

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**УДК 796.01:612  
Т92**

**Кафиев Зафар**

**Физиологические механизмы и факторы развития двигательных  
качеств у спортсменов**

**5A141901 – физическая культура**

**Диссертация**

**На соискание получения академического магистра**

**Научный руководитель: доктор биологических наук,  
профессор Э.Н.Нуритдинов**

**Самарканд - 2014**

## Содержание

<b>Введение</b>	<b>4</b>
<b>1. Актуальность изучаемой проблемы</b>	<b>4</b>
<b>2. Объект и предмет исследования.</b>	<b>6</b>
<b>3. Цель и задачи исследования</b>	<b>7</b>
<b>4. Основные положения, выносимые на защиту</b>	<b>7</b>
<b>5. Краткий анализ литературных данных по теме диссертации.</b>	<b>8</b>
<b>6. Краткая характеристика использованных методов в работе.</b>	<b>10</b>
<b>7. Теоретическое и практическое значение работы.</b>	<b>14</b>
<b>8. Научная новизна:</b>	<b>14</b>
<b>ГЛАВА 1. Обзор литературы.</b>	<b>16</b>
<b>1.1. <i>Общие механизмы развития физических качеств.</i></b>	<b>16</b>
<b>1.2. Физиологическая характеристика мышечной силы</b>	<b>19</b>
<b>1.3. Физиологическое обоснование методов силовой тренировки.</b>	<b>22</b>
<b>1.4. Возрастные особенности развития силы.</b>	<b>25</b>
<b>1.5. Быстрота</b>	<b>30</b>
<b>1.6. Выносливость</b>	<b>34</b>
<b>1.7. Понятие о ловкости и гибкости. Механизмы и закономерности из развития</b>	<b>40</b>
<b>1.8. Заключение по главе</b>	<b>41</b>
<b>ГЛАВА 2. Тестирование физической работоспособности и физических качеств у спортсменов</b>	<b>43</b>
<b>2.1. <i>Тесты с максимальной мощностью физических нагрузок</i></b>	<b>45</b>
<b>2.2. <i>Тесты с субмаксимальной мощностью физических нагрузок</i></b>	<b>47</b>
<b>2.3. Мышечная сила</b>	<b>51</b>
<b>2.4. Определение гибкости (подвижности)</b>	<b>53</b>
<b>2.5. Сила и выносливость</b>	<b>54</b>
<b>2.6. Оценка скоростно-силовых показателей</b>	<b>54</b>
<b>ГЛАВА III. Основная часть</b>	<b>56</b>

<b>3.1. Физиологическая характеристика скоростно-силовой тренировки</b>	<b>56</b>
<b>3.2. Физиологическая характеристика быстроты</b>	<b>57</b>
<b>3.3. Физиологическая характеристика ловкости и гибкости</b>	<b>60</b>
<b>3.4. Физиологические механизмы и методы тренировки выносливости</b>	<b>61</b>
<b>а) Виды и измерение выносливости</b>	<b>61</b>
<b>б) Физиологические механизмы развития выносливости.</b>	<b>62</b>
<b>в) Биоэнергетические механизмы выносливости (работоспособности)</b>	<b>63</b>
<b>г) факторы определяющие и лимитирующие аэробную производительность</b>	<b>66</b>
<b>д) Динамика аэробной производительности в процессе физической тренировки</b>	<b>71</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>86</b>
<b>ВЫВОДЫ</b>	<b>91</b>
<b>Практические рекомендации:</b>	<b>93</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	<b>95</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. Актуальность изучаемой проблемы.

Двигательные реакции, с которыми рождается человек, весьма ограничены как по своему числу, так и по сложности своей координации. В связи с тем, что морфологическое и функциональное созревание двигательного аппарата (анализатора) в основном происходит в процессе жизненного опыта, т.е. после рождения, ряд унаследованных движений возникает спустя некоторое время после появления на свет ребенка. Весь же основной двигательный фонд человека, все более или менее сложные двигательные акты, в том числе все физические упражнения, представляют собой заученные движения. Вследствие этого в сложном сплаве организма из врожденных и индивидуально приобретенных компонентов двигательной деятельности взрослого человека особое значение приобретают двигательные качества и двигательные навыки.

Как считает Н.В.Зимкин (1984) вопрос о формировании двигательных навыков является многосторонним, поэтому в его разработке принимают участие представители многих биологических и педагогических дисциплин - физиологи, биомеханики, морфологи, психологи, специалисты в области теории физического воспитания, спортивно-педагогические и т.д. Существенное место в разработки изучаемого вопроса принадлежит физиологии, раскрытию физиологических механизмов двигательных качеств и двигательных навыков [81,82,91].

Как известно [109], в физическом воспитании выделяют две стороны процесса: обучение движениям (техническая подготовка); развитие двигательных (физических) качеств, совершенствование отдельных качественных сторон двигательных возможностей человека, т.е. физическая подготовка.

Согласно взглядам В.И.Тхоревского [2001] в физиологии можно выделять следующие физические качества (ФК): силу, быстроту,

выносливость, ловкость и гибкость. Для оценки одних имеются метрические измерители в системе СИ. Сила измеряется в килограммах, ньютонах (Н), и динах (Д), быстрота – в метрах и секундах; выносливость – в секундах, минутах и часах (при определенной дистанции). Физические качества – ловкость и гибкость не имеют четких метрических измерителей

Развитие физических качеств в равной мере зависит от врожденных особенностей организма человека. Вместе с тем в индивидуальном развитии ведущим механизмом является условно-рефлекторная деятельность. Как утверждают А.С.Солодков и Е.Б.Сологуб [1999] этот физиологический механизм обеспечивает качественные особенности двигательной деятельности конкретного человека, специфику их проявления и взаимоотношений. При тренировке скелетных мышц ( и соответствующих отделов центральной нервной системы) одной стороны тела условно-рефлекторным путем достигается идентичные реакции отделов нервной системы и мышц другой половины тела, обеспечивающие развитие данного качества на неупражнявшихся симметричных мышцах.

Таким образом можно предполагать, что для проявления физических качеств характерна их меньшая осознаваемость по сравнению с двигательными навыками, большая значимость для них биохимических, морфологических и физиологических изменений в организме.

Многочисленными экспериментальными данными физиологов-классиков (И.М.Сеченов, И.П.Павлов, М.А.Алексеев, П.К.Анохин, Э.А.Асратян, Л.Г.Воронин, З.В.Зимкин, Е.Конорский, П.С.Купалов, Е.Б.Сологуб и ряда других) был вскрыт основной физиологический механизм формирования временных связей (условных реакций) с двигательного анализатора. Установление этого механизма, как и всякое крупное принципиальное открытие, дало возможность поставить перед исследователями целый ряд новых задач, разрешение которых дает возможность детализировать особенности проявления физических качеств организма человека в различных функциональных состояниях.

Использование современных методов исследования (хроноксияметрии, кино съемки биомеханики двигательных реакций, фотосъемки и т.д.), с одной стороны, позволило углубить изучение роли временных связей при формировании произвольных двигательных реакций, и развитии физических качеств, с другой же – вскрыть