможения прикладывать к этому большому весу меньшую силу, чем к более легким весам. Поэтому пытаться часто применять веса выше предельного нецелесообразно.

## **1.3. СИЛОВЫЕ УПРАЖНЕНИЯ И ИХ ВЫПОЛНЕНИЕ**

**1.3.1. Виды силовых упражнений, их методические особенности.** При воспитании силы пользуются упражнениями с повышенным сопротивлением – силовыми упражнениями. В зависимости от природы сопротивления они делятся на 2 группы (Л.П. Матеев, 1959):

1. Упражнения с внешним сопротивлением. Для создания его обычно используют:

- а) вес предметов;
- б) противодействие партнера;
- в) сопротивление упругих предметов;
- г) сопротивление внешней среды (например, бег по глубокому снегу).

2. Упражнения с отягощением, равным весу собственного тела.

Помимо названных можно выделить так называемые упражнения в самосопротивлении. Они заключаются в напряженных движениях, когда тяговому усилию активной мышечной группы противостоит напряжение антагонистов (А.К. Анохин, 1917). Использование этих упражнений в спортивной тренировке нежелательно, так как постоянное напряжение мышц-антагонистов во время движения (а именно в этом суть данных упражнений) противоречит основным требованиям рациональной координации движений. В оздоровительных целях эти упражнения допустимы. Они позволяют дать за небольшое время значительную нагрузку, не требуют специального оборудования. Спецификой их воздействия является значительное повышение твердости мышц непосредственно после выполнения упражнения. Мышцы становятся тугими, малоэластичными, что внешне выражается в усилении мышечного рельефа. Вследствие большого нервного напряжения, которое вызывают упражнения в самосопротивлении, пользоваться ими надо осторожно и только достаточно подготовленным и здоровым людям.

С точки зрения воздействия на организм (а следовательно, и методики тренировки) причина, вызвавшая сопротивление, не

является ведущим фактором. Поднимает ли человек гирию, мешок с песком или противодействует собственной тяжести – во всех случаях воздействие на организм будет сходным, если только величина сопротивления одинакова. Однако в методическом отношении различные упражнения все же обладают некоторой спецификой.

Упражнения с тяжестями удобны своей универсальностью: с их помощью можно воздействовать как на самые мелкие, так и на наиболее крупные мышечные группы, эти упражнения легко дозировать. В то же время их отличает ряд нежелательных черт. Исходное положение в упражнениях с тяжестями часто связано со статическим удержанием груза. Если поднимаемый вес большой, трудно принять правильное исходное положение. Затруднительным становится и концентрирование усилий на решающей фазе движения. Опускание снаряда чаще всего выполняется со значительным напряжением, что создает дополнительную нагрузку. Поскольку снаряду значительной массы нельзя придать сразу большую скорость, первая часть движения поневоле выполняется относительно медленно. Ритм движения – вынужденный, постепенно возрастающий. С организационно-педагогической стороны упражнения с тяжестями не очень удобны: сами снаряды тяжелы, мало транспортабельны, относительно дороги, требуют специально оборудованных помещений и приспособлений (помосты и пр.).

Для упражнений с преодолением сопротивления упругих предметов (пружинные эспандеры, резина) характерно возрастание напряжения к концу движения. Поскольку (согласно закону Гука) величина напряжения деформируемых упругих тел пропорциональна относительной величине деформации, то для того, чтобы на всем пути движения проявляемая сила была примерно одинаковой, надо брать тугую резину или эспандер большой длины. Наоборот, если стоит задача проявить концентрированное усилие в конце движения, следует выбирать податливую, но короткую резину.

Упражнения, по ходу которых преодолевается тяжесть собственного тела, выполняются обычно при дистальной опоре конечностей. В этом случае характерный для мышечного аппарата тела проигрыш в силе (см. Курс анатомии, а также I.3.5) оказывается не столь высоким, как в случае движения при проксимальной опоре. Поэтому, если в каком-либо движении приходится преодолевать вес собственного тела или внешнего отягощения, то в первом случае движение в силовом отношении оказывается более легким. Например, легче выполнить отжимание в стойке на кистях (с опорой ногой о стену для облегчения равновесия), нежели выжать штангу, имеющую вес, близкий к собственному.

Во всех силовых упражнениях, кроме движений с тяжестями, величина внешнего сопротивления указывается лишь косвенно: по числу возможных повторений данного упражнения.

**I.3.2. Статические (изометрические) силовые упражнения\*** используются как дополнительное средство в процессе воспита-

---

\* В этом подразделе – I.3.2. – термином «динамические упражнения» обозначаются все упражнения, по ходу которых изменяется положение тела, в том числе медленные (жимовые) движения.

ния силы. Они имеют ряд достоинств. В упражнениях, рассмотренных выше, максимальное напряжение мышц достигается лишь в отдельные моменты движения. В статических – возможно сохранение неизменного напряжения сравнительно длительное время. Тренировка с использованием изометрических упражнений требует мало времени, оборудование для ее проведения весьма простое. С их помощью можно воздействовать практически на любые мышечные группы. Особенно ценны изометрические упражнения, когда ограничена возможность движений с большой амплитудой (в лечебной физкультуре, при вынужденной гипокинезии\* – в случае пребывания на подводной лодке, в танке и т.п.).

Однако широкому применению статических упражнений препятствуют их недостатки. Эффективность этих упражнений меньше, чем эффективность динамических. В сравнительных экспериментах показано, что у людей, использовавших лишь статические упражнения, сила росла медленнее, чем у тех, кто прибегал к общепринятым средствам воспитания силы (Раш и Морхауз, 1957; Петерсон, 1960; В.Д. Моногаров, 1960; Вебер, 1962; Бродин, 1963 и др.). В то же время многие исследователи (Асмуссен, 1949; Ионеско, 1949; Салтер, 1955; Даркус и Салтер, 1955; Баер и др., 1956; Роуз и др., 1957; Либерзон и Аза, 1959; Данн, 1960; Бархам, 1961 и др.) не находили статистически существенных различий в приросте силы при использовании статических и динамических упражнений. Это, помимо слабой физической подготовленности испытуемых, может объясняться их малым числом и небольшой продолжительностью эксперимента (1–5 месяцев). Выводы же некоторых авторов о большей эффективности статических упражнений (Хеттингер и Мюллер, 1953; Мэтьюз и Крюз, 1957) не могут быть признаны доказательными: в их экспериментах были допущены существенные ошибки, на что не раз обращалось внимание в литературе (Сляйтер-Хаммель, 1960; Петерсен, 1960 и др.). У спортсменов силовые показатели в изометрическом режиме обычно увеличиваются гораздо медленнее, чем в динамическом. Отмечались случаи, когда переход на изометрические упражнения приводил к падению силовых показателей (Викстром, 1958). Тренировка с использованием лишь статических усилий очень быстро (в среднем через 6–8 недель) перестает оказывать положительный эффект, уровень достигнутой силы стабилизируется (Мюллер, 1963; Мюллер и Ромерт, 1963). Следует учитывать также, что нервно-мышечная регуляция при выполнении изометрических

---

\* Гипокинезия – недостаточная двигательная активность.

и динамических усилий во многом различна (Генри, 1961 и др.), из-за чего тренировка в статических упражнениях может мало сказаться на показателях силы, проявляемой в динамическом режиме (Мидоуз, 1959; Хансен, 1961; Петерсен и др., 1961, 1964; Вебер, 1962; Бергер, 1963 и др.). Между приростами статической и динамической силы корреляция может отсутствовать (Бергер, 1962). В частности, в одном из экспериментов изометрические упражнения привели к меньшему приросту результата в прыжке вверх с места, чем упражнения с весом 10 ПМ и выпрыгивания с весом 50–60% от 10 ПМ (Бергер, 1963), а в другом вообще не сказались на прыгучести, хотя изометрическая сила и выросла (Линдебург с сотр., 1963). Адаптация мышц к работам статического и динамического типа выражается в различных морфологических и биохимических изменениях (А.К. Ковешникова, 1956; Н.Н. Яковлев, 1958; Ваххолдер, 1936). Широкое использование изометрических усилий вызывает приспособительные сдвиги, не соответствующие требованиям динамических упражнений. После Олимпийских игр в Токио отмечали, что наиболее рьяные приверженцы изометрических упражнений (штангисты Б. Марч, Г. Губнер, пловец Ч. Ястремски, метатели Г. Коннолли и П. О'Брайен) не показали результатов, которых от них ждали (Ц. Желязков, 1965).

В последние годы огромный якобы эффект статических упражнений стал усиленно пропагандироваться в зарубежных журналах по культуризму (см., например, статью Б. Гоффмана, 1962). Под влиянием этого и у нас в стране появились публикации, имеющие явный налет сенсационности. Нужно, однако, сказать, что в серьезной научной и методической литературе за рубежом сохранялось обычно вполне объективное отношение к изометрическим методам. Так, отмечали, что нет никаких научных данных о большей эффективности статических упражнений (Кларк, 1960; Пирсон и Раш, 1963). Бендер и др. (1963) в статье под колоритным названием: «Изометрия – факты против моды», опубликованной в официальном журнале Американской ассоциации физического воспитания, подчеркнули откровенно коммерческий характер «изометрического бума». В недавней статье Ройс (1964), отметив, что продажа снарядов для изометрических упражнений стала «большим бизнесом», призывает «вернуться к чертежным доскам», т.е. серьезно изучать эту проблему.

Учитывая сказанное, изометрические упражнения следует применять лишь как дополнительное средство воспитания силы. Они выполняются в виде максимальных напряжений длительностью 5–6 с (меньшая или, наоборот, большая продолжительность усилий дает меньший эффект – Хеттингер, 1953, 1957).

При использовании изометрических упражнений рост силы проявляется по преимуществу лишь при том положении тела,

в котором проводилась тренировка. Например, если выполнялись изометрические упражнения для сгибателей локтевого сустава при угле в этом суставе  $90^\circ$ , то при углах, выходящих за пределы  $90 \pm 20^\circ$ , прирост силы будет очень мал (Гарднер, 1963)\*. Поэтому при выборе положений тела для изометрических упражнений надо либо давать для одной и той же мышечной группы несколько упражнений при разных углах в суставе, либо выбирать положения, соответствующие наиболее трудным моментам соревновательного движения. Пример: при жиме наиболее трудное положение соответствует положению грифа штанги на уровне головы. В этом положении и выполняют изометрические усилия. Объем изометрических упражнений не должен быть очень велик; в занятии на них отводится не больше 10–15 мин. Если стоит задача увеличения мышечной силы (а не ее поддержания), не следует использовать изометрические упражнения в неизменном виде более 1–2 месяцев.

Что касается статических силовых упражнений (например, в гимнастике: на кольцах упор руки в стороны, «крест»), то здесь рациональна следующая последовательность тренировки: сначала лучше использовать в основном упражнения динамического характера (это обеспечит более быстрый прирост силы), а затем, когда будет создана необходимая силовая база, включать все чаще статические задержки (это разовьет способность к волевой концентрации усилий).

Теперь несколько слов о влиянии статических и динамических упражнений на мышечную гипертрофию. Данные Раша и Морхауза (1957) позволяют сделать вывод о том, что и здесь предпочтительны динамические упражнения. Широко упоминаемые в литературе противоположные выводы Петова и Зиберта (1925) едва ли могут быть признаны доказательными. Достаточно сказать, что получены они на лягушках при стимуляции лапок электрическим током. При этом в одном случае положение лапки фиксировалось (изометрический режим), а в другом – лапка оставалась свободной (изотонический режим).

**1.3.3. Дыхание при выполнении силовых упражнений.** Хорошо известно, что предельные усилия возможны лишь при натуживании – напряжении мускулатуры выдоха при закрытой голо-  
совой щели.

---

\* Эти данные нуждаются в проверке: Раш, Пирсон и Логан (1961) получили несколько иные результаты; однако до этого сам Логан (1960) пришел к выводам, совпадающим с выводами Гарднера.

Основной причиной этого являются функциональные связи между дыхательной системой и скелетной мускулатурой (М.Е. Маршак, 1961). Повышение внутрилегочного давления при натуживании вызывает раздражение механорецепторов легких, что рефлекторно изменяет функциональное состояние скелетной мускулатуры (так называемый пневмомускулярный рефлекс). Например, при измерении становой силы во время задержки дыхания, выдоха и вдоха наибольшие величины усилий проявлялись при натуживании – 133 кг. При выдохе, и особенно при вдохе, усилия были меньше – 127 и 119 кг (В.С. Фарфель и И.М. Фрейдберг, 1948).

Как видим, натуживание является актом полезным. В то же время при нем возникают состояния, которые могут отрицательно сказаться на деятельности сердечно-сосудистой системы. Усиленное натуживание вызывает повышение внутригрудного давления до 40 – 100 мм рт. ст. (в норме оно на 2–15 мм ниже атмосферного). Это ведет к сдавливанию полых вен и затрудняет доступ крови к правому сердцу; соответственно уменьшается приток крови и к левому сердцу. Внешне это выражается в так называемом феномене Вальсальвы – уменьшении размеров сердца при натуживании. Вследствие повышения внутрилегочного давления происходит сдавливание легочных капилляров, затрудняется легочное кровообращение. Для проталкивания крови сквозь суженные капилляры легких правое сердце должно работать с большой нагрузкой. Ударный и минутный объемы крови уменьшаются, что может вызвать анемию мозга и потерю сознания (факт, с которым приходится сталкиваться иногда при выполнении жима штанги на соревнованиях). К тому же при длительном натуживании насыщение крови кислородом падает, что усиливает возможность временных гипоксических состояний в головном мозге. После прекращения натуживания положительное внутригрудное давление резко переходит в отрицательное, задержанная кровь в большом количестве притекает к сердцу, что ведет к временному его переполнению. Ударный и минутный объемы возрастают. Через некоторое время изменения в системе кровообращения выравниваются (А.Н. Воробьев, 1961, 1962).

Описанные изменения в динамике кровообращения весьма резки. При частом повторении они могут оказать на организм малоподготовленного к этому человека отрицательное влияние. В то же время при правильной методике занятий организм адаптируется к указанным воздействиям. Многолетняя тренировка штангистов не вызывает каких-либо патологических сдвигов в деятельности их сердечно-сосудистой системы (Р.Е. Мотылянская и Н.Б. Тамбиев, 1941). П. Карпович (1951), обследовав 31 702 человека, занимающихся поднятием тяжестей, не обнаружил ни одного случая заболевания сердца.

Во избежание нежелательных влияний при выполнении силовых упражнений надо придерживаться нескольких основных правил: 1) допускать натуживание можно, лишь когда оно необходимо, т.е. при кратковременных максимальных напряжениях. У начинающих приходится наблюдать задержку дыхания, когда условия не требуют этого (например, при повторном выполнении упражнений с небольшими напряжениями). Преподаватель должен ограничивать подобные натуживания; 2) начинающим

нельзя давать в большом объеме упражнения с предельными и околопредельными напряжениями; 3) не следует делать перед выполнением силовых упражнений максимальный вдох, так как это без нужды увеличит внутригрудное давление и усугубит те сдвиги, которые наблюдаются при натуживании (А.Н. Воробьев, 1958; И. Йорданов, 1961, а, б); 4) поскольку при выдохе с суженной голосовой щелью достигаются почти такие же показатели, как и при натуживании, можно делать максимальное усилие на выдохе без задержки дыхания; 5) у начинающих при работе со штангой надо требовать выполнения вдоха и выдоха в середине упражнения, в частности в тот момент, когда штанга находится на груди. Конечно, такой режим дыхания затруднит выполнение, но на это какое-то время надо идти. Квалифицированные спортсмены могут делать вдох средней величины только один раз – перед взятием штанги на грудь (А.Н. Воробьев, 1958, 1962).

И, наконец, последние замечания, лишь косвенно относящиеся к рассматриваемому вопросу. Учитывая, что шоковые состояния бывают только при медленном жиме, надо добиваться быстрого поднимания даже предельных весов. Возможной причиной появления шоковых состояний при жиме штанги является передавливание сонной артерии мышцами шеи (в частности, грудиноключично-сосцевидной). Во избежание этого при поднимании штанги нельзя опускать вниз подбородок. Голову следует держать прямо, не наклоняя ее (А.Н. Воробьев, 1958).

**1.3.4. Оптимальный темп выполнения упражнений.** Силовые упражнения в одном подходе можно выполнять с разной частотой. Показано, что применение максимального темпа (не смешивать с максимальной скоростью!) дает относительно небольшой эффект. Предпочтителен некоторый средний темп; при этом прирост силы больше (В.Д. Моногаров, 1958). Основной причиной меньшей эффективности работы в максимальном темпе является, по-видимому, иррадиация возбуждения в центральной нервной системе, возникающая под влиянием мощного потока афферентных импульсов. Это затрудняет формирование необходимой для проявления силы координации нервных процессов (Н.В. Зимкин, 1956).

Если частота движений невелика, то ее конкретные значения несущественны. Так, поднимание груза в темпе 2 и 15 подъемов в минуту привело к почти одинаковому приросту силы (Салтер, 1955). Здесь следует ориентироваться на естественный темп, в котором удобнее всего выполнять движение. Эта естественная частота движений у дистальных сегментов конечностей выше,

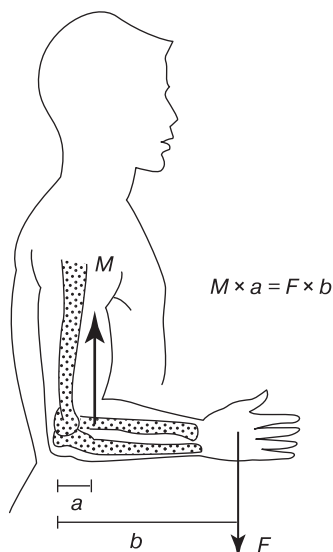
чем у проксимальных (Ваххолдер, 1934). Например, оптимальная частота движений пальцев – около 40 – 60 раз в минуту, руки в плечевом суставе – около 20 раз в минуту (Долгий, 1930).

**1.3.5. Зависимость величины силы от положения тела.** Сила, которую может проявить человек, зависит от положения его тела (Обзоры, см. Даркус, 1954; Г. Кларк, 1956; Ханзикер и Грей, 1957 и др.). Рассмотрим основные факторы, определяющие эту зависимость.

*Первое:* с изменением положения сустава изменяется длина мышц. Сила же, проявляемая мышцей, падает примерно пропорционально квадрату уменьшения ее длины (Паувелс, 1954). Наименьшие величины тягового усилия мышца проявляет при своем наибольшем укорочении. Наоборот, максимальные величины могут быть проявлены, если мышца растянута до своей наибольшей длины. На человеке подобные факты нашли Франке (1920), Рейс (1921), Фенн (1938), Кларк (1956) и многие другие. Вот как, например, меняется сила трехглавой мышцы голени при изменении ее длины (по Рейсу, 1921):

при 140° подошвенного сгибания	384 кг;
при 102°	» » 463 кг;
при 90° (нормальное положение)	560 кг;
при 78° тыльного сгибания	598 кг.

Вторая причина, влияющая на величину проявляемой силы, – изменение плеча тяги мышцы относительно оси вращения. Характерное для костно-мышечной системы близкое приложение тяги мышц к оси вращения приводит к тому, что в большинстве движений достигается выигрыш в скорости и расстоянии за счет проигрыша в силе (рис. 12). Так, при угле в локтевом суставе, равном 90°, сгибатели предплечья (в частности, двуглавая мышца) проигрывают в силе приблизительно в 10 раз; в области ахиллова сухожилия при отталкивании стопой наблюдается перегрузка примерно в три раза (Фенн, 1938) и т.п. При изменении суставного угла плечо тяги меняется, в результате



**Рис. 12.** Соотношение плеч рычагов и сил при сгибании локтевого сустава:

$M$  – сила тяги двуглавой мышцы;  
 $F$  – внешне проявляемая сила;  
 $a, b$  – соответствующие плечи сил;  
 $a$  примерно в 10 раз меньше, чем  $b$ ,  
 $M$  во столько же раз больше  $F$



меняется и вращательный момент силы. Например, плечо силы длинной головки бицепса зависит от суставного угла следующим образом – табл. 7 (по Брауне и Фишеру).

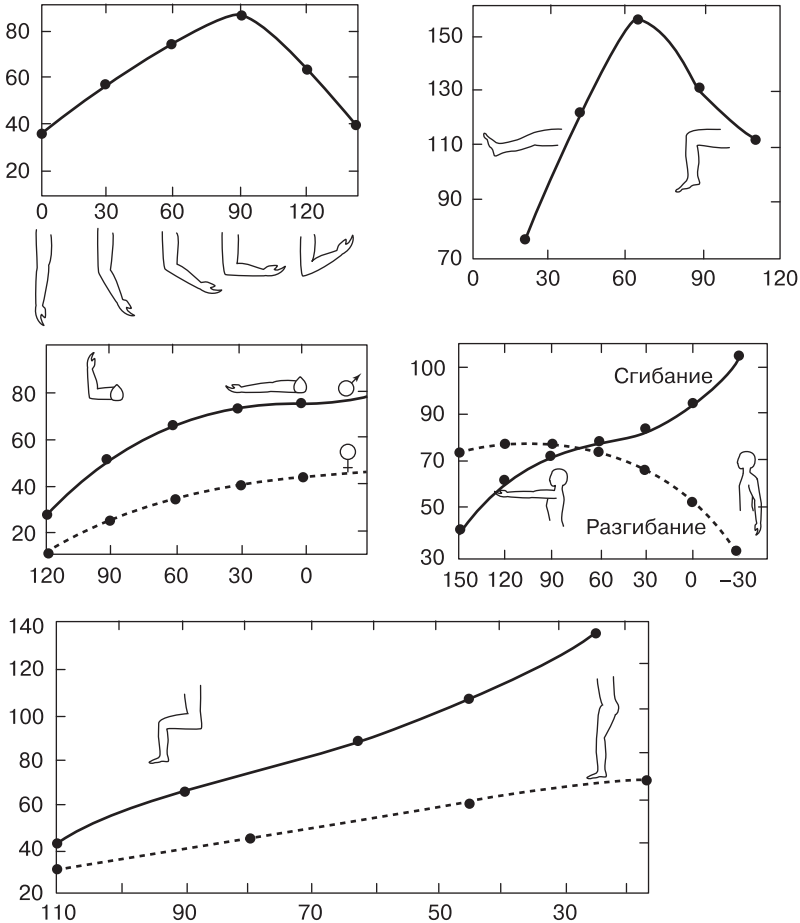
Таблица 7

	Суставный угол (угловые градусы)						
	0	20	40	60	80	100	120
Плечо тяги мышцы (мм)	11,5	16,8	26,9	37,4	43,5	45,5	39,2

Как видим, плечо силы меняется примерно в 4 раза. Следовательно, если тяга мышцы будет одной и той же, то при изменении угла внешне проявляемая сила может увеличиться или уменьшиться в 4 раза. При разгибании коленного сустава плечо силы меняется примерно от 35 до 70 мм, т.е. в 2 раза (И.В. Вржесневский и В.А. Парфенов, 1959).

Наконец, третьим фактором является изменение угла тяги мышцы за кость. Когда этот угол равен прямому, все тяговое усилие проявляется в создании момента вращения. Если угол отличается от прямого, тяговое усилие раскладывается по параллелограмму сил и величина вращательного момента силы зависит только от тангенциальной составляющей. Вторая (радиальная) составляющая действует вдоль кости, увеличивая или уменьшая давление на суставное сочленение.

Сочетание указанных факторов приводит к тому, что для каждого односуставного движения существует определенная зависимость между суставным углом и проявляемой силой (рис. 13). Когда движение осуществляется за счет многосуставных мышц, картина усложняется, поскольку длина этих мышц зависит от положения в соседних суставах. Например, сила разгибателей и сгибателей коленного сустава зависит от положения в тазобедренном суставе (Кларк и др., 1950). Если измерять силу этих мышечных групп в положении лежа на спине и сидя с наклоном вперед, то максимальные величины силы будут значительно отличаться. При положении лежа разгибатели растянуты и способны проявить большую силу; сгибатели, наоборот, укорочены, и их сила будет меньше. В положении сидя с наклоном вперед проявятся противоположные отношения (Хоутц и др., 1957). Иногда, казалось бы, незначительное изменение положения приводит к заметным сдвигам в силовых показателях. Например, пронация предплечья вызывает падение силы при сгибании локтевого сустава примерно на одну треть (Уэллс, 1955; Раш, 1956).



**Рис. 13.** Зависимость силовых показателей от суставных углов (по Уильямсу и Штуцману, 1959).

Сплошная линия – данные мужчин; пунктирная – данные женщин.

По горизонтали – суставный угол (в градусах); по вертикали – сила (в фунтах)

**1.3.6. Выбор наилучшего положения тела.** Из сказанного в 1.3.5 ясно, что для каждого движения существуют такие положения, в которых проявляются наибольшие и наименьшие величины силы. Например, при сгибании локтевого сустава максимум силы достигается при угле  $90^\circ$  (Уаким и др., 1950; Даркус, 1951; Кларк и Байлей, 1950; Элькинс и др., 1951; Гровинс, 1951 и др.); при разгибании локтевого и коленного суставов оптимальный угол около  $120^\circ$  (Франке, 1920; Карпентер, 1938; З. Чогиев и Г. Парулава, 1959); при измерении становой силы максимальные показатели

проявляются при угле около  $155^\circ$  (Маркер, 1939, цит. по Рашу и др., 1960; Бедфорд и Уорнер, 1939 и др.) и т.п.

Встает вопрос: какие положения надо выбирать при выполнении силовых упражнений? Имеет определенные преимущества выбор положений, где собственная сила активных мышц максимальна, т.е. тех положений, где мышцы напрягаются в растянутом состоянии (Даркус, 1956). Вследствие усиления потока проприоцептивных импульсов это приведет к увеличению рефлекторной стимуляции и тем усилит воздействие упражнения. Противоположная тенденция связана с так называемым правилом «совпадающих пиков»\*. В основе его лежит стремление развить максимальное усилие в том положении, где внешне проявляемая сила меньше всего. Такой режим работы называется минимаксным\*\*. Это бывает, когда наибольшее уменьшение длины мышцы приходится на то положение звеньев тела, при котором в силу механического соотношения плеч рычагов наблюдается наибольший проигрыш в силе. Первый пик (падение тяги мышцы) совпадает со вторым (уменьшение внешне проявляемой силы вследствие изменения плеч рычагов). Значение правила «совпадающих пиков» сводится в основном к следующему. Во-первых, в данном случае для создания силового напряжения нужно поднять меньший вес. Соответственно и суммарный объем поднятого груза будет относительно невелик. Подобная «экономизация» может быть полезной. Во-вторых, следование правилу «совпадающих пиков» обеспечивает напряжение мышц в течение всего движения. Если, например, занимаясь гантельной гимнастикой, поднимать руки в стороны-вверх (рис. 14), то максимум силы проявится при горизонтальном положении рук; дальнейшее же продвижение вверх будет связано с падением напряжения. При выполнении того же упражнения с эспандером, прикрепленным к полу, максимум возрастающего от начала до конца напряжения будет приходиться на конец движения – пример следования указанному правилу.

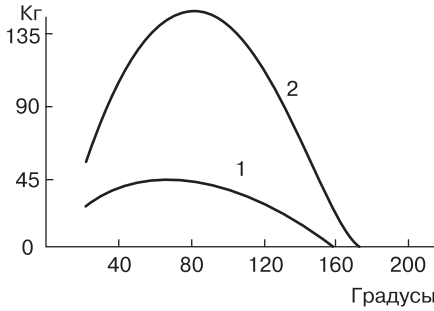
Есть три основных пути реализации правила «совпадающих пиков».

Первый – выбор положения тела. Как отмечалось, мышечный аппарат в большинстве работает в условиях выигрыша в расстоя-

---

\* Это весьма вольный перевод английского *“peak – contraction principles”*.

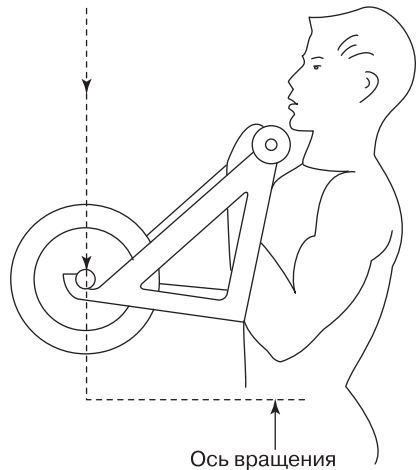
\*\* Минимакс – минимальное значение среди максимальных. В каждом положении проявляются максимальные (для этого положения) величины силы. Положения, где эти максимальные значения минимальны, соответствуют указанному правилу.



**Рис. 14.** Сила, развиваемая дельтовидной мышцей при поднимании прямой руки вверх (по Страйту и др., 1947):  
1 — рука без груза; 2 — рука с грузом 4 кг

нии и проигрыша в силе. При поднимании любого веса наибольший проигрыш в силе будет наблюдаться в случае наибольшего удаления проекции центра тяжести передвигающегося звена (вместе с внешним отягощением, если оно есть) от оси вращения. Это всегда имеет место при горизонтальном положении центра тяжести звена по отношению к оси вращения.

Если это горизонтальное положение принимается при наибольшем укорочении активной мышечной группы (т.е. в конце возможной амплитуды движения), — правило «совпадающих пиков» оказывается выполненным. Строгое следование правилу «совпадающих пиков» возможно лишь для небольшого числа движений; для остальных пришлось бы применять чрезвычайно неестественные исходные положения. Однако в общих принципиальных чертах следование этому правилу возможно почти для всех упражнений. Например, поднимание прямых ног в висячем положении оказывается более действенным, чем то же упражнение, выполняемое лежа на спине. Хотя в пер-



**Рис. 15.** Приспособление для реализации правила «совпадающих пиков».

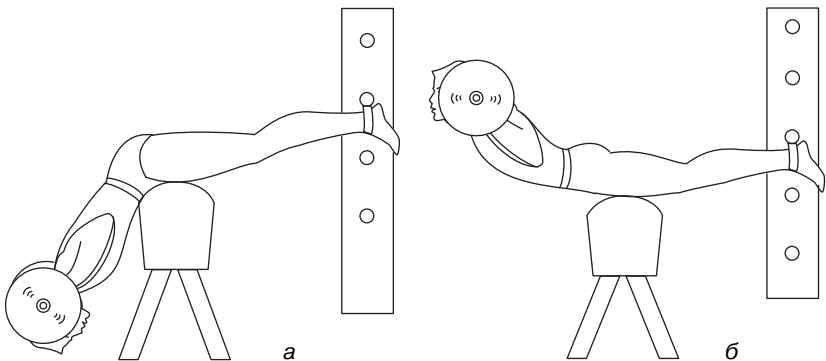
В данном случае момент наибольшего удаления тяжести от оси вращения совпадает с наибольшим сокращением сгибателей локтевого сустава. Сравните с аналогичным упражнением со штангой в руках (без приспособления)

вом случае правило строго и не соблюдается, все же момент прохождения ног через горизонталь (наиболее тяжелый момент) совпадает с большим укорочением активных мышц, чем при положении лежа.

Второй путь – использование специальных приспособлений (рис. 15) и упражнений с амортизаторами. Поскольку максимум сопротивления амортизатор проявит в конце движения, когда сила мышечной тяги падает, – в данном случае правило «совпадающих пиков» выполняется автоматически (Уэбстер, 1957). Ценность упражнений с амортизаторами и эспандерами в существенной мере определяется этим обстоятельством.

И, наконец, третий путь – медленная скорость выполнения упражнений. Например, если упражнение, показанное на рис. 16 (по Н.И. Лучкину, 1956), делать резко, то наиболее ценная вторая часть его (*б*) будет выполняться без активного напряжения мышц. Чтобы напряжение в конечной фазе разгибания было достаточно высоким, скорость выполнения в первой фазе (*а*) должна быть относительно небольшой.

Несмотря на то, что правило «совпадающих пиков», по крайней мере в некоторых своих проявлениях, кажется достаточно логичным, все-таки экспериментальное его обоснование в настоящее время недостаточно. Само правило основано на предположении отсутствия специфики в проявлении силы при разной длине мышц. Предполагается, что если увеличится сила, показываемая при наибольшем укорочении мышц, то она в равной мере вырастет и в остальных положениях. Вопрос этот пока остается неясным. (Помимо ссылок, приведенных по этому поводу в I.3.2, сошлемся еще на опыты Даркуса, 1954; Ханзикера, 1956; Стеурта, 1962.)



**Рис. 16.** Упражнение для мышц – разгибателей туловища

В последние годы в спортивной практике часто стараются использовать для воспитания силы такие упражнения, где максимум силы проявляется в том же положении, что и при выполнении соревновательного упражнения. Это позволяет одновременно решать задачи физической и технической подготовки (В.М. Дьячков, 1960; А.Д. Марков, 1963; Ю.В. Верхошанский, 1963; В.М. Зациорский и Е.Н. Матвеев, 1964 и др.).

## **1.4. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ СИЛЫ ОТДЕЛЬНЫХ МЫШЕЧНЫХ ГРУПП**

**1.4.1. Понятие о топографии силы.** Характерная черта воспитания силы – возможность избирательного (аналитического) совершенствования отдельных мышечных групп. Никто не тренирует избирательно, например, выносливость одной руки или ноги. При воспитании же силы так поступают постоянно: отдельно работают над развитием силы разгибателей ног, сгибателей рук и т.п.

Возможность такого аналитического подхода ставит ряд методических вопросов. В теле человека свыше 500 отдельных мышц. Какие из них имеют наибольшее значение? Какие мышечные группы следует развивать в первую очередь? Какова специфика воспитания силы отдельных мышечных групп?

У разных людей сила отдельных мышечных групп различна. Соотношение максимальной силы разных мышечных групп получило название топографии силы (А.В. Коробков, 1959; А. Коробков и Г. Черняев, 1961). Для создания относительно полного представления о топографии силы у какого-либо человека надо измерить силу возможно большего числа мышечных групп.

У людей, не занимающихся спортом, обычно лучше всего развиты мышцы, противодействующие силе тяжести: разгибатели спины и ног, сгибатели рук. Топография силы зависит от спортивной специализации и рода занятий человека (табл. 8).

Все же вне зависимости от специализации целесообразно выделить несколько мышечных групп, имеющих наибольшее значение в большинстве жизненных ситуаций. К ним относятся самые мощные (а следовательно, и самые крупные) мышцы нашего тела: мышцы тазового пояса, туловища, бедер, плечевого пояса.

Попытки объективно определить наиболее важные мышечные группы человека осуществляются следующим образом. У большого числа испытуемых определяют силу во многих элементарных

движениях (сгибание руки, наклон туловища в сторону и т.п.) или целостных двигательных актах (бросание медицинбола, поднятие тяжестей и др.). В некоторых экспериментах у каждого человека измеряли до 50–60 показателей силы. Затем эти показатели складывают, получая значения так называемой «общей силы» (Мартин, 1918). После этого с помощью методов математической статистики подбирают такую комбинацию мышечных групп, которая дает наибольшие величины корреляции с «общей силой» (Мартин и Рич, 1918; Кьюртон с сотр., 1947 и др.). Отобранные таким путем мышечные группы и рассматривают как «наиболее важные». К ним, по данным Уендлера (1955) и др., относятся следующие 5 мышечных групп: 1) разгибатели позвоночного столба; 2) сгибатели позвоночного столба и тазобедренных суставов; 3) разгибатели ног; 4) разгибатели рук; 5) большая грудная мышца.

В практике, к сожалению, нередко пытаются судить о силе человека на основании некоторых мелких мышечных групп, чаще всего сгибателей пальцев кисти (кистевая динамометрия). В данном случае мышечная группа очень мелка (поскольку сила группы мышц большого пальца, в которые упирается динамометр, меньше совместной силы остальных четырех пальцев, при кистевой динамометрии измеряется фактически лишь изометрическая сила тенара\* — Бечтол, 1954), и поэтому полученные показатели плохо характеризуют силу человека (Раш с сотр., 1960; Орбан, 1962; П.Н. Башкиров, 1963). Очевидно, здесь надо ориентироваться на более мощные мышечные группы.

Методика воспитания силы отдельных мышечных групп отличается некоторой спецификой. Ниже как пример приводится описание особенностей двух мышечных групп, развитию силы которых – по причинам, указанным ниже, – следует уделить особое внимание.

**1.4.2. Мышцы брюшного пресса и особенности методики их тренировки.** Брюшной пресс – мышечная группа, развитию которой надо уделять внимание с самого начала занятий спортом. Определяется это тремя причинами: во-первых, эти мышцы участвуют в большинстве локомоций (Такано и Хигаси, 1957; Шеффилд, 1962); во-вторых, хороший «мышечный корсет», охватывающий брюшную полость, способствует нормальному функционированию внутренних органов и, следовательно,

---

\* Тенар (*thenar*) – возвышение на ладонной поверхности кисти, образованное группой мышц большого пальца (короткой отводящей, коротким сгибателем, противопоставляющей и приводящей).

**Топография силы некоторых сильнейших легкоатлетов – рекордсменов мира, чемпионов Олимпийских игр (по Г.В. Коробкову)**

№ п/п	Фамилия	Сгибатели туловища	Разгибатели туловища	Разгибатели стопы	Разгибатели голени	Разгибатели бедра	Общая сила ног (относительная)	Общая сила туловища (относительная)
1.	Брумель В.	81 1,01	240 3,00	280 3,50	210 2,51	280 3,50	9,51	4,01
2.	Тер-Ованесян И.	54 0,70	210 2,72	238 3,08	190 2,46	262 3,40	8,94	3,42
3.	Болотников П.	60 0,95	234 3,71	215 3,41	92 1,46	213 3,36	8,23	4,66
4.	Труснев В.	80 0,74	245 2,28	225 2,10	130 1,21	210 1,86	5,17	3,02
5.	Цыбуленко В.	75 0,75	165 1,65	201 2,01	190 1,90	200 2,00	5,91	2,40
6.	Щелканова Т.	45 0,78	117 2,05	177 3,10	117 2,05	168 2,95	8,10	2,83

*Примечание.* В клетках таблицы в левом верхнем углу указана абсолютная сила, в правом нижнем – относительная.



прямо сказывается на состоянии здоровья человека (Г.С. Катинас, 1959); в-третьих, что особенно важно, должная сила мышц брюшного пресса является лучшей гарантией предупреждения грыж\*.

Причиной грыж служит частое повышение внутрибрюшного давления, что всегда имеет место при поднимании значительных тяжестей, натуживании (Дэвис, 1959; В. Александров, 1961; Бирн, 1961) и т.п. Если мышцы живота слабы, то при повышении внутрибрюшного давления возможно прободение брюшной стенки. Во избежание этого необходимо укрепить мышцы брюшного пресса.

При тренировке мышц передней стенки живота используют в основном упражнения двух типов: 1) поднимание ног при фиксированном верхнем отделе туловища и 2) поднимание туловища при фиксированных нижних конечностях. Оба типа упражнений отличаются некоторой спецификой, корреляция между результатами в них обычно не превышает 0,35–0,40 (П. Карпович, 1945). В первом случае мышцы живота работают по преимуществу в изометрическом режиме (Ю.З. Захарьянц и Е.Г. Котельникова, 1961). Непосредственно в сгибании тазобедренного сустава они не участвуют, но способствуют фиксации таза, а при значительном сгибании в условиях верхней опоры или вися – повороту его. Электромиографический анализ показывает, что наибольшую нагрузку здесь несет нижняя часть прямой мышцы живота (Уолтерс и Партридж, 1957). В упражнениях второго типа мышцы живота работают в более динамических условиях; в данном случае больше нагрузка на верхние сегменты прямой мышцы живота. Общая нагрузка на мышцы живота здесь выше; для тренировки мышц брюшного пресса упражнения второго типа несколько более эффективны (Паркс, 1959). Однако упражнения первого рода в силу более статического характера лучше способствуют повышению тонуса мышц живота, что может быть использовано, например, при коррекции осанки. Для развития косых мышц живота применяют упражнения, связанные с движением позвоночного столба в сторону, и в особенности с его скручиванием.

При тренировке мышц брюшного пресса во избежание травм и излишнего повышения внутрибрюшного давления не следует

---

\* Грыжа – болезнь, выражающаяся в нарушении целостности стенки живота и вследствие этого выходе органов брюшной полости под кожу.

широко использовать метод максимальных усилий. Но нельзя впадать и в другую крайность – доводить число повторений в одном подходе до очень больших величин (свыше 15–20), так как при этом увеличение повторений уже будет мало сказываться на росте силы. В таких случаях надо усложнить упражнение, чтобы число возможных повторений в одном подходе было около 6–10 (Кейпен, 1951).

Для измерения силы брюшного пресса предложено несколько методов различной точности и сложности (С.В. Алябьев, 1937; Уолтерс и Харрис, 1953; А.Н. Моторин, 1960).

**1.4.3. Мышцы поясничной области** также относятся к тем мышечным группам, развитию которых следует уделять особое внимание. Определяется это прежде всего соображениями профилактики: пожалуй, ни одна область нашего тела не травмируется при занятиях с тяжестями столь часто, как поясничная. Это объясняется огромными перегрузками, действующими в области поясничных позвонков при поднятии тяжестей (в особенности в области пятого поясничного позвонка). При наклоне вперед с отягощением плечо силы тяжести очень велико, плечо тяги мышц во много раз меньше. В результате наблюдается 10–15-кратный проигрыш в силе, и даже при поднимании относительно небольших тяжестей общая сумма сил, действующих в области пятого поясничного позвонка, оказывается весьма высокой (Маттиаш, 1956). Так, уже при простом наклоне вперед (без отягощения) нагрузки в этой области могут превышать 300 кг, а если руками удерживается вес 30 кг, то, по данным Фрея (1959), нагрузка превосходит 700 кг!

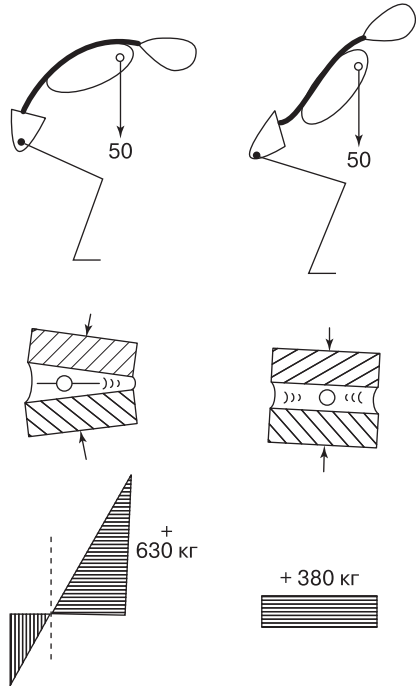
Естественно, что в этих условиях у неподготовленных людей возникает опасность травм. Рациональная методика позволяет предупредить их появление. Методические рекомендации здесь сводятся к следующему.

1. Укрепление мышц поясничной области должно предшествовать работе с большими весами. Это касается всех движений, исходное положение для которых – стойка со штангой на плечах или груди (приседание, жимы и др.). Здесь необходимо создание своеобразного «силового фундамента», тогда можно безопасно выполнять большой объем работы с тяжестями.

2. Следует уменьшать нагрузку на позвоночный столб, для чего надо шире использовать упражнения типа жим лежа на наклонной скамейке (вместо жима в стойке), жим ногами в положении лежа на спине (вместо приседаний) и т.д.

3. Надо чередовать в занятии поднимание тяжестей с висами. В этом случае в силу собственной эластичности сдавленных межпозвоночных дисков восстанавливается их исходная форма.

4. Большое значение имеет правильная техника подъема тяжестей с земли, в частности рациональное положение позвоночного столба (рис. 17). При «круглой» спине возникает опасность сдавливания межпозвоночных дисков. Сохранение нормального поясничного лордоза устраняет эту опасность. К тому же при «круглой» спине проекция центра тяжести рук (а следовательно, и поднимаемого снаряда) дальше отходит от оси вращения, нежели в случае сохранения выпрямленного положения спины, что делает этот способ выполнения подъема еще более неэффективным (табл. 9).



**Рис. 17.** Положение тела и нагрузка на межпозвоночные диски при поднимании 50 кг.

Слева – неправильная техника («круглая» спина), справа – правильная. Перегрузки составляют соответственно 630 и 380 кг (Фрей, 1959)

Таблица 9

**Нагрузка (кг) на 5-й поясничный позвонок в зависимости от поднимаемого веса, угла наклона и техники подъема**  
(по Ф. Мюнхингеру, 1960)

Угол (градусы)	Поднимаемый вес (кг)							
	выпрямленное положение спины				«круглая» спина			
	0	50	100	150	0	50	100	150
0	50	100	150	200	50	100	150	200
30	100	300	500	700	150	350	600	850
60	200	500	800	1100	250	650	1000	1350
90	250	600	900	1200	300	700	1100	1500

## 1.5. СИЛОВЫЕ УПРАЖНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

**1.5.1. Силовые упражнения в занятии физическими упражнениями.** Распределение силовых упражнений в занятии во многом определяется стремлением выполнять наиболее ценные попытки на фоне оптимального, «свежего» состояния центральной нервной системы (В.М. Зациорский, 1961, б). При этом лучше происходит образование и совершенствование нервно-координационных отношений, которые обеспечивают рост мышечной силы. Если же силовые упражнения выполняются, когда спортсмен утомлен предшествующей работой, то возбудимость центральной нервной системы оказывается сниженной – в этом случае условно-рефлекторная деятельность протекает, как известно, менее успешно и рост силы происходит не столь быстро.

Силовые упражнения наиболее эффективны, если их выполнение отнесено к началу основной части занятия. Правда, не во всех случаях это возможно, так как в занятии приходится решать и многие другие задачи помимо воспитания силы. Выполнение силовых упражнений, естественно, вызовет утомление, что снизит успешность последующей работы по воспитанию быстроты, совершенствованию в технике и др. (А.В. Коробов, 1964). В этих случаях приходится идти на компромисс – переносить силовые упражнения в конец основной части; при этом эффективность влияния этих упражнений несколько снижается. Так часто поступают в технически сложных видах спорта, где сила является хоть и важным, но не ведущим качеством (спортивные игры, гимнастика и др.).

Для современной методики характерно увеличение отдыха между подходами. Так, у ряда сильнейших штангистов мира продолжительность занятий с 2–2,5 часов в 1956–1957 гг. выросла к 1961 – 1962 гг. до 3–3,5 часов при том же числе подходов к штанге (35–42)\*. Увеличение отдыха между подходами позволяет делать большее число попыток без снижения работоспособности и ухудшения возбудимости центральной нервной системы. Практически интервалы отдыха составляют 2–3,5 мин, увеличиваясь иногда при работе с предельными весами до 4–5 мин (Кларк и др., 1954;

---

\* Использование метода максимальных усилий часто влечет за собой уменьшение числа подходов (в тренировке штангистов – до 25–30). Тогда продолжительность занятия, естественно, снижается, несмотря на большие интервалы отдыха (С.М. Арутюнян).

Я.Г. Куценко, 1963). Правда, даже такие большие перерывы недостаточны для полного восстановления, на которое (по данным газообмена и других показателей) при поднимании предельных весов необходимо свыше 10–15 мин (А.Н. Крестовников, 1951). Если увеличение продолжительности занятия нежелательно (например, из-за занятости основной работой или учебой), можно объединить силовые упражнения в серии, делая внутри серий относительно небольшие интервалы отдыха, а между сериями – увеличенные до 5–7 мин (В.Г. Бушуев и В.М. Защиорский, 1961).

В тех случаях, когда в занятие включаются упражнения с околопредельными весами, а также упражнения с непредельными весами «до отказа», вначале следует использовать метод максимальных усилий и лишь затем – метод повторных усилий.

Этот совет подтверждается, в частности, следующим экспериментом (Мак-Моррис и Элькинс, 1954): две одинаковые по подготовленности группы тренировались, используя равные по величине тяжести. В первой группе в основной части занятия поднимаемый вес возрастал от начала к концу занятия; во второй группе те же веса распределялись в нисходящем порядке. В результате прирост мышечной массы оказался примерно одинаковым (это понятно – ведь поднимались одни и те же веса), сила же больше выросла во второй группе, начинавшей с предельных весов. Объясняется это тем, что в данном случае самые ценные попытки с наибольшими весами выполнялись при отсутствии утомления. В другой же группе занимающиеся подходили к этим весам уже утомленными предшествующей малоэффективной работой; прирост силы шел при этом медленнее.

Обычно перед подходом к основному тренировочному весу делают несколько подходов к малым весам. Эта предварительная работа с тяжестями должна преследовать задачи разминки и не приводить к утомлению.

Хороший пример дает опыт чемпиона XVII Олимпийских игр В. Бушуева. В первые годы занятий спортом его тренировка была во многом неправильной, в частности было явно завышено число предварительных подходов. Например, при основном весе в жиме 80 кг нагрузка распределялась следующим образом: 50–55–60–65–70–75–80–75–70–65–60–55–50 кг. Подход к основному тренировочному весу был излишне медленным, в результате основные, самые ценные попытки выполнялись на фоне сниженной возбудимости центральной нервной системы. Это уменьшало их эффективность. По той же причине малодейственно было выполнение всей нисходящей части нагрузки. В дальнейшем методика тренировки была значительно изменена. Была отброшена нисходящая часть нагрузки. После работы с основным весом выполня-

лось лишь одно, максимум два упражнения с малым весом. Назначение этого – снять ощущение большой тяжести, постепенно привести организм в относительно спокойное состояние. Уменьшилось количество промежуточных весов. Предварительная работа с весами ниже основного стала преследовать исключительно задачи разминки. Вес прибавлялся по 20 кг (раньше же – 5 кг). Так, при основном тренировочном весе 110 кг подход к нему стал осуществляться следующим образом:

$$\frac{70}{1-2}; \frac{90}{1}; \frac{100}{1}; \frac{110}{1}.$$

Сокращение числа предварительных подходов повысило эффективность работы с основными тренировочными весами (В.Г. Бушуев, В.М. Зациорский, 1961).

При использовании метода максимальных усилий, несмотря на большие интервалы отдыха между подходами, утомление все же наступает относительно быстро. Для увеличения объема тренировочной нагрузки, выполняемой этим методом в занятии, используются специальные приемы, в частности, так называемые «сдваивание» и «волнообразное» чередование весов. Суть «сдваивания» состоит в том, что одно и то же упражнение выполняется в занятии дважды (В.И. Родионов, 1961). Например, спортсмен в начале основной части занятия выполняет приседания с весом, после этого переходит на другие движения, а затем вновь возвращается к приседаниям. При «волнообразном» чередовании весов после нескольких подходов к основному весу при первых признаках утомления вес снаряда снижается на 10–15 кг. С этим облегченным весом выполняется один-два подхода, затем снова ставится основной вес и т.д. (В.Г. Бушуев, В.М. Зациорский, 1961). Промежуточная работа со сниженными весами служит активным отдыхом и используется для совершенствования в технике движений.

При включении в занятие динамических силовых упражнений, требующих наибольшей четкости мышечных ощущений и оптимального состояния центральной нервной системы, их следует выполнять раньше упражнений статического характера и жимов (А.В. Жаров, 1956). Работоспособность при выполнении силовых упражнений (в особенности локальных) может быть повышена за счет их рационального чередования. Например, последовательное выполнение жима лежа, приседаний и тяги штанги будет малорациональным. Более удачным явится такой порядок: тяга –

жим – приседания. В перерывах между подходами в силовых упражнениях используют как пассивный, так и активный отдых. При пассивном отдыхе восстановление происходит быстрее всего в положении лежа на спине с поднятыми вверх расслабленными ногами (Харрисон, 1959). В качестве средств активного отдыха используют ходьбу, упражнения на растягивание и расслабление, а также висы.

**1.5.2. Силовые упражнения в системе смежных занятий (тренировочном микроцикле).** Как известно, в основе роста тренированности лежит адаптация организма к тренировочным нагрузкам. Адаптация происходит быстрее, если в течение какого-то времени нагрузка остается стандартной, – в этом случае организму легче к ней приспособиться. С этой точки зрения целесообразно выбирать определенный неизменный комплекс силовых упражнений и повторять его достаточно длительное время, варьируя лишь величину веса и число подходов. Однако использование одного и того же комплекса приведет к тому, что его выполнение станет привычным и будет вызывать малые адаптационные сдвиги. При этом достичь существенных сдвигов в силе можно будет лишь за счет увеличения объема работы, что не всегда возможно и желательно. Следует считаться и с тем, что однообразное выполнение одних и тех же упражнений психологически весьма утомительно. Поэтому рекомендуется в системе из нескольких смежных занятий использовать один и тот же комплекс силовых упражнений, но периодически менять эти комплексы. Частота смены у разных спортсменов различна, в среднем один раз в 2–6 недель (Н.Д. Лучкин, 1956; Ф.Ф. Богдановский, 1962).

В тренировочных микроциклах силовые упражнения в разных видах спорта включают в различные дни цикла. В скоростно-силовых видах существенные преимущества дает включение силовых упражнений в первый день цикла сразу после дня отдыха (В.М. Дьячков, 1961). При этом силовые упражнения выполняются на фоне оптимального состояния центральной нервной системы, когда не сказывается утомление от предшествующих занятий; поэтому такое расположение силовых упражнений приносит наибольший эффект. Другое существенное преимущество такого построения микроцикла объясняется влиянием так называемого последействия (см. ниже 1.5.5).

Частота занятий силовыми упражнениями зависит от ряда факторов, в частности от подготовленности занимающихся. Экспериментально показано, что для начинающих наибольший

эффект дают занятия 3 раза в неделю, менее выгодны занятия 1, 2 или 5 раз в неделю (Бергер, 1962). У квалифицированных спортсменов частота занятий может быть выше.

Эти рекомендации относятся к силовым упражнениям общего воздействия, требующим функционирования наиболее мощных мышечных групп тела. Работоспособность в этих группах мышц восстанавливается относительно медленно. В мелких мышечных группах восстановление происходит быстрее, поэтому локальные силовые упражнения можно выполнять значительно чаще. Относительную медленность восстановления работоспособности в крупных мышечных группах следует учитывать и при подведении к соревнованиям. Так, многие спортсмены перед крупными соревнованиями заблаговременно исключают из тренировки приседания со штангой большого веса (И. Тер-Ованесян – за 10 дней, В. Бушуев – за 7 дней).

**1.5.3. Силовые упражнения в тренировочном цикле\*.** В тренировке представителей всех видов спорта, исключая штангистов, в наибольшей мере силовые упражнения представлены в подготовительном периоде. Здесь решается задача дальнейшего повышения уровня силовой подготовленности. В последние годы силовые упражнения стали все шире использоваться и в соревновательном периоде тренировки. Объясняется это тем, что при длительном перерыве в применении силовых упражнений сила падает, а вслед за ее падением могут ухудшиться и спортивные результаты (табл. 10).

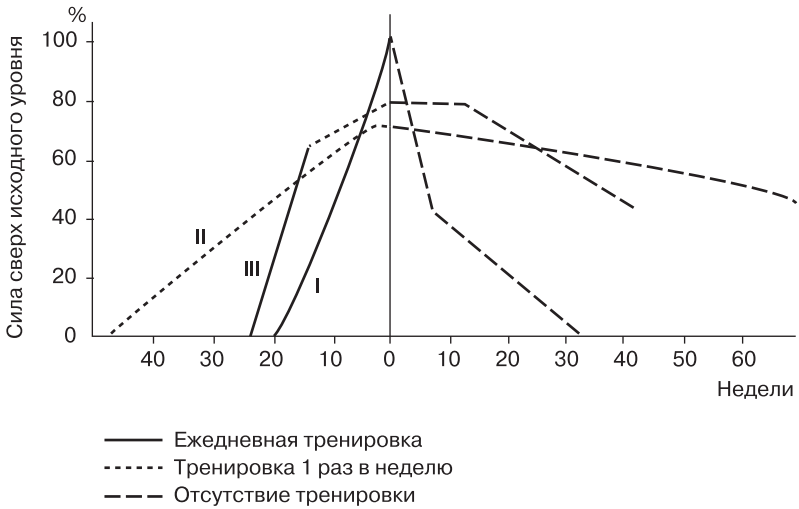
Таблица 10

**Влияние месячного перерыва  
в занятиях силовыми упражнениями на результаты метателей**  
(средние величины 19 человек, по Н. Базанову)

Упражнения	Штанга		Бег на 30 м с ходу (с)	Прыжок в длину с места (м)	Спортивный результат	
	жим стоя (кг)	приседания с весом (кг)			толкание ядра (м)	метание молота (м)
Исходный показатель	67,7	106,5	3,40	2,72	12,15	43,65
После эксперимента	63,3	102,4	3,45	2,65	11,95	42,45
Изменения	-4,4	-4,1	+0,05	-0,07	-0,20	-1,2

\* Вопросы сочетания упражнений разной направленности в тренировочном цикле подробно рассмотрены в монографии Л.П. Матвеева (1964).





**Рис. 18.** Зависимость быстроты падения силы после прекращения тренировки от времени приобретения силы.  
Данные трех групп испытуемых (по Т. Хеттингеру, 1957)

Вопрос о месте силовых упражнений в соревновательном периоде определяется длительностью этого периода в сравнении с длительностью подготовительного. Это связано с тем, что скорость падения мышечной силы при отсутствии занятий силовыми упражнениями во многом зависит от продолжительности приобретения этой силы. Чем быстрее было достигнуто увеличение силы, тем скорее она падает при отсутствии специальной тренировки силовой направленности. Приводим данные одного из экспериментов – рис. 18 (из Хеттингера). Если подготовительный период длинный, а соревновательный – короткий, то силовые показатели за время соревновательного периода существенно снизиться не успеют. Если же соревновательный период длится несколько месяцев, то исключение из тренировочного процесса силовых упражнений приведет к значительному падению силы и даже к ухудшению результатов. Чтобы этого не произошло, следует сохранить в уменьшенном объеме силовые упражнения и в соревновательном периоде. В данном случае ставят задачу не столько увеличения силы, сколько ее поддержания. Объем силовых упражнений намного снижается, несколько уменьшаются и тренировочные веса (по рекомендации В.М. Дьячкова – на 10–15 кг; в приседании со штангой – до 20–40 кг); частота применения силовых упражнений может оставаться неизменной. Для

поддержания силы можно применять изометрические силовые упражнения (Лазье, 1961; В. Кузнецов и В. Чудинов, 1963).

В ходе тренировочного цикла меняется соотношение в использовании методов воспитания силы (особенно четко это проявляется в скоростно-силовых видах спорта): на первом этапе подготовительного периода ведущим является метод повторных усилий, на втором – метод максимальных усилий и, наконец, чем ближе к соревновательному периоду, тем шире используется метод динамических усилий (В.М. Дьячков, 1961).

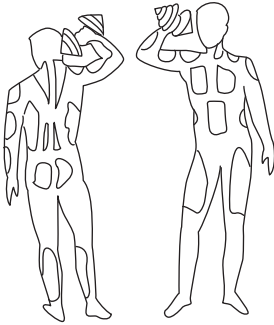
**1.5.4. Особенности воспитания силы в различных видах спорта.** Изложенные выше общие положения, касающиеся методики воспитания силы, справедливы во всех случаях, когда стоит задача повышения силовых возможностей.

Однако, естественно, в разных видах спорта будут свои особенности воспитания силы.

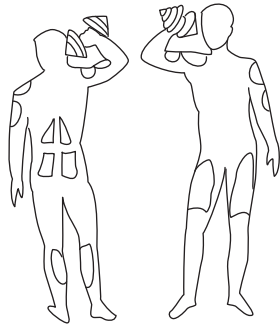
Для каждого вида спорта характерна своя, наиболее типичная, топография силы. Так, у штангистов более всего развиты разгибатели рук, ног и туловища; у гимнастов по сравнению со спортсменами других специальностей – приводящие мышцы плечевого сустава и т.п. Примеры топографии силы для представителей некоторых видов спорта приведены на рис. 19. Как отмечалось в 1.1.4, увеличение силы в разных видах спорта различно связано с изменением мышечной массы: в одних видах спорта (метания, например) нужна абсолютная сила, в других (гимнастика, легкоатлетические прыжки) – относительная.

Различен во многих видах спорта и характер концентрации усилий. В некоторых из них (плавание, лыжный, велосипедный спорт и др.) усилие производится плавно на относительно длинном пути; резкие, «взрывные» движения здесь непригодны. Для других видов типична предельная концентрация усилий, стремление проявить силу «взрывом» – в минимальное время (метания, тяжелая атлетика, спринт). Характер применяемых средств должен соответствовать специфике проявления усилий. Так, для представителей второй из указанных групп спорта упражнения с эспандером, резиной и т.п. будут не столь типичны, как для представителей первой (Н.Г. Озолин, 1960). В их тренировке больше представлены динамические скоростно-силовые упражнения: толчки и рывки штанги, метания тяжелых снарядов, прыжки с отягощениями и т.п.

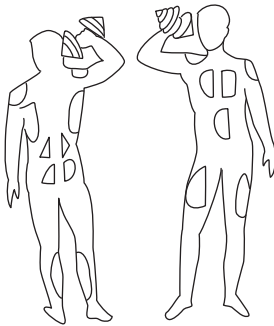
Основной причиной, определяющей специфику методики воспитания силы в разных видах спорта, является необходимость



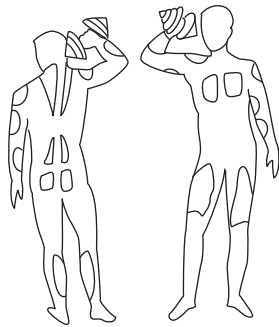
Борцы



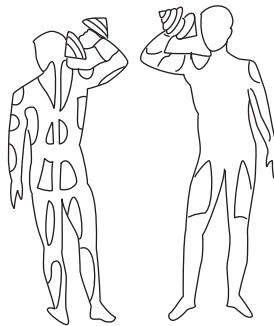
Баскетболисты



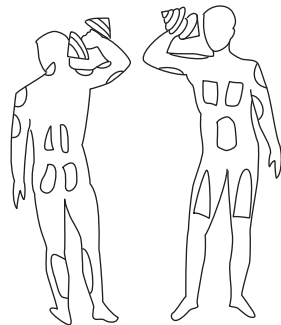
Пловцы



Фехтовальщики



Гребцы



Боксеры

**Рис. 19.** Топография силы представителей некоторых видов спорта.  
Штриховкой отмечены наиболее развитые мышечные группы  
(по Мюррею и Карповичу, 1956)

повышения силы в определенном сочетании с другими физическими качествами, в особенности с быстротой и выносливостью (см. главы II и III). Наконец, в каждом виде спорта необходимо проявлять силу во вполне определенном движении, поэтому и при воспитании силы надо обеспечить наивысшее развитие силовых возможностей в рамках двигательного навыка, соответствующего правильной спортивной технике.

Силовые упражнения, применяемые в разных видах спорта, целесообразно разделить на 3 группы (В.В. Кузнецов, 1965):

1) упражнения неспецифического воздействия (например, у копьеметателя – приседания со штангой);

2) аналитические упражнения, направленные на развитие мышечных групп, ведущих для данного вида спорта (у копьеметателя, например, – разгибателей плечевого сустава);

3) упражнения, совершенствующие силу в рамках основного спортивного навыка (метания ядер из-за головы и т.п.).

**1.5.5. Использование силовых упражнений во вспомогательных целях.** Для человека, привыкшего к силовым упражнениям, они являются прекрасным тонизирующим средством, улучшающим состояние двигательного аппарата и самочувствие (И.П. Ратов, 1961). Выполнение в небольшом объеме силовых упражнений положительно сказывается на результатах в физических упражнениях как в день занятий с тяжестями, так и на следующий. Этот эффект положительного последствия используется спортсменами при построении микроцикла, и в особенности при подведении к соревнованиям. Так, многие сильнейшие прыгуны в высоту за день до соревнований (или даже утром в день соревнований) проводят кратковременную тренировку с тяжестями весом 70–80% от максимального (В.М. Дьячков, 1961).

Непосредственно после однократного выполнения силового упражнения легче осуществляются движения с небольшим отягощением. По контрасту они кажутся более легкими (З.Г. Курдюкова, 1951 и др.). Подобный эффект «облегчения» используют для повышения результата в скоростно-силовых движениях. Например, тренер предлагает занимающемуся выполнить прыжок с дополнительным отягощением и затем – без него. При этом удается добиться улучшения результата или большей легкости выполнения.

Существенное значение имеют силовые упражнения как средство профилактики травм – растяжений, разрывов и пр. Достаточная сила мышц и высокие эластические свойства и прочность

связок являются хорошей гарантией предупреждения случайной травмы. При этом в каждом виде спорта необходимо выделить те мышечные группы и суставные связки, которые чаще всего травмируются, а затем их целенаправленно укреплять. Например, у боксеров, волейболистов, баскетболистов – мышцы кисти, у акробатов-прыгунов, у легкоатлетов и представителей спортивных игр – коленный и голеностопный суставы, у спринтеров – мышцы задней поверхности бедра. При этом важно выполнять движения во всех возможных для данного сустава направлениях (Мак-Клой, 1961). Например, для голеностопного сустава – не только тыльное и подошвенное сгибание, но также отведение, приведение, круговое движение. Необходимо также подбирать упражнения, обеспечивающие максимальную амплитуду сокращения соответствующих мышц. Так, лучшим средством предупреждения травм двусуставных мышц задней поверхности бедра будут упражнения, в которых значительное напряжение этих мышц сочетается с наибольшим изменением их длины (Н.Г. Озолин, 1949, в; К. Фиделюс, 1962). Напомним, что эти мышцы наиболее растянуты при сгибании в тазобедренном и разгибании в коленном суставе; больше всего укорочены – при разогнутом тазобедренном и согнутом коленном суставах.

**1.5.6. Методика занятий, направленная преимущественно на увеличение массы мышц.** Общеизвестно, что занятия силовыми упражнениями ведут к увеличению физиологического поперечника мышц, к росту мышечной массы. Однако известно также, что штангисты в процессе многолетних занятий могут значительно улучшить свой результат, оставаясь по-прежнему в той же весовой категории. В этом случае рост результатов, очевидно, происходит в основном за счет совершенствования координации движений. Но возможен и другой вариант, когда занятия с тяжестями приведут к значительному увеличению мышечной массы. Пример методики, ведущей к таким результатам, дает нам тренировка так называемых «культуристов»\*. Для нас в принципе неприемлемы те формы, в которых развивается на Западе движение «культуристов» (конкурсы красоты и пр.), хотя в самом стремлении заниматься силовыми упражнениями ради совершенствования внешних форм тела, конечно, ничего зазорного нет. Нужно

---

\* Описание методики тренировки «культуристов» дается по материалам статей Мак-Куина (1954) и Баркера (1959), а также книг Муррея и Карповича (1956), Джонсона и Гейденштама (1958) и С. Закржевского (1961). Более подробно описываемая методика раскрыта в статье В.М. Защиорского (1963, а).

только, чтобы эти занятия не становились самоудовлетворяющими и занимали лишь определенное место в процессе физического воспитания в целом.

Знание методики тренировки «культуристов» расширяет методический кругозор тренера и может быть ему полезным. Разумное включение в тренировочные занятия упражнений, направленных преимущественно на увеличение мышечной массы, оправдано как один из путей увеличения силы спортсмена. В связи с этим нужно также отметить следующее: приобретенная сила сохраняется дольше, если ее увеличение сопровождалось параллельным ростом мышечной массы. И, наоборот, сила теряется быстрее, если масса мышц не увеличивалась одновременно с ее ростом (Де Лорм и др., 1950). Кроме того, в некоторых видах спорта (метания, акробатика и др.) иногда возникает необходимость увеличить собственный вес спортсмена. Для этого тоже может быть использована описываемая методика.

Механизмы рабочей гипертрофии скелетных мышц можно объяснить в несколько схематической форме следующим образом (по В.А. Рогозкину и Н.Н. Яковлеву, 1960).

Основной признак жизнедеятельности любой живой системы – непрерывный энзимохимический процесс расщепления и восстановления белковых образований («основной биологический процесс» – по И.С. Беритову, 1959). Этот процесс представляет собой ту особую форму движения, которая отличает живую систему от мертвой (Ф. Энгельс). Синтез белковых структур требует больших количеств энергии и поэтому связан с расходом энергии богатых энергией фосфорных соединений (А.Е. Браунштейн, 1959). Однако в возбужденной мышечной клетке энергия нужна прежде всего для обеспечения внешней работы, и быстрый синтез разрушающихся белков становится невозможным (В.С. Шапот, 1954). Возникает конкуренция за использование энергии АТФ, с одной стороны, для функциональной деятельности, с другой – для пластического обмена. Поскольку при кратковременной интенсивной работе величина кислородного запроса превышает текущее потребление кислорода, то ресинтез расходуемой АТФ происходит преимущественно за счет энергетически малоэффективного анаэробного фосфорилирования (переэстерификация с креатинфосфатом, и в особенности гликолиза – Н.Н. Яковлев, 1960). При этом, во-первых, с усилением гликолиза усиливается расщепление белков (Рубель, 1936); во-вторых, вследствие неэффективности гликолиза снижается содержание АТФ в мышцах, что создает особенно неблагоприятные условия для использования энергии фосфатных макроэргов в пластическом обмене.

Преимущественное использование АТФ для энергетического обеспечения мышечной деятельности приводит к угнетению пластических процессов в мышечной ткани и преобладанию расщепления белков над их синтезом. Результатом этого является снижение количественного состава белков работающих мышц, выражающееся, в частности, в снижении содержания белко-

вого и общего азота (М.С. Мишкис, 1936; В.А. Рогозкин, 1959). Поскольку, согласно правилу В.А. Энгельгардта (1932), первичный процесс расщепления всегда вызывает или усиливает ресинтез, то в период отдыха происходит восстановление и сверхвосстановление (суперкомпенсация) содержания белков, что в конечном итоге приводит к росту мышечной массы. По данным Н. Чаговец (1959), суперкомпенсация белкового азота в мышцах в период отдыха выражена тем сильнее, чем больше снизилось его содержание при работе. Длительная малоинтенсивная работа не вызывает существенных изменений в содержании белков (В.А. Рогозкин, 1959) и не сопровождается суперкомпенсацией в период отдыха.

Приведенное объяснение механизмов рабочей гипертрофии скелетных мышц позволяет сделать несколько выводов относительно методики тренировки, направленной преимущественно на увеличение мышечной массы.

1. Применяемые отягощения должны быть достаточно велики. Лишь в этом случае активность отдельных мышечных клеток будет настолько значительна, что для ее обеспечения понадобится использование энергии большого числа фосфатных связей АТФ. Это, в свою очередь, приведет к тому, что синтез белковых структур будет значительно замедлен из-за отсутствия должного энергетического обеспечения; распад белков начнет преобладать над синтезом, и содержание белков в мышце уменьшится (соответственно в крови увеличится содержание небелкового азота), что создаст потенциальные возможности для дальнейшего их восстановления и суперкомпенсации.

При сравнении, например, работы со штангой с весами 25, 50, 75% от максимального наибольшее содержание небелкового азота в крови наблюдалось при поднимании самого тяжелого веса (А.Ф. Макарова, 1958). И если повышение лактата в крови (косвенно отражающее степень разворачивания гликолитических процессов) пропорционально общему объему выполненной работы, то повышение уровня небелкового азота пропорционально отдельным усилиям (А.Ф. Макарова, 1957).

2. Величина мышечных напряжений не должна быть предельно большой, иначе суммарная величина выполненной работы будет невелика, сама работа будет длиться очень короткое время, и метаболические сдвиги окажутся относительно небольшими.

3. Поскольку анаэробный характер энергетического обмена при кратковременных нагрузках в значительной мере определяется именно временным фактором (точнее: замедленностью разворачивания функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, обеспечивающих доставку кислорода

к мышцам), то важным моментом в дозировке силовых упражнений становится продолжительность их выполнения. Например, работа с весом, который можно поднять только 10 раз, будет длиться относительно недолго ( $10 \text{ раз} \times 3\text{--}4 \text{ с} = 30\text{--}40 \text{ с}$ ) и поэтому будет осуществляться за счет анаэробного ресинтеза АТФ. При уменьшении веса увеличивается продолжительность работы и соответственно возрастает доля дыхательного фосфорилирования в энергетическом обеспечении деятельности (Н.И. Волков, 1960). Дыхание как энергетически более эффективный механизм сможет в существенной мере покрыть текущие потребности в энергетическом обеспечении не только функциональной деятельности, но и пластического обмена. Такая работа уже не приведет к увеличению мышечной массы. В данном случае мы будем внешне, по форме, дозировать нагрузку, ориентируясь на поднимаемый вес; фактически же, по существу, будет дозироваться время выполнения.

Следовательно, силовые упражнения, применяемые для увеличения мышечной массы, должны удовлетворять по крайней мере следующим требованиям. Во-первых, они должны вызывать достаточно большое, но отнюдь не предельное мышечное напряжение. Во-вторых, продолжительность выполнения упражнения должна быть настолько короткой, чтобы энергетическое обеспечение деятельности осуществлялось за счет анаэробных механизмов, и в то же время настолько длинной, чтобы обменные процессы успевали активизироваться в достаточной мере.

Наиболее существенные черты методики «культуристов» заключаются в следующем.

Основным весом считается такой, который можно поднять 10 раз подряд. В каждом подходе вес поднимается «до отказа». Раньше тренировочное занятие «культуристов» начиналось с малых весов, которые постепенно увеличивались до 10 ПМ, но затем было признано, что это дает меньший эффект. Сейчас занятие, как правило, начинается прямо с основного веса. Вес больший, чем 6–10 ПМ, не применяется.

Наиболее типичное средство тренировки – однообразные медленные движения, включающие в работу крупные мышечные группы (приседания, наклоны, жим лежа и пр.).

Занятия проходят обычно через день. Считается, что обязательный однодневный отдых необходим для развертывания ассимиляционных процессов.

Из методов, которые применяют «культуристы», основным является так называемый «фляшинг» (*flush* – прилив крови). Метод



этот основан на предположении, что в основе роста мышц лежит активизация кровообращения в них во время работы. Практически это осуществляется так: с весом, равным 10 ПМ, выполняется несколько (обыкновенно три) подходов в каком-то упражнении. В каждом подходе упражнения выполняются «до отказа», перерывы включаются небольшие, чтобы работоспособность не успевала полностью восстановиться. После выполнения трех подходов упражнение несколько видоизменяется. Например, если производилось сгибание рук в локтевых суставах с хватом штанги сверху, то после трех подходов штанга берется хватом снизу, и т.п. Это упражнение выполняется так же, как и первое (3 подхода по 6–10 повторений в каждом), а затем снова несколько видоизменяется, но так, чтобы в работе принимала активное участие все та же мышечная группа. Не рекомендуется чередовать упражнения для разных мышечных групп (т.е. использовать упражнения для сгибателей предплечья, затем какое-то другое движение, а потом снова упражнение для сгибателей). Следует полностью «проработать» одну группу мышц, а затем перейти к другой. Этот метод очень быстро ведет к увеличению размеров мышц. Значительное увеличение объема наблюдается и немедленно после занятий (по данным Мак-Куина, периметр плеча после полутора часов занятий увеличивается до 4,0 см). На выполнение упражнений таким способом требуется значительное время, и в одном занятии не удастся выполнить подобную программу для всех мышечных групп. Поэтому обыкновенно поступают так: выделяют 1–2 мышечные группы, которым в течение 4–8 недель уделяют основное внимание, на остальные мышечные группы нагрузка дается небольшая. Затем происходит смена комплексов тренировочных упражнений.

Таковы основные черты методики, целью которой является увеличение мышечной массы\*. Сравнивая такую тренировку с методикой воспитания силы, описанной выше, можно увидеть, что ее основные отличия заключаются в стремлении как можно больше усилить интенсивность обменных процессов в мышцах.

В основе методики, направленной на развитие силы без значительного увеличения массы мышц, лежит формирование системы

---

\* При занятиях, проводимых с целью увеличить мышечную массу, соответствующее питание является фактором столь же важным, как и методика тренировки. Экспериментально показано, что при недостатке в пище белков роста массы мышц и мышечной силы не происходит (Краут и Мюллер, 1950; Краут и др., 1953).

условно-рефлекторных связей, обеспечивающих наилучшую межмышечную и внутримышечную координацию. Для такой тренировки будет естественно стремление работать с возможно большими весами при малом числе повторений в подходе и больших интервалах отдыха между подходами. Тогда выполнение каждого упражнения будет, во-первых, по координации почти полностью соответствовать движениям с предельным сопротивлением и, во-вторых, проходить на фоне оптимального, а не заторможенного вследствие утомления состояния центральной нервной системы, что, в свою очередь, будет способствовать формированию наиболее тонких условно-рефлекторных связей в коре.

Схематизируя, можно сказать, что тренировка «культуристов» направлена на интенсификацию обменных процессов в мышцах, воспитание силы – на создание соответствующих условно-рефлекторных связей в центрально-нервном аппарате. Разумеется, это деление весьма условно, и можно говорить лишь о преобладании того или другого элемента в тренировке.

Экспериментальные данные В.И. Чудинова (1961) дают возможность полагать, что в тех случаях, когда задачей является увеличение абсолютной силы (т.е. одновременный рост и силы, и массы мышц), наилучшим будет путь, занимающий среднее положение между двумя указанными выше. Оптимальным весом будет в данном случае 5–6 ПМ. При работе с этим весом надо стремиться выполнить достаточно большой объем работы.

## Глава II МЕТОДИКА ВОСПИТАНИЯ БЫСТРОТЫ

### II.1. БЫСТРОТА КАК ФИЗИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ЧЕЛОВЕКА

#### II.1.1. Определение понятия. Формы проявления быстроты.

Под быстротой как физическим качеством мы понимаем способность человека совершать двигательные действия в минимальный для данных условий отрезок времени. При этом предполагается, что выполнение задания длится небольшое время и утомления не возникает.

Можно выделить три основные (их называют еще элементарными) формы проявления быстроты (Н.В. Зимкин, 1956; В.С. Фарфель, 1959, б, 1960):

- а) латентное время двигательной реакции;
- б) скорость одиночного движения (при малом внешнем сопротивлении);
- в) частоту движений.

Элементарные формы проявления быстроты относительно независимы друг от друга (М.А. Годик, В.М. Зацюрский, 1966). В особенности это касается показателей времени реакции, которые в большинстве случаев не коррелируют с показателями скорости движения. Можно отличать очень быстрой реакцией и быть относительно медленным в движениях, и наоборот (Обзоры, см. Генри, 1961; В.М. Зацюрский, 1965, б).

Сочетание трех указанных форм определяет все случаи проявления быстроты. На практике приходится обычно встречаться с комплексным проявлением быстроты. Так, в спринтерском беге результат зависит от времени реакции на старте, скорости отдельных движений (отталкивания, выноса бедра и пр.) и темпа шагов (табл. 11).

Практически, конечно, наибольшее значение имеет скорость целостных двигательных актов (бега, плавания и т.п.), а не те элементарные формы проявления быстроты, которые отмечены выше. Однако скорость в целостном сложнокоординированном

движении зависит не только от уровня быстроты, но и от других причин. Например, в беге скорость передвижения зависит от длины шага, а длина шага, в свою очередь, от длины ног и силы отталкивания. Поэтому скорость целостного движения лишь косвенно характеризует быстроту человека, и при детальном научном анализе именно элементарные формы проявления быстроты являются наиболее показательными.

Таблица 11

**Длина и частота шагов  
у некоторых сильнейших спринтеров мира при беге на 100 м  
(по К. Гоффману, 1964)**

Бегун	Рост (см)	№ забега	Результат (с)	Место последнего шага (м)	Число шагов	Средняя длина шага (см)	Средняя частота шагов (с <sup>-1</sup> )
А. Хари	178,5	1	10,0	98,80	45	219,5	4,55
А. Хари	178,5	2	10,2	99,60	46	216,5	4,52
А. Хари	178,5	3	10,5	99,30	47	211	4,50
Д. Оуэнс	177	1	10,3	98,10	46	213	4,55
Э. Фигерола	167	1	10,3	98,40	48	205	4,73
Д. Зим	189	1	10,2	100,40	44	228	4,29
Б. Рэдфорд	179	1	10,3	100,00	48	208	4,66
Б. Рэдфорд	179	2	10,6	98,50	49	201	4,69
А. Мерчисон	157	1	10,5	100,50	53	190	5,02

Во многих движениях, выполняемых с максимальными скоростями, различаются две фазы: 1) фаза увеличения скорости (фаза «разгона»); 2) фаза относительной стабилизации скорости (рис. 20). Характеристикой первой фазы является стартовое ускорение, второй – дистанционная скорость. Так, по данным Ф. Генри и Дж. Трафтона (1951), кривая скорости в спринтерском беге может быть описана уравнением:

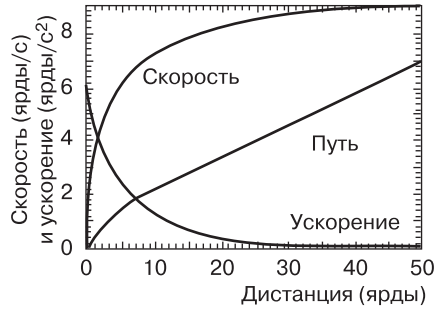
$$v(t) = v_m (1 - e^{-kt}),$$

где  $v(t)$  – значение скорости в момент времени  $t$ ;  $v_m$  – максимальное значение скорости;  $e$  – основание натуральных логарифмов;  $k$  – индивидуальная константа, характеризующая ускорение при разгоне со старта.

Значения  $v_m$  и  $k$  не коррелируют между собой. Иными словами: способность быстро набирать скорость и способность передвигаться с большой скоростью относительно независимы друг

от друга (Генри и Трафтон, 1951; Генри, 1960). Можно обладать хорошим стартовым ускорением и невысокой дистанционной скоростью, и наоборот. В одних видах спорта главным является стартовое ускорение (баскетбол, теннис и др.), в других важна лишь дистанционная скорость (прыжки в длину и др.).

Скоростные способности человека вообще довольно специфичны. Можно очень быстро выполнять одни движения и сравнительно медленно – другие. Проявляется это, в частности, в том, что между скоростями в координационно-различных движениях у одних и тех же лиц (бег – плавание; бег – ходьба и др.) не обнаруживается корреляции (В.М. Защиорский, 1961). Прямой, непосредственный перенос быстроты происходит лишь в координационно сходных движениях (Линдебург, 1949; Н.Г. Озолин, 1949, а, В.М. Защиорский и др., 1959). Так, знаительное улучшение результата в прыжках с места немедленно скажется на показателях в спринтерском беге, толкании ядра и других упражнениях, в которых скорость разгибания ног имеет большое значение; в то же время на скорости плавания, удара в боксе, печатания на пишущей машинке это скорее всего совершенно не отразится. Значительный перенос быстроты наблюдается только у слабо физически подготовленных людей, о чем косвенно можно судить по величинам корреляции между результатами в разных упражнениях (табл. 12).



**Рис. 20.** Путь, скорость и ускорение в спринтерском беге (по Генри и Трафтону, 1951)

Таблица 12

**Зависимость между максимальными скоростями в беге и ходьбе у испытуемых разной квалификации**  
(В.М. Защиорский, 1962)

Результаты в беге (с)	Количество испытуемых	Коэффициент корреляции	Минимально значимое значение	Вывод о существенности коэффициента корреляции
14,1 и выше	90	0,427	0,217	Положителен и статистически существен
22,0–14,0	241	0,095	0,195	Несущественно отличается от нуля

Результаты в беге (с)	Количество испытуемых	Коэффициент корреляции	Минимально значимое значение	Вывод о существенности коэффициента корреляции
11,9 и меньше	38	-0,228	0,325	Отрицателен, но статистически несуществен

**П.1.2. Физиологические, биохимические и морфологические основы быстроты.** Латентное время реакции складывается из пяти составляющих: 1) появление возбуждения в рецепторе; 2) передача возбуждения в центральную нервную систему; 3) переход возбуждения по нервным сетям и формирование эффекторного сигнала; 4) проведение сигнала от центральной нервной системы к мышце; 5) возбуждение мышцы и появление в ней механической активности. Наибольшее время затрачивается на третью из названных фаз (Обзоры, см. Е.И. Бойко, 1964; Г.С. Юньев, 1963).

Движения, выполняемые с максимальной скоростью, отличаются по своим физиологическим характеристикам от более медленных. Наиболее существенное различие заключается в том, что при максимальной скорости затруднены сенсорные коррекции по ходу выполнения: рефлекторное кольцо не успевает сработать (Н.А. Бернштейн, 1940, 1947). С этим связана трудность выполнения достаточно точных движений на больших скоростях (Фалтон, 1945; Солли, 1952; Шмидтке, 1958 и др.).

В очень быстрых и выполненных с высокой частотой движениях, например в спринтерском беге, мышцы работают лишь в крайних точках полной амплитуды движения (Фенн, 1930, а, б; Эльфтман, 1940; Харстон, 1939; Хаббард, 1939). Какому-либо сегменту тела сообщается кинетическая энергия, затем она гасится при участии мышц-антагонистов, и сегменту придается ускорение в обратном направлении. При большой скорости движений активность мышц настолько кратковременна, что мышца не успевает за этот период заметно укоротиться. Фактически мышцы работают в изометрическом режиме, и чем больше скорость, тем ближе к изометрическому режиму работы (Стетсон и Боуман, 1935; Хаббард, 1939, а, б, 1960). Эффекторная импульсация центральной нервной системы в быстрых и частых движениях выражается в виде концентрированных «залпов» разрядов мотонейронов. Особую значимость приобретает распределение этих «залпов» во времени таким образом, чтобы про-

изошло полное использование внутреннего напряжения мышц при, по существу, изометрических условиях.

Принято считать (см., например, Учебник физиологии под ред. Н.В. Зимкина, 1965), что быстрота, в особенности если она выражается в максимальной частоте движений, зависит от скорости перехода двигательных нервных центров из состояния возбуждения в состояние торможения и обратно, т.е. от подвижности нервных процессов.

С биохимической точки зрения качество быстроты зависит от содержания АТФ в мышцах и скорости ее расщепления под влиянием нервного импульса, а также от быстроты ресинтеза АТФ. Поскольку скоростные упражнения кратковременны, то ресинтез АТФ осуществляется в данном случае почти исключительно за счет анаэробных механизмов: фосфокреатинового и гликолитического (Н.И. Тавастерна, 1950; Н.Н. Яковлев, 1955). В таких упражнениях, например, как бег на 100 и 200 м, плавание на 25 и 50 м и т.п., доля анаэробных источников в энергетическом обеспечении деятельности может превышать 90% (Н.И. Волков, 1961). Такого рода работа приводит к образованию большого кислородного долга, оплата которого затягивается на несколько десятков минут (В.С. Фарфель, 1945).

Зависимости между особенностями телосложения и максимальными скоростными показателями человека нет (Обзор, см. Пирсон, 1962).

## **II.2. БЫСТРОТА ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ И МЕТОДИКА ЕЕ ВОСПИТАНИЯ**

**II.2.1. Простые реакции.** Под быстротой двигательной реакции понимают латентное время реагирования. Различают простые и сложные реакции. Простая реакция – это ответ заранее известным движением на заранее известный (внезапно появляющийся) сигнал. Примером может служить старт в беге, скоростная стрельба из пистолета по силуэтам и т.п. Все остальные типы реакций – сложные.

Быстрота двигательной реакции имеет большое прикладное значение. В жизни часто встречаются случаи, требующие ответа с минимальной задержкой во времени. Современная техника, в особенности транспортная, предъявляет нередко высокие требования к быстроте реакции (рис. 21).

В простых реакциях наблюдается очень большой перенос быстроты: люди, быстро реагирующие в одних ситуациях, оказываются наиболее быстрыми и в других (табл. 13).



**Рис. 21.** Дистанции, проходимые за время реакции при различных скоростях (по Штругхолду, 1951, переработано).

По вертикали – скорость передвижения. Отмечены также скорости звука и космического корабля. По горизонтали – расстояние, преодолеваемое за время реакции при данной скорости

Тренировка в различных скоростных упражнениях улучшает быстроту простой реакции – здесь наблюдается значительный перенос быстроты (А.Н. Крестовников, 1951; А.А. Семкин, 1958 и др.). В обратном направлении перенос отсутствует: тренировка в скорости реакции практически не сказывается на скорости движений (Р.И. Тоомсалу, 1957).

При воспитании быстроты простой реакции используют несколько методов. Наиболее распространенный заключается в повторном возможно более быстром реагировании на внезапно появляющийся сигнал или изменение окружающей ситуации. Примеры: повторное выполнение низкого старта в беге, изменение направления движения по сигналу преподавателя, защитное действие в ответ на заранее известный удар партнера в боксе и т.п. Этот метод при занятиях с начинающими довольно быстро дает заметные положительные результаты (А. Рябова, 1925 и др.). К сожалению, в дальнейшем при его использовании быстрота реакции стабилизируется, и последующее ее улучшение проходит с большим трудом.

В случаях, когда быстрота реакции имеет большое значение, для ее совершенствования применяют специальные методы, в частности расчлененный и сенсорный методы.

Расчлененный метод в данном случае сводится к аналитической тренировке, во-первых, быстроты реакции в облегченных



**Коэффициенты корреляции между латентными временами  
двигательных реакций в разных условиях**  
(Ю.И. Смирнов, 1965)

Раздражитель	Реагирующая часть тела	Свет			Звук			Тактильный			
		Р	Н	Ч	Р	Н	Ч	Р	Н	Ч	
Свет	Рука (Р)										
	Нога (Н)	0,589									
	Челюсть (Ч)	0,704	0,695								
Звук	Рука	0,464	0,561	0,671							
	Нога	0,639	0,687	0,678	0,696						
	Челюсть	0,453	0,472	0,691	0,707	0,547					
Тактильный	Рука	0,489	0,540	0,838	0,597	0,660	0,522				
	Нога	0,505	0,700	0,418	0,665	0,670	0,542	0,740			
	Челюсть	0,423	0,508	0,645	0,591	0,468	0,706	0,655	0,663		

условиях и, во-вторых, скорости последующих движений. Например, время реакции в низком старте легкоатлетического бега относительно растянуто из-за трудности выполнения начального движения. На руки спринтера давит значительная тяжесть, и быстро снять их с опоры трудно. В таких случаях оказывается полезным отдельно тренировать скорость реакции (например, в положении высокого старта с опорой руками о какие-либо предметы) и отдельно без стартового сигнала скорость первых движений в старте. Подобный аналитический подход приносит хорошие результаты (Р.И. Тоомсалу, 1957).

Сенсорный метод (предложен С.Г. Геллерштейном, 1958) основан на тесной связи между быстротой реакции и способностью различать небольшие интервалы времени порядка десятых и даже сотых долей секунды. Люди, хорошо воспринимающие микроинтервалы времени, отличаются, как правило, высокой быстротой реакции. Сенсорный метод и направлен на то, чтобы развить способность ощущать мельчайшие отрезки времени и благодаря этому повысить быстроту реагирования. При использовании этого метода тренировка проходит в три этапа.

На первом занимающийся выполняет движение, (например, 5-метровый стартовый рывок), стараясь реагировать на сигнал с максимальной скоростью. После каждой попытки преподаватель сообщает ему показанное время.

На втором этапе (он является основным) задание также выполняется с наивысшей скоростью. Но на этот раз преподаватель спрашивает у занимающегося, за какое время он, по его мнению, выполнил движение. После этого ему сообщают действительное время. Постоянное сопоставление своих ощущений с тем, что говорит преподаватель, совершенствует точность восприятия времени.

На третьем этапе предлагается выполнять упражнение с различной, заранее обусловленной скоростью. Это помогает обучать свободному управлению быстротой реакции.

Значительное улучшение быстроты двигательной реакции – задача весьма сложная. Фактически речь идет о выигрыше сотых, иногда – десятых долей секунды. Время зрительно-моторной реакции у лиц, не занимающихся спортом, равно в среднем 0,25 с, колеблясь от 0,20 до 0,35 с. У спортсменов оно меньше – 0,15–0,20 с, у некоторых даже 0,10–0,12 с. Время реакции на звуковой сигнал обычно несколько короче: у нетренированных – примерно в диапазоне 0,17–0,27 с; у некоторых спринтеров международного класса оно равно 0,05–0,07 с (Леувиль, 1962). В значительной части случаев (например, при занятиях лишь общей физической подготовкой) не возникает необходимости в специальной работе над быстротой двигательной реакции: достаточно того улучшения быстроты реакции, которое происходит за счет переноса

при занятиях скоростными упражнениями. Особенно ценными здесь являются разнообразные подвижные и спортивные игры, среди которых выделяется баскетбол (С.М. Оплавин, 1951).

Латентное время реакции может быть несколько улучшено за счет рационального поведения в период, предшествующий реагированию. В частности, имеет значение направленность внимания: при внимании, направленном на предстоящее движение (моторный тип реакции), время реагирования меньше, чем при направленности внимания на восприятие сигнала (сенсорный тип реакции). Быстрота реакции повышается при некотором напряжении мускулатуры (Таттл и Ван Дален, 1936; Р.С. Персон и З.С. Калашникова, 1961). Поэтому, например, при низком старте рекомендуется несколько давить ногами на стартовые колодки (так, в частности, делает рекордсмен мира в беге на 100 м А. Хари, отличающийся исключительно хорошей стартовой реакцией). Быстрота реакции зависит от времени ожидания сигнала; оптимальное время между предварительной и исполнительной командой – около 1,5 с (Уолкер и Хайден, 1933; Накамура, 1934).

**II.2.2. Сложные реакции.** Остановимся на двух случаях сложной реакции: реакции на движущийся объект и реакции с выбором.

Наиболее типичные случаи реакции на движущийся объект встречаются в единоборствах, играх с мячом. Рассмотрим, например, действия вратаря при ударе по воротам. Вратарь должен: 1) увидеть мяч; 2) оценить направление и скорость его полета; 3) выбрать план действий; 4) начать его осуществлять. Из этих четырех элементов складывается в данном случае скрытый период реакции. Быстрота реакции на движущийся объект при внезапном его появлении занимает от 0,25 до 1 с (Штругхолд, 1951). Экспериментально показано, что основная доля этого времени приходится на первый элемент – фиксацию движущегося предмета глазами. Фиксация включает приспособительные изменения двух типов: глазодвигательные (их называют еще офтальмокинетическими) и диоптрические. Так, по данным ряда авторов (Обзор, см. Е.И. Бойко, 1961), при появлении предмета в периферической зоне зрения затраченное время распределяется следующим образом: 1) офтальмокинетические приспособления: а) скрытый период фиксационного движения глаз – 0,175–0,185 с; б) само движение и конвергенция глаз – 0,03–0,10 с; 2) диоптрические приспособления – здесь основное значение имеет аккомодация глаз – 0,2–0,6 с. На собственно сенсорную фазу уходит относительно немного времени – около 0,05 с. Таким образом, в реакции на движущийся объект основное значение имеет умение видеть предмет, передвигающийся с большой скоростью. Эта способность тренируема (Даллос и Дженс, 1963); именно ее раз-

виту и надо уделять на занятиях особое внимание. Для этого используют упражнения с реакцией на движущийся предмет; тренировочные требования повышаются за счет увеличения скорости, большей внезапности появления объекта, сокращения дистанции. Очень полезны подвижные игры с малым (теннисным) мячом. В тех случаях, когда объект (в частности, мяч в игре) уже фиксирован взглядом до начала перемещения, время реакции значительно сокращается. Здесь приобретает большое значение умение предугадывать полет мяча по действиям игрока, производящего удар (В. Ангелов, 1962). Скорость полета мяча в игре может быть настолько высокой, что реакция непосредственно на летящий мяч становится невозможной. Так, у волейболистов высокого класса (сборная США) скорость полета мяча после нападающего удара достигает примерно 30 м/с (Р. Нельсон, 1964), а время полета мяча до земли – 0,10–0,12 с. Тем не менее волейболистам в отдельных случаях удается брать такие мячи. Это происходит благодаря предугадыванию полета мяча.

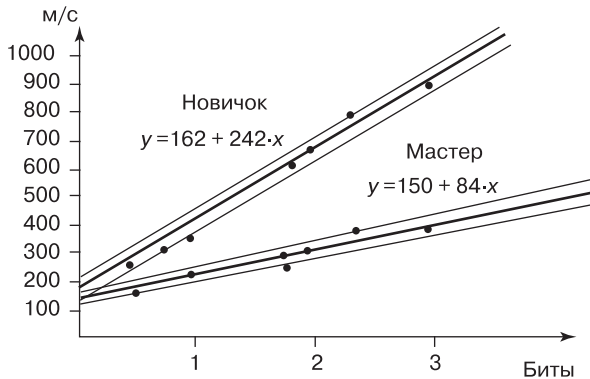
Точность реакции на движущийся объект совершенствуют параллельно с развитием ее быстроты. Лишь вначале следует отвести несколько занятий, специально направленных на развитие точности реакции. При этом надо объяснить ученикам, что действия необходимо выполнять, как бы несколько опережая движущийся объект (Фалтон, 1945; Солли, 1952 и др.).

Реакция выбора, как ясно из ее названия, связана с выбором нужного двигательного ответа из ряда возможных в соответствии с изменением поведения партнера или окружающей обстановки. Например, фехтовальщик, берущий защиту, выбирает один из возможных ее вариантов в зависимости от вида атаки противника. Сложность реакции выбора зависит от разнообразия возможного изменения обстановки, в частности в единоборствах – от разнообразия поведения противника. Так, в реальной обстановке боя в боксе требования к сложной реакции спортсменов очень велики: противник может попытаться нанести различные удары как левой, так и правой рукой в самой неожиданной последовательности. При воспитании скорости сложной реакции, следуя педагогическому правилу «от простого к сложному», идут по пути постепенного увеличения числа возможных изменений обстановки (Ш. Закиров, 1963). Например, сначала обучают принимать защиту в ответ на заранее обусловленный удар или укол (защищающийся не знает, когда будет проведена и куда направлена атака); затем ученику предлагают реагировать на одну из двух

возможных атак, потом – трех и т.д. Постепенно его подводят к реальной обстановке единоборства.

Квалифицированные спортсмены достигают очень высокой быстроты сложной реакции – почти столь же высокой, как и в простой реакции. Достигается это за счет того, что спортсмен реагирует не столько на само движение, сколько на подготовительные действия к нему. Подготовительные же действия всегда имеют место. В каждом движении всегда есть две фазы: 1) познотоническая, выражающаяся в небольшом изменении позы и перераспределении тонуса; 2) собственно движение (М.Ф. Корякин, 1958, а, б). Спортсмены учатся реагировать уже на первую фазу (до начала основного движения). Эту способность можно развить, для чего в тренировке приучают ученика реагировать на нарочито утрированное и заметное выполнение движений, постепенно все больше приближая их к естественным.

Современные исследования быстроты сложной двигательной реакции ведутся с использованием теории информации – новой математической дисциплины, тесно связанной с математической статистикой (А.М. Яглом и И.М. Яглом, 1960). Одним из основных понятий теории информации является понятие о степени неопределенности ситуации. Рассмотрим следующий пример: два фехтовальщика стоят на постоянной дистанции друг перед другом, один из них атакует, второй защищается. Допустим, они договорились, что атакующий наносит уколы лишь в голову или руку. Неопределенность ситуации заключается в том, что защищающийся не знает, какой из двух уколов будет нанесен. В другой раз они увеличат число возможных уколов, к примеру, до четырех. Очевидно, что неопределенность ситуации для защи-



**Рис. 22.** Зависимость времени переработки информации от ее объема у спортсменов разной квалификации (В.М. Защиорский, О.П. Фролов, 1964).

По горизонтали – величина переработанной информации (в данном случае она равна исходной энтропии ситуации). По вертикали – затраченное время

щающегося возрастет: он не будет знать, какой из четырех возможных укулов будет нанесен. Отсюда вывод: чем разнообразнее действия атакующего, тем с большей неопределенностью приходится сталкиваться второму фехтовальщику. В теории информации для измерения степени неопределенности вводится специальная количественная мера, так называемая энтропия. Экспериментально показано, что время сложной реакции прямо пропорционально энтропии, т.е. степени неопределенности ситуации (рис. 22). Случаю, когда энтропия равна нулю, соответствует простая реакция.

Если атакующий наносит, скажем, не один, а два последовательных укула, то неопределенность второго из них зависит от выполнения первого. Например, в боксе после сильного удара правой рукой немедленный повторный удар той же рукой часто невозможен; второй удар либо не будет нанесен вообще, либо будет произведен левой рукой. Как видим, выполнение первого движения уменьшает неопределенность второго; иначе говоря, первое движение несет в себе информацию о характере второго. Информация здесь понимается как мера уменьшения неопределенности ситуации. Информация тем больше, чем больше снятая неопределенность; математически ее можно представить в виде разности: неопределенность до поступления сигнала минус неопределенность после поступления сигнала. Соотношение этих двух величин (энтропия до и после поступления сообщения) определяет величину информации. Использование для анализа сложных реакций спортсменов методов теории информации сулит интересные возможности (В.М. Зациорский, 1965, а).

## II.3. ВОСПИТАНИЕ БЫСТРОТЫ ДВИЖЕНИЙ

**II.3.1. Максимальная скорость**, которую может проявить человек в каком-либо движении, зависит не только от развитая у него быстроты, но и от ряда других факторов – уровня динамической силы, гибкости, владения техникой и т.п. (см., например, Н.Г. Озолин, 1949; Н.Д. Третьяков, 1961). Поэтому воспитание быстроты движений тесно связано с воспитанием других физических качеств и совершенствованием в технике. В методике, направленной на повышение скорости произвольных движений, выделяются два направления:

- 1) целостное воспитание быстроты в определенном движении;
- 2) аналитическое совершенствование факторов, определяющих максимальную скорость движения (например, совершенствование в технике движения).

В настоящем разделе (II. 3) рассматривается первое из указанных направлений.

**II.3.2. Основы методики воспитания быстроты.** В качестве средств воспитания быстроты используют упражнения, которые можно выполнить с максимальной скоростью (их обычно назы-

вают скоростными упражнениями). Они должны удовлетворять по меньшей мере трем требованиям:

1) техника упражнений должна обеспечивать выполнение на предельных скоростях (поэтому будут малопригодны многие гимнастические упражнения, ходьба и пр.);

2) упражнения должны быть настолько хорошо освоены занимающимися, чтобы во время движения основные волевые усилия были направлены не на способ, а на скорость выполнения;

3) продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы к концу выполнения скорость не снижалась вследствие утомления. Скоростные упражнения относятся к работам максимальной мощности, продолжительность которых не превышает у квалифицированных спортсменов 20–22 с (у слабо подготовленных людей это время еще меньше – В. С. Фарфель, 1949).

При воспитании быстроты ведущим обычно является повторный метод. Основная тенденция в данном случае – стремление превзойти в занятии свою максимальную скорость (Н.Г. Озолин, 1949, а, 1953; Т.Н. Петренко-Коваль, 1947). Этой задаче подчиняются все характеристики метода (длина дистанции, интенсивность выполнения, интервалы отдыха, число повторений и пр.) Длина дистанции (или продолжительность упражнения) выбирается такой, чтобы скорость передвижения (интенсивность работы) не снижалась к концу упражнения. Движения выполняются с максимальной скоростью; занимающийся в каждой попытке стремится показать наилучший для себя результат. Интервалы отдыха между попытками делают настолько большими, чтобы обеспечить относительно полное восстановление: скорость движений не должна заметно снижаться от повторения к повторению.

Продолжительность интервалов отдыха определяется двумя физиологическими процессами: изменением возбудимости центральной нервной системы и восстановлением показателей вегетативных функций, связанным с оплатой кислородного долга (Б.В. Таварткиладзе, 1958; И.К. Гоциридзе, 1960). Возбудимость центральной нервной системы непосредственно после выполнения скоростного упражнения оказывается повышенной, а затем постепенно снижается. Если ориентироваться лишь на этот показатель, то следовало бы использовать относительно небольшие интервалы отдыха, чтобы во время них возбудимость центральных нервных образований не успевала бы существенно снижаться. Тогда каждое последующее повторение приходилось бы на

фазу повышенной возбудимости центральной нервной системы, что способствовало бы достижению наивысшей скорости. Однако выполнение скоростных упражнений связано с образованием более или менее значительного кислородного долга; на его ликвидацию нужно время, исчисляемое иногда не одним десятком минут. Еще больше может затягиваться восстановление по ряду других физиологических показателей (содержанию  $CO_2$  в крови, легочной вентиляции и пр.). Поэтому попытки тренироваться, делая небольшие интервалы отдыха между повторными выполнениями упражнения, очень быстро ведут к появлению утомления и снижению скорости (С.А. Савин, 1956). Поэтому интервалы отдыха должны быть, с одной стороны, настолько короткими, чтобы возбудимость центральной нервной системы не успевала существенно снизиться, а с другой – настолько длинными, чтобы показатели вегетативных функций успели более или менее полно восстановиться. Это оказывается возможным, так как восстановительные процессы в послерабочем периоде протекают неравномерно: сразу после работы восстановление идет быстро, а потом замедляется. В первом приближении можно считать, что в первую треть восстановительного периода проходит 65% всего восстановления, во вторую треть – 30%, в третью – всего лишь 5%. Поэтому, например, если восстановление после бега на 200 м занимает 12 мин, то уже через 8 мин работоспособность восстанавливается на 95%, что дает возможность начинать следующую попытку практически без снижения скорости. В табл. 14 приведены как пример экспериментально определенные продолжительности отдыха при повторном плавании со скоростью, близкой к максимальной.

Таблица 14

**Зависимость между длиной отрезков, скоростью плавания и интервалами отдыха (по С.М. Гордону, 1962)**

Скорость по отношению к максимальной (%)	Дистанция (м)		
	50	100	200
	Время отдыха (мин)		
85	1–3	3–5	4–7
90	3–5	5–7	6–8
95	5–7	7–9	8–10

При повторном выполнении скоростных упражнений следует использовать активный отдых. Это позволит поддерживать возбудимость центральной нервной системы на достаточно высоком



уровне. Средствами активного отдыха могут быть здесь упражнения небольшой интенсивности, включающие функционирование тех же мышечных групп, что и в основном упражнении (Б.В. Таварткиладзе). В этом случае постоянный приток афферентной импульсации способствует поддержанию высокой возбудимости двигательных нервных центров, несущих основную нагрузку в данном движении. В беге, например, следует заполнять паузы спокойной ходьбой или свободным медленным бегом, в плавании – неторопливыми движениями в воде и т.п.

Поскольку при повторной скоростной работе интервалы отдыха все же недостаточны для полного восстановления, то относительно скоро наступает утомление, внешне выражающееся в снижении скорости. Это снижение служит первым сигналом («критерием достаточности») для прекращения в этом занятии работы над воспитанием быстроты: дальнейшие повторения способствовали бы лишь развитию выносливости.

При воспитании быстроты важным условием является оптимальное состояние возбудимости центральной нервной системы, которое может быть достигнуто лишь, если занимающиеся не утомлены предшествующей деятельностью. Поэтому в занятии скоростные упражнения обычно стремятся располагать ближе к его началу (С.Л. Корнеман и С.П. Летунов, 1941; Л.Г. Лешкевич и др., 1960). В тренировочном микроцикле воспитание быстроты планируют на первый или второй день после дня отдыха, когда нет накопившихся следов неполного восстановления от предшествующих занятий.

**П.3.3. Стабилизация скорости движений и пути борьбы с ней\***. Описанная в П.3.2 методика имеет существенный недостаток. Многократные повторения приводят к образованию двигательного динамического стереотипа и вследствие этого – к стабилизации движения. При этом стабилизируются не только пространственные характеристики движения, но и временные – скорость и частота. Образуется так называемый «скоростной барьер» (Н.Г. Озолин, 1949, а). В этом заключается внутренняя противоречивость описанной методики воспитания быстроты. С одной стороны, чтобы повысить скорость в каком-либо движении, надо его многократно повторять, с другой – чем больше движение повторяется, тем прочнее динамический стереотип, тем стабильней предельная скорость движения. При этом увеличение объема тренировочной работы не только не дает положительных

---

\* Более подробно вопросы настоящего подраздела рассмотрены в статье В.М. Защиорского и В.П. Филина (1962).

сдвигов, но, наоборот, еще больше упрочивает определенную скорость выполнения.

Стабилизация скорости – главная причина, мешающая значительному повышению скоростных возможностей. В практике стараются строить занятия так, чтобы стабилизация скорости не наступала. Пути предупреждения «скоростного барьера» несколько различны у начинающих и высококвалифицированных спортсменов.

В занятиях с начинающими таким путем является возможно более поздняя спортивная специализация при предварительной всесторонней физической подготовке на протяжении нескольких лет. Поясним это на примере. Результата 11,0 с в беге на 100 м можно добиться, идя к нему разными путями. В первом случае – за счет узкоспециализированной тренировки в спринте; во втором – путем всесторонней физической подготовки с акцентированием внимания на упражнениях скоростно-силового характера. Хотя результат в беге показан один и тот же, возможности для его дальнейшего улучшения будут разными. Специализированная тренировка, неотъемлемой частью которой будет повторное выполнение упражнений с максимальной скоростью, приведет к стабилизации временных характеристик движения, к образованию «скоростного барьера». Во втором случае подобный стереотип не образуется. Результат спортсмена улучшится благодаря переносу быстроты, возможному вследствие обобщенного характера скоростных качеств у начинающих. Если теперь приступить с этим спортсменом к специализированной тренировке в спринте, то за счет применения специальных средств его результат несколько вырастет и стабилизация скорости, если она наступит, проявится лишь при результатах в беге на 100 м, равных 10,0–10,2 с.

Основная задача подготовки до начала специализации в том, чтобы, не специализируя спортсмена в каком-либо упражнении, (а следовательно, не применяя в большом объеме стереотипного повторения этого движения), добиться относительно высоких результатов, используя иные средства при их широкой вариативности. Скоростные упражнения здесь необходимо применять не в стандартном, неизменном виде, а в вариативных, изменяющихся ситуациях и формах. Очень полезны подвижные и спортивные игры, упражнения на местности и т.п. Учитывая, что наиболее широкие возможности для воспитания быстроты существуют в детском и юношеском возрасте (В.С. Фарфель, 1959; В.М. Корецкий, 1961 и др.), целесообразно основную часть работы в этом направлении осуществлять в указанный возрастной период.

В тренировке квалифицированных спортсменов в последние годы наметилась тенденция к уменьшению объема работы в основном виде и к увеличению удельного веса скоростно-силовой подготовки и специальных упражнений. Например, у ведущих советских прыгунов в высоту (по данным В.М. Дьячкова) прыжки через планку составляют не более 12–16% всех прыжков. Основное время занимают упражнения со штангой и разнообразные (нестандартные) прыжки. Если же сделать основным содержанием тренировочного процесса прыжки через планку в полной координации, то образуется динамический стереотип и скорость отталкивания стабилизируется. Сходная тенденция проявляется в спринте (Г.В. Коробков, В.П. Филин, 1961). Сильнейшие спринтеры мира очень мало (примерно один раз в неделю) бегают с предельными нагрузками; основное же внимание уделяется скоростно-силовой подготовке (специальные упражнения, работа с тяжестями, многоскоки) и бегу с относительно невысокими скоростями (около 23,0–25,0 с 200 м), выполняемому в основном с целью приобретения специальной выносливости и совершенствования в технике.

В случае если стабилизация скорости все же наступила, применяются специальные приемы, которые делятся на 2 группы – приемы разрушения «скоростного барьера» и приемы его «угашения».

В основе приемов разрушения «скоростного барьера» лежит стремление поставить спортсмена в такие условия, чтобы он превысил свою наивысшую скорость и сумел запомнить эти новые ощущения большой скорости. Для этого используют, например, бег вниз по наклонной дорожке (Д.И. Оббариус, 1953), бег за лидером, бег с ускорением, метания облегченных снарядов, метание утяжеленных снарядов поочередно со снарядами обычного веса, уменьшение длины троса при метании молота и т.п. Это облегчение не надо делать излишне большим. Скорость в облегченных условиях должна быть такой, чтобы спортсмен мог в ближайшее время показать такую же в обычных условиях (В.М. Дьячков, 1961).

Приемы «угашения» основаны на том, что при прекращении тренировки скорость угасания (забывания) тех или иных черт динамического стереотипа различна. В частности, пространственные характеристики движения более стойки, нежели временные. Если некоторое время не выполнять основное упражнение, «скоростной барьер» может исчезнуть, техника же движений сохранится. Если в этот период с помощью иных средств повысить уровень скоростно-силовых качеств, то затем, после переры-

ва, можно ожидать роста результатов. Так, в одном эксперименте у квалифицированных прыгунов с шестом перерыв в прыжках в несколько месяцев не сказался отрицательно на технике. Весь этот период основное внимание уделялось развитию скоростно-силовых качеств, и после перерыва, когда снова в занятия были включены прыжки, результаты спортсменов улучшились (В.М. Типаков).

## II.4. СИЛОВАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА В СВЯЗИ С ВОСПИТАНИЕМ БЫСТРОТЫ

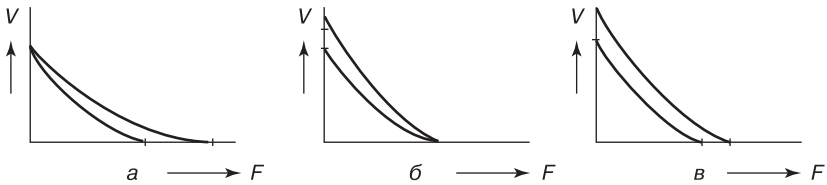
**II.4.1. Силовая подготовка.** Обычно, когда от человека требуется проявление наивысшей скорости, ему приходится преодолевать значительное внешнее сопротивление (например, вес и инерцию собственного тела и пр.). В этих случаях величина достигнутой скорости существенно зависит от силовых возможностей человека. В I.1.2 отмечалось, что связь между силой и скоростью в ряду движений с различным внешним сопротивлением выражается гиперболой:

$$(P + a)(v + b) = Const.$$

Для одного человека эта зависимость графически будет выглядеть примерно так, как указано на рис. 23, а (жирная линия). Теперь представим, что в результате тренировки у него повысился уровень максимальной силы; тогда его индивидуальная кривая зависимости «сила – скорость» примет другой вид (тонкая линия на том же рисунке). Видно, что в зоне больших внешних сопротивлений увеличение максимальной силы приводит и к увеличению скорости движений. Если же внешнее отягощение невелико, то рост силы практически не сказывается на скорости. Наоборот, повышение уровня максимальной скорости (см. рис. 23, б) приведет к увеличению скоростных и силовых возможностей лишь в зоне малых внешних сопротивлений и практически не скажется на скорости движений, если внешнее сопротивление достаточно велико. И только при одновременном повышении максимальных величин скорости и силы увеличится скорость во всем диапазоне внешних сопротивлений (см. рис. 23, в).

Поясним сказанное примером: измерим у человека наивысшую скорость движения руки в трех различных условиях: 1) рука движется без дополнительного отягощения; 2) используемое отягощение невелико (например, ракетка для пинг-понга); 3) отягощение более значительно (например, диск). Конечно, в третьем случае скорость движения будет ниже, чем в первых двух.

Если теперь с помощью тренировки повысить уровень максимальной силы, то это приведет к увеличению скорости движения руки с диском и практически не скажется на скорости движения ненагруженной руки или руки с ракеткой.



**Рис. 23.** Зависимости между показателями силы и скорости в движениях с максимальными усилиями (по Г. Хохмуту, 1962, добавлено и переработано)

Из вышесказанного видно, что добиться увеличения скорости в каком-либо движении можно в принципе двумя путями: 1) за счет увеличения максимальной скорости; 2) за счет увеличения максимальной силы. Опыт подсказывает, что добиться существенного улучшения уровня максимальной скорости чрезвычайно тяжело: задача повышения силовых возможностей решается более просто\*. Поэтому для повышения уровня скорости широко используют силовые упражнения (А.А. Тер-Ованесян, 1946; Н.Г. Озолин, 1949, а; И.П. Ратов, 1961 и др.). Их эффективность здесь тем значительнее, чем больше сопротивление приходится преодолевать во время движения. Например, показатели в прыжках в высоту с места непосредственно зависят от относительной силы ног (табл. 15); у толкателей ядра (вес 7257 г) результат в метаниях нередко изменяется пропорционально максимальной силе (рис. 24). В то же время у метателей копья (вес 800 г) зависимость между максимальной силой и спортивным результатом выражена менее четко.

В процессе силовой подготовки, направленной на повышение скорости движений, решаются две основные задачи:

- 1) повышение уровня максимальной (статической, абсолютной) мышечной силы;
- 2) воспитание способности к проявлению большой силы в условиях быстрых движений (динамической силы).

\* Напомним, например, что за последние 30 лет уровень мировых рекордов по тяжелой атлетике (сумма троеборья) поднялся во всех весовых категориях на 70–150 кг (20–30%). В таком же типично скоростном виде, как бег на 100 м, соответствующее улучшение результата не превысило 2%.

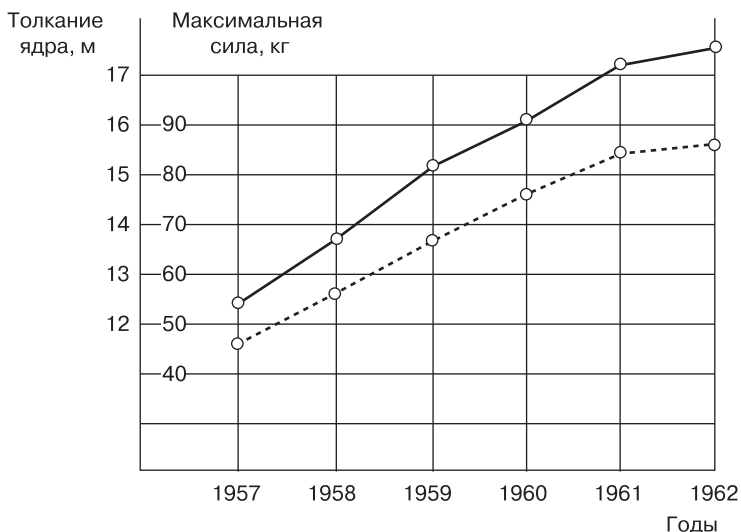
Средства и методы решения первой задачи описаны в I главе («Методика воспитания силы»); некоторые особенности воспитания динамической силы указываются ниже.

Таблица 15

**Сравнительные данные силы мышц – разгибателей ног и прыжка в высоту с места**

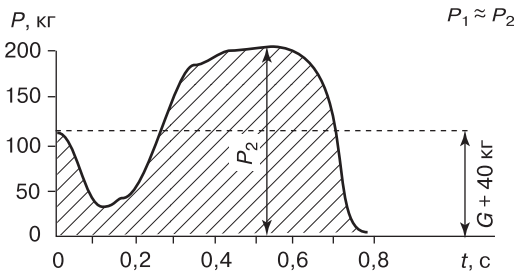
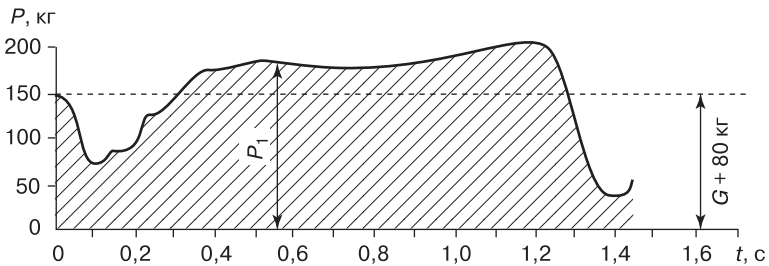
(по В.М. Дьячкову и Г.И. Черняеву, 1963)

Фамилия	Относительная сила мышц – разгибателей ног (сумма кг силы двух ног)	Приседание со штангой		Прыжок с места вверх (см)
		абсолютный результат (кг)	относительная сила (кг)	
Брумель	18,84	175	2,21	104
Большов	16,79	175	2,21	96
Рулин	14,66	150	1,98	86
Дык	14,46	135	1,73	81
Шавлакадзе	13,29	140	1,70	81
Глазков	12,30	130	1,83	78



**Рис. 24.** Изменение спортивного результата и силы (средняя величина трех различных движений) у толкательницы ядра Р. Гарриш (по Г. Гундлаху, 1962)

При воспитании способности к быстрому проявлению силы используют метод динамических усилий. В данном случае максимальное силовое напряжение создается за счет перемещения какого-то непредельного отягощения с наивысшей скоростью. При этом включают скоростно-силовые упражнения, выполняемые с полной амплитудой движения. Если применять движения с ограниченной амплитудой (остановкой), то могут закрепиться нежелательные координационные отношения (М.П. Михайлюк, 1954). Здесь движущейся части тела сообщается в определенном направлении кинетическая энергия, которая затем во избежание травмы должна быть погашена. Для этого мышцы-агонисты, начав сокращаться, тут же выключаются из работы, и активными становятся антагонисты, тормозящие движение. Если такая координация станет привычной, то и в других движениях завершающая фаза будет выполняться недостаточно активно. Поэтому рекомендуется, например, приседания завершать выпрыгиванием, шире использовать метания, ударные движения и т.п.



**Рис. 25.** Динамограмма опорных реакций при выпрыгивании из приседа с весом 40 кг (внизу) и приседании с весом 80 кг (Г. Гундлах, 1962).

Максимальная величина силы в обоих случаях примерно одинакова; время проявления силы различно

Метод динамических усилий должен применяться в единстве с другими методами воспитания силы, как бы опираться на них. Методы повторных и максимальных усилий служат при этом для повышения абсолютного уровня силовых возможностей; метод динамических усилий – для воспитания способности к быстрому проявлению силы. При использовании только метода динамических усилий не удастся существенно повысить максимальный уровень силы. Это происходит из-за того, что в быстрых движениях воздействие на нервно-мышечный аппарат очень кратковременно. При больших отягощениях и меньших скоростях движения максимальное усилие длится дольше (рис. 25) – при этом удается добиться роста силы. При широком применении методов повторных и максимальных усилий скорость движений обычно временно снижается. Ее повышение происходит лишь через 2–6 недель после исключения интенсивных силовых нагрузок (Д. Чернявский, 1963). В этот период используют главным образом метод динамических усилий.

Силовые упражнения сказываются положительно на быстроте лишь тогда, когда сила увеличивается в том же движении, в котором хотят показать наивысшую скорость. Так, нет зависимости между, скажем, силой кисти и скоростью полета шайбы после броска (Александр и др., 1964). Однако когда испытуемые (хоккеисты-профессионалы) стали использовать в качестве силовых упражнений движения с сопротивлением, аналогичные броску шайбы, то у них выросла сила, а за ней – скорость бросков. Сходная картина и в других видах спорта. Например, у пловцов наличие большой силы в упражнениях на суше (кистевая и стантовая динамометрия) не связано с максимальной силой гребковых движений в воде, а следовательно, и скоростью плавания (Б.И. Оноприенко, 1961). Но если на суше выполнять движения, аналогичные плавательным (например, лежа на груди, растягивание резины движениями типа гребковых), то имеет место большая зависимость между силовыми показателями и скоростью плавания (табл. 16).

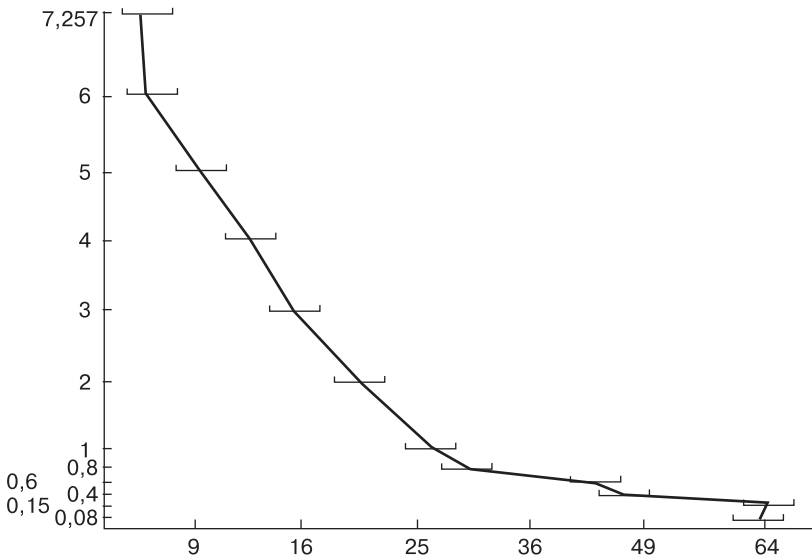
При воспитании динамической силы надо стремиться выбирать то наибольшее отягощение, которое не приводит к существенному нарушению структуры соревновательного движения. Это позволяет повысить силу в рамках основного спортивного навыка, т.е. одновременно совершенствовать и технику движения, и физическое качество (так называемый «метод сопряженного воздействия» – по В.М. Дьячкову). Например, если движением, аналогичным метанию копья, метать ядра разного веса, то между полученными результатами устанавливаются вполне определенные зависимости (рис. 26 и табл. 17).



**Зависимость между силовыми показателями  
на суше и длиной дистанции, проплываемой на руках за 30 с  
(Миттенцвай, 1962)**

Показатель на суше	Результат в плавании	
	коэффициент корреляции	регрессия ~
Максимальная сила рук в гребковом движении	0,63	1,18 кг~ 1 м
Максимальное число движений с резиной за 10 с	0,53	1,32 дв~ 1 м
Максимальное число движений с резиной за 30 с	0,70	0,72 дв~ 1 м

*Примечание.* Резина подбиралась такой, чтобы к концу движения сила была равна 7 кг. Знак соответствия (~) в столбце «регрессия» указывает, какому приросту результатов на суше соответствует прирост в плавании. Так, если сила вырастает на 1,18 кг, то спортсмен может за 30 с проплыть на 1 м больше.



**Рис. 26.** Связь между весом снаряда и дальностью бросков (Е.Н. Матвеев, В.М. Защиорский, 1964).

*По оси ординат:* вес ядра (кг); *по оси абсцисс:* значения квадратного корня из показателя в метаниях. Горизонтальными чертами отмечены стандартные отклонения от средних величин

Казалось бы, что для воспитания динамической силы можно использовать любые ядра тяжелее копыя (800 г), однако биомеханические исследования (Е.Н. Матвеев, В.М. Зациорский, 1964) показывают, что при больших весах существенно меняется техника метания. Поэтому для большинства метателей I–II разряда и выше нецелесообразно применять веса для метаний больше 2,5–3 кг. Сходная картина и в других видах спорта. Так, когда ватерполисты включают в тренировку броски мячей весом 1 или 2 кг, то дальность и скорость броска повышаются в большей мере, чем при использовании набивных мячей весом 4 кг (Регенер, 1961; К.В. Гусаров, 1964).

Таблица 17

**Ранговые коэффициенты корреляции результатов  
в метании ядер разного веса с показателями метания ядра 800 г**  
(Е.Н. Матвеев и В.М. Зациорский, 1964)

Вес ядра (кг)	Коэффициент корреляции
7,257	0,652
6	0,721
5	0,731
4	0,776
3	0,779
2	0,861
1	0,865
0,8	1,000
0,6	0,840
0,4	0,824
0,15	0,769
0,08	0,681

При воспитании динамической силы надо иметь в виду, что в некоторых случаях увеличение силы не приводит к повышению скорости (Смит, 1961 и др.). Иногда силовые упражнения положительно влияют на скорость движений лишь в первый период занятий ими (Динтман, 1964), дальнейшее же увеличение силы уже не отражается на скорости (Смит, 1964). Хотя механизмы этого явления не совсем ясны и нуждаются в дальнейших исследованиях, можно наметить все же три причины, которые здесь играют роль.

Первая – образование «скоростного барьера». Вторая – настолько значительное увеличение силы, что величины преодо-

леваемого сопротивления становятся намного меньше максимальных силовых возможностей спортсмена. В этом случае, как отмечалось в I.1.3, связь между максимальной силой и скоростью исчезает. Наконец, третья причина – такое сокращение длительности движения, что сила за время движения не успевает достичь наивысших значений (см. конец раздела I.1.4). В этом случае основное значение будут иметь не максимальные силовые возможности спортсмена, а градиент силы.

**II.4.2. Техническая подготовка.** В II.1.2. отмечалось, что в скоростных движениях затруднены сенсорные коррекции ошибок по ходу выполнения движения. Поэтому технически верное выполнение движений с большой скоростью – сложная, но очень важная задача.

Нередко отмечаются прямые корреляционные связи между теми или иными показателями техники и максимальной скоростью движений (М. Боун, 1956 и др.). Один из возможных примеров приведен в табл. 18.

Таблица 18

**Корреляция между показателями техники и скорости спринтерского бега (по Дешону и Нельсону, 1964)**

№ п/п	Показатель	Коэффициент корреляции			
		1	2	3	4
1.	Скорость бега		0,49	0,71	0,46
2.	Длина двойного шага			0,46	0,70
3.	Угол постановки ноги на землю				
4.	Угол подъема бедра				0,31

Как следует из табл. 18, у спортсменов, поднимающих бедро выше и ставящих ногу ближе к вертикали (но сохраняющих при этом большую длину шага), более высокая скорость бега. В практике обычно пытаются овладеть техникой скоростных движений, двигаясь одним из двух путей: 1) разучивая движение на медленных скоростях с последующим увеличением скорости до максимальной; 2) пробуя осваивать технику сразу на максимальной скорости (Б.И. Бутенко, 1961; Е.И. Огуренков, 1959 и др.). Каждый из этих путей имеет недостатки. В первом случае нередко наблюдается, что ученик, выучивший движение на небольшой скорости,

затем не в состоянии воспроизвести его технически правильно на скоростях, близких к максимальной. Это происходит потому, что движения на небольшой и максимальной скоростях, будучи сходными по пространственным характеристикам, весьма разнятся по скоростно-силовым параметрам. Во втором случае ученик часто не может сосредоточить внимание сразу на двух задачах – скорости и качестве выполнения движения, да и техническая сложность задания оказывается для него непосильной; в результате ему не удается овладеть правильной техникой.

Во избежание этих опасностей рекомендуется соблюдать два условия. Во-первых, обучение надо проводить на скорости, близкой к максимальной, но не равной ей (как говорят, «в 9/10 силы»), с тем чтобы скоростно-силовая структура движений не отличалась от таковой при максимальной скорости, но в то же время был возможен контроль за техникой движений (Д.Д. Донской, 1949). Такие скорости получили название «контролируемых» скоростей. Во-вторых, следует часто изменять скорости выполнения движения от сравнительно небольших до максимальной.

## Глава III МЕТОДИКА ВОСПИТАНИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ

### III.1. ВЫНОСЛИВОСТЬ КАК ФИЗИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ЧЕЛОВЕКА

**III.1.1. Определение понятия. Утомление и выносливость. Виды выносливости\*.** Если человек осуществляет какую-либо достаточно напряженную работу, то через некоторое время он ощущает, что выполнение ее становится все более трудным. Посторонние наблюдатели могут при этом объективно отметить ряд признаков этого состояния, начиная с таких легко видимых, как напряжение мимической мускулатуры и появление испарины, и кончая более глубокими физиологическими показателями. Несмотря на возрастающие затруднения, человек может некоторое время сохранять прежнюю интенсивность работы за счет больших, чем прежде, волевых усилий. Описанное состояние можно назвать фазой компенсированного утомления. Если работа продолжается, то, несмотря на возросшие волевые усилия, ее интенсивность снижается (фаза декомпенсированного утомления). Утомлением называется вызванное нагрузкой временное снижение работоспособности. Оно (утомление) выражается в повышении трудности или невозможности продолжать деятельность с прежней эффективностью. При выполнении одного и того же задания несколькими людьми утомление у них наступает через различное время – причиной этого является, очевидно,

---

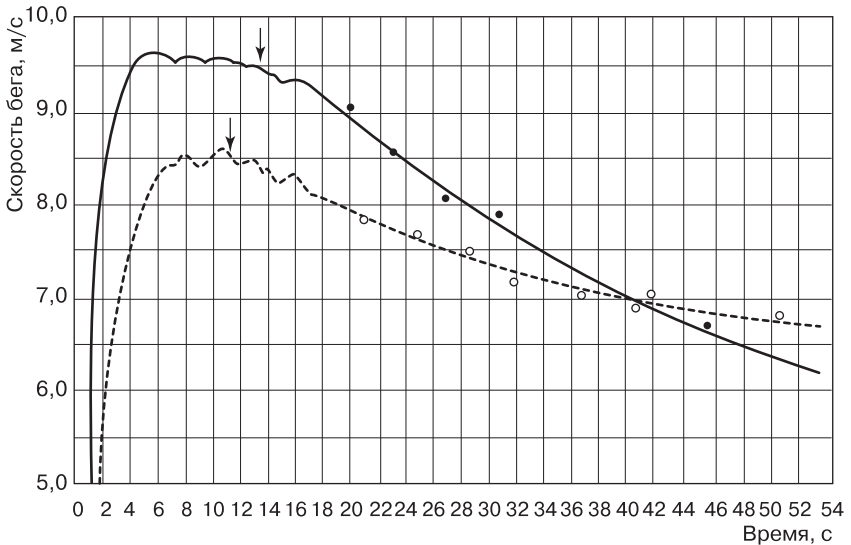
\* В литературе (весьма обширной!) нет единого мнения о том, что следует понимать под утомлением и выносливостью. В III.1.1 мы вводим без обсуждения ту систему понятий, которой собираемся пользоваться. Затронутые здесь вопросы разработаны в работах В.С. Фарфеля (1939, 1945, 1949); Н.В. Зимкина (1956); М.И. Виноградова (1958); Н.Н. Яковлева, А.В. Коробкова, С.В. Янаниса (1960); В.В. Розенבלата (1961); Флойда и Уелфорда (1953); Барглей (1957); Бугара (1960); Христенсена (1960); Меллеровича (1962); Маргариа (1963) и др.

разный уровень выносливости. Выносливостью называется способность к длительному выполнению какой-либо деятельности без снижения ее эффективности. Иначе говоря, выносливость можно определить как способность противостоять утомлению. При прочих равных условиях у более выносливых людей наступает позже как первая, так и вторая фаза утомления. Мерилом выносливости является время, в течение которого человек способен поддерживать заданную интенсивность деятельности (В.С. Фарфель, 1938). Для измерения выносливости используют прямой и косвенный способы. При прямом способе испытуемому предлагают какое-либо задание (например, бежать с заданной скоростью) и определяют предельное время работы с данной интенсивностью (до начала снижения скорости, рис. 27). Прямой способ измерения выносливости практически не всегда удобен, поэтому чаще используют косвенные. Примером может служить обычное в спортивной практике определение выносливости по времени преодоления какой-нибудь достаточно длинной дистанции (например, в беге на 10 000 м). Иногда выносливость измеряют, ориентируясь на снижение производительности выполнения какого-либо задания, даваемого после стандартной нагрузки, например скорости и точности действия после марш-броска, выполненного за одинаковое для всех время (С.М. Оплавин, 1956).

Можно выделить 4 основных типа утомления:

1. Умственное (например, при решении математических задач или игре в шахматы).
2. Сенсорное (в результате напряженной деятельности анализаторов. Пример: утомление зрительного анализатора у спортсменов-стрелков).
3. Эмоциональное (как следствие интенсивных эмоциональных переживаний. Эмоциональный компонент утомления всегда имеет место после выступлений на ответственных соревнованиях; после выполнения движений, связанных с преодолением страха, и т.п.).
4. Физическое (вызванное мышечной деятельностью).

Хотя в любой деятельности представлены умственные (мыслительные), сенсорные, эмоциональные и двигательные элементы, для спорта основное значение имеет четвертый из перечисленных выше (меньше – третий) вид утомления. Воспитанию выносливости по отношению к последним двум видам утомления посвящены следующие разделы.



**Рис. 27.** Результат прямого измерения выносливости у бегунов при беге с максимальной скоростью (Н.И. Волков, 1964).

Стрелкой отмечено начало падения скорости.

Сплошная линия — спринтер; пунктирная — стайер

Деятельность человека многообразна; различными в разных случаях будут характер и механизмы утомления. Утомление, например, вызванное работой на пальцевом эргографе, мало похоже на утомление марафонца или боксера. Соответственно будут отличаться и виды выносливости. Выносливость по отношению к определенной деятельности называют специальной выносливостью. В этом смысле говорят, например, о специальной выносливости бегуна, прыгуна, выносливости по отношению к силовым упражнениям и т.п. Строго говоря, видов специальной выносливости может быть очень много. Однако случаи физического утомления можно разделить на относительно небольшое число групп. Такая классификация, хотя и не является полной, включает в себя большую часть наиболее важных в практическом отношении случаев.

Прежде всего в зависимости от объема мышечных групп, участвующих в работе, выделяют (Шеррер и Моно, 1960):

1) локальное (местное) утомление — когда в работе принимает участие менее  $\frac{1}{3}$  общего объема мышц тела;

2) региональное утомление — в работе участвуют мышцы, составляющие от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{3}$  мышечной массы;

3) глобальное (общее) – при работе свыше  $\frac{2}{3}$  мышц тела.

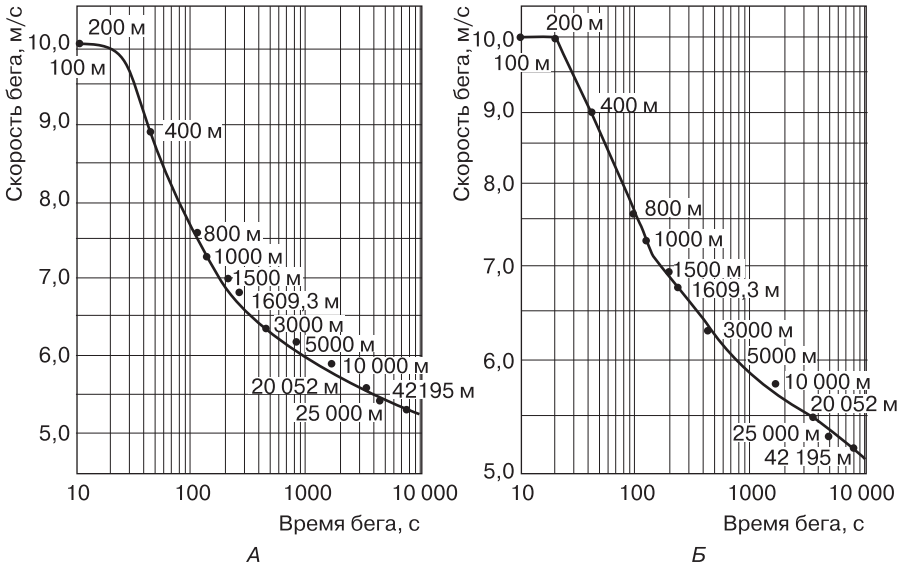
Локальная работа не связана со значительной активизацией сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Причины утомления здесь кроются в тех звеньях нервно-мышечного аппарата, которые непосредственно обеспечивают выполнение движения. Основное значение, по-видимому, имеют процессы охранительного торможения в соответствующих нервных центрах, а также блокирование нервно-мышечных синапсов (Обзоры, см. Шеррер и Моно, 1960; В.В. Розенблат, 1961). При работе, в которой участвует более  $\frac{2}{3}$  мышц тела, расход энергии обычно велик. Это предъявляет высокие требования к системам энергетического метаболизма, в частности, к органам дыхания и кровообращения. Здесь нередко ограничивают работоспособность недостаточные функциональные возможности именно этих систем организма (Обзоры, см. Пассмор и Дернин, 1955; Тейлор, 1960 и др.). Механизмы выносливости в локальной и глобальной работах во многом различны. Наличие высокой выносливости в каких-либо локальных упражнениях не означает столь же высокой выносливости в глобальной работе. Можно, например, очень большое число раз (до 150–200) присесть на одной ноге и быть сравнительно плохим лыжником или стайером (В.М. Зацюрский, 1965, б).

В зарубежной литературе выносливость в локальной работе часто называют мышечной выносливостью, в глобальной работе – вегетативной выносливостью. Эти названия не совсем удачны, они неточно характеризуют явление. При локальной работе, например, механизмы выносливости не скрыты лишь в самой мышце, они включают весь организм в целом, в частности, центральную нервную систему. Поэтому пользоваться приведенными выше терминами следует лишь с оговорками, понимая их условность. Экспериментально показано (Мак-Клой, 1956), что между показателями мышечной и вегетативной выносливости наблюдается довольно низкая корреляция. Показатели же локальной выносливости разных мышечных групп коррелируют между собой (Карпович и др., 1964), хотя выносливость этих групп может быть резко различна (И. М. Товбин, 1958).

В физическом воспитании, в частности, в спорте, чаще всего приходится сталкиваться с глобальным утомлением. В таких упражнениях, как бег, плавание, передвижение на лыжах, гребля, участвуют почти все мышцы тела. Последующее изложение касается в основном воспитания выносливости по отношению к упражнениям, требующим функционирования большей части мышечного аппарата.

Одно и то же упражнение можно выполнять с разной интенсивностью. В соответствии с этим предельное время его выпол-





**Рис. 28.** Кривая мировых рекордов в беге:

А – координаты времени бега даны в логарифмической шкале;

Б – координаты скорости и времени бега представлены в логарифмических шкалах. Отчетливо видно деление кривой мировых рекордов на 4 отрезка, соответствующих разным группам дистанций

нения будет меняться от нескольких секунд до нескольких часов. Механизмы утомления (а следовательно, и выносливости) в этих случаях будут различными. Поэтому полезно провести классификацию физических упражнений по их интенсивности. Основой классификации служит анализ зависимости между скоростью передвижения и предельным временем выполнения какого-либо движения (так называемая зависимость скорость – время). На рис. 28 представлена такая зависимость по данным мировых рекордов в беге. Видно, что с уменьшением скорости время бега увеличивается. Более важную информацию о зависимости скорость – время можно получить, если воспользоваться, как это впервые предложил А.В. Хилл (1925), логарифмическим графиком, где откладываются не сами значения скорости и времени, а их логарифмы (см. рис. 28, Б). Тогда заметно, что вся кривая распадается на 4 прямых, характеризующих отдельные участки зависимости. Эти участки, выделенные впервые В.С. Фарфелем (1945), получили название зон относительной мощности. Угол наклона отдельных отрезков, составляющих кривую рекордов, показывает, как быстро снижается скорость с увеличением продолжитель-

ности бега. То, что данный показатель меняется от одной группы дистанции к другой, имеет большой физиологический смысл, указывая на различный характер процессов, определяющих выносливость в разных группах дистанций. Если работы принадлежат к одной и той же зоне (например, бег на 800 и 1000 м), то физиологические проявления, механизмы утомления и выносливости будут во многом сходны. Если же работы относятся к разным зонам (например, бег на 200 и 10 000 м), то требования, предъявляемые к организму, будут существенно различны. Принято выделять 4 зоны относительной мощности: 1) зона максимальной мощности; 2) зона субмаксимальной; 3) зона большой; 4) зона умеренной мощности. Последнюю иногда делят на две подзоны – подзону углеводного дыхания и подзону жирового дыхания. Краткая характеристика перечисленных зон дается в табл. 19.

Как известно, каждая прямая в прямоугольной системе координат может быть описана уравнением вида  $y = a + bx$ . Отсюда каждая из прямых, приведенных на рис. 28, Б, описывается уравнением вида  $\log v + p \log t = \log K$ , где  $v$  – скорость;  $t$  – время;  $p$  – тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс;  $K$  – константа. После перехода от логарифмов к первоначальным значениям скорости – времени получаем:

$$v \times t^p = K.$$

Это уравнение описывает зависимость «скорость – время» в каждой из зон относительной мощности.

Помимо представленного выше существуют и другие способы математического описания кривой рекордов («скорость – время»). Часто удобно пользоваться показательными (экспоненциальными) функциями вида:

$$y = a \times e^x.$$

Такие уравнения возникают, когда изменение чего-либо пропорционально имеющемуся количеству (например, когда расходование какого-либо биохимического субстрата в единицу времени составляет постоянную долю от количества этого субстрата). Как известно, кинетика биохимических реакций подчиняется так называемому закону действующих масс. Этим законом, в частности, диктуется появление экспоненциальных зависимостей изменения субстрата во времени (более подробно см. Курс химии). Поскольку выполнение мышечной работы связано с расходом ряда биохимических веществ, служащих источником

### Физиологические характеристики работ разной относительной мощности

(по В.С. Фарфелю, 1949; Баннистеру, 1956; Тейлору, 1960;  
Н.И. Волкову, 1961; Робинсону, 1961 и др.)

Показатели	Зоны работ относительной мощности	Максимальная мощность	Субмаксимальная мощность	Большая мощность	Умеренная мощность
Предельное время работы		Меньше 20 с	От 20 с до 5 мин	От 5 мин до 30 мин	Больше 30 мин
Расход энергии (ккал/с)		4	4–0,5	0,5–0,4	0,3
Общий расход энергии (ккал)		Меньше 80	150	750	До 10 000
Потребление $O_2$ за время работы		Незначительное	Приближается к максимальному	Максимальное	Меньше максимального
<u><math>O_2</math>-потребление</u>					
Отношение					
$O_2$ -запрос		Меньше 1/10	1/3	5/6	1/1
$O_2$ -долг		Меньше 8 л	18 л	Меньше 12 л	Меньше 4 л
Содержание молочной кислоты в крови (мг.%)		Меньше 100	До 200	100–50	В начале работы небольшое, далее – на уровне покоя
Легочная вентиляция (л/мин)		Меньше 50	100–150	100–150	Меньше 100
Минутный объем крови		Меньше максимального	Приближается к максимальному	Максимальный	Меньше максимального
Содержание сахара в крови		Норма или выше	Норма или выше	Норма	Снижено

энергии, можно было бы предположить, что кривая «скорость – время» как-то отражает быстроту исчерпания различных энергетических ресурсов. Действительно, было показано (Генри, 1954; Н.И. Волков, 1962, б), что кривая рекордов с большой точностью описывается пятичленным экспоненциальным уравнением вида:

$$v = -a_1e^{-k_1t} + a_2e^{-k_2t} + a_3e^{-k_3t} + a_4e^{-k_4t} + a_5e^{-k_5t},$$

где  $v$  – скорость;  $t$  – время;  $a$  и  $k$  – постоянные. Константы этого уравнения  $k_2, k_3, k_4, k_5$  очень близки к соответствующим константам, характеризующим быстроту исчерпания ряда энергетических ресурсов:  $k_2$  – алактатных внутримышечных источников энергии;  $k_3$  – гликолитических;  $k_4$  – углеводного дыхания;  $k_5$  – жирового дыхания;  $k_1$  характеризует потери скорости на начальных отрезках бега (до 60 м). Применение подобных экспоненциальных уравнений для анализа показателей отдельных спортсменов позволяет определить их индивидуальные особенности («биохимическую специфичность»), в соответствии с которыми и строится тренировка\*.

**III.1.2. Аэробная и анаэробная производительность человека.** Выносливость человека определяется многими причинами, в частности свойствами и деятельностью центральной нервной системы (А.Н. Крестовников, 1938, 1951; Н.В. Зимкин, 1954, 1956; Н.Н. Яковлев, А.В. Коробков, С.В. Янанис, 1960; А.Ц. Пуни, 1959 и др.).

Мы не ставим своей задачей полно раскрыть физиологические механизмы выносливости и коротко коснемся лишь тех вопросов физиологии и биохимии, которые необходимы для дальнейшего разговора о методике тренировки. В настоящем подразделе рассматриваются вопросы, связанные с энергетическим обеспечением деятельности. Энергетическое обеспечение является необходимым (но не достаточным!) условием для показа высоких достижений. Нельзя выполнить упражнение, не удовлетворив энергетического запроса (закон сохранения энергии справедлив для человека, так же, как и для любого другого объекта природы). Однако могут встретиться случаи, когда даже при наличии высоких возможностей к энергетическому обеспечению работы спортсмен по каким-либо причинам (недостаточная техническая, тактическая, волевая подготовка и пр.) все же не покажет высоких достижений.

---

\* Для анализа кривых «скорость – время» помимо описанных использовались и другие математические выражения (Кенелли, 1906, 1926; Хилл, 1925; Гроссе-Лордемани и Мюллер, 1936; Френсис, 1943; Литцке, 1954; Мид и Литцке, 1956; Лубер, 1959; Турнер и Кэмпбел 1961; Тевес, 1963).

Любая деятельность человека связана с расходом энергии. Непосредственным источником энергии при мышечном сокращении, как известно, является расщепление АТФ – соединения, очень богатого энергией. Содержание АТФ в клетках нашего тела относительно невелико, но весьма постоянно. Расходуемые запасы АТФ должны быть немедленно пополнены, иначе мышцы теряют способность сокращаться. Восстановление (ресинтез) АТФ осуществляется за счет химических реакций двоякого рода: 1) дыхательных, или, по-иному, аэробных, идущих с участием кислорода; 2) анаэробных, т.е. происходящих без кислорода. Отражением аэробных процессов служит потребление кислорода во время работы. Максимальный объем кислорода, который способен потребить человек за одну минуту, характеризует его аэробную производительность (аэробные возможности). Анаэробные превращения приводят к накоплению в организме продуктов неполного распада. Эти продукты устраняются не только во время работы, но и в период отдыха после нее, что приводит к повышенному по сравнению с покоем потреблению кислорода в послерабочем состоянии. Этот избыток кислорода, получивший название «кислородного долга», служит мерой анаэробных реакций. Максимальная величина кислородного долга является показателем анаэробной производительности (анаэробных возможностей)\*. Аэробные и анаэробные возможности полностью характеризуют функциональный «потолок» энергетического обмена у данного человека – его общие энергетические возможности.

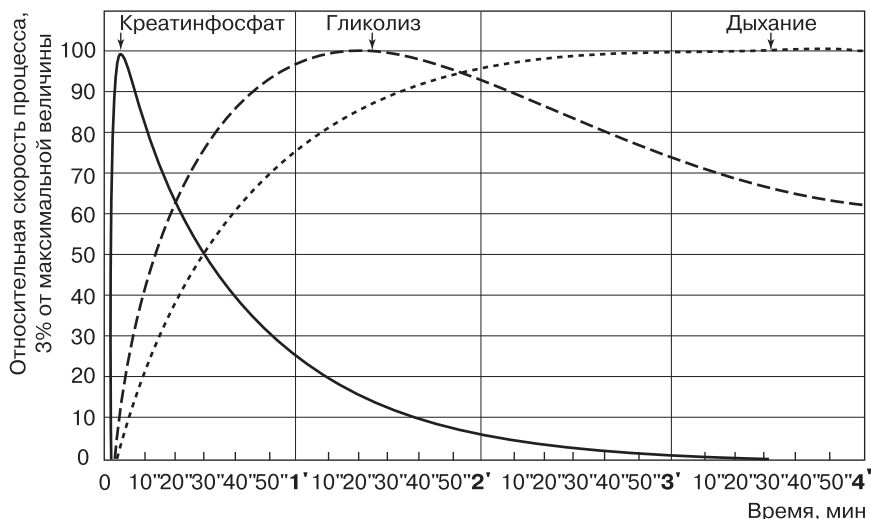
Аэробные возможности определяются совокупностью свойств организма, обеспечивающих поступление кислорода и его утилизацию в тканях. К таким свойствам относится производительность систем внешнего дыхания (показатели: минутный объем дыхания, максимальная легочная вентиляция, жизненная емкость легких, скорость диффузии газов в легких и пр.), кровообращения (минутный и ударный объемы, частота сердечных сокращений, скорость кровотока), системы крови (содержание гемоглобина), тканевой утилизации кислорода, зависящей от уровня тканевого дыхания, а также слаженность в деятельности всех этих систем.

Анаэробные возможности зависят от способности использовать энергию в бескислородных условиях (показатели: мощность соответствующих ферментных систем, запасы энергетических веществ в тканях), способности к компенсации сдвигов во внутренней среде организма (буферная емкость крови) и уровня тканевой адаптации к условиям гипоксии.

Анаэробные процессы включают по меньшей мере два типа реакций. Первая из них – креатинфосфокиназная – связана с расщеплением креатинфосфата (КрФ), фосфатные группировки с которого переносятся на аденозиндифосфорную кислоту (АДФ), ресинтезируя ее в АТФ. Вторая – гликолиз – заключается в ферментативном расщеплении углеводов до молочной кислоты; часть выделяющейся при этом энергии используется на

---

\* Термины «аэробные и анаэробные возможности» (производительность) лишь недавно стали использоваться в отечественной литературе и еще не общеприняты; им соответствуют такие иностранные научные термины, как *“aerobic and anaerobic capacity”* (англ.), *“aerobe und anaerobe Kapazität”* (нем.) и др.



**Рис. 29.** Изменение интенсивности биохимических процессов, поставляющих энергию для мышечной деятельности, в зависимости от времени упражнения (по Н.И. Волкову)

восстановление запасов АТФ. Соответственно в «кислородном долге» различают две фракции – «алактатную», связанную с ресинтезом фосфорсодержащих соединений (АТФ, КрФ), и «лактатную»\*, отражающую окислительное устранение лактатов. Алактатная фракция кислородного долга оплачивается очень быстро (половина ее первоначальной величины окисляется в течение первых 30 с восстановления); ликвидация лактатной фракции кислородного долга (или, как попросту говорят, лактатного долга) требует от нескольких минут до полутора часов.

При напряженной мышечной деятельности различные энергетические механизмы (креатинфосфатный, гликолитический, дыхательный) по-разному вступают в работу (рис. 29).

Креатинфосфокиназная реакция достигает своего максимума уже на 2–3-й с работы, однако, поскольку запасы КрФ в клетке невелики, эта реакция начинает быстро уменьшаться. Гликолиз развивается несколько медленнее; максимальная его интенсивность наблюдается на 1–2-й мин работы. Энергии гликолитического процесса может хватить на несколько минут напряженной деятельности. Наконец, дыхательные процессы разворачиваются полностью лишь к 3–5-й мин работы. Это объясняет, почему в работах разной продолжительности столь различно соотношение анаэробных и дыхательных процессов энергетического обмена (табл. 20). Чем длиннее дистанция, тем большую роль играют анаэробные процессы; наоборот, с уменьшением дистанции возрастает значение сначала гликолитического, а затем и креатинфосфатного механизмов (табл. 21).

\* Лактатами называются соли молочной кислоты.

Таблица 20

**Соотношение анаэробных и дыхательных процессов  
энергетического обмена при беге на различные дистанции**  
(по Н.И. Волкову, 1961)

Дистанция (м)	Время (мин и с)	Скорость (м/с)	Потребление $O_2$ за время работы (% $O_2$ -запроса)	Кислородный долг (% запроса)	Алактатный долг (% общего долга)	Лактатный долг (% общего долга)	Содержание молочной кислоты в крови (мг %)
100	11,2	8,92	4	96	84	16	132
200	23,6	8,47	6	94	49	51	198
400	51,8	7,72	8	92	16	84	227
800	1.56,1	6,89	23	77	26	74	211
1500	3.58,3	6,29	49	51	33	66	163
5000	16.10,1	5,15	73	27	54	45	109
10 000	33.13,6	5,07	87	13	69	29	64

Аэробные и анаэробные возможности, определяемые по величинам максимального потребления  $O_2$  и максимального  $O_2$ -долга, являются ведущим фактором, от которого зависит выносливость в напряженной мышечной работе (Г.О. Ефремов, 1949, а, б; Кьюртон, 1951; А.П. Борисов, 1955; Маллинкродт и Валентин, 1958; Остранд и др., 1963; Дорошук, 1963; Дорошук и Кьюртон, 1963; В.В. Михайлов и И.Г. Огольцов, 1964). Очень часто наблюдается прямая зависимость между спортивным результатом и этими показателями (табл. 22). Особенно наглядными здесь являются относительные величины максимальных  $O_2$ -потребления и  $O_2$ -долга, приходящиеся на 1 кг веса спортсменов.

Таблица 21

**Корреляция спортивных результатов с максимальными  
показателями кислородного долга и потребления  $O_2$**   
(по Н.И. Волкову, 1965)

№ п/п	Дистанция (м)	Коэффициент корреляции	
		$O_2$ -долг	$O_2$ -потребление
1.	100	0,56	-0,05
2.	200	0,59	-0,14
3.	400	0,72	0,05
4.	800	0,60	0,41
5.	1500	0,26	0,48
6.	3000	0,29	0,75

**Аэробные возможности сильнейших шведских  
лыжников-гонщиков**

(по данным П.О. Остранда, 1956) (переработано)

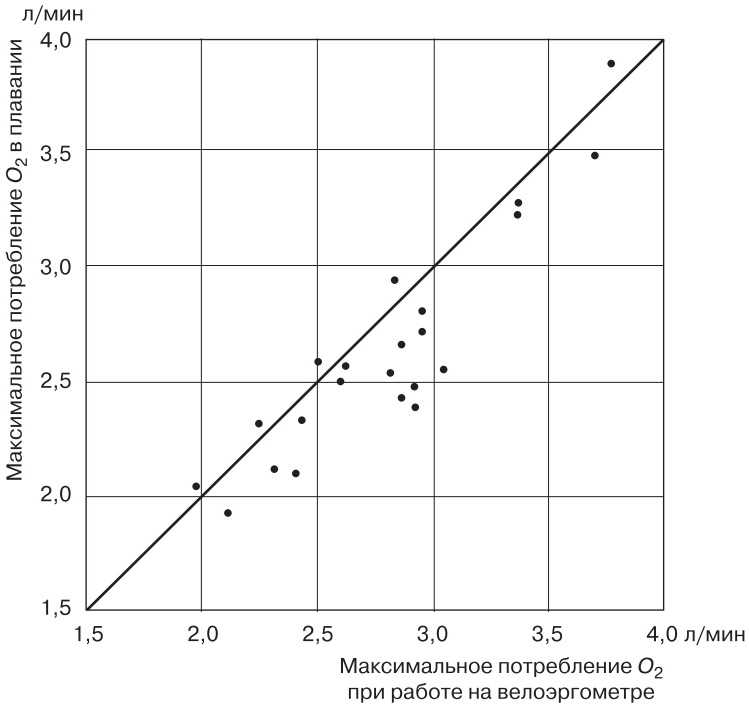
№ п/п	Фамилия	Рост (см)	Вес (кг)	ЖЕЛ (л)	Потребление $O_2$ (л/мин)	Потребление $O_2$ на 1 кг веса (мл/кг в мин)	Место на соревнованиях
1.	Ернберг С.	177	72	8,1	5,88	81,7	1
2.	Ларссон Л.	174	67,5	5,8	5,49	81,3	2
3.	Ларссон П.	176	67	–	5,38	80,3	3
4.	Гуннарссон С.	175	67	5,7	5,30	79,1	4
5.	Самуэльсон Г.	183	68	–	5,34	78,5	10

*Примечание.* При сопоставлении двух последних столбцов видна прямая зависимость между потреблением  $O_2$  на 1 кг веса и результатом на соревнованиях (первенство Швеции). Стоящий под № 1 С. Ернберг – многократный чемпион мира и Олимпийских игр. Показатель его аэробных возможностей (81,7 мл на 1 кг веса в 1 мин) являлся своеобразным мировым рекордом; большие величины ни у кого не были зарегистрированы (у хорошо физически развитых молодых людей этот показатель находится обычно на уровне 40–55 мл/кг в 1 мин)\*.

**III.1.3. Перенос выносливости.** Так называемая «общая выносливость». Функциональные возможности человека в упражнениях, требующих выносливости, определяются, с одной стороны, наличием соответствующих двигательных навыков, уровнем владения техникой, с другой – его аэробными и анаэробными возможностями. Дыхательные возможности относительно мало специфичны: они почти не зависят от внешней формы движения. Поэтому, если какой-либо спортсмен благодаря тренировке, например, в беге повысил уровень своих аэробных возможностей, то это улучшение скажется и на выполнении других движений – в ходьбе, гребле или передвижении на лыжах (рис. 30): функциональные возможности вегетативных систем организма у данного спортсмена будут высоки при выполнении всех движений (литература по этому вопросу весьма обширна – Обзор см. В.М. За-

\* Более полно вопросы подраздела III.1.2. рассмотрены в работах М.И. Виноградова (1940, 1965), В. С. Фарфеля (1949), Н.Н. Яковлева (1955), Н.И. Волкова (1961), Е.М. Берковича (1964), Остранда (1956), Тэйлора (1960), Робинсона (1961), Дилла и Сактора (1963), Маргария (1963) и др.





**Рис. 30.** Максимальные величины потребления кислорода в плавании и при работе на велоэргометре у пловчих (П.О. Остранд и др., 1964).

В обоих случаях величины потребления примерно одинаковы

щиорский, 1965, б). Этот обобщенный характер, условно говоря, «вегетативной» тренированности создает благоприятные условия для широкого переноса выносливости. Однако в каждом отдельном случае наличие или отсутствие переноса будет определяться не только требованиями к энергетическим возможностям организма, но и характером взаимодействий между двигательными навыками.

Поясним сказанное примером (В.М. Защиорский, 1962). Координационные структуры движений в ходьбе и беге во многом различны. Поэтому достигнутое благодаря тренировке улучшение скорости бега практически не сказывается на максимальной скорости ходьбы. Переноса быстроты нет. Однако с ростом дистанции связь между результатами в беге и ходьбе закономерно увеличивается (табл. 23), и на длинных дистанциях существует бесспорный перенос тренированности между бегом и ходьбой.

**Зависимость между результатами в беге и ходьбе  
на разные дистанции у спортсменов-ходоков**

№ п/п	Дистанции (м)		Число испытуемых	Ранговый коэффициент корреляции
	бег	ходьба		
1.	300	200	24	0,107
2.	600	400	24	0,189
3.	1500	1000	23	0,561
4.	5000	4000	23	0,711
5.	10 000	10 000	20	0,797
6.	20 000	20 000	14	0,913

Здесь результат во многом зависит от аэробных возможностей; те спортсмены, у которых эти возможности выше, оказываются сильнейшими и в беге, и в ходьбе. Если применять бег в тренировке скорохода, то он может оказать одновременно и положительное, и отрицательное влияние: он приведет к повышению аэробных возможностей спортсмена, но из-за различия координационных структур движений в беге и ходьбе может отрицательно сказаться на технике ходьбы.

Обобщенный характер аэробных возможностей используется в спортивной практике: для повышения функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем можно использовать упражнения, весьма далекие от своего вида спорта. Особенно ценными средствами при воспитании дыхательных возможностей являются лыжный спорт, гребля, плавание, кроссовый бег.

Чем ниже мощность работы в циклических упражнениях, тем менее результат в ней зависит от степени совершенства двигательного навыка и больше – от аэробных возможностей человека. При очень низкой мощности работы (медленный бег, свободное передвижение на лыжах и т.п.) значение аэробных возможностей становится настолько большим, что выносливость в работах такого типа приобретает своеобразный – «общий» характер. «Общая выносливость» – выносливость по отношению к продолжительным работам умеренной мощности, включающим функционирование большей части мышечного аппарата. Как следует из сказанного выше, физиологической

основой общей выносливости являются аэробные возможности человека\*.

**III.1.4. Абсолютные и парциальные (относительные) показатели выносливости. Скорость и выносливость.** В III.1.1 указывалось, что выносливость определяется временем, в течение которого человек может выполнять работу заданной интенсивности. Такое определение не всегда является достаточным, поскольку в нем не указывается точно, как определяется интенсивность нагрузки: одинаково для всех или в зависимости от возможностей занимающихся. Рассмотрим следующий пример: два спортсмена (назовем их А и Б) бегут 800 м; 750 м они бегут рядом, но на финише один из них не выдерживает и резко снижает скорость. Результат А – 2 мин 10 с, Б – 2 мин 12 с. Можно, очевидно, считать, что А более вынослив, чем Б. Однако допустим, что А пробегает 100 м за 10,5 с, а Б лишь за 15,0 с. Для того уровня скорости, которым владеет А, его результат на 800 м является слабым; для Б, наоборот, время на 800 м надо расценивать как очень хорошее. Очевидно, что если не учитывать уровень максимальной скорости спортсменов, то А выносливее, чем Б; если же учесть их скоростные возможности, соотношение меняется: Б будет выносливее, чем А. Практические нужды заставляют ввести два типа показателей выносливости (В.М. Защиорский, Н.И. Волков, Н.Г. Кулик, 1965):

1) абсолютные – без учета уровня развития быстроты или силы\*\*;

2) парциальные (относительные) – с учетом развития этих качеств, когда их влияние каким-либо образом исключается.

До сих пор мы имели дело с абсолютными показателями выносливости. Парциальных показателей может быть названо довольно много (см. также III.3.4).

В циклических видах спорта для парциального измерения выносливости применяют косвенные расчетные значения. При этом

---

\* Термин «общая выносливость» широко используется в спортивно-методической литературе. К сожалению, далеко не всегда вкладывают в это понятие достаточно конкретный смысл. В большинстве случаев термин «общая выносливость» является просто синонимом термина «аэробные возможности». Во избежание смешения понятий мы будем пользоваться более определенным термином «аэробные возможности». То же рекомендуем делать читателям.

\*\* Приведенные в примере рассуждения имеют более общее значение; в частности, они относятся не только к случаям различного уровня быстроты, но и силы, например при повторном выполнении какого-либо силового упражнения (см. также III.3.4).

время на контрольной дистанции сравнивают с лучшим временем на коротком (эталонном) отрезке, которое характеризует уровень максимальной скорости. В беге чаще всего это дистанция 100 м, в плавании – 25 или 50 м и т.п. Обычно используют одну из следующих величин:

1. Показатель «запаса скорости» (Н.Г. Озолин, 1959) – разность между средним временем преодоления эталонного отрезка при прохождении всей дистанции и лучшим временем на этом отрезке.

Запас скорости:

$$ЗС = \frac{t_d}{n} - t_{\text{эт}},$$

где  $t_d$  – время прохождения дистанции (например, бег 400 м – 48,0 с);  $t_{\text{эт}}$  – лучшее время на эталонном отрезке (100 м – 11,0 с);  $n$  – частное от деления длины дистанции на длину эталонного отрезка (400 м : 100 м = 4). Запас скорости  $48,0 : 4 - 11,0 = 1$  с.

2. Индекс выносливости (Кьюртон, 1951):

$$ИВ = t_d - n \times t_{\text{эт}}.$$

Пример:  $ИВ = 48,0 - 4 \times 11,0 = 4,0$  с.

3. Коэффициент выносливости (Г. Лазаров, 1962):

$$КВ = t_d : t_{\text{эт}}.$$

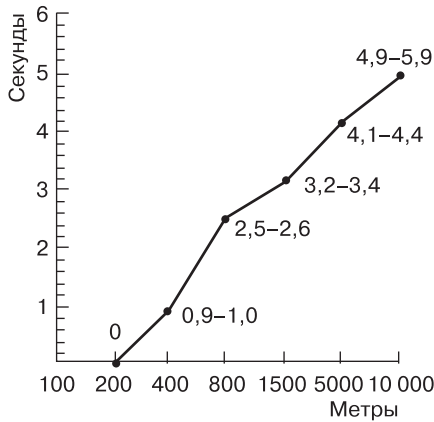
Пример:  $48,0 : 11,0 = 4,3636$ .

Все эти характеристики равноценны, они связаны очевидными, алгебраически тождественными отношениями:

$$ИВ = n \times ЗС; КВ = n + \frac{ИВ}{t_{\text{эт}}}.$$

Чаще всего используют показатель запаса скорости; его величина зависит от индивидуальных особенностей спортсмена и длины дистанции (рис. 31). Корреляция парциальных показателей выносливости со спортивным результатом увеличивается с ростом дистанции. Например, у пловцов индекс выносливости так коррелирует со спортивным результатом: на 100 м коэффициент корреляции равен 0,61; 200 м – 0,85; 400 м – 0,89 (Шрамм, 1960).

Упомянувшиеся выше парциальные показатели выносливости наглядны и просты. Однако они имеют существенный недостаток:



**Рис. 31.** Запас скорости на разных дистанциях бега  
(по Н.Г. Озолину, 1959)

характеризуют выносливость лишь по отношению к одной, строго определенной, работе (так сказать, в одной «точке», например к бегу на 400 м). С научной точки зрения более ценны показатели, характеризующие выносливость по отношению ко всем работам, сходным по своим признакам (например, к работам субмаксимальной или большой мощности). Подобные показатели (назовем их зональными), в противовес разобранным выше (которые называют точечными), определяют выносливость в целой зоне нагрузок. Общий путь нахождения зональных показателей выносливости заключается в том, что у испытуемых измеряют результаты при работе с разной интенсивностью (скоростью, сопротивлением), после чего устанавливается зависимость «интенсивность – результат»; можно использовать также зависимости «скорость – время», «скорость – дистанция», «вес – время» и др. Указанные зависимости аппроксимируются соответствующими математическими выражениями, индивидуальные параметры которых служат зональными характеристиками выносливости. Например, в статических усилиях зависимость между относительной величиной (в процентах к максимальной силе) удерживаемого груза и предельным временем удержания можно описать уравнением вида:

$$t_{lim} = \frac{k}{F^n},$$

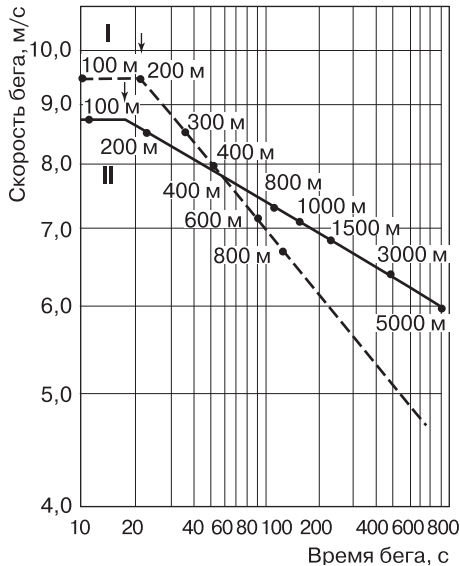
где  $t_{lim}$  — предельное время удержания;  $F$  — величина мышечного усилия (в процентах к максимальной силе);  $k$  и  $n$  — индивиду-

альные константы (Моно и Шеррер, 1957; Шеррер и Моно, 1960; Шеррер, Бургиньон и Моно, 1960). Параметр  $n$  зависит от того, за счет каких мышечных групп выполняется усилие, а также от индивидуальных особенностей испытуемых. Он может служить зональным показателем выносливости.

Обычно зависимость «интенсивность – результат» криволинейна; более удобно иметь дело с прямолинейными связями. Поэтому целесообразно использовать математические преобразования эмпирических величин с тем, чтобы зависимость стала прямолинейной; наиболее удобным является логарифмирование. Так, если в графике с логарифмической системой координат отложить индивидуальные значения средней скорости бега и времени преодоления различных дистанций, то получаемая зависимость обычно описывается двумя прямыми линиями (рис. 32). Первая (горизонтальная) отражает уровень максимальной скорости, вторая – падение скорости по мере увеличения продолжительности работы. Наклон второго отрезка к оси времени у разных спортсменов различен. Так, у спринтера (кривая I на рис. 32) этот наклон более выражен, чем у стайера (кривая II). Тангенс угла наклона кривой скорость – время к оси времени – основной парциальный (зональный) показатель выносливости. Абсолютным показателем здесь будет отстояние от оси ординат, т.е. время при данном значении скорости. Особый интерес вызывает показатель, соответствующий максимальной скорости (на графике отмечен стрелками). Зная максимальную скорость и предельное время ее поддержания, а также угол наклона кривой «скорость – время», можно предсказать результат спортсмена на любой дистанции или промежуточном отрезке. Использование для парциальной оценки выносливости зависимостей «скорость – время» позволяет количественно оценить не только уровень выносливости, но и соотношения в развитии аэробных и анаэробных возможностей спортсмена. Это, в свою очередь, дает возможность индивидуализировать тренировочный процесс\*.

---

\* Помимо указанных примерно по тому же принципу могут быть созданы иные зональные характеристики выносливости. В частности, интересный показатель «предельного времени» (*temps limits*) введен французскими авторами (Шеррер с сотр., 1954), использовавшими зависимость «работа – время» (в циклических упражнениях: «дистанция – время»). На спортивном материале (плавание) он был применен Шеррером (1958).



**Рис. 32.** Кривые индивидуальных достижений в беге (В.М. Защиорский, Н.И. Волков, Н.Г. Кулик, 1965).

Кривая I соединяет точки личных рекордов на разных дистанциях у спринтера, кривая II – у стайера. Левее точки пересечения кривых лучшие результаты имеет спринтер, правее – стайер

## III.2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ВОСПИТАНИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ

**III.2.0. Предварительное замечание.** Выносливость человека определяется многими факторами, которые схематически можно распределить на 2 группы:

1) функциональные возможности различных систем организма (аэробные и анаэробные возможности, степень совершенства двигательных навыков и пр.);

2) уровень устойчивости по отношению к неблагоприятным сдвигам внутренней среды и высокой нервной импульсации.

Хотя это деление не является вполне строгим, оно оправдано, так как при воспитании выносливости нередко используют методы, направленные в большей степени на одну из указанных сторон. Изложению этих методов посвящен настоящий раздел (III.2).

**III.2.1. Критерии и компоненты нагрузок при воспитании выносливости** (более полно см. в статьях Н.И. Волкова и В.М. Защиорского, 1964; В.М. Защиорского, 1965, а). Выносливость раз-

вивается лишь тогда, когда в процессе занятий занимающиеся доходят до необходимых степеней утомления. При этом организм адаптируется к подобным состояниям, что внешне выражается в повышении выносливости. Величина и направленность приспособительных изменений соответствуют степени и характеру реакций, вызванных тренировочными нагрузками. Поскольку утомление при нагрузках разного типа неодинаково, важным является вопрос о природе вызванного утомления. Иначе говоря, при воспитании выносливости важна не только глубина утомления, но и его характер. Отсюда основная задача в тренировочном занятии при воспитании выносливости – добиться в организме ответных сдвигов желаемого характера и величины.

Порой, к сожалению, допускают ошибку, считая показателем качества проведенного занятия достижение лучшего результата или выполнение большего объема работы. В соответствии с этим строят занятия так, чтобы ученики могли выполнить возможно больший объем работы или добиться в одной из попыток своего лучшего результата (например, делают большие интервалы отдыха между упражнениями). Такой подход неверен. Лучшие результаты надо показывать на соревнованиях, а не на тренировочных занятиях. Большой объем нагрузок не является самоцелью. Он нужен лишь для того, чтобы добиться необходимой величины ответных сдвигов в организме. Поэтому, если можно добиться той же величины ответных реакций за счет меньшего объема работы, то незачем без нужды увеличивать объем.

При выполнении многих, в частности циклических, упражнений нагрузка относительно полно характеризуется следующими пятью компонентами:

- 1) интенсивностью упражнения (скоростью передвижения);
- 2) продолжительностью упражнения;
- 3) продолжительностью интервалов отдыха;
- 4) характером отдыха (заполнение пауз другими видами деятельности);
- 5) числом повторений.

В зависимости от сочетания этих компонентов будет различной не только величина, но и (главное!) характер ответных реакций организма. Рассмотрим влияние названных компонентов.

1. Интенсивность (скорость) упражнения прямо влияет на характер энергетического обеспечения деятельности. При умеренных скоростях передвижения, когда расход энергии невелик и величина  $O_2$ -запроса меньше аэробных возможностей спортсмена, текущее потребление кислорода полностью покрывает име-



ющиеся потребности\* – работа проходит в условиях истинного устойчивого состояния. Такие скорости получили название *субкритических* (Бриггс, 1920; Бальке, 1959; Бонье, 1962). В зоне субкритических скоростей кислородный запрос примерно пропорционален скорости передвижения. Если спортсмен будет двигаться быстрее, то он достигнет *критической* скорости, где кислородный запрос равен его аэробным возможностям. В этом случае работа выполняется в условиях максимальных величин потребления кислорода. Уровень критической скорости тем выше, чем больше дыхательные возможности спортсмена (Остранд, 1952; Кирхов и др., 1956; Родал и Тэйлор, 1960; Иссекуц, 1962). Скорости выше критической получили название *надкритических*. Здесь кислородный запрос превышает аэробные возможности спортсмена, и работа проходит в условиях кислородного долга за счет анаэробных поставщиков энергии. В зоне надкритических скоростей, из-за малой эффективности анаэробных энергетических механизмов, кислородный запрос увеличивается гораздо быстрее, чем скорость передвижения. В беге в первом грубом приближении можно считать, что  $O_2$ -запрос растет примерно пропорционально кубу скорости (Сарджент, 1926; А.В. Хилл, 1927). Пример: при увеличении скорости бега с 6 до 9 м/с, т.е. в 1,5 раза, кислородный запрос возрастает в  $(1,5)^3$ , т.е. примерно в 3,3–3,4 раза. Это значит, что даже небольшое увеличение скорости будет значительно увеличивать  $O_2$ -запрос и соответственно повышать роль анаэробных механизмов.

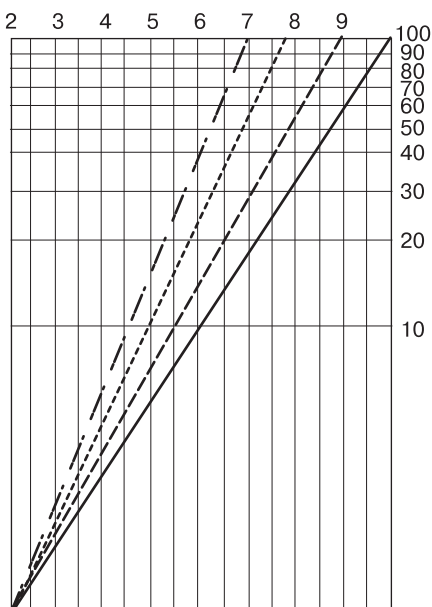
Более точно зависимость между скоростью передвижения и кислородным запросом может быть выражена двучленным экспоненциальным уравнением (Ф. Генри, 1953) вида:

$$y = a_1 \times e^{k_1 \times v} + a_2 \times e^{k_2 \times v},$$

где  $y$  – кислородный запрос;  $v$  – скорость;  $a$  и  $k$  – константы, зависящие от ряда условий, в частности от веса испытуемых и степени владения движением. Другое уравнение для расчета значений  $O_2$ -запроса по скорости бега предложено недавно Воркменом и Армстронгом (1963). Подобного рода формулы можно использовать для расчета ориентировочной величины энергозапроса при преодолении дистанции. Особенно удобны составленные на основе формул номограммы. Пример такой номограммы для определения относительной величины энергозапроса (отно-

---

\* Если не считать небольшого  $O_2$ -долга, образованного в начальный период работы, когда дыхательные процессы еще не успели развернуться в достаточной мере.



**Рис. 33.** Зависимость относительной величины энергозатрат от скорости бега (по Мису — из статьи Сидоровича, 1965)

сительной интенсивности) по скорости бега приведен на рис. 33. По горизонтали отложены значения скорости от 2 до 10 м/с, по вертикали — величина энергозатрат в процентах к аналогичному показателю при беге на соревнованиях. Проведенные прямые соответствуют результатам мировых рекордсменов в беге на 100 м (10,0 с), 400 м (44,9 с), 800 м (1.44,3) и 1500 м (3.35,6). Так, для мирового рекордсмена на 400 м энергозатрат при беге со скоростью 8,5 м/с (то же, что 400 м за 47 с) будет равен 70% затрат при рекордном беге (то, что в практике называют бегом в 3/4 силы).

2. Продолжительность упражнения определяется длиной преодолеваемых

отрезков и скоростью передвижения по дистанции. Изменение продолжительности имеет двойное значение.

Во-первых, длительностью работы устанавливается, за счет каких поставщиков энергии будет осуществляться деятельность. Если продолжительность работы не достигает 3–5 мин, то дыхательные процессы не успевают усилиться в достаточной мере и энергетическое обеспечение берут на себя анаэробные реакции\*. По мере сокращения длительности упражнения все больше уменьшается роль дыхательных процессов и возрастает значение сначала гликолитических, а затем и креатинфосфокиназных реакций. Поэтому для совершенствования гликолиза используют в основном нагрузку от 20 с до 2 мин; для развития фосфокреатинового механизма — от 3 до 8 с.

\* Сказанное относится лишь к тем случаям, когда работа начинается на фоне относительного покоя. Если же незадолго до этого выполнялась другая нагрузка, то уровень дыхательных процессов будет достаточно высок и картина совершенно меняется. Здесь многое определяется продолжительностью и характером отдыха.

Во-вторых, длительность работы определяет при надкритических скоростях величину кислородного долга, а при субкритических и критических – продолжительность напряженной деятельности систем, обеспечивающих доставку и утилизацию кислорода. Слаженная деятельность этих систем в течение долгого времени весьма затруднительна для организма.

3. Продолжительность интервалов отдыха играет исключительно большую роль в определении как величины, так и, в особенности, характера ответных реакций организма на тренировочную нагрузку. При повторной работе воздействие, оказываемое на организм каждой последующей нагрузкой, зависит, с одной стороны, от предшествующей работы (Христенсен, 1960), с другой – от продолжительности отдыха между попытками (Н.Н. Яковлев и др., 1961; Роскамм и др., 1961; Рейнделл, Роскамм и Гершлер, 1962). Отметим три характерные черты восстановительных процессов, разыгрывающихся в интервалах отдыха: 1) скорость восстановительных процессов неодинакова: сначала восстановление идет быстро, затем замедляется (Хебештрайт, 1929; Симонсон, 1938 и др.); 2) различные показатели восстанавливаются через разное время (так называемый гетерохронизм восстановительных процессов – В.М. Волков, 1960; Б.С. Гиппенрейтер, 1960; Андерсен и др., 1960); 3) в процессе восстановления наблюдаются фазовые изменения работоспособности и отдельных показателей (Л.Л. Васильев, А.А. Князева, 1926; Б.С. Гиппенрейтер, 1953; И.К. Гоциридзе, 1958; И.М. Бутин, 1960).

В работе с субкритическими и критическими скоростями при больших интервалах отдыха, достаточных для относительной нормализации физиологических функций, каждая последующая попытка начинается примерно на таком же фоне, что и одиночное выполнение. Это значит, что сначала в строй вступает фосфокреатиновый механизм энергетического обмена, затем, 1–2 мин спустя, достигает максимума гликолиз и лишь к 3–4-й минуте разворачиваются дыхательные процессы. При небольшой продолжительности работы они могут не успеть прийти к необходимому уровню, и работа фактически осуществится в анаэробных условиях. Если же уменьшить интервалы отдыха, то дыхательные процессы за короткий период снизятся ненамного и последующая работа сразу же начнется при высокой активности систем доставки кислорода (кровообращения, внешнего дыхания и пр.). Отсюда вывод: при работе с субкритическими и критическими скоростями уменьшение интерва-

лов отдыха делает нагрузку более аэробной (И. Остранд и др., 1960).

Наоборот, при надкритических скоростях передвижения и интервалах отдыха, недостаточных для ликвидации кислородного долга,  $O_2$ -долг суммируется от повторения к повторению. Поэтому в этих условиях (при надкритической скорости) сокращение интервалов отдыха будет увеличивать долю анаэробных процессов – делать нагрузку более анаэробной.

4. Характер отдыха, в частности заполнение пауз другими видами деятельности (например, включение бега «трусцой» между основными забегами), оказывает разное влияние в зависимости от вида основной тренировочной работы и интенсивности дополнительной. При работе со скоростями, близкими к критической, дополнительная работа низкой интенсивности дает возможность поддерживать дыхательные процессы на более высоком уровне и избегать вследствие этого резких переходов от покоя к работе и обратно (Ван Гоор и Мостерд, 1961). Кроме того, выполнение умеренной нагрузки после сеанса тяжелой мышечной работы (критической и надкритической мощности) ускоряет протекание восстановительных процессов (Христенсен, 1932; Джервелл, 1928). С этой точки зрения многократные переходы от упражнений высокой интенсивности к упражнениям более низкой интенсивности делают в целом работу более аэробной. В указанных особенностях «активных» пауз отдыха заключается основное преимущество так называемого «переменного» метода тренировки.

5. Число повторений определяет степень воздействия нагрузки на организм. При работе в аэробных условиях увеличение числа повторений заставляет длительное время поддерживать высокий уровень деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В анаэробных условиях увеличение повторений рано или поздно приводит к исчерпанию бескислородных механизмов или к их блокированию центральной нервной системой. Тогда работа либо прекращается, либо ее интенсивность резко снижается.

Таково схематично влияние каждого из компонентов нагрузки. В действительности картина намного сложнее, так как меняется обыкновенно не один компонент, а все пять. Это создает огромные возможности для самых разнообразных воздействий на организм.

**III.2.2. Методы воспитания аэробных возможностей.** При воспитании аэробных возможностей решают три задачи: 1) разви-

тие максимального уровня потребления кислорода; 2) развитие способности поддерживать этот уровень длительное время; 3) увеличение быстроты развертывания дыхательных процессов до максимальных величин.

К средствам воспитания дыхательных возможностей относятся упражнения, позволяющие достигать максимальных величин сердечной и дыхательной производительности и удерживать высокий уровень потребления кислорода длительное время (Метцнер, 1962; Мисс, 1963; Смодлака, 1963 и др.). При этом стараются использовать движения, требующие участия возможно большего объема мышечной массы (передвижение на лыжах, например, будет предпочтительнее бега). Занятия, если это возможно, переносят в естественные условия местности, в места, богатые кислородом (лес, река). Упражнения выполняют с интенсивностью, близкой к критической.

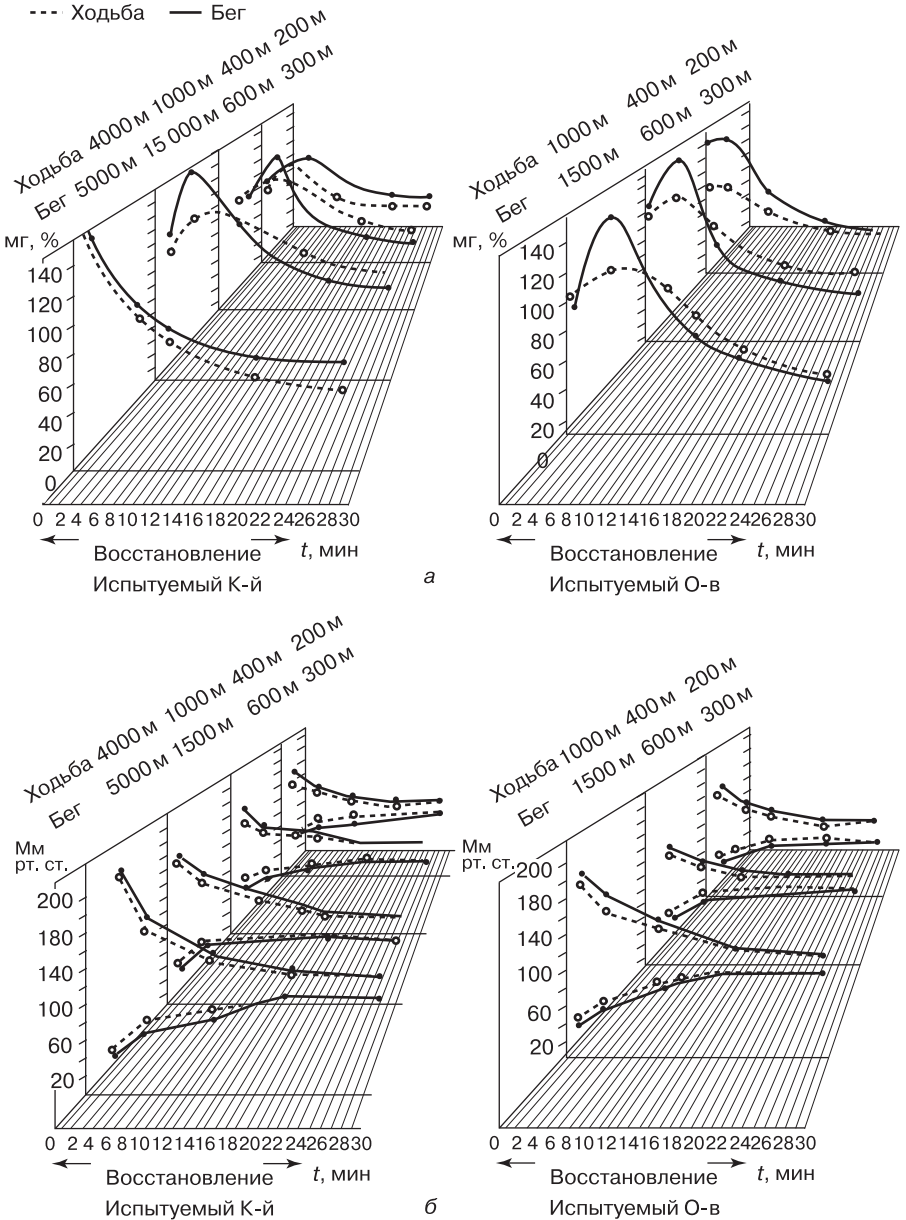
Поскольку уровень критической скорости зависит от величин максимального потребления  $O_2$  и экономичности движений, то он различен у разных людей. Поэтому и скорость передвижения должна быть различна. Так, у новичков скорость бега при воспитании аэробных возможностей («общей выносливости») должна быть примерно 1000 м в 6–7 мин, у квалифицированных спортсменов – 4–4,5 мин. Упражнения с интенсивностью намного ниже критической (например, спокойную ходьбу) нет смысла широко применять в тренировке (Н.Г. Озолин, 1959). Даже спортсмены-ходоки в последние годы заменяют значительную часть объема тренировочной работы бегом (табл. 24). Это позволяет более активно воздействовать на сердечно-сосудистую и дыхательную системы (рис. 34).

Таблица 24

**Количество километров бега в течение года  
в тренировке чемпиона XVII Олимпийских игр Л. Спирина  
(по В.М. Защиорскому, Н.И. Волкову, А.М. Фруктову, 1959)**

Показатель	1954 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.
Количество километров бега в году	243	731	1397	1554
Лучший результат на 20 км	1:40.01,8	1:31.44,0	3:28.01,8	1:27.28,6

При воспитании аэробных возможностей используются равномерный и различные варианты повторного и переменного методов тренировки (Робинсон, 1941; Христенсен и др., 1960; И. Остранд и др., 1960; Ларсен, 1964 и др.). Равномерный метод широко применяется на начальных этапах воспитания аэробных



**Рис. 34.** Физиологические сдвиги после бега и ходьбы примерно равной продолжительности (В.М. Зацюрский, Н.И. Волков, А.Л. Фруктов, 1959):

*а* – содержание молочной кислоты в крови; *б* – артериальное давление.  
После бега изменения более значительны

возможностей (у новичков, на первом этапе подготовительного периода и т.п.). Это объясняется тем, что слаженность в деятельности систем, обеспечивающих потребление кислорода, повышается непосредственно в процессе самой работы. Эти улучшения проходят более эффективно, если тренировочные упражнения продолжительно воздействуют на организм. Важное значение имеет и то, что функциональные «потолки» некоторых органов и систем (о чем сигнализирует боль в области печени, селезенки) лучше всего повышаются при малоинтенсивной, но продолжительной работе (Н.Г. Озолин, 1949, а). Однако при непрерывной работе поддержание максимальных величин потребления кислорода – трудная задача для организма. Обычно длительность работы на уровне, близком к предельному потреблению  $O_2$ , не превышает 10–30 мин; лишь некоторые спортсмены высокой квалификации оказываются в состоянии сохранять такую интенсивность работы в течение часа. Например, в лыжных гонках на 15 км у лыжников высокого класса при длительности работы 55–60 мин потребление  $O_2$  находится на уровне 85–90% максимального (Остранд, Хэллбак и др., 1963). В дальнейшем наступают дискоординация в деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, потребление кислорода падает, и тренирующее воздействие нагрузки снижается.

Наибольший эффект в развитии аэробных возможностей дает, однако, не длительная работа умеренной интенсивности, а анаэробная работа, выполняемая в виде кратковременных повторений, разделенных небольшими интервалами отдыха (Синисало и Инуртола, 1957; Рейнделл с сотр., 1959, 1962; Холмгрен и др., 1960)\*. Продукты анаэробного распада, образующиеся при выполнении интенсивной кратковременной работы, служат мощным стимулятором дыхательных процессов. Поэтому после такой работы в первые 10–30 с потребление кислорода продолжает увеличиваться, растут и некоторые показатели сердечной производительности. Если повторная нагрузка приходится в тот момент, когда эти показатели еще достаточно высоки, то от повторения к повторению будет наблюдаться рост потребления кислорода.

---

\* У новичков непрерывная работа и работа, чередуемая интервалами отдыха, дают примерно одинаковый эффект (Меллерович и др., 1961). У квалифицированных спортсменов применение интервальных методов сдерживает их психологическая утомительность, связанная с необходимостью строгой регламентации режима нагрузки и отдыха. Поэтому интервальные методы не рекомендуются применять в том виде, как они здесь описаны, более 1,5–3 месяцев подряд. Остальное время предпочтение отдается равномерной работе. Примерно так поступают многие сильнейшие бегуны мира (А. Лидьярд, 1965).

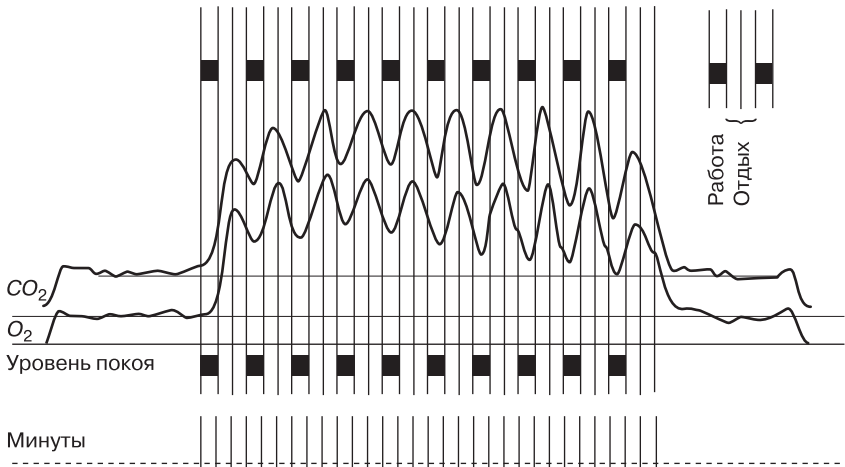
После достижения предельных величин потребление кислорода устанавливается на этом уровне и уже не снижается до конца повторной работы (рис. 35). На рисунке видно, что примерно к третьему повторению потребление  $O_2$  достигает максимума и держится на этом уровне. Видно также, что в данном случае наивысшие величины потребления достигаются во время отдыха, а не работы.

При определенном соотношении работы и отдыха в некоторых случаях наступает равновесие между кислородным запросом организма и текущим потреблением кислорода, тогда повторная работа может продолжаться весьма длительное время. Такое состояние организма в процессе повторной работы получило название «своеобразного устойчивого состояния» (Н.П. Еременко, 1956, 1960). При повторных нагрузках величины потребления кислорода все время колеблются, то достигая предельного уровня, то несколько понижаясь. Волны повышенного потребления, вызванные повторной нагрузкой, порой даже превышают уровень максимального потребления, свойственный данному спортсмену (П.С. Васильев, Н.И. Волков, 1960). Это служит мощным стимулом для повышения дыхательных возможностей.

При использовании с целью воспитания аэробных возможностей повторного метода упражнения основной вопрос заключается в подборе наилучшего сочетания работы и отдыха.

При этом помимо отмеченного выше надо учитывать следующее. Функциональные возможности легочного дыхания, а также систем тканевой утилизации кислорода весьма велики, – в норме они не ограничивают величин максимального потребления  $O_2$ . Наиболее «узким местом» здесь является производительность сердечно-сосудистой системы, характеризующаяся минутным объемом крови (Обзоры, см. Остранд, 1956; Холльман и др., 1960; Тэйлор, 1960; В.В. Михайлов, В.М. Зациорский, В.В. Геселевич 1966 и др.) Поэтому развитие аэробных возможностей часто выражается прежде всего в повышении производительности сердца. Минутный объем крови, по существу, есть произведение систолического (ударного) объема на частоту сердечных сокращений. У тренированных людей минутный объем при напряженной мышечной работе достигает очень высоких величин (до 35–40 л). Сердце в таких случаях должно сокращаться с большой силой, выбрасывая за одну систолу значительные массы крови (свыше 180–200 мл). Это приводит к увеличению систолического объема (Бевергард и др., 1963) и размеров сердца у спортсменов, тренирующихся на выносливость. Увеличение наступает по двум причинам: во-первых, вследствие функциональной гипертрофии сердечной мышцы (прежде всего стенок левого желудочка), во-вторых, в результате некоторого увеличения полостей сердца (так называемая тоногенная дилатация сердца). Между объемом сердца, систолическим и минутным объемом крови, с одной стороны, и аэробной





**Рис. 35.** Потребление  $O_2$  и выделение  $CO_2$  при повторной работе (Ван Гоор и Мостерд, 1961)

производительностью (или работоспособностью) – с другой, существует большая корреляция (Роскамм и др., 1961; Кеуль и др., 1961; Шмидт и др., 1962). Отсюда следует, что весьма ценной будет та методика воспитания аэробных возможностей, при которой создаются благоприятные условия для увеличения систолического объема. Специальными исследованиями (Х. Рейнделл, Х. Роскамм и др., 1959, 1960, 1962) было показано, что наибольшие величины систолического объема достигаются не во время кратковременной работы, а непосредственно после нее. Если работа происходит в условиях кислородного долга, то после ее окончания потребление кислорода растет (Ван Гоор и Мостерд, 1961, а; Л.П. Макаренко, 1963), в это же время (правда, нередко с задержкой в 5–10 с) падает частота сердечных сокращений. Такое расхождение приводит к увеличению кислородного пульса (величины потребленного  $O_2$ , приходящейся на одно сокращение сердца), что свидетельствует о высокоэкономичной работе сердца в этот момент: высокие величины систолического и минутного объемов сочетаются с относительно небольшой частотой сердечных сокращений (Рейнделл и др., 1959; Ван Гоор и Мостерд, 1961). При воспитании аэробных возможностей стремятся дать последующую нагрузку до исчезновения этих благоприятных изменений (Рейнделл и др., 1959).

Учитывая сказанное, можно рекомендовать ориентироваться при воспитании аэробных возможностей на следующие характеристики компонентов нагрузки:

1) интенсивность работы – она должна быть выше критической, примерно на уровне 75–85% максимальной. Более высокая интенсивность приводит к тому, что активизировавшийся гликолиз угнетает дыхание (так называемый «обратный пастеровский эффект») и величина потребления  $O_2$  уменьшается (Н.И. Волков,

1962, а). Скорость подбирается с таким расчетом, чтобы к концу работы частота пульса равнялась примерно 180 уд./мин (о причине этого требования см. ниже).

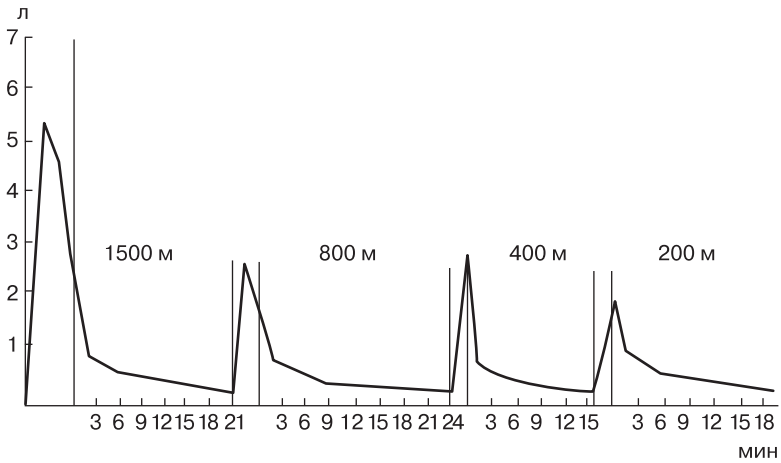
Нагрузки низкой интенсивности, вызывающие частоту пульса ниже 130 уд./мин, не приводят к существенному увеличению аэробных возможностей (Родалл, Иссекуц, 1962; Метцнер, 1962; Холльман, 1963);

2) длину отрезков – подбирается такая длина, чтобы длительность работы не превышала примерно 1,5 мин. Только в этом случае работа проходит в условиях кислородного долга, и максимум потребления  $O_2$  наблюдается в период отдыха (рис. 36);

3) интервалы отдыха – выбирают интервалы, позволяющие начать работу при сохранившихся благоприятных изменениях после предшествующей работы. Если ориентироваться на величины систолического объема крови, то интервал должен быть равен примерно 45–90 с (Рейнделл и др., 1962). Наибольшая интенсификация дыхательных процессов (определяемая по величине потребления  $O_2$ ) также наблюдается на 1–2-й мин восстановления (Н.И. Волков). Во всяком случае интервалы отдыха не должны быть больше 3–4 мин, так как к этому времени происходит сужение расширившихся во время работы кровеносных капилляров в мышцах, из-за чего в первые минуты повторной работы кровообращение будет затруднено (Холльман, 1959);

4) характер отдыха – если интервалы отдыха заполнить малоинтенсивной работой (медленное свободное плавание и т.п.), то это принесет ряд дополнительных преимуществ: облегчится переход от покоя к работе и обратно, несколько ускорятся восстановительные процессы и пр. Все это даст возможность выполнить больший объем работы, дольше поддерживать «своеобразное устойчивое состояние». Поэтому при воспитании аэробных возможностей переменный метод несколько предпочтительнее повторного;

5) число повторений – оно определяется возможностями занимающихся поддерживать «своеобразное устойчивое состояние», т.е. работать в условиях стабилизации потребления кислорода на достаточно высоком уровне (см. рис. 35). При наступлении утомления понижается уровень кислородного потребления: прежняя интенсивность работы некоторое время поддерживается еще за счет анаэробных источников, после чего скорость начинает снижаться. Обычно это снижение и служит сигналом к прекращению повторной работы. При дозировке нагрузки в данном случае



**Рис. 36.** Потребление  $O_2$  при работах разной длительности (Л.А. Клочков и Е.С. Васильева, 1933).

При небольшой продолжительности (бег 200 м) наивысшие величины потребления наблюдаются после работы – на 1–2-й мин восстановления

можно руководствоваться также показателями частоты пульса. Скорость передвижения, интервалы отдыха и число повторений выбираются таким образом, чтобы к концу паузы частота пульса равнялась 120–140 уд./мин (это соответствует примерно 170–180 уд./мин в конце работы). Дело в том, что если при мышечной работе увеличивается частота сердечных сокращений, то первоначально вместе с ней увеличивается и ударный объем. Однако если сердце начинает сокращаться еще чаще (свыше 170–180 уд./мин), то значительно уменьшается время диастолы. Распавшаяся в момент сокращения АТФ не успевает за столь короткое время полностью ресинтезироваться, и сила сердечных сокращений падает. Это приводит к уменьшению систолического объема (Холмгрен, 1956; Холмгрен и Овенфорс, 1960 и др.). Поэтому при воспитании аэробных возможностей нецелесообразно давать слишком интенсивную нагрузку, вызывающую большую частоту сердечных сокращений. При воспитании аэробных возможностей увеличение числа повторений не должно приводить к росту так называемого «пульсового долга» (Мюллер и Ромерт, 1959), т.е. к повышению числа сокращений сердца в послерабочем периоде. Для контроля за пульсовой суммой (в частности, за пульсовым долгом) в последние годы используют портативные приборы – сумматоры пульса (Н.Г. Кулик и др., 1965; В.М. Защиорский и Н.Г. Кулик, 1966).

### III.2.3. Методика воспитания анаэробных возможностей.

При воспитании анаэробных возможностей стоят 2 задачи: 1) повышение функциональных возможностей фосфокреатинового механизма; 2) совершенствование гликолитического механизма\*. Средствами воспитания этих способностей служат, как правило, те основные физические упражнения, в которых соревнуется спортсмен (бег – для бегуна, плавание – для пловца и т.п.). Когда соревновательные упражнения почему-либо нельзя применять, используют и другие средства. Так, в лыжном, конькобежном и других сезонных видах спорта выполнение основного соревновательного упражнения в годовом цикле часто начинают со спокойного, неторопливого «вкатывания», в ходе которого стараются восстановить технику движений. Этап «вкатывания» длится обычно 2–3 недели; выполнение скоростной работы в своем виде спорта в это время нежелательно. Чтобы за этот период не снизились существенно анаэробные возможности, надо параллельно с выполнением соревновательного упражнения включать кратковременную скоростную работу, используя иные средства (например, бег в тренировке лыжника, конькобежца). Важно помнить, что анаэробные способности весьма нестойки; при прекращении специальной тренировки их уровень быстро снижается (Н.Н. Яковлев, 1955).

Между креатинфосфокиназной реакцией и гликолизом существуют конкурентные отношения: одна из этих реакций подавляет другую. Поэтому методы решения поставленных выше задач различны, они подобраны с таким расчетом, чтобы возможно больше активизировать одну из реакций и затормозить другие.

Тренировочные нагрузки, направленные на совершенствование креатинфосфатного механизма, отличаются следующими характеристиками (Н.И. Волков, 1964, а, б; 1965):

1) интенсивность работы близка к предельной, но может быть несколько ниже ее. Выполнение большого объема работы на предельной скорости могло бы привести к образованию «скоростного барьера» (см. III.3.3). Некоторое снижение скорости (например, до 95% от максимальной) позволит избежать этой опасности и облегчит контроль за техникой движений; в то же время столь небольшое снижение практически не скажется на интенсивности метаболических процессов и, следовательно, не отразится на эффективности тренировочной работы;

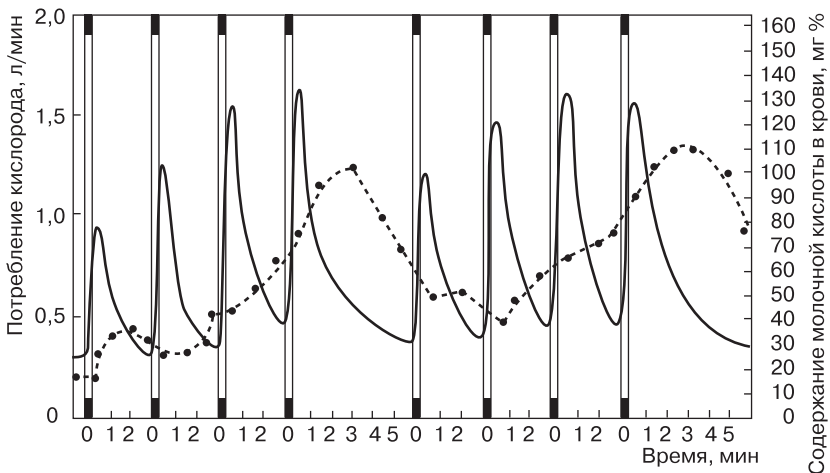
---

\* Иногда для краткости употребляют термины «алактатная» и «лактатная» выносливость. Под первой понимают способность использовать энергию креатинфосфокиназной реакции, под второй – гликолитической реакции.

2) длина отрезков подбирается с таким расчетом, чтобы длительность выполнения равнялась примерно 3–8 с (бег 20–70 м, плавание 8–20 м и т.п.);

3) интервалы отдыха, учитывая значительную быстроту оплаты алактатного долга, должны равняться примерно 2–3 мин. Однако, поскольку запасы КрФ в мышцах очень малы, уже к 3–4-му повторению фосфокреатиновый механизм истощивает свои возможности. Так, в одном из опытов (рис. 37) на первых двух-трех повторениях  $O_2$ -долг увеличивался без одновременного роста содержания молочной кислоты в крови. Это указывало, что источником кислородного долга является алактатная фракция. Однако после 3-го, и в особенности 4-го повторения, содержание лактата стало резко увеличиваться, говоря о значительной активизации гликолиза. Поскольку в данном случае не ставится задача развития гликолитических возможностей организма, то, очевидно, дальнейшее продолжение работы нежелательно – надо дать дополнительный отдых.

Целесообразно разбить планируемый в занятии объем работы на несколько серий по 4–5 повторений в каждой. Отдых между сериями должен быть около 7–10 мин. Такие интервалы достаточно велики, чтобы успела окислиться значительная часть образовавшейся молочной кислоты, в то же время при этих интервалах сохраняется повышенная возбудимость нервных центров;



**Рис. 37.** Изменение кислородного потребления и содержания молочной кислоты в крови при повторном беге на 60 м (2 серии по 4 повторения в каждой).

Сплошная линия – изменение уровня потребления  $O_2$ , пунктирная – изменение содержания молочной кислоты в крови (по Н.И. Волкову)

4) заполнять интервалы отдыха другими видами работы есть смысл лишь в перерывах между сериями повторений. В этом случае, чтобы не снижалась возбудимость центральных нервных образований, полезно включать работу очень низкой интенсивности, требующую участия тех же мышечных групп, что несут нагрузку в основном упражнении (например, спринтеру в паузах следует не сидеть, а спокойно ходить – Б.В. Таварткиладзе, 1958);

5) число повторений определяется подготовленностью занимающихся. В принципе такая тренировка сериями на коротких отрезках дает возможность выполнить большой объем работы без снижения скорости (у бегунов-спринтеров – до 1500–1600 м).

При совершенствовании гликолитического механизма тренировочные нагрузки характеризуются следующими чертами (П.С. Васильев, Н.И. Волков, 1960; Н.И. Волков, И.М. Бутин, Н.Н. Лаврентьева, Н.В. Кочеткова, 1960; П.С. Васильев с сотр., 1963 и др.):

а) интенсивность работы определяется длиной выбранной для тренировки дистанции. Скорость передвижения должна быть близкой к предельной на данной дистанции (90–95% от предельного значения). После нескольких повторений, вследствие наступившего утомления, скорость передвижения может существенно снизиться, однако она все равно остается близкой к предельной для данного состояния организма;

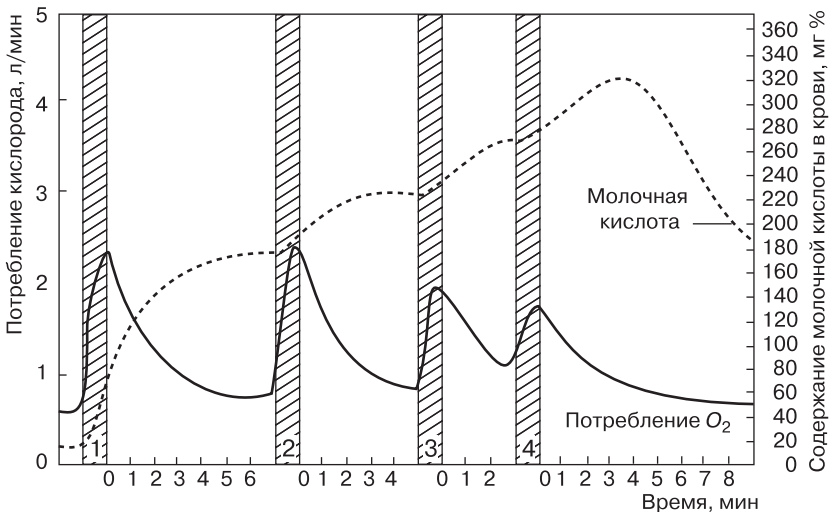
б) длина отрезков подбирается с таким расчетом, чтобы время работы длилось примерно от 20 с до 2 мин (дистанции от 50 до 200 м в плавании; от 200 до 600 м в беге и т.п. – Танзей, Така-ти и Киуши, 1960; Андерсен и др., 1960);

в) интервалы отдыха определяются динамикой гликолиза, о которой судят по содержанию молочной кислоты в крови. При работах типа указанных выше максимум содержания лактата в крови наблюдается не сразу после окончания работы, а несколько минут спустя, причем от повторения к повторению время максимума приближается к моменту окончания работы. Поэтому в данном случае рекомендуется делать интервалы отдыха постепенно сближающимися, в частности, между 1-м и 2-м повторениями – 5–8 мин; между 2-м и 3-м – 3–4 мин; между 3-м и 4-м – 2–3 мин (рис. 38);

г) заполнять интервалы отдыха другими видами работы в данном случае не следует. Нужно избегать лишь абсолютного покоя;

д) число повторений при работе со сближающимися интервалами отдыха обычно невелико (не свыше 3–4) из-за быстро развивающегося утомления. При этом уже к 3–4-му повторению отмечается большее содержание молочной кислоты в крови, что свидетельствует о значительной активности гликолитического процесса. Если пытаться продолжать работу дальше, то гликолитический механизм истощает свои возможности и энергетическое обеспечение деятельности переходит к аэробным реакциям. Скорость передвижения при этом падает. Учитывая сказанное, лучше всего такую повторную работу выполнять в виде серий, составленных из 3–4 повторений с сокращающимися интервалами отдыха. Время отдыха между сериями должно быть достаточным для ликвидации значительной части лактатного долга – не менее 15–20 мин. Новички и спортсмены низших разрядов могут выполнить, как правило, в тренировочном занятии не более 2–3 серий, хорошо тренированные спортсмены – до 4–6.

Описанные методики воспитания анаэробных возможностей разработаны с таким расчетом, чтобы осуществить относительно избирательное воздействие на один из анаэробных механизмов (креатинфосфатный или гликолитический). При практическом их применении следует наряду с этими нагрузками использовать и другие – более широкого воздействия.



**Рис. 38.** Изменение потребления  $O_2$  и содержания молочной кислоты в крови при повторном беге  $4 \times 400$  м (одна серия) с уменьшающимися интервалами отдыха (по Н.И. Волкову)

**III.2.4. Сочетание развития аэробных и анаэробных возможностей.** Общая схема этого сочетания следующая (Н.Н. Яковлев, 1955; Н.И. Волков, 1961): дыхательные возможности являются основой для развития анаэробных; гликолитические – основой для развития креатинфосфатного механизма (иначе: лактатные – основой для развития алактатных). Если у спортсмена будут хорошо развиты анаэробные возможности и плохо – дыхательные, то он сумеет образовать большой кислородный долг, но накопившиеся продукты анаэробного распада будут устраняться весьма медленно. Ведь быстрота оплаты кислородного долга определяется мощностью дыхательных механизмов. Поэтому если анаэробные нагрузки будут повторяться через малые интервалы отдыха, недостаточные для полного восстановления, то спортсмен быстро утомится, он попросту «задохнется» в обилии накопившихся аэробных продуктов. Отсюда правило: приступая к развитию анаэробных возможностей спортсмена, предварительно необходимо создать у него определенную базу дыхательных возможностей («общей выносливости»).

Сказанное объясняет необходимость воспитания аэробной производительности у представителей тех видов спорта, где работа проходит по преимуществу в анаэробных условиях. Плавание на 100 м длится у квалифицированных пловцов около одной минуты и обеспечивается в основном анаэробными источниками энергии. Если у пловца не будет хорошей «дыхательной базы», то он сможет 1 раз проплыть 100 м. Но сделать это в занятии достаточно большое число раз он окажется не в состоянии из-за того, что восстановление у него будет занимать чрезмерно много времени. Поэтому квалифицированные пловцы-спринтеры много плавают с умеренной интенсивностью на длинных отрезках (до 3–7 км). Другой пример: в хоккее с шайбой смену игроков проводят через каждые 1–2 мин. Сама деятельность осуществляется главным образом за счет анаэробных поставщиков энергии. Сумеет ли игрок отыграть это время с достаточной интенсивностью, зависит от его анаэробных возможностей. Но через 3–4 мин отдыха ему вновь придется выйти на поле, и то, насколько успеет у него произойти восстановление, будет определяться уже дыхательными возможностями этого спортсмена.

Аналогично обстоит дело с двумя составляющими анаэробных возможностей: воспитание способности использовать энергию гликолитического процесса («лактатной» выносливости) должно предшествовать совершенствованию способности работать за счет энергии креатинфосфокиназной реакции («алактатной» выносливости)). Это объясняется тем, что энергия гликолиза используется в первой фазе восстановления для ресинтеза креатинфосфата. Поэтому если гликолитические возможности



человека развиты недостаточно, то скорость восстановления запасов КрФ у него после напряженной кратковременной работы будет замедлена и это неминуемо отразится на работоспособности.

Последовательность воспитания различных сторон выносливости (например, в тренировочном цикле) должна быть такой: сначала дыхательные возможности («общая» выносливость), затем гликолитические и, наконец, «алактатные» возможности, определяемые способностью использовать энергию креатинфосфокиназной реакции. Что касается отдельного занятия физическими упражнениями, то здесь обычно целесообразной бывает обратная последовательность.

**III.2.5. Повышение устойчивости по отношению к неблагоприятным сдвигам внутренней среды** является важной стороной воспитания выносливости. При этом решаются 2 задачи: 1) повышение физиологических границ устойчивости (увеличение буферной емкости крови, тканевая адаптация к гипоксическим и гиперкапническим состояниям и т.п.); 2) повышение психологических границ устойчивости.

Повышение физиологических границ устойчивости осуществляется в процессе любой деятельности, в которой занимающийся доходит до состояния утомления. Если работа проходила в анаэробных условиях, то в крови и тканях накапливаются недоокисленные продукты обмена (молочная, пировиноградная кислоты и др.). Первое время действие этих метаболитов нейтрализуется буферными системами организма, но, как только их количество превзойдет емкость буферных систем, содержание этих продуктов обмена начинает увеличиваться. Их накопление в больших количествах сдвигает Р<sub>h</sub> крови в кислую сторону, что ведет к падению сократительных свойств мышц, и прежде всего – к развитию охранительного торможения в нервных центрах. Благодаря тренировке увеличивается емкость буферных систем и отодвигается порог впадения нервных центров в тормозное состояние.

Для повышения устойчивости организма помимо общих средств и методов воспитания выносливости используют специальные приемы, направленные на искусственное увеличение гипоксии и гиперкапнии. Чаще всего применяют дозированные задержки дыхания (С.В. Ильин, 1959, 1962; Т. Рачев, 1964). Делать это можно, например, так: пловец проплывает какую-либо дистанцию, делая вдох лишь один раз в 3–4 цикла движений. Таким путем создается в организме искусственный недостаток кислорода, что позволяет достигать значительных сдвигов во внутренней среде организма при относительно небольшом объеме и интенсивности нагрузки.

Очень близка к приемам этой группы специально организованная тренировка в горных условиях. Поскольку в высокогорье парциальное давление  $O_2$  понижено, то уже само пребывание там способствует повышению дыхательных возможностей (в частности, увеличению содержания гемоглобина в крови) и устойчивости по отношению к гипоксическим состояниям. Тренировка в этих условиях еще больше усиливает положительное влияние высокогорья (А.П. Фролов, 1958; А.Ф. Бойко, 1964).

Для проявления высоких показателей выносливости исключительное значение имеет обладание своеобразной разновидностью волевых качеств, которая в просторечии у спортсменов получила название «умения терпеть», т.е. способность стойко переносить весьма тяжелые ощущения утомления и, несмотря на них, продолжать работу. В упражнениях, требующих выносливости, соответствующая психологическая установка может намного повысить результат (Г.М. Морозов, 1958; А.Ц. Пуни, 1959; П.А. Рудик, 1960; А.С. Егоров, 1960; Ульрих и Бурке, 1957 и др.) и даже затормозить появление неблагоприятных физиологических сдвигов в организме (А.С. Егоров, 1962). Вопросы психологической подготовки спортсмена излагаются в специальной литературе; здесь мы их не рассматриваем.

**III.2.6. Дыхание и выносливость\*.** Хотя внешнее (легочное) дыхание не является обычно главным фактором, ограничивающим аэробные возможности (Отис, 1954; Слоним и др., 1957), оно все же имеет важное значение для выносливости человека. Постановка правильного дыхания – вообще одна из частных оздоровительных задач физического воспитания.

В покое и при умеренной физической нагрузке правильным является редкое глубокое дыхание, выполняемое через нос. При этом, проходя по воздухоносным путям, воздух несколько согревается и очищается (пыль оседает на слизистой оболочке носовой полости); положительное значение имеют также постоянные раздражения многочисленных веточек тройничного нерва, расположенных в носовой полости. Как известно, существуют три основных типа дыхания: грудное, диафрагмальное и смешанное. Наиболее рациональное – смешанное дыхание. Для проверки типа дыхания можно воспользоваться следующим простым приемом: положить одну руку на переднюю стенку живота,

---

\* В этом подразделе (III.2.6) термином «дыхание» обозначается лишь внешнее (легочное) дыхание.

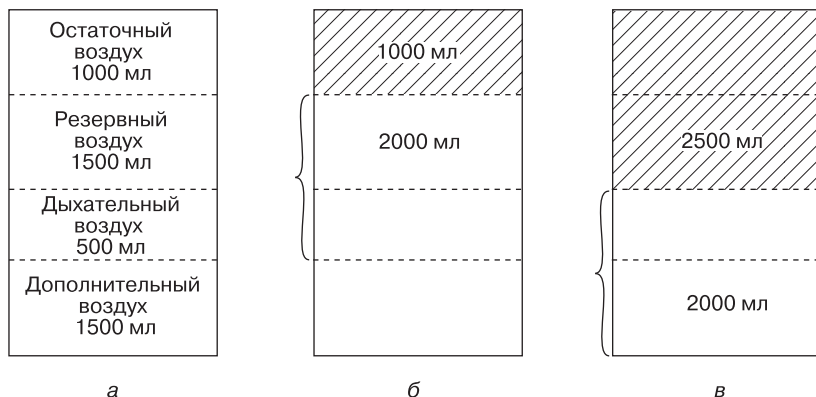
другую – на грудную клетку. При смешанном дыхании в начале вдоха несколько выпятится живот, затем вдох будет продолжен за счет подъема грудной клетки. Этот же прием используют при обучении дыханию, которое проводят сначала на месте, а потом в движении (ходьба, езда на велосипеде и пр.). Первое время такое выполнение дыхательных движений затруднительно и требует постоянного к себе внимания. Однако в дальнейшем оно становится привычным.

При напряженной физической работе, когда надо обеспечить максимальную легочную вентиляцию, правильным является частое, достаточно глубокое дыхание через рот (Ф.П. Сулов, 1955; В.В. Михайлов, 1960, 1961, а, б; Батлер, 1960). При редком дыхании и дыхании через нос не удастся достичь предельных величин вентиляции легких. Дыхания через рот во время напряженной мышечной работы не надо бояться – такая работа поневоле кратковременна, и никаких неблагоприятных влияний это оказать не может. При дыхании следует акцентировать внимание на выдохе, а не на вдохе (Д. Матеев и И. Русчуклиев, 1950). Тогда поступающий в легкие богатый кислородом дыхательный воздух смешивается с меньшим количеством остаточного и резервного воздуха, в котором содержание  $O_2$  значительно ниже, а содержание  $CO_2$  выше, чем в атмосферном воздухе (рис. 39).

О значении акцентированного выдоха свидетельствует следующий эксперимент (Н.Г. Озолин, 1959). Две группы женщин-новичков (всего 118 человек) бежали с недельным перерывом дистанцию 800 м. При второй проверке одной из групп было дано задание бежать с активным глубоким выдохом на протяжении всей дистанции. В этой группе средний результат улучшился на 13,5 с; в контрольной – лишь на 3,0 с.

Для совершенствования функции внешнего дыхания полезно применять специальные упражнения (так называемая «дыхательная гимнастика»).

В начале XX века значение «дыхательной гимнастики» многими преувеличивалось (Обзор, см. Г.А. Дюперрон, 1930); считали, что с ее помощью можно решить многие задачи оздоровления и повышения функциональных возможностей. При этом забывали, что легочное дыхание – это всего лишь одно звено в общей цепи дыхательного акта, смысл которого заключается в окислении продуктов обмена непосредственно в тканях тела. Интенсивность легочного дыхания должна строго соответствовать текущим потребностям организма. Если использовать дыхательную гимнастику как ведущее средство физического воспитания



**Рис. 39.** Соотношение легочных объемов при разных способах дыхания (схема):

*а* – легочные объемы, *б* – соотношение объемов при дыхании с усиленным выдохом; *в* – соотношение объемов дыхания с усиленным вдохом.

Заштрихованные участки – воздух с высоким содержанием  $CO_2$  и низким содержанием  $O_2$ . Фигурной скобкой отмечен атмосферный воздух, поступающий в легкие. При разных вариантах дыхания одно и то же количество «чистого» воздуха (2000 мл) смешивается в легких с различным количеством «отработанного» воздуха (соответственно 1000 и 2500 мл)

(такие попытки делались), то легочное дыхание систематически усиливается вне всякой связи с реальными потребностями организма в кислороде. Наступает дискоординация функции внешнего дыхания и остальных звеньев дыхательной цепи. Это, конечно, не может быть оправдано (А.А. Красуская, 1928; А.Н. Крестовников, 1929). Основным путем совершенствования дыхательной функции является повышение возможностей человека к выполнению напряженной мышечной работы. Однако специальные упражнения для дыхательного аппарата могут быть полезным дополнительным средством для избирательного воздействия на отдельные стороны функции внешнего дыхания (Д.П. Поляков, 1961; В.В. Михайлов, 1961 и др.).

Упражнения для дыхательного аппарата применяются с различной целью:

1) для обучения произвольному управлению дыхательным актом (например, дыхание по трехтактному циклу: вдох – пауза – выдох с поочередным постепенным увеличением длительности отдельных «тактов» от 3–5 до 20–25 с);

2) для увеличения силы дыхательных мышц (выдохи в воду, активное дыхание в неудобном статическом положении, дыхание в маске, дыхание с перебинтованной эластичными бинтами грудью и т.п.);

3) для повышения максимальной легочной вентиляции и подвижности грудной клетки (частое и глубокое дыхание с различной интенсивностью вплоть до максимальной);

4) для увеличения жизненной емкости легких (медленное глубокое дыхание с максимальной амплитудой дыхательных движений).

Все упражнения для дыхательного аппарата, связанные с активацией дыхания, лучше делать не в покое, а при легкой физической нагрузке (например, во время ходьбы). Значительная гипервентиляция легких в покое ведет к вымыванию углекислоты (гипокапния), что, в свою очередь, может привести к сужению кровеносных сосудов мозга и головокружениям.

### **III.3. МЕТОДИКА ВОСПИТАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ВЫНОСЛИВОСТИ**

**III.3.1. Особенности воспитания выносливости в работах различной интенсивности.** Утомление при работах максимальной интенсивности определяется быстротой исчерпания анаэробных ресурсов, в частности, КрФ, а также торможением нервных центров, развивающимся в результате их большой активности. При воспитании выносливости в работах максимальной интенсивности стоят 2 задачи: 1) повышение уровня анаэробных возможностей (в равной мере как фосфокреатинового, так и гликолитического механизмов); 2) увеличение дееспособности нервных центров в специфических условиях работы максимальной интенсивности\*. Методика воспитания анаэробных возможностей описана выше (в III.2.4). Для решения второй задачи используют прохождение соревновательной дистанции с предельной скоростью. Во избежание появления «скоростного барьера» этот вид работы нельзя повторять часто.

В зоне максимальной интенсивности мы встречаемся с единственным случаем, когда для воспитания выносливости систематически используются отрезки, равные или даже большие, чем соревновательная дистанция. При воспитании выносливости в работах субмаксимальной, большой и умеренной интенсивно-

---

\* У начинающих выносливость в работах максимальной мощности зависит также от степени устойчивости по отношению к гипоксическим состояниям. На это указывают данные Кюна (1959), нашедшего у новичков значительную корреляцию между продолжительностью произвольной задержки дыхания и временем бега на 100 м. У спортсменов такой зависимости нет.

сти основным средством является преодоление отрезков меньших, чем соревновательная дистанция. (Интересно, что примерно до 30-х годов считалось правильным применять в тренировке главным образом дистанции длиннее соревновательной. Например, бегуны на 10 км пробегали в занятии 1 раз 12 или 15 км; лыжники, готовясь к гонке на 50 км, проходили в тренировке 70-километровую дистанцию и т.п.) Выбор относительно коротких отрезков вызван стремлением приучить занимающегося к передвижению на более высоких скоростях, чем он это в состоянии сделать сейчас. Поскольку он не может сохранять эту более высокую скорость длительное время, то дистанцию делают короче. Однако однократное прохождение такой короткой дистанции окажет слишком малое воздействие на организм. Поэтому эту дистанцию проходят в тренировке несколько раз, добываясь большего тренировочного эффекта. Конкретные особенности воспитания выносливости в работах субмаксимальной, большой и умеренной интенсивности определяются спецификой требований к организму, предъявляемых в каждой из зон. Чем короче дистанция, тем большую роль играют анаэробные процессы, тем более важна способность выполнять работу в условиях недостатка кислорода. Наоборот, с увеличением дистанции возрастает значение аэробных реакций, совершенной деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. При воспитании выносливости в каждой из этих зон стоят три основные задачи:

1) повышение анаэробных возможностей (главным образом их гликолитического компонента);

2) улучшение аэробных возможностей, в частности, совершенствование деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем;

3) повышение физиологических и психологических границ устойчивости по отношению к сдвигам внутренней среды, вызванным напряженной работой.

В ряде случаев существенное значение имеет также совершенствование механизмов локальной выносливости мышечных групп, несущих основную нагрузку, и ряд других сторон.

В зависимости от длины дистанции меняется удельный вес средств и времени, отводимых на решение этих задач. Чем длиннее дистанция, тем большее внимание уделяется воспитанию аэробных возможностей. Наоборот, чем короче дистанция, тем больше надо работать над совершенствованием анаэробных механизмов.

Современные методы воспитания выносливости, используемые в тренировке квалифицированных спортсменов, связаны с выполнением очень большого объема работы как в одном занятии (табл. 25), так и в годичном цикле. Например, некоторые спортсмены-ходоки (по данным А.Л. Фруктова) проходили за день до 100 км! Известный французский стайер Аллен Мимун пробежал за годы своей спортивной карьеры 85 000 км. Напомним, что окружность земного шара по экватору равна 40 000 км и Магеллан, впервые обогнувший землю, потратил на это 3 года.

Таблица 25

**Максимальные дозировки в тренировочных занятиях  
некоторых стайеров** (по данным Н.Г. Озолина, 1959)

Спортсмен	Тренировочная работа, выполняемая в одном занятии
В. Куц	Зимой 40–50 раз по 400 м Весной 80×400 м Летом 20–40×400 м
Э. Затопек	Зимой до 130×400 м в три приема за день Весной 40×400 м Летом 60×400 м
Н. Попов	Зимой 70×100 м или 400×200 м с интервалами по 100 м, заполненными бегом «трусцой» Весной и летом 40×400 м с интервалами 100 м

В последние годы наблюдается тенденция к сокращению объема тренировочной нагрузки и увеличению ее интенсивности за счет большей скорости передвижения.

При воспитании выносливости следует, конечно, учитывать не только длину дистанции, но и индивидуальные особенности учеников. При этом важно помнить, что одна и та же дистанция в зависимости от подготовленности занимающихся может относиться к различным зонам относительной мощности. Так, для мастера высокого класса, пробегающего 800 м быстрее 1.45,0, эта дистанция приближается к спринту; для новичков же, затрачивающих на ее преодоление более 3–3,5 мин, она близка к длинным дистанциям. Поучительными являются результаты следующего эксперимента (Н.Г. Озолин, 1959). Три группы женщин-новичков (всего 285 чел.) тренировались в беге на 800 м. В группе № 1 на первом этапе тренировки дистанция постоянно увеличивалась от 600 до 2000 м при сохранении постоянной (сравнительно невысокой) скорости бега. На втором этапе дистанция постепенно уменьшалась от 2000 до 800 м, а скорость, насколько это удавалось, увеличивалась. В группе № 2 использовался повторный бег 4×200 м с интервалами отдыха в 5 мин и скоростями выше средней скорости бега на 800 м. Наконец,

в группе № 3 давалось задание в каждом занятии пробегать 800 м в возможно лучшее время. В этой группе однообразная работа очень быстро наскучила занимающимся, они потеряли желание тренироваться, и к концу эксперимента время бега у них даже ухудшилось. Результаты эксперимента представлены в табл. 26.

Таблица 26

**Сравнительная эффективность различных методов воспитания выносливости у начинающих**  
(по Н.Г. Озолину)

№ группы	Число испытуемых	Бег на 100 м (средний прирост в с)	Бег на 800 м (средний прирост в с)	Примечание
1	87	1,16	19,9	В промежуточной прикидке было улучшение на 13,3 с
2	71	1,84	11,4	
3	127	0,90	Ухудшение на 4,5	

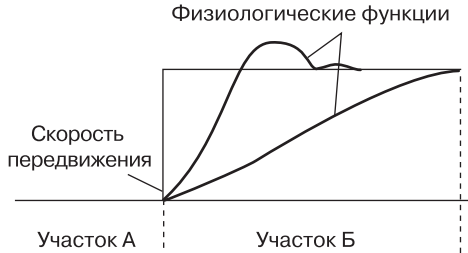
Видно, что наибольшее улучшение результата достигнуто в группе № 1, где сначала путем малоинтенсивной длительной работы был поднят уровень аэробных возможностей испытуемых, а затем уже на этой основе применялись более интенсивные нагрузки.

**III.3.2. Особенности воспитания выносливости в работах переменной интенсивности.** Сохранение приблизительно постоянной интенсивности работы облегчает достижение лучшего результата (Христенсен и Хёгберг, 1950; Мэтьюз с сотр., 1963; В.В. Михайлов, 1963, а, б, 1965). Однако условия спортивной борьбы нередко вынуждают значительно изменять интенсивность работы по ходу ее выполнения. Далеко не каждый спортсмен может это делать. Данную способность нужно специально воспитывать.

Рассмотрим, что происходит с различными физиологическими показателями при внезапном изменении интенсивности работы. Допустим, что наш испытуемый бежит со скоростью, близкой к критической, и находится в условиях истинного устойчивого состояния. Показатели отдельных функций будут в это время примерно на одном и том же уровне (рис. 40, участок А). При внезапном увеличении скорости бега активизируется деятельность различных физиологических систем, которые должны теперь перестроиться на новый, более высокий, уровень активности. Однако эта перестройка не может произойти мгновенно, на это нужно некоторое время. В течение этого времени (см. рис. 40, участок Б) будет наблюдаться несоответствие между текущими потребностями организма и уровнем активности вегетативных систем. Кроме того, различные физиологические показатели будут перестраиваться на новый уровень с разной скоростью, например частота сердца увеличится почти сразу, а расширение кровеносных капилляров в мышцах произойдет лишь некоторое время спустя. При этом потеряется слаженность в работе



всех этих систем. Поскольку при надкритических скоростях даже небольшое увеличение скорости передвижения ( $V$ ) ведет к значительному росту кислородного запроса (в беге он увеличивается примерно пропорционально  $V^3$ ), то происходит существенное увеличение кислородного долга. Субъективно все это выражается в виде весьма тягостных ощущений развившегося утомления; продолжение работы требует значительных волевых усилий.



**Рис. 40.** Изменение деятельности физиологических функций при внезапном увеличении скорости передвижения (условная схема)

В процессе воспитания выносливости в работах переменной интенсивности совершенствуется быстрота переключения физиологических функций на новый уровень работы, повышается способность к одновременной перестройке всех органов и систем. С этой целью для прохождения дистанции используют различные по интенсивности и длительности ускорения (спурты). Постепенно интенсивность спуртов возрастает, а длительность становится все более разнообразной – от 3–5 с до 1–1,5 мин. Огромное значение при этом имеет воспитание волевых качеств: надо уметь заставлять себя продолжать работу с необходимой интенсивностью, несмотря на ее тяжесть.

Классическим примером специальной тренировки выносливости в работах переменной интенсивности служит подготовка В. Куца к Олимпийским играм 1956 г. в Мельбурне. Основным вероятным противником В. Куца был англичанин Г. Пири, отличавшийся очень хорошим финишным ускорением. До этого были случаи, когда В. Куц, всю дистанцию ведя Г. Пири за собой, все же проигрывал бег на последних метрах. В процессе подготовки (совместно с тренером Г.И. Никифоровым) был принят план измотать Г. Пири рывками во время бега по дистанции. В соответствии с этим тренировка была построена на основе бега с переменной интенсивностью: частые разнообразные ускорения выполнялись от начала до конца бега по дистанции или кросса. В результате на Олимпийских играх В. Куц настолько вымотал Г. Пири беспрерывными рывками, что тот еле закончил дистанцию и не попал даже в число призеров.

**III.3.3. Особенности воспитания выносливости в единоборствах и спортивных играх.** В этих видах упражнений мы встре-

чаемся с работой, непрерывно изменяющейся как по интенсивности, так и по форме движений.

Изменения интенсивности могут быть настолько большими, что фактически вся встреча (игра, партия) распадается на большое число периодов работы, чередуемых с интервалами отдыха. Например, в теннисе время активных действий составляет около 30% всего времени игры (А.П. Скородумова, 1965). Поэтому выносливость спортсмена в этих видах спорта будет зависеть не только от того, как быстро он устает, но и от того, как скоро происходит у него восстановление после работы. Для выносливости в играх и единоборствах большое значение имеет экономность движений, умение не тратить зря силы, что является следствием высокой техники и умения расслаблять мышцы (см. IV.2.1). Например, при удержании противника в борьбе самбо некавалифицированный спортсмен тратит большие усилия, опытный боец делает это с минимальной затратой энергии (Е.М. Чумаков, Н.Г. Кулик). В этих видах спорта выносливее окажется не только тот, кто меньше устанет, выполнив определенную работу, но и тот, кто сможет сделать меньшую работу, чем его противник (разумеется, если это не идет в ущерб исходу встречи).

Для представителей данных видов спорта существенное значение имеют как аэробные, так и анаэробные возможности. Если в минуты наиболее напряженной деятельности она осуществляется в основном за счет анаэробных процессов, то быстрота восстановления в периоды относительного «затишья» определяется мощностью аэробных механизмов. В самих единоборствах и играх трудно добиться избирательного воздействия на отдельные функции организма; весьма затруднительна здесь и точная дозировка нагрузки. Поэтому представители этих видов спорта широко используют для воспитания выносливости (прежде всего ее аэробных компонентов) различные циклические упражнения: передвижение на лыжах, кроссовый бег, греблю и т.п. Однако с помощью лишь этих упражнений, без применения упражнений своего вида спорта, нельзя добиться высокого уровня специальной выносливости.

Использовать упражнения типа игры и единоборств для воспитания выносливости можно тремя путями.

Первый – сохранять интенсивность и длительность работы равными соревновательным. Например, в футболе играть двустороннюю игру 2 тайма по 45 мин. Этот метод будет давать хорошие результаты лишь на начальных этапах занятий.

Второй – увеличивать длительность встречи и соответственно снижать интенсивность (по сравнению с той, которая имеет место на соревнованиях). Например, в борьбе проводить схватки 30–60 мин. Данный метод полезен для совершенствования аэробных возможностей в специфических условиях игры или единоборства, достижения экономичности движений и расслабления, воспитания волевых качеств.

Третий – увеличивать интенсивность и вследствие этого несколько сокращать длительность встречи. Для усиления воздействия такие короткие периоды работы повторяют несколько раз. Подобное распределение нагрузки и отдыха в последние годы стали называть интервальным методом. В данной ситуации он сводится к следующему (Нейгебауэр, 1961). Общее время игры или встречи делится на ряд периодов (в волейболе, теннисе, фехтовании, где встречи ведутся до победы, берется примерное среднее время встречи). Например, все время игры в футболе (2×45 мин) делится на 6 периодов по 15 мин, при этом занимающимся дают указание играть в высоком темпе. Постепенно с ростом тренированности игроков время отдыха между периодами сокращается, исключая лишь тот перерыв, который обусловлен правилами соревнований.

**III.3.4. Особенности воспитания выносливости в упражнениях силового характера.** Выносливость в каком-либо силовом упражнении обычно характеризуется числом возможных повторений этого упражнения (предельным количеством подтягиваний, приседаний на одной ноге и т.п.) или предельным временем сохранения позы\*. Так же, как и во всех аналогичных случаях, здесь существуют абсолютные и парциальные показатели выносливости. При оценке абсолютных показателей не учитывают различий в уровне силы (например, всем предлагают выжимать или удерживать штангу одного и того же веса). Наоборот, при использовании парциальных показателей обследуемых уравнивают по их силовым возможностям (к примеру, предлагают выжимать

---

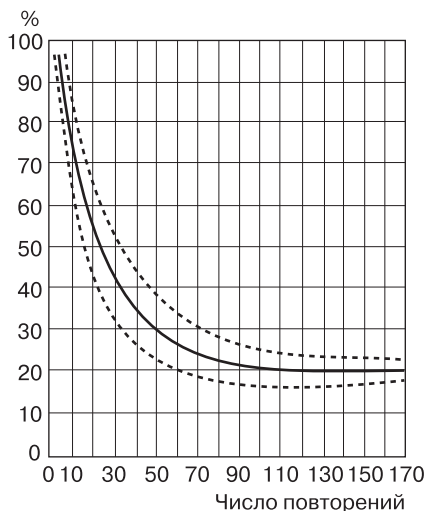
\* Используют также 2 других показателя:

- а) наименьшее время на выполнение силового упражнения (например, подняться на канате на 5 м, подтянуться 6 раз и т.п.);
- б) наибольшее число движений в фиксированное время (например, в задании присесть как можно больше в течение 10, 20 или 30 с).

В случаях когда величина преодолеваемого сопротивления невелика, между максимально возможным числом повторений (без ограничения времени) и наибольшим числом движений в ограниченное время нет связи: увеличение в результате тренировки одного из этих показателей не сказывается на другом (Кейпен, 1951).

штангу весом 50% от уровня максимальной силы). Важным является вопрос о зависимости показателей выносливости от уровня силы. Абсолютные показатели выносливости значительно зависят от силы (Эльбел, 1949; Бергер, 1963; Старт и Грэхем, 1964; Колдуэл, 1964; А.А. Жалей, 1964; Н.Г. Кулик, 1965 и др.): люди с большей силой могут и большее число раз выполнить силовое упражнение (табл. 27, по В.М. Зацюрскому и Н.Г. Кулику).

Однако эта зависимость наблюдается лишь, если величина силового напряжения достаточно велика: не менее 20–30% от уровня максимальной силы. При меньших отягощениях число возможных повторений или длительность поддержания веса быстро растет (рис. 41) и практически не зависит от максимальной силы (Ромерт, 1960; Лилль и др., 1963). Парциальные показатели выносливости не зависят от силы (Фессар, Ложье и Ньюэль, 1933; А.А. Шейдин и И.Н. Курбатова, 1936; А. Шабашова, 1939; В.В. Скрябин, 1958; И.Г. Беляев, 1959; Колдуэл, 1963, 1964 и др.); более того, между ними нередко находят (Хеттингер, 1953; Таттл с сотр., 1955; Данн, 1960 и др.) отрицательную корреляцию.



**Рис. 41.** Связь между отягощением (в % к максимальному весу) и числом повторных жимов штанги у штангистов (В.М. Зацюрский, Н.И. Волков, Н.Г. Кулик, 1965).

Сплошная линия — выровненные методом наименьших квадратов средние значения; пунктирная — стандартные отклонения от средней ( $\pm \sigma$ )

Сказанное о зависимости между силой и выносливостью поясняет следующий пример: допустим, есть два спортсмена с лучшими результатами в жиме штанги — соответственно 100 и 60 кг. Очевидно, что штангу весом 50 кг первый спортсмен выжмет большее число раз; здесь его абсолютные показатели выносливости будут выше. Если тем же спортсменам дать выжимать предмет весом 10 кг (меньше 20% максимальной силы обоих спортсменов), то нельзя сказать заранее, кто из них окажется выносливее. В данном случае выносливость (число повторений) не зависит от уровня силы. Наконец, когда оба спортсмена будут выжимать вес 50% их максимальной силы (соответственно 50 и 30 кг), то опять-таки неясно, кто будет выносливее. И здесь выносливость не зависит от силы.

**Связь между результатом в жиме лежа и максимальным  
числом жимов штанги**  
(число случаев, встретившихся в соответствующем интервале)

Число подъемов	Максимальная сила испытуемых (кг)				
	55	60	65	70	75
<b>Поднимаемый вес 40 кг</b> ( $r = +0,732$ )					
31-35					3
26-30			1	4	4
21-25		4	2	2	4
16-20		4	5	8	
11-15	3	2	1		
6-10	3	3			
0-5	1				
<b>Поднимаемый вес 50 кг</b> ( $r = +0,903$ )					
22-24					1
19-21					1
16-18			1	3	3
13-15			2	8	4
10-12		3	5	5	3
7-9	1	5	3		
4-6	4	4			
0-3	3				

Поскольку ни в жизни, ни в спорте никогда не уравнивают людей по их силе, то практически нас интересуют лишь абсолютные показатели выносливости. Как уже было отмечено, эти показатели существенно зависят от уровня силы, и притом тем больше, чем большее сопротивление приходится преодолевать. Поэтому если необходимо повторно преодолевать значительные сопротивления (примерно больше 75–80% от уровня максимальной силы), то в данном случае выносливость вообще можно специально не тренировать, ограничившись лишь воспитанием силы (Мак-Клой, 1948; Кейпен, 1951; А.А. Жалей, 1965 и др.) При меньших сопротивлениях надо уделять внимание воспитанию как силы, так и выносливости. Например, если у гимнаста не хватает «выносливости», чтобы удержать упор руки в стороны («крест») в течение 3 с, то тренировать ему все-таки надо силу, а не выносливость. Но если гимнаст выполняет в одной комбинации 4 креста и не может выполнить 5, то тренировать ему надо выносливость (наравне с силой). При воспитании выносливости в данном

случае используют повторное выполнение силовых упражнений с величиной сопротивления от 35 до 80% от максимального. Эти упражнения выполняются «до отказа».

Во многих случаях эффективным и практически удобным методом воспитания выносливости в силовых упражнениях является так называемый «круговой метод» (*Circuittraining, das Kreistraining*), получивший сейчас широкое распространение на Западе. Он заключается в том, что группа делится на несколько (6–10) отделений по числу снарядов (или рабочих мест). На каждом снаряде (рабочем месте) занимающийся выполняет одно упражнение, после чего немедленно переходит к другому, и так далее по кругу (рис. 42).

**III.3.5. Эмоциональное утомление.** В процессе физического воспитания очень часто эмоциональный компонент утомления накладывается на утомление, вызванное мышечной работой, усугубляя его (И.С. Пиралишвили, 1960, 1962). Например, у боксеров восстановление после боя на соревновании протекает гораздо дольше, чем после значительно большей физической нагрузки на тренировке. Вообще в эмоциональном отношении ответственные соревнования являются чрезвычайно большой нагрузкой; восстановление работоспособности после них затягивается на несколько суток.

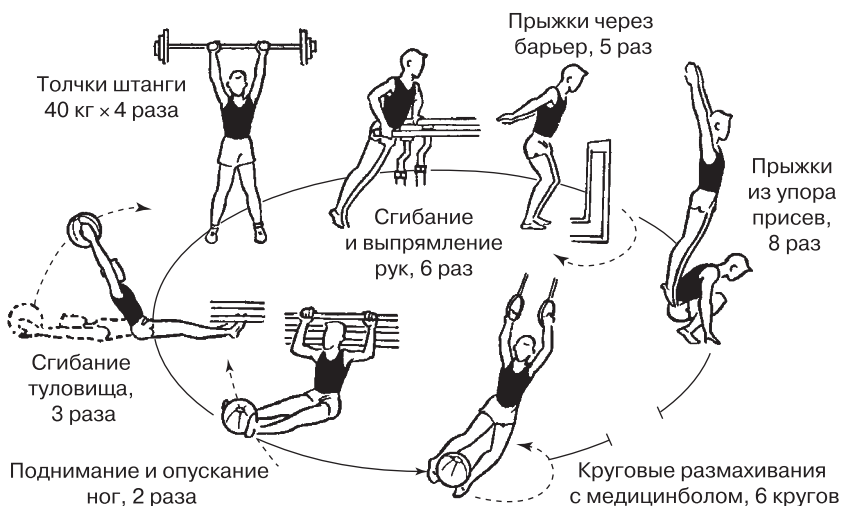


Рис. 42. «Круговой метод». Один из возможных вариантов (по Х. Дёблеру и др., 1962)

В целях уменьшения явлений эмоционального утомления рекомендуется:

1) на тренировочных занятиях по возможности ограничивать появление отрицательных эмоций (страха и т.п.). Например, гимнаст, недавно начавший делать самостоятельно какой-либо опасный элемент (сальто), может сделать его лишь очень небольшое число раз. Устранив страх надежной страховкой, можно значительно увеличить число повторений. Конечно, рано или поздно надо будет начать делать этот элемент без страховки, но преподаватель обязан учитывать при этом эмоциональную нагрузку, не увеличивая ее чрезмерно;

2) на соревнованиях в тех случаях, когда спортсмену придется стартовать несколько раз (наличие предварительных и финальных состязаний и т.п.), он должен владеть умением, образно говоря, «не сгорать» уже на первых попытках;

3) при наступившем эмоциональном утомлении надо отвлечься, не думать о соревнованиях и т.п. Полезны прогулки, катание на лодках. Если нарушен сон\*, а в ближайшие дни снова предстоят соревнования, то полезны медикаментозные препараты, успокаивающие нервную систему (бромиды и т.п.). Их применение может назначать только врач.

---

\* При эмоциональном утомлении затруднено засыпание; при физическом утомлении, наоборот, человек засыпает легко. Разное влияние на сон – простой признак для различения физического и эмоционального утомления.

## Глава IV МЕТОДИКА ВОСПИТАНИЯ ЛОВКОСТИ, ГИБКОСТИ И ДРУГИХ КАЧЕСТВ

### IV.1. ЛОВКОСТЬ И МЕТОДИКА ЕЕ ВОСПИТАНИЯ

**IV.1.1. Ловкость как физическое качество. Определение понятия\***. Всякое произвольное движение направлено на решение какой-либо конкретной задачи (так называемой двигательной задачи — Н.А. Бернштейн, 1935, 1947, 1960): прыгнуть как можно выше, поймать мяч, поднять штангу и т.п. Это задание может быть различной сложности. Сложность двигательной задачи определяется многими причинами, в частности требованиями к согласованности одновременно или последовательно выполняемых движений (требованиями к координации движений). Координационная сложность двигательных действий служит первым мерилем ловкости.

Двигательная задача будет выполнена, если движение соответствует ей по своим пространственным, временным и силовым характеристикам, т.е. если оно достаточно точно. Понятие точность движения включает в себя: 1) точность пространственных; 2) тонкость временных; 3) точность силовых характеристик движения. Точность движения, т.е. степень его соответствия требованиям двигательной задачи, является вторым мерилем ловкости.

Два дополнения к сказанному.

1. Точность движений имеет своим следствием достижение высокой экономичности — то же движение начинает выполняться с меньшей затратой мышечных усилий и энергии. Поэтому в каче-

---

\* Из всех физических качеств понятие о ловкости наименее точно определено и вызывает наибольшие разногласия. Как и при изложении других качеств, мы вводим определение понятия без обсуждения существующих точек зрения. При этом в той или иной мере использованы работы Н.А. Бернштейна (1947), А.Д. Новикова (1949), Н.Г. Озолина (1949, б), В.С. Фарфеля (1959, б), Л.П. Матвеева (1959).



стве измерителя ловкости иногда используют какие-либо показатели экономичности движений. Пример: дают испытуемым какую-либо стандартную нагрузку (скажем, езду на велоэргометре определенной мощности и продолжительности), методом непрямой калориметрии определяют у них величину энерготрат. При этом разные люди тратят на выполнение одной и той же работы различное количество энергии. В качестве показателя ловкости можно взять, например, коэффициент полезного действия (КПД – отношение затраченной энергии к выполненной работе).

2. В научных исследованиях ловкости точность движений измеряют с возможной тщательностью, стремясь получить количественную оценку допущенных ошибок по всем характеристикам движения. В процессе физического воспитания такая скрупулезность не всегда нужна; чаще здесь ограничиваются самим фактом выполнения движения (поймал мяч – не поймал; сделал подъем разгибом – не сделал и т.п.) и некоторыми наиболее доступными измерениями.

Все движения, с которыми приходится сталкиваться в быту и в физическом воспитании, можно условно разделить на 2 группы: 1) относительно стереотипные; 2) нестереотипные\*.

Примером первых будут: бег по легкоатлетической дорожке, легкоатлетические метания и прыжки, гимнастические упражнения, ходьба по ровной поверхности. Примером вторых – движения в спортивных играх, единоборствах, слаломе, кроссе и т.п.

Точность в стереотипных движениях зависит, в частности, от того, как долго человек обучался их выполнению. Если он начинает «с ходу» выполнять новые для него движения, то его, очевидно, следует считать более ловким, чем того, кто затрачивает на их освоение большее количество времени. Поэтому одним из показателей ловкости может быть время, необходимое для освоения движения.

---

\* Условность этого деления объясняется тем, что абсолютно стереотипных движений в природе нет. При детальном анализе выясняется (Н.А. Бернштейн, 1947), что если иногда и достигается относительная стереотипность движения, то это возможно лишь за счет нестереотипной работы нервно-мышечного аппарата (Кнезе, 1956; К.М. Фиделюс, 1959; Я.Л. Славущкий, 1962 и др.). Между мышечным напряжением и результирующим движением нет однозначной связи; зависимость между ними выражается дифференциальным уравнением не ниже 2-го порядка (Н.А. Бернштейн, 1935). Общим решением подобных уравнений являются, как известно, семейства кривых; частное решение, соответствующее какому-либо конкретному случаю, зависит от начальных условий.

В нестереотипных движениях также многое зависит от времени, в частности, от времени между сигналом к движению и началом его выполнения. Если обстановка меняется внезапно и это время мало, то нужна большая ловкость, чтобы выполнить движение. Наоборот, если характер движения известен заранее, выполнить его легче. Здесь мерилom ловкости является то минимальное время, которое достаточно человеку для выполнения движения с требуемой точностью.

Учитывая все сказанное, ловкость можно определить как, во-первых, способность овладевать новыми движениями (способность «быстро обучаться») и, во-вторых, как способность быстро перестраивать двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки.

Измерителями ловкости являются: 1) координационная сложность задания; 2) точность его выполнения; 3) время выполнения, в частности, либо время, необходимое для овладения должным уровнем точности, либо минимальное время от момента изменения обстановки до начала ответного движения (детальные характеристики движения заранее неизвестны).

Мы видим, что ловкость – это сложное, комплексное качество, не имеющее единого критерия для оценки. В каждом отдельном случае в зависимости от условий выбирают тот или иной измеритель. При этом остальные условия задания стараются делать неизменными.

Ловкость – довольно специфичное качество (о причинах этого смотри ниже в IV.1.2). Можно, например, отличиться хорошей ловкостью в спортивных играх и недостаточной – в гимнастике. С помощью специальных математических методов (корреляционный, факторный анализ и др.) показано, что люди, быстрее остальных овладевшие какими-либо движениями, могут в других случаях при обучении иным движениям быть в числе последних (Вудроу, 1939; Мак-Гроу, 1949; Флейшман, 1962 и др.). Однако если движения похожи в некотором отношении друг на друга, то между скоростью овладения ими есть корреляция (Мак-Гроу, 1949). Жизненно важной является разновидность ловкости, проявляющаяся в умелых и точных движениях руками при относительно малоподвижном туловище («ручная ловкость», немецкое – *Handgeschicklichkeit*, английское – *manual skills, fine skills*). С необходимостью именно таких проявлений ловкости мы встречаемся обычно в трудовых процессах (работа за станком, у пульта управления, со слесарным и столярным инструментом и т.п.). Эта разновидность ловкости мало связана с ловкостью, проявляемой в физических упражнениях, где перемещаются большие сегменты тела (*gross motor skills* – Хемпель и Флейшман, 1955). Однако в начале овладения подобным «ручным» навыком спортсмены все же показывают большую скорость обучения (Пирьова и др., 1961).

**IV.1.2. Физиологические и психологические основы ловкости.** Любое движение, сколь бы новым оно ни казалось, выполняется всегда на основе старых координационных связей. Схематически можно представить, что человек каждый раз «строит» новое движение из большого числа элементарных координационных «кусочков», каждый из которых был освоен и закреплён в процессе предшествующего двигательного опыта (подробнее см. Н.А. Бернштейн, 1960). Чем больше запас условно-рефлекторных двигательных связей, чем большим объёмом двигательных навыков владеет человек, тем легче он овладевает новыми движениями, тем выше его ловкость (по этому вопросу есть большая литература; Обзоры, см. Мор, 1960; Флейшман, 1962; Фиттс, 1962 и др.).

Ловкость значительно зависит от деятельности анализаторов, в частности, двигательного. Чем совершеннее способность человека к точному анализу движений, тем выше и его возможности к быстрому овладению движениями и их перестройке. Так, в одном из экспериментов было показано, что у новичков показатели кинестезии (двигательного чувства) дают корреляцию около 0,5 со скоростью обучения движениям (Филлипс и Саммерс, 1954). Ещё более высокие величины корреляционных зависимостей нашёл в нашей лаборатории В.Ф. Тюветский (1965). Иначе говоря, чем выше были у занимающихся возможности к точному ощущению и восприятию собственных движений, тем быстрее они овладевали новыми кавыками.

С психологической точки зрения ловкость зависит от полноценности восприятия собственных движений и окружающей обстановки, инициативности. Тесно связана она с быстротой и точностью сложных двигательных реакций (А.Ц. Пуни, 1959; П.А. Рудик, 1960 и др.).

**IV.1.3. Основы методики воспитания ловкости.** Воспитание ловкости складывается, во-первых, из воспитания способности осваивать координационно сложные двигательные действия, во-вторых, из воспитания способности перестраивать двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки (Л.П. Матвеев, 1959). Существенное значение имеет также повышение точности восприятия своих движений в пространстве и времени («чувство пространства», «чувство времени»). Основной путь в воспитании ловкости – овладение новыми разнообразными двигательными навыками и умениями. Это приводит к увеличению запаса двигательных навыков и положительно сказывается на функциональных возможностях двигательного анализатора.

Желательно, чтобы обогащение занимающихся новыми навыками проходило более или менее непрерывно. Показано, что если человек долго не обучался новым движениям, то его способность к обучению (*motor educability*) снижается. Например, гимнасты-мастера, на протяжении нескольких лет не разучивавшие новые элементы, затем осваивают неизвестные для них движения с гораздо большим трудом, чем многие перворазрядники. Если на какой-либо длительный период не запланировано овладение новыми движениями, то и тогда нужно время от времени предлагать занимающимся выполнять неизвестные им упражнения. Поскольку они даются не ради овладения ими самими, а лишь для того, чтобы занимающиеся испытали какие-то новые двигательные ощущения, то такими упражнениями не обязательно овладевать до высоких степеней совершенства. Важно лишь попробовать их выполнить. В тренировочный процесс такие «двигательные безделушки» включаются обыкновенно в день, отведенный для активного отдыха.

При воспитании ловкости как способности овладевать новыми движениями могут быть использованы любые упражнения, но лишь постольку, поскольку они включают элементы новизны. По мере автоматизации навыка значение такого физического упражнения как средства воспитания ловкости уменьшается.

Для воспитания ловкости как способности быстро и целесообразно перестраивать двигательную деятельность применяются упражнения, связанные с мгновенным реагированием на внезапно меняющуюся обстановку (спортивные игры, единоборства, слалом).

Изменение нагрузок, направленных на развитие ловкости, идет по пути повышения координационных трудностей, с которыми должны справляться занимающиеся. Эти трудности слагаются в основном из требований: 1) к точности движений; 2) к их взаимной согласованности; 3) к внезапности изменения обстановки.

Упражнения, направленные на развитие ловкости, относительно быстро ведут к утомлению. В то же время их выполнение требует большой четкости мышечных ощущений и дает малый эффект при наступлении утомления. Поэтому при воспитании ловкости используют интервалы отдыха, достаточные для относительно полного восстановления, а сами упражнения стараются выполнять, когда нет значительных следов утомления от предшествующей нагрузки.

В процессе воспитания ловкости используются разнообразные методические приемы, стимулирующие более высокие проявления двигательной координации.

Некоторые их примеры приводятся ниже (по Л.П. Матвееву, переработано):

Содержание методического приема	Примеры
1. Применение необычных исходных положений	Прыжок в длину стоя спиной к направлению прыжка
2. «Зеркальное» выполнение упражнений	Метание диска левой рукой (для правшей)
3. Изменение скорости или темпа движений	Выполнение упражнений в ускоренном темпе
4. Изменение пространственных границ, в которых выполняется упражнение	Метание диска или молота из уменьшенного круга, уменьшение площадки для игры
5. Смена способов выполнения упражнений	Прыжки в высоту разными способами
6. Усложнение упражнения дополнительными движениями	Опорный прыжок с дополнительным поворотом перед приземлением
7. Изменение противодействий занимающихся при групповых или парных упражнениях	Применение различных тактических комбинаций в игре; проведение встреч с различными партнерами

Поскольку ловкость определяет быстроту овладения новыми движениями, можно сказать, что «тренировать ловкость – значит тренировать тренируемость» (т.е. чем выше у человека ловкость, тем быстрее у него будут улучшаться результаты в физических упражнениях). Это меткое определение принадлежит академику Л.А. Орбели (1948). Им же отмечена одна весьма опасная ошибка в методике воспитания ловкости. Она состоит в излишнем буквальном следовании педагогическому правилу «от простого к сложному», когда полагают, что поскольку сложные движения (например, бег) состоят из многих простых (например, движений в коленном и других суставах ног), то надо сначала овладеть этими простыми движениями, а затем их уже объединить в более сложные. Это приводит к стремлению разложить все мыслимое множество движений на элементарные компоненты, постепенно их затем объединяя во все более сложные формы. В более или менее открытом виде эта идея была представлена в ряде гимнастических систем прошлого (в частности, и в системе физического образования П.Ф. Лесгафта\*), где преимущественное внимание уделялось совершенствованию в так называемых аналитических упражнениях. Но при этом не обращали внимания на то, что естественный путь развития двигательных возможностей человека не таков. Для ребенка нехарактерно овладение частными двигательными операциями с последующим их объединением в целостные комплексные действия. Напротив, основной естественный путь развития состоит в огра-

\* Как известно, для своего времени (конец XIX – начало XX века) система П.Ф. Лесгафта была наиболее передовой системой физического воспитания, выгодно отличавшейся от прочих научной обоснованностью многих своих положений, образовательной направленностью. Однако, естественно, П.Ф. Лесгафт был связан уровнем знаний своего времени, и дальнейший прогресс науки привел к необходимости пересмотра некоторых положений его системы.

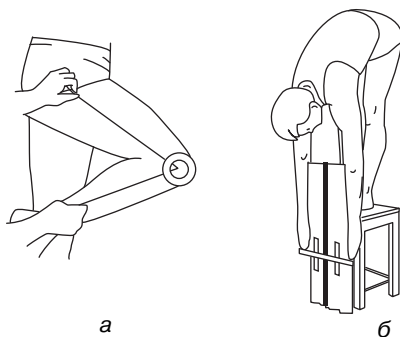
ничении хаотичных «разлитых» движений (Обзор, см. М.Н. Лисина, 1964). Движения младенца в колыбели хаотичны, диффузны; у него очень слабо развиты процессы торможения в центральной нервной системе, и поэтому любое движение связано с беспорядочным возбуждением многих участков нервной системы. По мере развития совершенствуются тормозные функции нервной системы и движения становятся все более координированными. Однако и тогда ребенку легче овладеть сложными комплексными действиями (в особенности – с ясно выраженной двигательной задачей), чем какими-либо аналитическими искусственными движениями. Например, дети 4–6 лет успешно осваивают такие сложные движения, как езда на велосипеде, плавание, передвижение на коньках и лыжах и т.п.; в то же время их очень тяжело обучить точно выполнять гимнастические упражнения с соблюдением всех требований гимнастического стиля.

Учитывая относительную специфичность ловкости, в тренировке по различным видам спорта обращают внимание на развитие ловкости в плане как общей, так и специальной физической подготовки. Для воспитания «специальной ловкости» используют в основном упражнения, близкие к соревновательным, но с некоторым их видоизменением (соответствующие методические приемы описаны выше).

## IV.2. ГИБКОСТЬ И МЕТОДИКА ЕЕ ВОСПИТАНИЯ

**IV.2.1. Гибкость как физическое качество.** Гибкость – это способность выполнять движения с большой амплитудой. Измерителем гибкости является максимальная амплитуда движения. В научных исследованиях ее обыкновенно выражают в угловых градусах; в практике нередко пользуются менее точными линейными мерами (рис. 43). Для измерения гибкости предложено большое число способов и приборов (Н.А. Герасимова, 1951; Е.П. Васильев, 1962; Уэллс и Диллон, 1952; Творжидло, 1962; Дефибо, 1964 и др.).

Можно выделить активную и пассивную гибкость. Активная гибкость – способность достигать больших амплитуд движения в каком-либо суставе за счет активности мышечных групп, проходящих через этот сустав (пример: амплитуда подъема ноги в равновесии



**Рис. 43.** Измерение максимальной амплитуды движения: *а* – в угловых мерах; *б* – в линейных мерах (Е.П. Васильев, 1962)

«ласточка»). Пассивная гибкость определяется наивысшей амплитудой, которую можно достичь за счет внешних сил. Показатели активной гибкости меньше соответствующих показателей пассивной гибкости. В целом же соотношение между той и другой гибкостью остается малоизученным.

Гибкость зависит от эластичности (податливости) мышц и связок. Эластичные свойства мышц могут в значительной мере меняться под влиянием центральной нервной системы (например, при эмоциональном подъеме на соревнованиях гибкость увеличивается).

Существенную роль в ограничении подвижности в суставах играет возбуждение растягиваемых мышц, имеющее, вероятно, охранительную природу. С ростом гибкости растягиваемые мышцы начинают возбуждаться при больших амплитудах движения; их активность при этом снижается (Е.П. Васильев, 1963, 1964). Гибкость не зависит от особенностей телосложения, в частности, от длины сегментов тела (Бонен, 1957; Мэтьюз и др., 1959; Веар, 1963). Для активной гибкости большое значение имеет так называемая «активная недостаточность» мышцы (М.Ф. Иваницкий, 1938), т.е. падение сократительной силы мышцы при ее значительном укорочении.

Гибкость зависит от внешней температуры среды: при повышении температуры она увеличивается. На гибкости (больше чем на других физических качествах) сказывается суточная периодика. Так, в утренние часы гибкость значительно снижена (табл. 28). Колебания ее под влиянием разных условий (температура, время дня) надо учитывать при проведении занятий. При неблагоприятных условиях, ведущих к снижению гибкости, следует увеличить разминку.

Таблица 28

**Изменение гибкости (в мм) в различных условиях**  
(по Н.Г. Озолину, 1953)

В 8 час утра	В 12 час дня	После 10 мин пребывания в обнаженном виде при $t+10^{\circ}$ в 12 час дня	После 10 мин в горячей ванне $t 40^{\circ}$ в 12 час дня	После 20 мин разминки в 12 час дня	После утомительного тренировочного занятия в 12 час дня
-14	+35	-36	+78	+89	-35

*Примечание.* Гибкость измерялась в условиях, показанных на рис. 43, б.

Существует мнение, что у детей гибкость больше, чем у взрослых. Это не всегда так (Лайтон, 1956). По данным Л. Саарио (1961), Б.Л. Скворцова и Б.В. Сермеева (1964), гибкость достигает максимума к 15–16 годам. Правда, в некоторых суставах и движениях максимальная подвижность наблюдается позже (Джервей, 1962). Однако бесспорно, что развить гибкость в детском возрасте легче, чем в старшем.

Гибкость отрицательно связана с силой: занятия силовыми упражнениями могут вести к ограничению подвижности в суставах (Е.Д. Гевлич, 1956, 1961). Однако это отрицательное влияние можно преодолеть; путем рационального сочетания упражнений «на гибкость» и «на силу» можно добиться высокой степени развития обоих качеств (Масси и Шоде, 1956; Викстром, 1963).

В процессе физического воспитания не следует добиваться предельного развития гибкости. Ее надо развивать лишь до такой степени, которая обеспечивает беспрепятственное выполнение необходимых движений. При этом величина гибкости должна несколько превосходить ту максимальную амплитуду, с которой выполняется движение («запас гибкости»). Предельное же развитие гибкости не нужно. Наибольшее значение имеет подвижность позвоночника, в особенности его грудного отдела, тазобедренных и плечевых суставов.

**IV.2.2. Методика воспитания гибкости.** Для воспитания гибкости используют упражнения с увеличенной амплитудой движения («упражнения на растягивание»). Они делятся на 2 группы – активные движения и пассивные. В активных увеличение подвижности в каком-либо суставе достигается за счет сокращения мышц, проходящих через этот сустав. В пассивных используются внешние силы. В первую группу входят:

- 1) простые движения (типа: на счет «раз» – наклон, на счет «два» – выпрямиться);
- 2) пружинистые движения (на счет «раз-два-три» – пружинистые наклоны, на счет «четыре» – выпрямиться);
- 3) маховые движения.

Ко второй группе относятся упражнения с самозахватами, а также с внешней помощью.

Степень воздействия этих упражнений примерно соответствует порядку их перечисления; в такой же последовательности их следует включать в комплексы упражнений для разминки или воспитания гибкости.

Помимо названных при воспитании гибкости используют статические упражнения, когда дается задание сохранить неподвиж-



ное положение тела в условиях максимальной амплитуды. Пассивные статические упражнения (здесь поза сохраняется за счет внешних сил) несколько менее эффективны, чем динамические. Активные статические упражнения весьма действенны, их используют при воспитании гибкости как полезное дополнительное средство (Де Врие, 1962).

Мышцы сравнительно мало растяжимы. Если пытаться увеличить их длину в одном движении, например, сделав максимальный наклон вперед, то эффект будет очень мал. Но от повторения к повторению следы упражнения суммируются, и если сделать несколько десятков наклонов, то увеличение амплитуды будет вполне заметным. Мышцы, ограничивающие движение, станут теперь меньше сопротивляться растягиванию. Поэтому упражнения на растягивание выполняют сериями по несколько повторений в каждой. Амплитуду движений увеличивают от серии к серии. В занятии упражнения выполняют до появления ощущений легкой болезненности, которые и являются сигналом к прекращению работы. Упражнения на растягивание дают наибольший эффект, если их выполнять ежедневно или даже два раза в день (Н.Г. Озолин, 1949, а; Л.Е. Лебедеванская, 1952). Если стоит задача поддержания достигнутого уровня гибкости, можно ограничиться более редкими занятиями (Л.Е. Лебедеванская, 1959). Упражнения на гибкость удобнее всего давать занимающимся в виде самостоятельных заданий на дом. Несмотря на то, что в утренние часы гибкость снижена, упражнения на гибкость здесь так же эффективны, как и в другие часы суток (Г.Г. Топальян, 1956). В занятии физическими упражнениями их либо включают в разминку, либо дают в конце основной части. К началу выполнения упражнений на гибкость необходимо хорошо разогреться – до появления пота. Достигнутое за счет упражнения на растягивание увеличение подвижности (так называемый «разминочный эффект») держится относительно недолго – при комнатной температуре около 10 мин (А.С. Шабашева, 1949). Увеличить этот интервал можно за счет уменьшения отдачи тепла телом (надеть теплый тренировочный костюм и пр.). После активных упражнений увеличенная гибкость сохраняется дольше, чем после пассивных (Е.П. Васильев, 1963).

Поскольку гибкость легче всего развивать в детском и подростковом возрасте (Б.В. Сермеев, 1964), основную работу по ее воспитанию следует планировать на этот период (примерно 11 – 14 лет). При правильно организованном процессе физического воспитания в последующие годы надо будет лишь поддерживать гибкость на достигнутом раннее уровне.

### IV.3. ДРУГИЕ КАЧЕСТВА И МЕТОДИКА ИХ ВОСПИТАНИЯ

**IV.3.1. Рациональное расслабление мышц и методика его совершенствования.** Любое движение есть, по существу, результат сочетания возбуждения и расслабления в мышцах. Расслабление (определенных мышц в нужный момент) столь же необходимо для успешного выполнения движения, как и возбуждение. Отсутствие расслабления, т.е. напряжение мышечных групп, которые при идеальном выполнении должны быть в данный момент расслаблены, ведет к напряженности, скованности движений.

Напряженность отрицательно сказывается на результатах выполнения (В.Л. Федоров, 1955). В силовых упражнениях ненужное напряжение антагонистов уменьшает величину внешне проявляемой силы. В упражнениях, требующих выносливости, отсутствие рационального расслабления приводит к излишней трате сил и способствует более быстрому появлению утомления. Но особенно вредной является напряженность при выполнении скоростных движений; здесь она в очень большой степени снижает максимальную скорость.

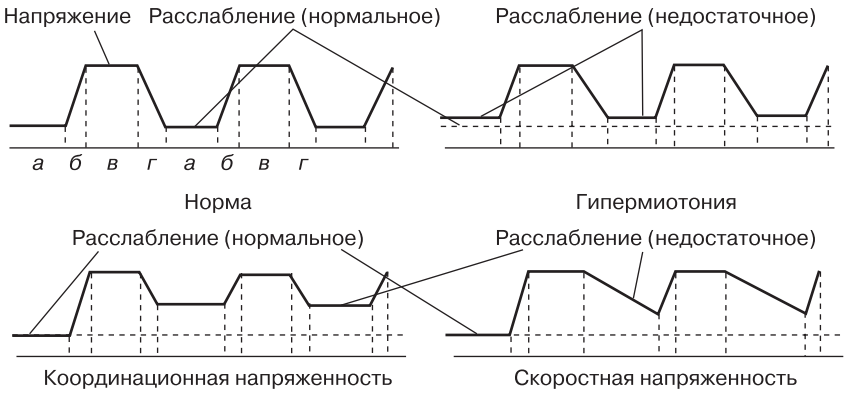
Целесообразно различать психическую и мышечную напряженность. Психическая (или аффектированная\*) напряженность может быть вызвана различными психологическими факторами, главным образом эмоционального характера (выступление в присутствии зрителей, новизна обстановки и пр.). Она проявляется в своеобразной психологической скованности (сужение объекта внимания, затруднение в его переключении, забывание очередности действий и пр.), а также в мышечной напряженности (А.Н. Крестовников, 1949; Г.М. Морозов, 1958; А.А. Крауклис, 1964; В.Л. Марищук, 1964 и др.). Пути преодоления психической напряженности средствами и методами физического воспитания рассмотрены В.Л. Марищуком (1964), Скоттом (1960). Последующее изложение касается лишь случаев мышечной напряженности (психическая напряженность всегда сопровождается мышечной; двигательная же скованность возможна при отсутствии значительных проявлений психической напряженности).

Мышечная напряженность может возникать по различным причинам; разной должна быть и методика ее предотвращения\*\*. Рассмотрим работу какой-либо мышцы при выполнении циклического движения. В мышце при этом ритмически чередуются состояния напряжения и расслабления (рис. 44).

---

\* Напомним, что аффектом называются сильные и относительно кратковременные эмоциональные переживания.

\*\* Описываемая ниже классификация видов напряженности недостаточна обоснована экспериментально и поэтому спорна.



**Рис. 44.** Различные виды недостаточности расслабления (схема)

Отметим, что:

1) в состоянии покоя (до работы) в мышце все же есть некоторая степень натяжения;

2) переход мышцы из одного состояния в другое требует определенного времени. При этом на переход из возбужденного состояния в расслабленное (участок «г» на рис. 44) может затрачиваться больше времени, чем на обратный переход от расслабления к напряжению (участок «б»);

3) в период расслабления натяжение мышцы снижается примерно до величины покоя (иногда даже ниже уровня покоя).

Напряженность может проявляться в трех формах (см. рис. 44):

1) повышение натяжения в мышцах в условиях покоя (так называемая «тоническая напряженность», или гипермиотония);

2) недостаточная скорость расслабления, в результате чего при выполнении быстрых движений мышца не успевает расслабляться («скоростная напряженность»);

3) в фазе расслабления мышца остается более или менее возбужденной вследствие несовершенной двигательной координации («координационная напряженность»).

Рассмотрим эти случаи.

**Тоническая напряженность.** Как известно из физиологии, даже при отсутствии видимой двигательной активности мышца всегда проявляет некоторое натяжение (тонус)\*. Природа этого натяжения двояка. Во-первых, сама мышца обладает опре-

\* Литература о тонусе скелетных мышц чрезвычайно обширна. Современные представления по этому вопросу можно почерпнуть в работах Ю.С. Юевич (1963); Гельхорна (1958); Хайнса (1960); Хермана (1962); Гранита (1962); В.С. Гурфинкеля, Я.М. Коца, М.Л. Шика (1965) и др.

деленными вязкоупругими свойствами, которые проявляются и при отсутствии стимуляции, поступающей по двигательным нервам (так называемый собственный тонус мышцы). В живом организме вязкоупругие свойства мышц находятся под контролем центральной нервной системы, осуществляемым через трофические нервные влияния и гуморальные воздействия. Во-вторых, в мышцу почти всегда поступает стимуляция по двигательным нервам, которая вызывает их слабое возбуждение. Непосредственная причина появления этой стимуляции – миотатические рефлексы (рефлексы на растяжение): изменение длины мышцы возбуждает нервные окончания в мышечных веретенах, что рефлекторно приводит к появлению в мышцах некоторого возбуждения. Эти рефлекторные «добавки» к собственному натяжению мышцы получили название «рефлекторного тонуса». Если мышца принимает участие в поддержании позы, рефлекторный тонус увеличивается. У разных людей величина тонуса (т.е. величина натяжения мышц в условиях «покоя») различна. Это происходит по двум причинам. Во-первых, не одинаковы вязкоэластические свойства мышц. Во-вторых, различна интенсивность рефлекторных тонических «добавок». Второе объясняется тем, что чувствительность рецепторного аппарата мышечных веретен может меняться под влиянием воздействий центральной нервной системы, осуществляемых через так называемую гамма-моторную систему иннервации. Если эта чувствительность в данный момент велика, то даже небольшое изменение длины мышцы рефлекторно приведет к возникновению значительного возбуждения; наоборот, при сниженной чувствительности сравнительно большие изменения длины мышцы не окажут никаких последствий. Как принято в таких случаях говорить, гамма-моторная система изменяет уровень рефлексов на растяжение.

У спортсменов, в особенности у представителей видов спорта, требующих проявления максимальной скорости движений, тонус покоя (о котором приближенно судят по твердости мышцы) обычно снижен (А.И. Макарова, 1955; А.В. Дариданова и А.Ф. Корякина, 1958; А.Б. Гандельсман и А.И. Макарова, 1958 и др.). Можно думать, что это имеет положительное значение, так как уменьшает сопротивление, оказываемое мышцами-антагонистами. В быстрых движениях такое сопротивление весьма велико, и поэтому спортсмены со сниженным мышечным тонусом покоя, очевидно, имеют здесь некоторые преимущества. Задачами специальной тренировки, направленной на уменьшение тонической напряженности,

являются: 1) изменение эластических свойств мышц; 2) снижение уровня рефлексов на растяжение, проявляемых в условиях покоя.

Для уменьшения тонической напряженности применяют упражнения на расслабление в виде свободных движений конечностями и туловищем (типа потряхиваний, свободных махов и т.п.). Такие упражнения помимо своего прямого назначения способствуют быстрейшему восстановлению после нагрузки (Н.А. Комаров, 1938, а, б). Поэтому их следует широко использовать в интервалах отдыха между повторными попытками, в особенности в случае статических напряжений. Полезны также упражнения на растягивание, плавание, массаж. Нежелательны длительные статические напряжения.

Иногда наблюдается временное повышение тонической напряженности в результате утомления от предшествующей нагрузки. Это обычно сопровождается некоторым временным увеличением объема мышц (Хух, 1902 и др.), что объясняется двумя причинами. Во-первых, увеличением количества внутримышечной жидкости (Р. Чаговец, 1938) вследствие изменения осмотического давления в мышечных клетках; во-вторых, образованием в момент работы вазодилатационных метаболитов, что приводит к расширению капилляров и рабочей гиперемии активных мышц (Гаскелл, 1877; Анреп и Ван Саальфельд, 1935; Дин и Скиннер, 1960). В таких случаях полезна легкая разминка (до появления испарины), массаж, плавание или купание в достаточно теплой воде. Особенно эффективным средством здесь является парная баня (Карвонен, 1962).

**Скоростная напряженность.** Как уже отмечалось, скорость перехода мышцы из возбужденного состояния в расслабленное обычно ниже, чем скорость перехода от расслабления к возбуждению (В.Л. Федоров, 1955; В.Л. Федоров и В. Сафонов, 1960). Поэтому при увеличении частоты движений рано или поздно наступает такой момент, когда мышца не успевает полностью расслабляться. Мышцы-антагонисты оказываются при этом напряженными одновременно\* – это резко снижает частоту и скорость движений. «Скоростная напряженность», в основе которой лежит недостаточная скорость перехода мышцы из возбужденного в расслабленное состояние, – один из основных факторов, препятствующих увеличению максимальной скорости движений (В.Л. Федоров, 1960).

---

\* В этом легко убедиться на самом себе, если выполнять какое-либо движение, например постукивание кистью, с возрастающей частотой. При достижении предельного темпа в работу оказываются одновременно включенными как сгибатели, так и разгибатели (положение кисти фиксируется относительно предплечья).

Для совершенствования способности к быстрому расслаблению используют упражнения, требующие быстрого чередования напряжения и расслабления (В.Л. Федоров, И.П. Ратов, 1962). Примером таких упражнений могут быть прыжки, метания. Очень полезны ловля и бросание медицинболов, рывок и толчок штанги (при технически верном их выполнении) и т.п.

Координационная напряженность. Можно выделить частную и общую координационную напряженность. Под первой понимают напряженность, проявляющуюся при выполнении какого-либо определенного движения (обычно лишь в начальной фазе становления навыка). Методы ее преодоления рассмотрены в работах по методике обучения (В.В. Белинович, 1958 и др.). Общая координационная напряженность проявляется в широком круге движений. При этом движения скованны, неловки. Таковы обычно движения людей, не занимающихся физическими упражнениями. Им трудно выполнить движение легко и свободно.

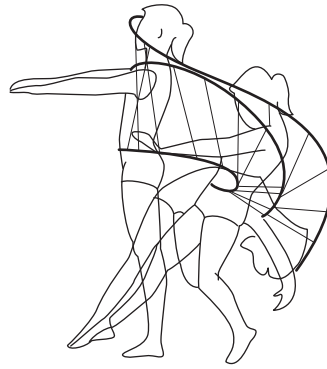
Как известно из биомеханики, наш двигательный аппарат обладает большим числом степеней свободы. Управление такой многозвенной системой – задача очень сложная. Если координационные возможности человека недостаточны, то он часто стремится облегчить выполнение движения (обычно не осознавая это) путем фиксации возможно большего числа суставов. Это приводит к напряженности движений. При этом значительно облегчается задача управления двигательным аппаратом, в частности, управление многочисленными реактивными силами, возникающими при движении (Н.А. Бернштейн, 1947). Однако естественно, что такая координация не является целесообразной (Д.Д. Донской, 1960).

По мере освоения движения человек все больше овладевает возникающими реактивными силами. Если раньше ему приходилось бороться с ними за счет фиксации суставов, то теперь он использует эти силы для достижения лучшего эффекта движения. Поэтому с точки зрения биомеханики совершенное расслабление в движении есть результат овладения реактивными силами (Л.В. Чхайдзе).

В зависимости от режима работы мышц-антагонистов различают два типа движений: фиксированные и баллистические. При фиксированных движениях антагонисты работают в течение всего движения. При баллистических они расслаблены до конца движения, а агонисты включаются лишь в его начале, сообщая движущейся части тела запас кинетической энергии, после чего движение происходит за счет инерции. При фиксированных движениях наблюдается скованность, напряженность; расслабление имеет место в движениях баллистического типа (Стетсон и Тронер, 1936; Хаббард, 1939; Сперри, 1939 и др.).

Свобода и легкость движений достигаются также за счет использования морфологических свойств нашего тела как многозвенной рычажной системы.

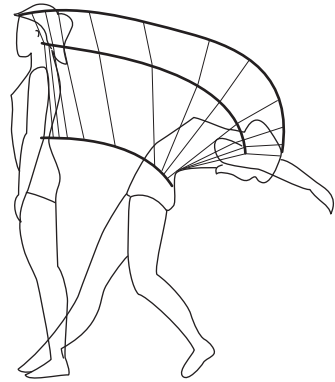
Например, если нужно из основной стойки поднять ногу вперед, то это можно сделать либо прямой ногой (так, как выполняются подобные махи в гимнастике), либо сначала поднять ногу, согнутую в коленном суставе, а затем разогнуть ее. Во втором случае движение выполнить намного легче. Здесь, во-первых, меньше плечи рычагов силы тяжести, а во-вторых, нагрузка распределяется между большим числом мышечных групп. Использование подобных свойств двигательного аппарата позволяет добиваться легкости и «мягкости» движений (рис. 45).



Правильное выполнение

В процессе воспитания ловкости общая координационная напряженность постепенно преодолевается. Однако для борьбы с нею используют и специальные приемы, в частности, перечисленные ниже.

1. Разъяснение по поводу неправильности напряженного выполнения движений. Надо объяснить занимающимся необходимость выполнять движения легко, свободно, как бы играя. Преподаватель должен помнить, что его ученики лишь в том случае достигнут хороших результатов в овладении расслаблением, если будут искренне к этому стремиться.



Неправильное выполнение

**Рис. 45.** Техника выполнения «мягкого» движения (по И.В. Ловицкой, 1960).

Правильное выполнение связано с уменьшением плеч рычагов и распределением усилия на большее число мышечных групп

Такая разъяснительная работа особенно важна при работе с детьми. Их внимание обычно нацелено лишь на результат движения, а не на то, как движение выполнено. В некоторых американских школах для разъяснения детям необходимости выполнять движение расслабленно используют даже специальные транспаранты и лозунги, развешанные в спортивных залах, раздевалках и т.п. Содержание этих надписей примерно таково: «Помни, в спорте лишь тот достигает успеха, кто овладел искусством расслабляться», «Главное – не результат, а свобода движений» и т.д. и т.п.

2. Специальные упражнения на расслабление. Их назначение – развить способность воспринимать расслабленное состояние мышц, научить произвольно расслаблять мышцы. Упражнения на расслабление делят на 4 группы по возрастающей сложности (по И.В. Ловицкой, 1956, 1957).

В 1-ю группу входят упражнения, включающие переход мышц от напряженного к расслабленному состоянию. Этот переход может быть: а) через обычную степень напряжения мышц; б) контрастный – от напряженного сразу к расслабленному состоянию; в) постепенный и т.п.

2-я группа включает упражнения, где расслабление одних мышц сочетается с напряжением других.

В упражнениях 3-й группы требуется поддержать движение расслабленной части тела по инерции за счет движения других частей.

Наконец, 4-я группа состоит из обычных физических упражнений, по ходу которых занимающимся предлагают самостоятельно определить моменты отдыха и в это время максимально расслабить мышцы.

При выполнении упражнений на расслабление напряжение мышц должно сочетаться с вдохом и задержкой дыхания, расслабление – с активным выдохом (сравнить с дыханием при выполнении силовых упражнений, см. 1.3.3). Систематическое применение подобных упражнений приводит к улучшению умения произвольно расслаблять мышцы и способствует росту спортивных результатов (К.Г. Гомберадзе, 1962, 1963).

3. Если занимающемуся не удастся по своему желанию избавиться от напряженного выполнения движений, могут помочь специальные приемы. Для этого рекомендуют при выполнении движения (если это возможно, конечно) петь, улыбаться, разговаривать, закрыть на мгновение глаза. Надо следить за мимической мускулатурой лица: напряженность обычно четко выражается в мимике. При выполнении ациклических упражнений эффективен следующий прием: перед выполнением движения напрячь мышцы всего тела (с задержкой дыхания), потом резко расслабиться (с форсированным выдохом) и затем немедленно начинать движение.

Для преодоления координационной напряженности полезно выполнять упражнение в состоянии значительного утомления, например для борцов – бороться в течение нескольких десятков минут. Утомление заставляет концентрировать усилия лишь в необходимые моменты.



4. В последние годы были предприняты попытки использовать в спорте методы так называемой аутогенной тренировки (Хиллер и др., 1962). Эта тренировка была разработана Шульцем (1956).

Она предназначена для снятия психической напряженности и широко используется в психиатрии (Д. Мюллер-Хегеманн, 1962; Н.В. Иванов, 1962; А.Н. Шогаи и К.И. Мировский, 1964 и др.). Основана аутогенная тренировка, с одной стороны, на опыте индийских йогов, а с другой – на работах Е. Джекобсона (1930, 1938, 1943 и др.), показавшего наличие связи между направленностью мышления и степенью расслабления мускулатуры. Эта тренировка представляет собой тщательно разработанную систему самовнушения, рассчитанную на систематическое применение в течение ряда месяцев. При этом внушаются 2 состояния: тепла и тяжести. Происходит это примерно так: занимающийся принимает «позу кучера», т.е. сидит, положив руки на колени, опустив голову и максимально расслабившись. После этого внушает себе (т.е. мысленно повторяет) ряд последовательных состояний: а) я совсем спокоен; б) правая (левая) рука очень тяжелая; в) правая (левая) рука очень теплая; г) сердце бьется очень хорошо и сильно; д) я дышу совсем спокойно и т.д. и т.п. Физиологической основой аутогенной тренировки являются связи между корой больших полушарий и внутренними органами, широко исследованные школой академика К.М. Быкова (1942). Суть аутогенной тренировки легко понять на следующем примере. Если мы скажем человеку: выдели слюну и желудочный сок такого-то состава, то он, конечно, не сможет это сделать, потому что акт секреции желудочного сока произвольно не управляем. Но если тому же человеку красочно описать, как он будет есть лимон, то у него (если он когда-нибудь ел лимон до этого) выделится желудочный сок вполне определенного состава. Это произойдет вследствие существования условной связи: условный второсигнальный раздражитель (словесное описание) вызовет ту же реакцию, которую раньше вызывал безусловный сигнал (лимон). Аналогична картина с расслаблением. Внушая состояние тяжести, тепла, спокойствия, удается добиться значительного расслабления мускулатуры. Аутогенная тренировка используется не только для снятия напряженности, но и для ускорения восстановления, уменьшения излишнего возбуждения на соревнованиях и пр. На Олимпийских играх в Токио аутогенную тренировку применял ряд сильнейших спортсменов (например, олимпийские чемпионы – поляки В. Бажановский, И. Шмидт и др.). Техника аутогенной тренировки описана в упомянутых выше работах, а также в популярных руководствах Кляйнзорге и Клумбиса (1961) и Расбон (1959).

Особое внимание воспитанию рационального расслабления надо уделять в детские годы. В это время лучше показывать не столь высокий результат, но выполнять движение легко и свободно.

**IV.3.2. Равновесие и методика его воспитания.** Под равновесием понимают способность к сохранению устойчивого положения тела в условиях разнообразных движений и поз. Различают статическое равновесие (т.е. равновесие в статических положе-

ниях) и динамическое равновесие (равновесие в движении). Показатели статического и динамического равновесия мало коррелируют между собой (Голаб, 1962). При сохранении позы тело человека не остается абсолютно неподвижным, оно все время колеблется. Человек как бы теряет на мгновение равновесие и вновь его восстанавливает. Чем совершеннее функция равновесия у человека, тем быстрее оно восстанавливается, тем меньше амплитуда колебаний (В.В. Петров, 1958; В.С. Гурфинкель, 1960 и др.). Существует зависимость между физической подготовленностью людей и показателями равновесия (А.Н. Крестовников, 1951; В.В. Медведев, 1954; Эстеп, 1959 и др.). Например, Кросс и др. (1957) нашли корреляцию между равновесием и скоростью плавания, равную  $0,75 \pm 0,05$ .

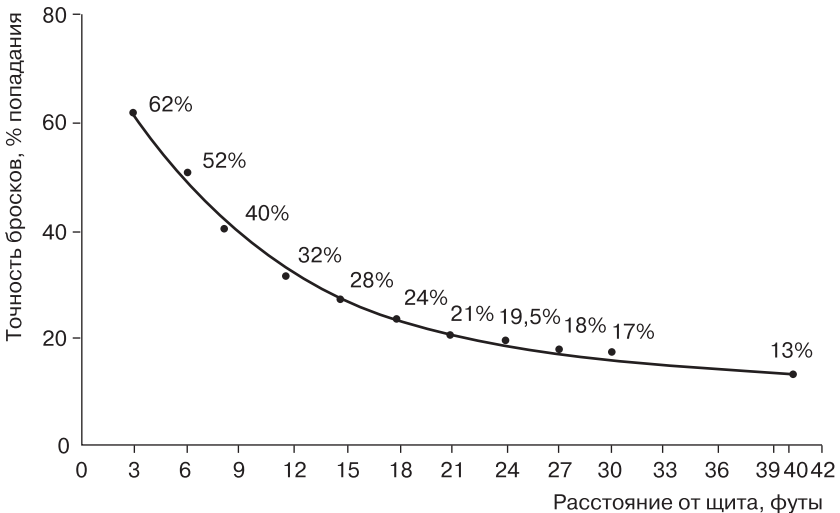
Воспитание равновесия может происходить двумя основными путями. Во-первых, путем применения так называемых упражнений «на равновесие», т.е. движений и поз с затрудненными условиями сохранения равновесия (А.М. Глинтерник и др., 1956). При выполнении этих упражнений нельзя постоянно стремиться принимать лишь как можно более неподвижное положение (как это часто делают). Более полезны намеренные потери равновесия с последующим возвращением в устойчивое положение. Хорошее равновесие не у того, кто его никогда не теряет, а у того, кто его быстро восстанавливает. При выполнении упражнений надо уделять основное внимание совершенствованию способности восстанавливать потерянное равновесие. Второй путь основан на раздельном совершенствовании анализаторов, обеспечивающих сохранение равновесия (вестибулярного и двигательного). Для совершенствования вестибулярной функции прибегают к упражнениям с прямолинейными и угловыми ускорениями. Следует помнить, что отолитовый аппарат преддверий (реагирующий на прямолинейные ускорения) и полукружных каналов (возбуждающийся при вращательных движениях) функционирует относительно независимо и всесторонняя адаптация вестибулярного аппарата может быть достигнута лишь при использовании как прямолинейных, так и вращательных перемещений в различных направлениях. У лиц с ослабленной функцией равновесия второй путь (расчлененный) более эффективен (В.В. Медведев, 1954). Лучшие результаты дает он и в занятиях с детьми (Е. Бондаревский, 1964).

Сохранение равновесия облегчается при технически верном выполнении движений. В частности, при сохранении равновесия

в стойке на ногах рекомендуется взгляд фиксировать строго горизонтально на каком-либо предмете. Поддержание равновесия (баланс) целесообразно производить за счет движений в суставах, близких к опорной поверхности (например, за счет движений плеч при выполнении стойки на кистях; канатоходцы в цирке сохраняют равновесие за счет движений в коленных суставах и т.п.).

### IV.3.3. «Чувство пространства», методика его воспитания.

Все наши движения осуществляются в пространстве (и во времени), и от того, насколько точно мы воспринимаем пространство, зависит точность движений. В физическом воспитании чувство пространства проявляется не в пассивной оценке тех или иных пространственных отношений, а в точности выполнения движений. Совершенствуя точность движений, мы тем самым совершенствуем и чувство пространства. Наиболее часто встречающийся случай неточной оценки пространства – неточность в оценке расстояния до какого-либо предмета. Точность этой оценки (а следовательно, и точность движений) ухудшается с увеличением расстояния (рис. 46). Физиологически повышение точности пространственных оценок объясняется явлениями дифференцировочного торможения: раздражители, которые ранее не раз-



**Рис. 46.** Точность бросков в баскетболе в зависимости от расстояния до корзины (Банн, 1955).

Данные наблюдений за одной из команд во время официальных игр. Штрафные броски не учитывались

личались, воспринимались как одинаковые, постепенно оказываются отдифференцированными друг от друга. Работами школы И.П. Павлова показано, что легче всего осуществляется так называемое «грубое» дифференцирование (различия между раздражителями достаточно велики). «Тонкого» дифференцирования раздражителей легче всего добиться, идя постепенно от грубых дифференцировок. Эта закономерность используется и при воспитании точности движений (В.С. Фарфель, 1960; А.С. Ревзон, 1959, 1960, а, б; Ю.П. Пьянков, 1959).

Сначала надо обучать различению резко контрастных заданий (большое увеличение и уменьшение длины шагов при разбеге; броски мяча в корзину с дальней дистанции и из-под щита и т.п.), а затем эти задания постепенно сближать (так называемый «прием сближаемых заданий» – по В.С. Фарфелю, 1960). Указанный прием гораздо эффективнее, чем простое многократное повторение упражнения.

## Заключение

### ВОСПИТАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КАК ЕДИНЫЙ ПРОЦЕСС

Воздействуя в процессе воспитания на одно из физических качеств, мы влияем и на остальные. Характер и величина этого влияния зависят от 2 причин: 1) применяемых нагрузок; 2) уровня физической подготовленности. Напомним, что совершенствование физических качеств происходит лишь тогда, когда тренировочные требования достаточно велики. У людей с низким уровнем физической подготовленности упражнение, требующее преимущественного проявления одного физического качества, предъявит значительные требования и к другим. Например, для новичков бег на 100 м явится испытанием не только их быстроты, но в значительной мере и силы, выносливости, ловкости. Если новичок будет упражняться в таком беге регулярно, то у него повысятся показатели всех физических качеств.

Много раз было показано, что на начальных этапах тренировки развитие силы, быстроты или выносливости приводит к совершенствованию и других качеств (А.В. Коробков, В.И. Бойко и др., 1952; И.Г. Васильев, 1954, 1955; Б.С. Воронин, 1953; В.С. Герасимов, 1954; И.П. Байченко, С.П. Сарычев и др., 1955; Н.В. Зимкин, 1956; С.В. Каледин, М.С. Лукин и др., 1958; А.А. Аскназий, Н.П. Еременко и др., 1958 и др.).

Однако в дальнейшем подобный параллельный рост прекратится, так как тот же спринтерский бег будет предъявлять уже слишком малые требования в отношении силы, выносливости, ловкости. Произойдет так называемая диссоциация физических качеств (А.В. Коробков, 1958): упражнения, которые раньше вызывали развитие всех физических качеств, теперь будут оказывать тренирующее влияние лишь на некоторые из них. В последующем могут проявляться даже отрицательные отношения

между отдельными качествами. Так, оказываются несовместимыми (М.И. Майсурадзе, 1960) задачи одновременного достижения максимальных показателей силы (например, в поднимании тяжестей) и максимальных показателей выносливости (к примеру, в марафонском беге).

Следует, однако, учитывать, что наивысшие показатели в одном из физических качеств могут быть достигнуты лишь при определенном уровне развития остальных (Обзор, см. Л.П. Матвеев, 1959). Поэтому воспитание физических качеств должно обеспечивать их гармоническое развитие в необходимом соотношении.

У начинающих наиболее разносторонне воздействуют на организм упражнения на быстроту, применяемые в виде циклических движений максимальной интенсивности (Н.Н. Яковлев, 1955; А.А. Аскназий и др., 1958; С.В. Каледин и др., 1956, 1958). Такие упражнения влияют на развитие как анаэробных возможностей, так и дыхательных (дыхание активизируется в восстановительном периоде при ликвидации кислородной задолженности). Это приводит к улучшению выносливости. Поскольку подобные упражнения требуют значительной силы, то одновременно происходит и увеличение силовых возможностей занимающихся. Упражнения на силу, и в особенности на выносливость, оказывают менее широкое воздействие.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александров И.* 1961. «Вьпроси на физическата култура». София, Год. 6, № 8–9. – С. 520.
- Алябьев С.В.* 1937. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 6.
- Акрабов А.* 1959. «Вьпроси на физич. култура». Год. 4, № 12. – С. 742.
- Антохин А.К.* 1917. Здоровье – сила. – Пг.
- Аскназий А.А., Еременко Н.П., Лешкевич Л.Г., Макарова А.Ф., Майзелис М.Р., Попова Н.К. Тавастшерна Н.И., Яковлев Н.Н.* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры», № 1.
- Астанин Ю.П.* 1937. «Теор. и практ. физ. культуры», № 2.
- Байер В.* 1962. Биофизика. – М.
- Байченко И.П., Сарычев С.П., Тавастшерна Н.И., Еременко Н.П., Майзелис М.Р.* 1955. Материалы итог. конф. ЛНИИФК. – Л.
- Базанов Н.И.* 1957. Материалы итог. сессии ЦНИИФК. – М. – С. 180.
- Белинович В.В.* 1958. Обучение физическому воспитанию. – М.
- Беляев И.Г.* 1959. Материалы 4-й конф. по возрастной морф., физиол. и биохимии. – М.
- Беригов И.С.* 1959. Общая физиология мышечной и нервной системы. – М.
- Беркович Е.М.* 1964. Энергетический обмен в норме и патологии. – М.
- Бернштейн Н.А.* 1935. «Архив биол. наук». – Т. 38. – № 1.
- Бернштейн Н.А.* 1940. Сб. «Исслед. по биодинамике ходьбы, бега, прыжка». – М.
- Бернштейн Н.А.* 1947. О построении движений. – М.
- Бернштейн Н.А.* 1960. «Проблемы кибернетики». – Вып. 6. – М.
- Богдановский Ф.Ф.* 1962. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 25. – № 8.
- Бойко Е.И.* 1961. Сб. «Пограничные проблемы психологии и физиологии». – М.
- Бойко Е.И.* 1964. Время реакции человека. – М.
- Бондаревский Е.И.* 1964. Автореф. канд. дис. – М.
- Борисов А.П.* 1955. Тренированность спортсмена и максимальное потребление кислорода: Автореф. канд. дис. – Л.

- Браунштейн А.Е.* 1959. «Вестник АМН СССР». – Т. 14. – № 5. – С. 45.
- Бутенко Б.И.* 1961. Автореф. канд. дис. – М.
- Бутин И.М.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 11.
- Бушув В.Г., Зацюрский В.М.,* 1961. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 6.
- Вайцеховский С.М., Крюков Н.М., Мильштейн В.М., Набатникова М.Я.* 1965. Подготовка сильнейших пловцов мира. – М.
- Васильев Е.П.* 1962. Союз спорт. общ. и орг. Латв. ССР. Научно-метод. совет. Труды. – Вып. 1. – Рига.
- Васильев Е.П.* 1963. Труды Латв. ГИФК. – Вып. 4. – Рига.
- Васильев Е.П.* 1964. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 2.
- Васильев И.Г.* 1953. Труды КВИФК и С. – Вып. 6. – Л.
- Васильев И.Г.* 1954, а. Труды КВИФКиС. – Вып. 7. – С. 16.
- Васильев И.Г.* 1954, б. Некоторые закономерности развития и проявления мышечной силы в различных условиях: Автореф. канд. дис. – Л.
- Васильев И.Г.* 1955. Труды КВИФК и С. – Вып. 9. – Л.
- Васильев Л.Л., Князева А.А.* 1926. Сб. «Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы». – Вып. 2. – Л.
- Васильев П.С., Родионов В.И., Троицкая А.В., Солнцева М.Н., Лаврентьева Н.Н.* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – Вып. 11.
- Васильев П.С., Волков Н.И.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – Вып. 11.
- Васильев П.С., Волков Н.И., Лаврентьева Н.Н.* 1963. I congrés Européen de méd. sportive. – Praha.
- Верхошанский Ю.В.* 1961. Тройной прыжок. – М.
- Виноградов М.И.* 1940. Очерк по энергетике мышечной деятельности человека. – Л.
- Виноградов М.И.* 1958. Физиология трудовых процессов. – Л.
- Виноградов М.И.* 1965. Сб. «Достижения совр. физиол. нервной и мышечной системы». – М. – С. 129.
- Волков В.М.* 1960. Сб. «Пробл. физиол. спорта». – Вып. 2. – С. 167.
- Волков Н.И., Бутин И.М., Лаврентьев Н.Н.* 1959. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 22. – № 12.
- Волков Н.И.* 1960. «Легкая атлетика». – № 12.
- Волков Н.И., Бутин И.М., Лаврентьева Н.Н., Кочетова Н.В.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 10. – С. 752.
- Волков Н.И.* 1961. Физиологические основы современных методов тренировки выносливости. – М.
- Волков Н.И.* 1962, а. «Физиологич. журн. СССР». – Т. 48. – № 3. – С. 314.
- Волков Н.И.* 1962, б. «Wychowanie fizyczne i sport». – Т. 6. – № 1. – С. 41.
- Волков Н.И.* 1964, а. Материалы конф. по плаванию (ГЦОЛИФК). – М.



- Волков Н.И. 1964, б. «Легкая атлетика». – № 3.
- Волков Н.И. 1965. Сб. «Аклиматизация и тренировка спортсменов в горной местности». – Алма-Ата.
- Волков Н.И., Защиторский В.М. 1964. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 26. – № 6.
- Воробьев А.Н. 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – № 7. – С. 497.
- Воробьев А.Н. 1961, а. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 24. – № 12. – С. 921.
- Воробьев А.Н. 1961, б. Изменение деятельности сердечно-сосудистой системы под влиянием подъема тяжестей: Автореф. канд. дис. – Свердловск.
- Воробьев А.Н. 1962. Труды Свердловского мед. ин-та. – Вып. 35.
- Воронин Б.С. 1953. Труды КВИФКиС. – Вып. 6. – Л.
- Воронин Ю.В. и др. 1964. Сб. «Вопросы физ. воспитания студентов». – Л.
- Вржесневский И.В., Парфенов В.А. 1959. Сб. авторефератов научно-иссл. работ по пробл. спорт. тренировки. – Вып. 1. – М.
- Гандельсман А.Б., Макарова А.И., 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – Вып. 7. – С. 503.
- Гевлич Е.Д. 1956. Сб. «Пробл. функц. морфол. двигат. аппарата». – Л.
- Гевлич Е.Д. 1961. «Архив анат., гистол. и эмбриол.». – Т. 41. – № 11. – С. 71.
- Геллерштейн С.Г. 1958. «Чувство времени» и скорость двигательной реакции. – М.
- Герасимов В.С. 1854. Труды КВИФКиС. – Вып. 7. – Л.
- Герасимова Н.А. 1951. Методика измерения движений в суставах. – Казань.
- Гиппенрейтер Б.С. 1953. Учение И.П. Павлова – естественно-научная основа физического воспитания. – М.
- Гиппенрейтер Б.С. 1960. Доклад на конф. по физиол. спорта. – Тбилиси.
- Гинтерник А.М., Кренов В.П., Сейфуллин Г.И. 1956. Упражнения в равновесии. – М.
- Годик М.А., Защиторский В.М., 1965. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 28. – № 7.
- Годик М.А., Защиторский В.М., Максименко А.М. 1965. В сб.: «Кибернетика и спорт» (ГЦОЛИФК). – М.
- Гомберадзе К.Г. 1962. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 25. – № 12.
- Гомберадзе К.Г. 1963. «Физическая культура в школе». – № 2.
- Гончаров Н.Н. 1952. Динамика мышц человека при предельных напряжениях и ее возрастные изменения: Автореф. канд. дис. – М.
- Гордон С.М. 1962. Сб. «Плавание». – М.
- Гоциридзе И.К. 1960. Сб. «Пробл. физиол. спорта». – Вып. 2.
- Гранит Р. 1957. Электрофизиологические исследования рецепции. – М.

- Гурфинкель В.С.* 1960. Автореф. докт. дис. – М.
- Гусаров К.С.* 1964. Труды Киргизского ИФК. – Вып. 3. – Фрунзе.
- Дариданова А.В., Корякина А.Ф.* 1958. Уч. записки ГДОИФК. – Вып. 6. – Л.
- Демени Г.* 1915. Воспитание усилия. – Пгр.
- Дюперрон Г.А.* 1930. Теория физической культуры. – М.; Л.
- Донской Д.Д.* 1960. Биомеханика физических упражнений. – М.
- Дьячков В.М.* 1958. Прыжок в высоту с разбега. – М.
- Дьячков В.М.* 1959. Методы совершенствования физической подготовки спортсменов старших разрядов. – М.
- Дьячков В.М.* 1960. Доклад на Первой Всероссийской конф. тренеров. – М.
- Дьячков В.М.* 1961. В кн.: «Проблемы спортивн. тр-ки». – М.
- Дьячков В.М., Черняев Г.И.* 1963. О взаимосвязи силы мышц, скоростно-силовых показателей, техники движений и их влияния на результаты у прыгунов в высоту с разбега. – М.
- Егоров А.С.* 1960. «Вопр. психологии». – № 1.
- Егоров А.С.* 1962. «Вопр. психологии». – № 5.
- Еременко Н.П.* 1956. «Физиол. журн. СССР». – Т. 42. – № 11.
- Еременко Н.П.* 1960. «Физиол. журн. СССР». – Т. 46. – № 2.
- Ермолаев С.Э.* 1937. Цит. по А. Н. Крестовникову, 1951.
- Ефремов Г.О.* 1949, а. «Труды ЦНИИФК». – Т. 7. – М.; Л.
- Ефремов Г.О.* 1949, б. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 5.
- Жалей А.А.* 1964. Матер. 2-й конф. молодых ученых (ГЦОЛИФК). – М.
- Жаров А.В.* 1956. «Труды КВИФКиС». – Вып. 12. – Л. – С. 163.
- Желязков Ц.* 1965. «Въпроси на физическата култура». – № 6.
- Жуков Е.К., Захарьянц Ю.З.* 1959. «Физиол. журн. СССР». – Т. 45. – № 9.
- Закиров Ш.* 1963. Автореф. канд. дис. – М.
- Захарьянц Ю.З., Котельникова Е.Г.* 1961. «Архив анат., гистол. и эмбриол.». – Т. 41. – № 11.
- Зацюрский В.М., Волков Н.И., Фруктов А.Л.* 1959. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 22. – № 10.
- Зацюрский В.М.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 9.
- Зацюрский В.М.* 1961, а. Исследование переноса тренированности в циклических локомоциях: Канд. дис. – М.
- Зацюрский В.М.* 1961, б. Вопросы методики воспитания физических качеств. – М.
- Зацюрский В.М.* 1962. Уч. записки ГЦОЛИФК. – М.
- Зацюрский В.М., Филин В.П.* «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 25. – № 6.
- Зацюрский В.М.* 1963, а. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 26. – № 2.
- Зацюрский В.М.* 1963, б. «Kultura fizyczna». – № 2.
- Зацюрский В.М., Петров И.Ф.* 1964. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 7.

- Защорский В.М.* 1965, а. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 4–5.
- Защорский В.М.* 1965, б. В сб.: «Координация вегетативных и двигательных функций при мышечной деятельности». – М.; Л.
- Защорский В.М., Волков Н.И., Кулик Н.Г.* 1965. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 2.
- Защорский В.М., Кулик Н.Г.* 1966. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 2.
- Зимкин Н.В.* 1954. В кн.: «Вопросы биохимии мышц». – Киев.
- Зимкин Н.В.* 1956. Физиологическая характеристика силы, быстроты и выносливости. – М.
- Зимкин Н.В., Эголинский Я.А.* 1956. О физиологических основах развития выносливости. – Л.
- Зимкин Н.В.* 1960. «Физиол. журн. СССР». – Т. 46. – № 7.
- Зимкин Н.В.* (ред.). 1965. Физиология человека: Учеб. для ин-тов физкультуры. – М.
- Иваницкий М.Ф.* 1956. Анатомия человека. – Часть I. – М.
- Иванов Н.В.* 1962. «Журн. невропатологии и психиатрии». – Т. 62. – Вып. 5.
- Ильин С.В.* 1957. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 20. – Вып. 9.
- Ильин С.В.* 1957. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 20. – Вып. 9.
- Иоселиани Д.М.* 1957. «Пленум комиссии по физиол. спорта». – Киев.
- Йорданов Й.* 1961, а. «Вьприси на физ. култура». – Т. 6. – № 4.
- Йорданов Й.* 1961, б. «Вьприси на физ. култура». – Т. 6. – № 5.
- Каледин С.В., Лукин М.С., Ашмарин Б.А., Кудрявцев Е.И.,* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – № 11.
- Каледин С.В.* 1961. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 24. – № 5.
- Каледин С.В.* (рук.) 1961. В сб.: «Проблемы спорт. тренировки». – М.
- Катинас Г.С.* 1959. Труды конф. по физиол., биох. и морф. спорта» (Киев, 1957). – М.
- Кесарева Е.П.* 1960. Тонус скелетных мышц и его регуляция у здорового человека. – Минск.
- Книст И.Н.* 1951. Сила мышц человека и факторы, ее определяющие: Канд. дис. – М.
- Книст И.Н.* 1958. В сб.: «Проблемы физиол. спорта». – М.
- Ковешникова А.К.* 1956. В сб.: «Пробл. функциональной морфол. двигат. аппарата». – Л.
- Комаров Н.А.* 1938, а, б. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 5–6.
- Конных В.Н.* 1955. Труды КВИФКиС. – Вып. 9. – С. 83. – Л.
- Корецкий В.М.* 1961. Автореф. канд. дис. – М.
- Корнеман С.Л., Летунов С.П.* 1941. В сб.: «Научные основы тренировки». – М.
- Коробков А.В., Бойко В.П., Волощенко В.Е., Городов И.П., Дмитриев А.И., Сысоев Н.В., Чаньшев А.Х.* 1952. Труды КВИФКиС. – Вып. 3. – Л.
- Коробков А.В.* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – № 7.
- Коробков А.В.* 1959. «Труды конф. по физиол., биох. и морф. спорта» (Киев, 1957). – М.

- Коробков А., Черняев Г.* 1961. «Легкая атлетика». – № 4.
- Коробков Г.В.* 1960. Газета «Советский спорт». – № 7 от 9. I.
- Коробков Г., Филлин В.* 1961. «Легкая атлетика». – № 7.
- Коробова А.А., Плоткин А.Б.* 1961. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 24. – № 1.
- Корякин М.Ф.* 1958, а. «Физиол. журн. СССР». – Т. 44. – № 5.
- Корякин М.Ф.* 1958, б. «Вопр. курортол., физиотер. и ЛФК». – № 3.
- Красуская А.А.* 1928. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 2.
- Крауклис А.А.* 1964. Саморегуляция высш. нервн. деятельности. – Рига.
- Крестовников А.Н.* 1929. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 6.
- Крестовников А.Н.* 1938. Физиология спорта. – М.; Л.
- Крестовников А.Н.* 1949. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 9.
- Крестовников А.Н.* 1951. Очерки по физиологии физических упражнений. – М.
- Кузнецов В., Чудинов В.* 1963. «Легкая атлетика». – № 6.
- Кузнецов В.В.* 1965. В сб.: «Матер. итоговой конф. ЦНИИФК». – М.
- Кулик Н.Г.* 1965. ГЦОЛИФК. Материалы 3-й конф. молодых ученых. – М.
- Кулик Н.Г., Мирошников Е.А., Алмазов Ю.А.* 1965. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 8.
- Курдюкова З.Г.* Автореф. канд. дис. – Л.
- Куценко Я.Г.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 3.
- Лазаров Г.* 1962. «Вьпроси на физ. култура». – Т. 7. – № 3.
- Лебедянская Л.Е.* 1952. Автореф. канд. дис. – М.
- Лебедянская Л.Е.* 1959. Труды Узбекского ИФК. – Вып. 2. – Ташкент.
- Левинштейн С.В.* 1961. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 3.
- Лешкевич Л.Г., Макарова А.Ф., Попова Н.Г., Рогожкин В.А., Чаговец Н.Р., Яковлев Н.Н.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 12.
- Лисина М.Н.* 1964. В сб.: «Психология детей дошкольного возраста». – М.
- Ловицкая И.В.* 1956. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 19. – Вып. 9.
- Ловицкая И.В.* 1957. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 20. – № 7.
- Ловицкая И.В.* 1960. В сб.: «Методика тренировки гимнастов». – Ч. 1. – М.
- Макаренко Л.П.* 1963. Экспериментальное обоснование применения скоростных упражнений в тренировке юных пловцов: Автореф. канд. дис. – М.
- Макарова А.И.* 1955. О расслаблении мышц у спортсменов: Автореф. канд. дис. – Л.
- Макарова А.Ф.* 1957. «Пленум комиссии по вопр. физиологии спорта». – Киев.
- Макарова А.Ф.* 1958. «Украин. биохим. журн.». – Т. 30. – № 3 и 6.
- Мануковская Г.П.* 1960. В сб.: «Проблемы физиологии спорта». – Вып. 2. – М.

- Марищук В.Л.* 1964. В кн.: «Вопр. физиол. обоснования физич. подготовки». – Л.
- Маршак М.Е.* 1961. Регуляция дыхания у человека. – М.
- Масальгин Н.А.* 1965. Материалы 3-й конф. молодых ученых (ГЦОЛИФК). – М.
- Матвеев Е.Н., Зациорский В.М.* 1964. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 27. – № 8.
- Матвеев Л.П.* 1959. В кн.: «Теория физического воспитания». – М.
- Матвеев Л.П.* 1964. Проблема периодизации спортивной тренировки. – М.
- Матеев Д., Русчуклиев Й.* 1950. Уч. записки Софийского ИФК. Кн. I. – София.
- Матеев Д.* 1959. «Вьпроси на физ. култура». – Т. 9. – № 8–9.
- Матеев Д., Първанов Б., Генова Е.* 1959. «Вьпроси на физ. култура». – Т. 4. – № 1.
- Матеев Д., Първанов Б., Генова Е.* 1960. «Вьпроси на физ. култура». – Т. 5. – № 1.
- Матеев Д.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 2.
- Матеев Д.* 1961. «Физиол. жури. СССР». – Т. 47. – № 9.
- Медведев В.В.* 1954. Автореф. канд. дис. – Л.
- Михайлов В.В.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – Вып. 3.
- Михайлов В.В.* 1961, а. «Теор. и практика физ. культуры». – Т. 24. – Вып. 8.
- Михайлов В.В.* 1961, б. Спорт и дыхание. – М.
- Михайлов В.В.* 1963, а. В сб.: «Пробл. физиол. спорта». – Вып. 3. – М.
- Михайлов В.В.* 1963, б. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 26. – № 7.
- Михайлов В.В., Огольцов И.Г.* 1964. «Теор и практ. физ. культуры». – Т. 27. – № 5.
- Михайлов В.В.* 1965. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 28. – № 2.
- Михайлов В.В., Зациорский В.М., Геселевич В.В.* 1966. «Medizin und Sport».
- Михайлюк М.П.* 1954. Автореф. канд. дис. – Л.
- Мишкис М.С.* 1936. «Укр. биохим. журн.». – Т. 9. – С. 1035.
- Моногаров В.Д.* 1958. Автореф. канд. дис. – М.
- Морозов Г.М.* 1958. В сб.: «Спорт за рубежом». – Вып. 3. – М.
- Моторин А.Н.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 2.
- Мотылянская Р.Е., Тамбиев Н.Б.* 1941. Труды ЦНИИФК. – Вып. 4.
- Мюллер-Хегемани Д.* 1962. «Журн. невропатол. и психиатр.». – Т. 62. – Вып. 10.
- Новиков А.Д.* 1941. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 1 и 2.
- Новиков А.Д.* 1949. Физическое воспитание. – М.; Л.
- Оббарисус Д.И.* 1955. Автореф. канд. дис. – Л.
- Огуренков Е.И.* 1959. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 22. – № 7.
- Озолин Н.Г.* 1949, а. Тренировка легкоатлета. – М.
- Озолин Н.Г.* 1949, б. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 7.

- Озолин Н.Г. 1949, в. Газета «Советский спорт» от 8 марта.
- Озолин Н.Г. 1953. В кн.: «Легкая атлетика». Часть 2. – М.
- Озолин Н.Г. 1958. Состояние и пути совершенствования советской системы спорт. тренировок. – М.
- Озолин Н.Г. 1959. Развитие выносливости спортсменов. – М.
- Озолин Н.Г. 1960. Материалы 1-й Всероссийской конференции тренеров. – М.
- Оноприенко Б.И. 1961. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 24. – № 11.
- Оплавин С.М. 1951. Автореф. канд. дис. – Л.
- Оплавин С.М. 1956. Труды КВИФКиС. – Вып. 13. – Л.
- Орбели Л.А. 1949. Вопросы высшей нервной деятельности. – М.; Л.
- Павлова Л.П. 1957. Ученые записки ЛГУ. Серия биологич. – № 222. – Вып. 43. – Л.
- Персон Р.С. 1958. «Журнал высшей нервной деят.». – Т. 8. – Вып. 1. – С. 17.
- Персон Р.С., Калашикова З.С. 1961. «Журнал высш. нервн. деят.». – Т. 11. – Вып. 5.
- Персон Р.С. 1965. Мышцы-антагонисты в движениях человека. – М.
- Петренко-Коваль Т.Н. 1947. Автореф. канд. дис. – М.
- Петров В.В. 1958. Ученые записки Львовского ИФК. – Вып. 3. – Львов.
- Петровский В.В., Жордочко Р.В. 1965. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 2.
- Пиралишвили И.С. 1960. Сб. «Пробл. физиол. спорта». – Вып. 2. – М.
- Пиралишвили И.С. 1962. Междун. конф. по пробл. спорт. тренировок. – М.
- Пирьова Б., Косев Р., Богданов П. 1961. «Вьприси на физ. култура». – Т. 6. – № 3. – С. 170.
- Плоткин А.Б. 1965. Автореферат канд. дис. – М.
- Поляков Д.П. 1961. В кн.: «Велосипедный спорт». – М.
- Пуни А.Ц. 1953. Исследования в области психологии спорта: Докт. дис. – Л.
- Пуни А.Ц. 1959. Очерки по психологии спорта. – М.
- Пьянков Ю.П. 1959. Сб. «Возрастная физиол. и морф.». – М. – С. 322.
- Ратов И.П. 1959. Труды конф. по физиол., биох. и морф. спорта. – М.
- Ратов И.П. 1961. Автореф. канд. дис. – М.
- Рачев Т. 1964. «Вьприси на физ. култура». – Т. 9. – № 10.
- Ревзон А.С. 1959. «Физ. культура в школе». – № 5.
- Ревзон А.С. 1960, а. «Докл. Акад. пед. наук РСФСР». – № 1.
- Ревзон А.С. 1960, б. «Легкая атлетика». – № 1.
- Рогозкин В.А. 1959. «Укр. биохим. журн.». – Т. 31. – № 4. – С. 489.
- Рогозкин В.А., Яковлев Н.Н. 1960. «Укр. биохим. журнал». – Т. 32. – С. 899.
- Родионов В.И. 1959. Автореф. канд. дис. – М.
- Розенблат В.В. 1961. Проблема утомления. – М.

- Роман Р.А.* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – № 9.
- Рудик П.А.* 1960. Психология. – М.
- Рябова А.* 1925. «Врачебное дело». – № 6.
- Савин С.А.* 1956. Автореф. канд. дис. – М.
- Самоцветов А.* 1961. «Легкая атлетика». – № 4 и 5.
- Семенов Д.А.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 23. – № 11.
- Семкин А.А.* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – № 1.
- Сергеев Г.В.* 1964. Автореф. канд. дис. – М.
- Сеченов И.М.* 1906. Очерк рабочих движений человека. – М.
- Скворцов Б.Л., Сергеев Б.В.* 1964. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 27. – № 6.
- Скородумова А.П.* 1965. Материалы 3-й конф. молодых ученых ГЦОЛИФК. – М.
- Скрябин В.В.* 1958. Труды Свердловского мед. ин-та. – Вып. 21. – Свердловск.
- Славуцкий Я.Л.* 1962. Материалы конф. по физиологии, морф. и биохимии спорта. – Тарту.
- Смирнов Ю.И.* 1965. Материалы 18-й научной конф. студентов (ГЦОЛИФК). – М.
- Степанов А.С.* 1958. Ученые записки ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. – Вып. 6. – Л.
- Степанов А.С.* 1959. «Физиол. журн. СССР». – Т. 45. – № 2.
- Степанов А.С. и Бурлаков М.А.* 1963. «Физиол. журн. СССР». – Т. 49. – № 3.
- Суслов Ф.П.* 1955. Автореф. канд. дис. – М.
- Таварткиладзе Б.В.* 1958. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 21. – № 2.
- Тавастшерна Н.И.* 1950. Сб. трудов ЛНИИФКа. – Т. 5. – С. 31.
- Тер-Ованесян А.А.* 1946. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 10.
- Товбин И.М.* 1958. Труды КВИФКиС. – Вып. 18. – Л.
- Тоомсалу Р.И.* 1957. Автореф. канд. дис. – Тарту.
- Топальян Г.Г.* 1956. Автореф. канд. дис. – М.
- Третьяков Н.Д.* 1961. Автореф. канд. дис. – Л.
- Тюветский В.Ф.* 1965. Материалы 18-й научной конф. студентов (ГЦОЛИФК). – М.
- Ухов В.* 1875. Руководство к педагогической и гигиенической гимнастике. Ч. 1. – СПб.
- Фарфель В.С.* 1939, а. Физиология человека. М.; Л.
- Фарфель В.С.* 1939, б. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 4.
- Фарфель В.С.* 1945. Исследования по физиологии предельной мышечной работы и выносливости: Докт. дис. – М.
- Фарфель В.С. Фрейдберг И.М.* 1948. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 11. – № 6.
- Фарфель В.С. (ред.).* 1949. Исследования по физиологии выносливости. – М.

- Фарфель В.С.* 1959, а. Развитие движений у детей школьного возраста. – М.
- Фарфель В.С.* 1959, б. В сб.: «Материалы симпозиума по проблеме двигательных качеств». – М.
- Фарфель В.С.* 1960. Физиология спорта. – М.
- Федоров В.Л.* 1955. Автореф. канд. дис. – М.
- Федоров В.Л.* 1960. «Легкая атлетика». – № 1.
- Федоров В., Сафонов В.* 1960. «Легкая атлетика». – № 6.
- Федоров В.Л., Ратов И.П.* 1962. «Теор. и практ. физ. культуры». – Т. 25. – № 7.
- Фиделюс К.М.* 1960. Автореф. канд. дис. – М.
- Фиделюс К.М.* 1962. Междунар. конф. по вопросам спорт. тренировки. – М.
- Фролов А.П.* 1958. Ученые записки ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. – Вып. 6. – Л.
- Фролов О.П.* 1965. Материалы 3-й конф. молодых ученых (ГЦОЛИФК). – М.
- Чаговец Н.Р.* 1959. Автореф. канд. дис. – Л.
- Чаговец Р.В.* 1938. «Укр. биохим. журн.». – Т. 12. – № 2. – С. 428.
- Чернявский Д.* 1963. «Легкая атлетика». – № 6.
- Чикваидзе Г.Б.* 1959. Труды конф. по физиол., биохимии и морфол. спорта (Киев, 1957). – М.
- Чикваидзе Г.Б.* 1962. Междунар. конф. по проблемам спорт. тренировки. – М.
- Чогиев З., Парулава Г.* 1959. Тезисы 6-й научной конф. студентов Ин-та физкультуры. – М.
- Чудинов В.И.* 1960. «Теор. и практ. физ. культуры». – № 11.
- Чудинов В.И.* 1961. Автореф. канд. дис. – М.
- Шабашова А.С.* 1939. Труды ЦНИИФК. – Вып. 1.
- Шабашова А.С.* 1949. Тезисы итоговой сессии за 1948 г. (ЦНИИФК). – М.
- Шанот В.С.* 1954. «Успехи совр. биол.». – Т. 37. – С. 255.
- Шейдин Я.А., Курбатова И.Н.* 1936. Труды физиол. ин-та ЛГУ. – Т. 132. – № 16. – Л.
- Шогам А.Н., Мировский К.И.* 1964. «Журн. невропатол. и психиатр.». – Т. 64. – Вып. 3.
- Экклз Дж.* 1959. Физиология нервных клеток. – М.
- Энгельгардт В.А.* 1932. «Biochemische Z-t». – Bd. 251. – S. 343.
- Энгельс Ф.* 1950. Диалектика природы. – М.
- Юньев Г.С.* 1963. Скорость распространения возбуждения в центральной нервной системе. – Минск.
- Юсевич Ю.С.* 1963. Электромиография тонуса скелетных мышц в норме и патологии. – М.
- Яглом А.М., Яглом И.М.* 1960. Вероятность и информация. – М.
- Яковлев Н.Н., Яковлева Е.С.* 1953. «Успехи совр. биол.». – Т. 35. – Вып. 1.



- Яковлев Н.Н. 1955. Очерки по биохимии спорта. – М.
- Яковлев Н.Н. 1958. «Журн. общей биологии». – Т. 19. – № 6.
- Яковлев Н.Н. 1960. В кн.: «Фосфорилирование и функция». – Л.
- Яковлев Н.Н., Коробков А.В., Яннис С.В. 1960. Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. – М.
- Яковлев Н.Н. и др. 1961. «Физиол. журн. СССР». – Т. 47. – № 6.
- Янчевский А.А. 1960. Сб. «Пробл. физиологии спорта». – Вып. 2. – М.
- Abbott B.C. a. o. 1952. «Journ. Physiol.», v. 117, no. 3.
- Adamson G.T. 1959. «Physical Education», v. 51, no. 153.
- Alexander J.F., Drake C.J. a. o. 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 2.
- Andersen K.L., Bolstad A. a. Sand S. 1960. «Acta physiol. scandinavica», v. 48, p. 231.
- Angelow W. 1962. «Theorie und Praxis der Körperkultur», Bd. 11, H. 5.
- Anrep G.V. a. Van Saalfeld E. 1935. «J. Physiol.», v. 85, p. 375.
- Asakawa M., Kinbara J., Koto T. 1961. «Bulletin of the Faculty of Physical Education Tokyo Univ.», S. 74.
- Asmussen E. 1949. «Kongressen Föredrag», v. 2, p. 20. Stockholm.
- Astrand J., Astrand P.-O. a. o. 1960. «Acta physiol. scand. o.», v. 48, p. 448.
- Astrand P.-O. 1952. Experim. studies of phys. work, capacity in relation to sex and age. Stockholm.
- Astrand P.-O. 1956. «Physiol. Reviews», v. 36, no. 3.
- Astrand P.-O., Hallböck J. a. o. 1963. «Jour. appl. Physiol.», v. 18, p. 619.
- Astrand P.-O. a. o. 1964. Girl swimmers. Uppsala.
- Baer A.D. a. o. 1955. «Arch. of phys. med.», v. 36, p. 495.
- Balke B. 1959. In: «Exercise and Fitness», Chicago.
- Bannister R.G. 1956. «Brit. Med. Bull.», v. 12, no. 3.
- Barham J.N. 1961. «Dissert. Abstracts», v. 21, no. 8.
- Bartley S.H. 1957. «Physiol. Reviews», v. 37, no. 3.
- Bern J.G., 1961. «Acta anat.», v. 45, no. 1–2.
- Bedford T., Warner C.G. 1937. «Lancet», v. 2, p. 1328.
- Bechtol Ch. O. 1954. «J. Bone a. Joint Surgery», v. 36–A, p. 820.
- Beliča E., Janik A. 1958. «Bratisl. Lekar. listy», v. 1, no. 6.
- Bender G.A., Kaplan H.M., Johnson A.J. 1963. «JOHPER», v. 34, no. 5.
- Berger R. 1962. «The Res. Quarterly», v. 33, no. 3.
- Berger R. 1963, a. «Tre Res. Quarterly», v. 34, no. 2.
- Berger R. 1963, б. «The Res. Quarterly», v. 34, no. 3.
- Bethe A. 1925. «Ergebn. Physiol.», Bd. 24, S. 71.
- Bevegard S. a. o. 1963. «Acta physiol. scand.», v. 57, no. 1–2.
- Bohnen M. 1957. «The Res. Quarterly», v. 28, no. 4.
- Bonjer F.H. 1962. «Ergonomics», v. 5, p. 29.
- Bown M.E. 1956. «Dissert. Abstracts», v. 16, no. 11.
- Braune W., Fischer O. 1882. «Abh. Kgl. sächs. Ges. math. – naturwiss. K1.», Bd. 15, S. 275.
- Briggs H. 1920. «J. Physiol.», v. 54, p. 292.
- Brodin H. 1963. «Acta orthop. scand.», v. 33, no. 3.

- Buchtal F., Madsen A.* 1950. «EEG a. clin. neurophys.», v. 2, p. 425.
- Bugard P.* 1960. «La fatigue», Paris.
- Bunn J.* 1955. Scientific principles of coaching. N.-Y.
- Butler J.* 1960. «Clin. Science», v. 19, no. 1.
- Caldwe11 L.S.* 1963. «J. Engng. Psychol.», v. 2, no. 4.
- Capen E.K.* 1951. «The Res. Quarterly», v. 22, no. 1.
- Capen E.K.* 1956. «The Res. Quarterly», v. 27, no. 2.
- Carpenter A.* 1938. «The Res. Quarterly», v. 9, no. 1.
- Christensen E.H.* 1932. «Arbeitsphysiol.», Bd. 5, p. 463.
- Christensen E.H., Högberg P.* 1950. «Arbeitsphysiol.», Bd. 14, p. 249.
- Christensen E.H.* 1960. In: «Structure and function of muscle». Edit. by Bourne, v. 2.
- Christensen E.H.* 1960. «Internat Z-t angew. Physiol.», Bd.18, no. 4.
- Christensen E.H., Hedman R., Saltin B.* 1960. «Acta physiol. scand.», v. 50, no. 3-4.
- Clarke H.H.* 1956. «The Res. Quarterly», v. 27, no. 3.
- Clarke H.H.* 1960. In: «Exercise and fitness», Chicago.
- Clarke H.H. a. Bailey T.L.* 1950. «J. Assoc. Phys. a. Mental Rehab.», v. 4, p. 12.
- Clarke H.H. a. o.* 1950. «Arch. phys. med.», v. 31, p. 81.
- Clarke H.H., Shay C.P. a. Mathews D.K.* 1954. «J. Assoc. Phys. a. Ment. Rehab.», v. 8, p. 184.
- Cross E.A., Thompson H.L.* 1957. «The Res. Quarterly», v. 28, no. 4.
- Cureton Th.K. a. o.* 1947. In: «Physical fitness appraisal and guidance». St. Louis, p. 356.
- Cureton Th.K.* 1951. Physical fitness of champion athletes. Urbana.
- Dallos P.I., Jones R.W.* 1963. «IEEE Trans. Automat. Control», v. 8, no. 3.
- Darcus H.D.* 1954. In: «Human factors in equipment design», p. 37, London.
- Darcus H.D. a. Sa1ter N.* 1955. «Jour. Physiol.», v. 129, no. 2, p. 325.
- Darcus H.D.* 1956. «Proc. Roy. Soc. Med.», v. 49, no. 12.
- Davis P.R.* 1959. «Lancet», no. 2, p. 155.
- Dean H.M., Skinner S.L.* 1960. «Austral. Jour. Exptl. Biol. a. Med. Science», v. 38, no. 5, p. 413.
- Defibauch I.I.* 1964. «Physiol. Therapy», v. 44, no. 3.
- Deshon D.E., Nelson R.C.* 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 4.
- Dill D.B.* 1960. «Jour. Assoc. Phys. Ment. Rehab.», no. 2.
- Dill D.B., Sacktor B.* 1962. «J. Sports Medic.», v. 2, no. 2.
- Dintiman G.B.* 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 4.
- Döbler H u. a.* 1962. In: «Krafttraining im Leistungssport», Leipzig.
- Doi G.* 1920. «Jour. Physiol.», v. 54, p. 335.
- Dolgin P.* 1930. «Arbeitsphysiol.», Bd. 2, S. 205.
- Doroschuk E.W.* 1963. «Dissert. Abstracts», v. 23, no. 10.
- Doroschuk E.W., Cureton T.K.* 1963. «J. Sports Medic.», v. 3, no. 4.
- Dunn J.H.* 1960. «Dissert. Abstracts», v. 21, no. 5.

- Eason R.G.* 1960. «J. appl. Physiol.», v. 15, no. 3.
- Edwards R.G. a. Lippold O.C.* 1956. «Journ. Physiol.», v. 132, p. 677.
- Elbel E.R.* 1949. «J. appl. Physiol.», v. 2, p. 197.
- Elftman H.* 1940. «Amer. J. Physiol.», v. 129, no. 3.
- Elkins E.C. a. o.* 1951. «Arch. of Phys. Med.», v. 32, p. 639.
- Estep D.P.* 1957. «The Res. Quarterly», v. 28, no. 1.
- Fassard A., Laugier H. et Nouel S.* 1933. «Le travail humain», no. 1.
- Fenn W.O.* 1930, a. «Amer. J. Physiol.», v. 92. p. 683.
- Fenn W.O.* 1930, b. «Amer. J. Physiol.», v. 93. p. 433.
- Fenn W.O., Brody H. a. Petrill A.* 1931. «Amer. J. Physiol.», v. 97, no. 1.
- Fenn W.O.* 1938. «Journ. of appl. Physics.», v. 9, p. 165.
- Fleischman E.A.* 1962. In: «Training research and education». Edit. by R. Glaser. Pittsburg.
- Floyd W. a. Welford A.* (edit.) 1953. Symposium on fatigue. London.
- Francis A.W.* 1943. «Science», v. 98, no. 2545.
- Franke F.* 1920. «Pflüger's Archiv.», Bd. 184, S. 300.
- Frey U.* 1959. «Schweizerische Z-t f. Sportmedizin», v. 7, no. 1.
- Fulton R.E.* 1945. «Archives of psychology», no. 300.
- Gardner G.W.* 1963 «The Res. Quarterly», v. 34, no. 1.
- Qaskell W.H.* 1877. «Arb. Physiol. Inst. Lpz.», Bd. 12, S. 45.
- Gellhorn E.* 1958. «Arch. intern Med.», v. 102, no. 3.
- Golab S.* 1962. «Kultura Fizyczna», R. 15, no. 2.
- Granit R.* 1962. «Journ. Sports. Medic.», v. 2, no. 1.
- Grochmal S., Knychalska-Karwan Z.*, 1962. «Kult. Fizyczna», R. 15, no. 12.
- Große-Lordeman H., Müller E.A.* 1936. «Arbeitsphysiologie», Bd. 9, no. 4.
- Haas E.* 1928. «Pflüger's Archiv». Bd. 218, S. 386.
- Hansen J.W.* 1961. «Intern. Z-t angew. Physiol.», Bd. 18, no. 6.
- Hansen J.W.* 1963. «Intern. Z-t angew. Physiol.», Bd. 19, S. 430.
- Harston L.D.* 1939. «J. Gen. Psychol.», v. 20, no. 2.
- Hebestreit H.* 1929. «Pflüger's Archiv», Bd. 222, S. 738.
- Hebestreit H.* 1934. «Pflüger's Archiv», Bd. 234, S. 437.
- Hellebrandt F. a. Houtz S.J.* 1956. «Phys. therapy review», v. 36, p. 371.
- Hempel W.E., Fleishman E.A.* 1955. «J. appl. Physiol.», v. 39, p. 12.
- Henry F.M., Trafton J.R.* 1951. «The Res. Quarterly», v. 22, № 4, p. 409.
- Henry F.M.* 1953. «The Res. Quarterly», v. 24, p. 169.
- Henry F.M.* 1954. «Science», v. 120, no. 3130.
- Henry F.M.* 1955. «The Res. Quarterly», v. 26, no. 2.
- Henry F.M.* 1960. «The Res. Quarterly», v. 31, no. 3.
- Henry F.M.* 1961. «The Res. Quarterly», v. 32, no. 3.
- Henry F.M., Whitley I.D.* 1960. «The Res. Quarterly», v. 31, no. 1.
- Herman R.* 1962. «Arch. of phys. med.», v. 43, no. 3.
- Hettinger Th., Müller E.A.* 1953. «Arbeitsphysiologie», Bd. 15, no. 2, S. 111.
- Hettinger Th.* 1953. «Arbeitsphysiol.», Bd. 15, no. 3.
- Hettinger Th.* 1955. «Internat Z-t angew. Physiol.», Bd. 16, S. 52.
- Hettinger Th.* 1956. «Sportmedizin», no. 9.

- Hettinger Th.* 1957. «Theorie u. Prax. d. Körperkultur», no. 2.
- Hettinger Th.* 1961. «Internat. Z-t angew. Phys.», Bd. 18, № 5, S. 357.
- Hettinger Th.* 1966. Isometrische Muskeltraining. Stuttgart.
- Hill A.V.* 1925. «Sci. Monthly», v. 21, no. 4, p. 409.
- Hill A.V.* 1927. Muscular movement in man. Baltimore.
- Hill A.V.* 1938. «Proc. Roy. Soc. B.», v. 126, p. 412.
- Hill A.V.* 1950. «Science Progress», v. 38, p. 209.
- Hill A.V.* 1956. «Brit. Med. Bull.», v. 12, no. 3.
- Hill A.V.* 1964. «Proc. Roy. Soc. B.», v. 139, no. 975, p. 319.
- Hiller J.* u. a. 1962. «Medizin und Sport», no. 2.
- Hines M.* 1960. In: «Struct. a. funct. muscle», v. 2. Edit. by Bourne.
- Hoffman B.* 1962. «Amateur Athlete», no. 5, S. 22.
- Hoffman K.* 1964. «Kultura Fizyczna», R. 17, no. 9.
- Hollman W.* 1959. Der Arbeits – und Trainingseinfluß aus Kreislauf und Atmung. Darmstadt.
- Hollman W.* u. a. 1960. «Der Sportarzt», Bd. 11, no. 7.
- Holmgren A.* 1956. «Scand. J. clin. lab. Investig.». Suppl. 24.
- Holmgren A.* a. o. 1960. «Acta physiol scand.». v. 50, p. 72.
- Holmgren A., Ovenfors C.O.* 1960. «Acta med. scand.», v. 167, no. 4.
- Hough T.* 1902. «Amer. J. Physiol.», v. 7, p. 76.
- Houtz S.I.* a. o. 1957. «J. appl Physiol.», v. 11, no. 3, p. 475.
- Hubbard A.W.* 1939, a. «The Res. Quarterly», v. 10, no. 3.
- Hubbard A.W.* 1939, б. «J. gen. Psychol.», v. 20, p. 315.
- Hubbard A.W.* 1960. In: «Science and medicine of exercise and sports». Edit. by W.O. Johnson. N-Y.
- Hunsicker P., Grey G.* 1957. «The Res. Quarterly», v. 28, no. 2.
- Jacobson E.* 1930. «Amer. J. Physiol.», v. 95, p. 703.
- Jacobson E.* 1938. Progressive Relaxation. Chicago.
- Jacobson E.* 1943. «Amer. J. Psychol.», v. 56, p. 433.
- Jervey A.A.* 1962. «Dissert. Abstracts», v. 22, no. 7.
- Jerwell O.* 1928. «Acta med. scand.», v. 5, suppl. 24.
- Johnson D.G., Heidenstam O.* 1958. Modern body-building. N.-Y.
- Jonesco A.* 1949. «Kongressen Föredrag», v. 2, p. 83. Stockholm.
- Karpovich Ph.* 1951. «Journal of Phys. Educat.», v. 48, p. 71.
- Karpovich P.V.* 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 3. Pt. 2.
- Kenelly A.E.* 1906. «Proc. Am. Acad. Arts and Science», v. 42, no. 15, p. 275.
- Kenelly A.E.* 1926. «Proc. Am. Acad. Arts and Science», v. 61, no. 11, p. 487.
- Keul J., Reindell H. u. Roskamm H.* 1961. «Der Sportarzt», Bd. 12, no. 9, S. 254.
- Kirchoff H.W., Reindell H., Gebaner A.* 1956. «Dtsch. Arch. Klin. Med.», Bd. 203, p. 423.
- Kleinsorge H., Klumbies G.* 1961. Technik der Relaxation. Jena.
- Klotschkow L.A., Wassiljewa E.S.* 1933. «Arbeitsphysiologie», Bd. 7, no. 1.

- Knese K.-H.* 1956. «Pflüger's Archiv», Bd. 263, no. 5.
- Kohlrausch W.* 1925. «Z-t f. Konstitutionslehre», Bd. 10, H. 1, S. 434.
- Kraut H.E., Müller E.A.* 1950. «Biochemische Z-t», Bd. 320, S 302.
- Kraut H.E.* u. a. 1953. «Biochemische Z-t», Bd. 324, no. 4.
- Kühn O.* 1959. «Sportarzt». Bd. 10, no. 4.
- Larsson G., Persson B.* a. o. 1964. «J. appl. Physiol», v. 19, no. 4, p. 629.
- Leighton I.* 1956. «Arch. phys. med. a. rehab.», v. 37, no. 8.
- Leuwill A.* 1962. In: «Sprint, Sprung, Wurf.». Berlin.
- Liberson W.T., Asa M.M.* 1959. «Arch. phys. med.», v. 40, no. 8.
- Lindeburg F.A.* 1949. «The Res. Quarterly», v. 20, p. 180.
- Lindeburg F. A.* a. o. 1963. «The Res. Quarterly», v. 34, no. 4.
- Lietzke M.H.* 1954. «Science», v. 119, p. 333.
- Lietzke M.H.* 1956, a. «Science», v. 124, no. 3213, p. 178.
- Lietzke M.H.* 1956, б. «Science», v. 124, no. 3220, p. 486.
- Lille F. e. a.* 1963. «J. physiol.» (France), v. 55, no. 2, p. 158.
- Lindsley D.B.* 1935. «Amer. J. Physiol.», v. 113, p. 28.
- Logan G.A.* 1960. «Dissertat. Abstracts», v. 20, no. 10.
- Luber G.* 1959. «Etude trav.», no. 95, p. 23.
- Lydiard A.* 1965. «Theorie u. Pr. d. Körperkultur», Bd. 14, № 11, S. 1021.
- McCloy Ch.* 1945. «Phys. Educator», v. 5, no. 3.
- McCloy Ch.* 1956. «The Res. Quarterly», v. 27, no. 2.
- McGrow Z.W.* 1949. «The Res. Quarterly», v. 20, no. 3
- McMorris R.O., Elkins E.C.* 1954. «Arch. phys. med.», v. 35, p. 421.
- McQueen I.J.* 1954. «British medical journal», no. 4898, p. 1193.
- Mallincrodt H. u. Valentin H.* 1958. «Sportmedizin», no. 3.
- Margaria R.* 1963. «Wychow. fizyczne i sport», R. 7, no. 1.
- Marter R.M. Cited bu Rasch P.J., Pierson W.R.* a. o. (1960).
- Martin E.G., Rich W.H.* 1918. «Amer. J. Physiol.», v. 47, p. 29.
- Massey B.H., Chaudet N.L.* 1956. «The Res. Quarterly», v. 27, no. 1, p. 41.
- Mathews D.K., Kruse R.* 1957. «The Res. Quarterly», v. 28. no. 1, p. 26.
- Mathews D.K.* a. o. 1959. «The Res. Quarterly», v. 30, no. 3, p. 297.
- Mathews D.K.* a. o. 1963. «The Res. Quarterly» v. 34, no. 3, p. 356.
- Matthiash H.-H.* 1956. «Arch. für orthopäd. und Unfallchirurgie», Bd. 48, no. 2, S. 147.
- Meade G.P., Lietzke M.H.* 1956. «Science», v. 124, no. 3230, p. 1025.
- Meadows P.E.* 1959. «Dissertat. Abstracts», v. 20, no. 1.
- Mellerowich H.* u. a. 1961. «Intern. Z-t angew. Phys.», Bd. 18, p. 376.
- Mellerowicz H.* 1962. Ergometrie. Berlin.
- Metzner A.* 1962. In: «Sportmedizin». Hrsg. H. Groh, Stuttgart.
- Mies H.* 1963. «Schweiz. Z-t Sportmedizin», v. 11, no. 1. S. 1–16.
- Mittenzwei H.* 1962. In: «Krafttraining im Leistungssport». Rd. H. Gundlach, Leipzig.
- Mohr D.* 1960. «The Res. Quarterly», v. 33, no. 2, Pt. 2.
- Monod H., Scherrer J.* 1957. «Compie rend. soc. biol.», v. 151, no. 7, p. 1358.
- Müller E.A.* 1957. «Klin. Wochenschrift», Bd. 35, no. 14, p. 701.

- Müller E.A. 1959. «Ergonomics», v. 2, no. 2, p. 216.
- Müller E.A., Rohmert W. 1959. «Forschungsberichte des Landes Nordrhein – Westfalen», no. 768.
- Müller E.A., Rohmert W. 1963. «Internat. Z–t angew. Physiol.», Bd. 19, S. 403.
- Münchinger R. 1960. «Schweiz. Z–t Sportmedizin», Bd. 8, no. 3, S. 65.
- Murrey I., Karpovich P.W. 1957. Weight lifting in athletics. Englewood.
- Nakamura H. 1934. «The Res. Quarterly», v. 5, no. 1, p. 33.
- Nelson R.C. 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 1.
- Neugebauer H.-P. 1961. «Sportfechten», no. 9.
- Orban W.A.R. 1962. «J. Sports Medicine», v. 3, no. 1.
- Otis A.B. 1954. «Physiol Rev.», v. 34, p. 449.
- Parks J.L. 1959. «Dissertat. Abstracts», v. 20, no. 5, p. 1670.
- Passmore R. a. Durnin J. V. 1955. «Physiological Rev.», v. 35, p. 801.
- Petersen F.B. 1960. «Acta physiol. scandinavica», v. 48, p. 406.
- Petersen F.B. a. o. 1961. «Internat. Z–t angew. Physiol.», Bd. 18, no. 6.
- Petersen F.B. a. o. 1964. «Sportarzt und Sportmedizin», Bd. 15, no. 1.
- Petow W., Siebert W.W. 1925. «Z–t klin. Med.», Bd. 102, S. 427.
- Phillips M., Sammers D. 1954. «The Res. Quarterly», v. 25, S. 456.
- Pierson W.R. 1962. «J. sports medic.», v. 2, no. 4, p. 205.
- Pierson W.R. 1963. «J. Assoc. Phys. Ment. Rehab.», v. 16, no. 3.
- Provins K.A. 1955. «Journ. Appl. Physiol.», v. 7, p. 387.
- Provins K.A., Salter N. 1955. «Journ. appl. Physiol.», v. 7, p. 393.
- Ralston H.J. a. o. 1949. «Journ. appl. Physiol.», v. 1, p. 526.
- Ralston H.J. 1953. «Amer. J. Phys. Med.», v. 32, no. 3.
- Rasch P.J. 1954. «The Res. Quarterly», v. 25, p. 328.
- Rasch P.J. 1956. «The Res. Quarterly», v. 27, no. 3, p. 333.
- Rasch P.J. 1957. «The Res. Quarterly», v. 28, no. 1, p. 85.
- Rasch P.J., Morehouse L.T. 1957. «Journ. appl. Physiol.», v. 11, no. 1, p. 29.
- Rasch P.J., Pierson W.R. 1960. «The Res. Quarterly», v. 31, no. 3.
- Rasch P.J., Pierson W.R. a. o. 1960. «Rev. canad. biol.», v. 19, no. 4, p. 369.
- Rasch P.J., Pierson W.R., Logan G.A. 1961. «Internat. Z–t angew. Physiol.», v. 19, no. 1.
- Rasch P.J., Pierson W.R. 1963. «Percept. mot. skills», v. 16, p. 229.
- Rathbone J. 1959. Teach yourself to relax. London.
- Regener G. 1961. «Theorie u. Pr. d. Körperkultur», Bd. 10, no. № 1.
- Reijs G. 1921. «Pflüger's Archiv», Bd. 191, S. 234.
- Reindell H. u. a. 1959. Sport u. Kreislauf. München.
- Reindell H., Roskamm H. 1959. «Schweiz. Z–t Sportmedizin», v. 7, no. 3.
- Reindell H. u. a. 1960. Herzkreislaufkrankheiten und Sport. München.
- Reindell H., Roskamm H., Gerschler W. 1962. Das Intervalltraining, München.
- Robinson S. 1941. «Amer. J. Physiol.», v. 133, p. 428.
- Robinson S. 1961. In: «Medical Physiology», Edit. by Ph. Bard. St. Louis.
- Rodahl K., Issekutz B. 1962. In: «Muscle as a tissue», p. 272.

- Rohmert W.* 1960. «Internat. Z-t angew. Physiol.», Bd. 18, no. 2, S. 123.
- Rose D.L.* a. o. 1957. «Arch. phys. med.», v. 38, p. 157.
- Roskamm H., Reindell H., Keul F.* 1961. «Sportarzt», Bd. 12, S. 151.
- Roskamm H., Reindell H., Musshof K., König K.* 1961. «Arch. Kreislauf-forschung», Bd. 35, no. 1–2, S. 67.
- Royce J.* 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 2.
- Saario L.* 1961. «Duodecim» (Helsinki), Suppl. 39, p. 9.
- Salter N.* 1955. «J. Physiol.», v. 130, no. 1.
- Sargent R.M.* 1926. «Proc. Roy. Soc. B.», v. 100, p. 10.
- Sheffield F.J.* 1962. «Amer. J. Phys. Med.», v. 41, no. 4.
- Scherrer J., Samson M. et Paleologue A.* 1954. «J. Physiol.» (France), v. 46, p. 887.
- Scherrer J.* 1958. «Medecine, education physique et sport», v. 32, p. 7.
- Scherrer J., Bourguignon A.* 1959. «Amer. J. Phys. Med.», v. 38, no. 4, p. 148.
- Scherrer J., Bourguignon A., Monod H.* 1960. «Rev. pathol. gen. et physiol. clin.», v. 60, no. 716, p. 357.
- Scherrer J., Monod H.* 1950. «J. Physiol (France)», v. 52, no. 2, p. 419.
- Schmidt H.A.E.* 1962. «Z-t Kreislaufforschung», Bd. 51, no. 3, S. 165.
- Schmidtke H.* 1958. «Internat. Z-t angew. Physiol», Bd. 17, S. 252.
- Schramm E.* 1960. «Theor. u. Prax. d. Körperkultur», Bd. 10, no. 10.
- Schultz J.H.* 1956. Das autogene Training. Stuttgart.
- Scott M.G.* 1960. «The Res. Quarterly», v. 31, no. 2, Pt. 2.
- Sidorowicz W.* 1965. «Lekka atletyka», no. 8 (112).
- Simonson E.* 1938. «Trav. humain», v. 6, p. 385.
- Sinialo V.V., Inurtola T.* 1957. «The Res. Quarterly», v. 28, no. 3, p. 288.
- Slater-Hammel A.T.* 1960. «The Res. Quarterly», v. 31, no. 2, p. 236.
- Slonim N.B., Gillespie D.G., Harold W.R.* 1957. «J. appl. Physiol.», v. 10, no. 3, p. 401.
- Smith L.E.* 1961. «The Res. Quarterly», v. 32, no. 3.
- Smith L.E.* 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. 4.
- Smith O.C.* 1934. «Amer. J. Physiology», v. 108, p. 629.
- Smolaka V.* 1963. «J. sports medicine», v. 3, no. 2–3, p. 93.
- Selley W.H.* 1952. «The Res. Quarterly», v. 23, p. 231.
- Sperry R.W.* 1939. «J. gen. Psychology», v. 20, p. 295.
- Start K.B., Graham J.S.* 1964. «The Res. Quarterly», v. 35, no. № 2, p. 193.
- Stetson R.H., Bouman H.D.* 1935. «Arch. Neerland. de Physiol.», v. 20, p. 177.
- Stetson R.H., Bouman H.D.* 1936. «The Res. Quarterly», v. 7, p. 143.
- Stewart C.L.* 1962. «Dissertat. Abstracts», v. 22, no. 8, p. 2678.
- Strait L.A., Inman V.T., Ralston H. J.* 1947. «Amer. J. Physiol.», v. 15, p. 375.
- Strughold H.* 1951. «Journ. Aviat. Med.», v. 22, p. 100.
- Takano H., Higashi T.* 1957. «Kobe J. Med. sci.», v. 3, no. 2.
- Tansei H., Takagi K., Kiuchi K.* 1960. «Japanese J. Phys. Fitness», v. 9, no. 5.
- Taylor H.L.* 1960. In: «Science and medicine of exercise and sports». Edit. by W.O. Johnson. N.-Y.

- Theves B.* 1963. «Naturwissenschaften», Bd. 50, no. 16, S. 550.
- Turner M.E., Campbell E.D.* 1961. «Biometrics», v. 17, no. 2, p. 275.
- Tuttle W.W., van Dalen D.* 1936. «Arbeitsphysiologie», Bd. 9, no. 4, S. 345.
- Tuttle W.W.* a. o. 1955. «The Res. Quarterly», v. 26, no. 1.
- Творzydło M.* 1962. «Wychowanie fiz. i sport», R. 6, no. 3.
- Ulrich C., Burke R.K.* 1957. «The Res. Quarterly», v. 24, p. 403.
- Van Goor H., Mosterd W.L.* 1961. «Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. C.», v. 64, no. 1, p. 15.
- Van Goor H., Mosterd W.L.* 1961. «Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. C.», v. 64, no. 1, p. 96.
- Vrie H.A. De.* 1962. «The Res. Quarterly», v. 33, no. 2.
- Wachholder K.* 1928. «Ergebnisse d. Physiologie», Bd. 26, S. 568.
- Wachholder K.* 1934. «Arbeitsphysiologie», Bd. 7, S. 422.
- Wachholder K.* 1936. «Fortschr. Neurol. Psychiat.», Bd. 8, S. 349.
- Wakim K.* a. o. 1950. «Arch. of phys. med.», v. 31, p. 90.
- Walker G.A., Hayden T.C.* 1933. «The Res. Quarterly», v. 4, p. 124.
- Walters C.E., Harris R.W.* 1953. «Physical Therapy Rev.», v. 33, no. 9.
- Walters C.E., Partridge M.J.* 1957. «Amer. J. Physical Med.», v. 36, p. 259.
- Wear C.L.* 1963. «The Res. Quarterly», v. 34, no. 2, p. 234.
- Weber V.D.* 1962. «Dissert. Abstracts», v. 22, no. 9. p. 3088.
- Wells K.F., Dillon E.K.* 1952. «The Res. Quarterly», v. 23, no. 1, p. 115.
- Wells K.F.* 1955. Kinesiology. Philadelphia.
- Wendler A.U.* 1955. «The Res. Quarterly», v. 26, no. 3.
- Wickstrom R.L.*, 1958. «J. Assoc. Phys. Mental Rehab.», v. 12, no. 5.
- Wickstrom R.L.* 1963. «JOHPER», v. 34, no. 2.
- Wilkie D.R.*, 1949. «Journ. Physiology», v. 110, p. 249.
- Williams M., Stutzman M.* 1959. «Physical Ther. Rev.», v. 39, no. 3, p. 145.
- Woodrow H.* 1939. «Journ. general psychology», v. 21, no. 2, p. 457.
- Workman F.M., Armstrong B.W.* 1963. «Journ. appl. Physiol.», v. 18, p. 798.
- Zakrweski S.* 1961. Jak stać się silnym i sprawnym. Warszawa.
- Zinovieff A.* 1959. «Journ. Soć. of remedial gymnasts», no. 1, p. 16.



## ОБ АВТОРЕ – ОТ АВТОРА

Автор этой книги, Владимир Михайлович Зациорский, родился 26 декабря 1932 года в г. Ленинграде, ныне Санкт-Петербурге. Отец – аспирант Института химической физики Академии наук СССР – летом 1938 года был арестован, провел полтора года в Крестах (думаю, что читатель знает, что это за место), ничего не подписал (полагаю, что читатель понимает, что это выражение значит) и осенью 1939 года был осужден на пять лет ссылки как «социально чуждый элемент». В 1956 году реабилитирован. В 1996 году удалось прочитать и сделать копию с его дела. Одним из главных пунктов обвинения было: «Поддерживал связи с заграницей, в 1938 году послал письмо отцу в Кишинев» (родители были из этого города; до революции он принадлежал России, но в 1938 году входил в состав Румынии). Письмо было вызвано тем, что умерла мать отца и он ответил на эту весть. За это его посадили. Вот такие были времена. После ссылки отец ушел на фронт, был ранен, лечился в госпитале, снова ушел на фронт, где и погиб в январе 1945 года.

В ноябре 1944 года вместе с военным госпиталем, где врачом работала мать, автор этой книги оказался во Львове. В 1949–1951 гг. учился на механико-математическом факультете Львовского университета. Увлекался спортом и цирком. В результате из мехмата перешел в институт физкультуры. В 1956 году получил звание мастера спорта. После окончания института работал в нем сначала преподавателем кафедры гимнастики, а затем – преподавателем кафедр гимнастики и теории физического воспитания. Заведовал кафедрой теории Арам Аветисович Тер-Ованесян, тогда кандидат наук и заслуженный мастер спорта, которого автор всю жизнь почитает как своего первого учителя. В 1957 году посту-

пил в аспирантуру Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры (ГЦОЛИФК) на кафедру теории и методики физического воспитания. Заведовал кафедрой Александр Дмитриевич Новиков, второй учитель автора. Тогда только недавно прошло «дело врачей», и антисемитизм, особенно среди начальства, был очень распространен. Поэтому поступление в московскую аспирантуру было воспринято многими как нечто из ряда вон выходящее (упоминание, что автор – еврей, здесь, очевидно, излишне). Без А.А. Тер-Ованесяна и А.Д. Новикова это поступление никогда бы не состоялось; они оба не терпели антисемитов. Говорят, что за порядочность не благодарят; она от людей ожидается. Я нарушу это правило. От себя, детей и внуков (их шесть) – спасибо им большое. Пусть им земля будет пухом.

В 1958 году была опубликована (в соавторстве с Н.И. Волковым) первая научная статья в журнале «Теория и практика физической культуры». Всего их там было опубликовано около ста. Одной из первых – почти незамеченных – была статья о тренировке силы, написанная в соавторстве с Виктором Бушуевым, олимпийским чемпионом по тяжелой атлетике. Эта статья определила на долгие годы интерес автора к физической подготовке спортсменов (или, другими словами, к двигательным качествам спортсменов) с центральной идеей перевести процесс подготовки, насколько это возможно, на научную основу. В 1961 году была защищена кандидатская диссертация на тему «Проблема переноса тренированности в циклических локомоциях». При обсуждении на кафедре оба рецензента (милые старики, совершенно оболваненные марксистско-ленинской философией, как она тогда понималась, и чтением газеты «Правда» периода борьбы с космополитизмом) дружно дали отрицательные отзывы. Их претензии: (а) в списке использованной литературы упомянуто больше иностранных работ, чем советских (низкопоклонство перед Западом!); (б) в педагогической работе автор измерял потребление кислорода и содержание молочной кислоты в крови (биологизаторство!) и (в) в исследовании на человеке автор использовал математические методы – элементарные методы статистики, без которых сейчас ни одну диссертацию к защите не примут (вульгаризация!). Защита все-таки состоялась (в Ленинграде, так как тогда было принято защищаться не в том институте, где делалась работа). На следующий день после защиты по просьбе Ученого совета диссертант прочитал для его членов лекцию «О применении математики в науке о физической культуре и спорте».

---

В 1966 году вышла книга «Физические качества спортсмена», которую вы сейчас держите перед собой. Она очень быстро (примерно за неделю) разошлась и была переиздана через два года большим тиражом. Много раз книга переводилась и издавалась за рубежом: на немецком – шесть раз (дважды в ГДР и четыре – в ФРГ, на японском – четыре раза, в Италии и Югославии – дважды в каждой стране); она издавалась также в Польше, Чехословакии, Болгарии, Румынии и Китае.

Все, что было дальше, это уже послесловие. Делится оно на две части – в СССР и после него. Поскольку – если не считать детей и учеников – основное наследие ученого – его публикации, то можно сказать иначе: все написанное делится на написанное на русском языке и написанное на английском. На русском была в 1969 году защищена докторская диссертация «Двигательные качества спортсмена». На русском опубликованы с 1958 по 1990 г. примерно 200 статей (некоторые из них переведены и изданы в других странах) и следующие книги: «Кибернетика, математика, спорт» (1969, книга также издавалась на немецком, болгарском, чешском и сербохорватском); «Биодинамика спортивной техники» (1978, это сборник работ учеников автора с его участием) – работы посвящены решению так называемой обратной задачи динамики для движения человека в трехмерном пространстве; по тем временам это была передовая работа; «Биомеханика» (1979, в соавторстве с Д.Д. Донским; книга издавалась также на китайском, итальянском, испанском и сербохорватском); «Основы спортивной метрологии» (1979, книга также была опубликована в Болгарии); «Биомеханика двигательного аппарата человека» (1981, в соавторстве с А.А. Аруиным и В.Н. Селуяновым), книга также дважды издана на немецком; «Спортивная метрология» (1982; издана также на испанском и китайском языках); «Биомеханические основы выносливости» (1982, в соавторстве с С.Ю. Алешинским и Н.Я. Якуниным), издана также на немецком; «Эргономическая биомеханика» (1989, в соавторстве с А.А. Аруиным).

В 1990 году автор был приглашен как «визитинг профессор» (как это сказать по-русски?) Калифорнийским университетом в Лос-Анджелесе (США) и Университетом в Калгари (Канада), в каждом из которых он проработал по полгода. К этому времени СССР распался и надо было решать, что делать. Как раз в это время пришло письмо от нового ректора института с требованием возвращаться назад. В противном случае проф. В.М. Зацiorский

будет уволен. Письмо было очень невежливым. К этому времени проф. В.М. Зациорский был уже испорчен «тлетворным влиянием Запада»: он привык к уважительному к себе отношению (к хорошему привыкаешь быстро). Автор послал в родной институт (33 года жизни и путь от аспиранта до заведующего кафедрой биомеханики) заявление об уходе на пенсию по возрасту и начал работу в США как «молодой специалист» (от российской пенсии он отказался).

Проработав два года на временных должностях, в 1993 году автор прошел по конкурсу на должность профессора кинезиологии в Университете штата Пенсильвания с пожизненным контрактом (так называемый «тенюр контракт»). Его конкурентами были известные американские биомеханики; решающим оказался более впечатляющий лист публикаций. На следующий год автор был назначен директором Лаборатории биомеханики, старейшей в стране.

В 1995 году вышла первая книга на английском «Наука и практика тренировки силы» (впоследствии книга была издана также на немецком и португальском языках). Затем вышли следующие книги: 1998 – «Кинематика движений человека» (издана также в Японии) – это учебник для аспирантов; 2000 – «Биомеханика спорта: повышение спортивных результатов и предупреждение травм» – это один из томов серии, издаваемой Медицинской комиссией Международного олимпийского комитета. Книга включает 30 глав, написанных авторами из 16 стран: 8 глав написаны учениками автора (книга переведена на китайский и португальский); 2001 – «Классические исследования в науке о движениях человека» (совместно с М.Л. Латашем) – по-английски название книги звучит значительно короче и лучше; 2002 – «Кинетика движений человек» – это второй учебник для аспирантов, продолжение первого; 2006 – второе, расширенное издание книги «Наука и практика тренировки силы» (в соавторстве с Виллиам Кремером, крупнейшим американским специалистом, дописавшим в книгу три новых главы) – книга переведена на немецкий, португальский, итальянский, японский, румынский и сербский языки. С 1992 по 2008 г. автор опубликовал более 150 научных статей.

Автор не обижен наградами и знаками признания. В 1976 и 1982 годах он был награжден Госкомспортом СССР золотыми медалями за лучшую научную работу в спорте. С 1982 по 2002 г. был членом Медицинской комиссии МОК. В 1992 году получил

---

премию Джеффри Дайсон от Международного общества по биомеханике спорта – высшую награду этого общества. В 1998 году Пенсильванский университет наградила его премией Паулин Рассел за «научные достижения в течение жизни». В 1999 году Американская академия кинезиологии избрала его действительным членом Академии. В этом же году Академия физической культуры (Польша, Вроцлав) присвоила ему звание Почетного доктора философии, а Международная ассоциация спортивной кинетики избрала его своим почетным членом. Российский университет физической культуры, спорта и туризма присвоил звание Почетного доктора наук в 2003 году. В 2008 году Американское общество по биомеханике наградило автора премией и медалью имени Джима Хэя.

Когда в 1990 году автор уезжал из СССР (вовсе не думая, что он уезжает навсегда), он оставлял там 65 подготовленных им учеников, защитивших под его руководством кандидатские диссертации (еще 12 были затем подготовлены в США). Работа с ними была самым большим удовольствием, и автор старался привить своим ученикам уважение, понимание и любовь к науке. Зная реалии жизни, автор прекрасно понимал, что наука интересует не всех, что многие работают только для того, чтобы увеличить зарплату и кормить свои семьи. Никаких обид по этому поводу, друзья! Жизнь есть жизнь. Но были среди этих 65 те, кто искренне любили науку и научные исследования. Автор научил их отличать научные исследования от халтуры, науку от псевдонаучной болтовни. Когда деньги на науку исчезли, именно они оказались в самом тяжелом положении – со знанием и любовью к науке, но без возможности ею заниматься.

У автора иногда спрашивают, не жалеет ли он, что уехал. Нет, не жалеет: он состоялся профессионально, написал несколько книг, выполнил много исследований и опубликовал больше ста научных статей, получил несколько государственных грантов, которые позволили поддерживать финансово аспирантов и молодых ученых. Автору было интересно. Его дети и старшая внучка тоже состоялись профессионально, их профессии их кормят. Автор не чувствует вины перед страной, которую он покинул: в чем может быть виноват человек, ушедший на пенсию по возрасту и отказавшийся ее получать? Но он чувствует вину перед теми своими учениками, которых он увлек наукой, научил отличать хорошее от плохого, науку от болтовни о ней. Автору очень жаль, что они не могут работать так, как этого заслуживают.

Кандидаты наук, подготовленные в СССР:

М. Годик, О. Фролов, Н. Кулик, Ю. Арестов, Е. Матвеев, А. Орлов, Ю. Попов, Э. Аверкович, С. Сарсания, Ю. Смирнов, В. Запорожанов, В. Чепик, Ю. Примаков, И. Дегтярев, М. Кремлева, И. Тер-Ованесян, Ю. Крылатых, С. Неверкович, И. Сафарян, Као Ван Тхы, С. Голомазов, Л. Сергиенко, Ю. Ярмицкий, Ю. Резников, В. Хвостиков, Л. Райцин, С. Алешинский, Ю. Мельников, А. Воронцов, Г. Смирнов, И. Всеволодов, К. Бартониетс, В. Селуянов, М. Каймин, Х.Г. Коро. В. Тюпа, Н. Якунин, Б. Суслаков, В. Михаленя, А. Петросян, Ан. Шалманов, Ал. Шалманов, А. Аруин, В. Зайцев, Я. Ланка, Н. Чаплинский, А. Тышлер, А. Актон, В. Балахничев, Н. Михайлов, С. Саидов, Р. Вершинскас, М. Казиев, Б. Прилуцкий, В. Сазонов, Д. Саткунскиене, Р. Зульфугаров, И. Бабаева, Б. Яковлев, Т. Байдиченко, Гамаль Мухамед Ахмед Алаа Ель Дин.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>От автора</b> .....	5
<b>Введение. Физические (двигательные) качества</b> .....	7
<b>Глава I. Методика воспитания силы</b> .....	10
I.1. Сила как физическое качество человека .....	10
I.2. Методы воспитания силы .....	29
I.3. Силовые упражнения и их выполнение .....	40
I.4. Аналитическое воспитание силы отдельных мышечных групп .....	53
I.5. Силовые упражнения в процессе физического воспитания .....	59
<b>Глава II. Методика воспитания быстроты</b> .....	74
II.1. Быстрота как физическое качество человека .....	74
II.2. Быстрота двигательной реакции и методика ее воспитания.....	78
II.3. Воспитание быстроты движений .....	85
II.4. Силовая и техническая подготовка в связи с воспитанием быстроты .....	91
<b>Глава III. Методика воспитания выносливости</b> .....	100
III.1. Выносливость как физическое качество человека .....	100
III.2. Общие вопросы воспитания выносливости .....	118
III.3. Методика воспитания специальных видов выносливости .....	140
<b>Глава IV. Методика воспитания ловкости, гибкости и других качеств</b> .....	151
IV.1. Ловкость и методика ее воспитания .....	151
IV.2. Гибкость и методика ее воспитания .....	157
IV.3. Другие качества и методика их воспитания .....	161
<b>Заключение. Воспитание физических качеств как единый процесс</b> ...	172
<b>Литература</b> .....	174
<b>Об авторе – от автора</b> .....	192

*Научно-популярное издание*

Владимир Михайлович ЗАЦИОРСКИЙ

**ФИЗИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА СПОРТСМЕНА:  
ОСНОВЫ ТЕОРИИ  
И МЕТОДИКИ ВОСПИТАНИЯ**

*Художник А.Ю. Литвиненко*

*Компьютерная графика: А.Г. Никонов*

*Корректор Г.П. Вергун*

*Компьютерная верстка:  
С.В. Крайдер, Т.Н. Невзорова*



---

Подписано в печать 25.05.2019 г. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 13,0. Тираж 1000 экз.  
Изд. № 273. Заказ № 3959/19

ООО «Издательство “Спорт”».  
117312, г. Москва, ул. Ферсмана, д. 5А.  
Тел./факс: 8 (495) 662-64-31.  
E-mail: olimppress@yandex.ru ; chelovek.2007@mail.ru  
Сайт: www.olimppress.ru

Отпечатано с электронной версии заказчика  
в ООО «ИПК Парето-Принт». 170546, Тверская обл.,  
Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А

---

ISBN 978-5-907225-01-5

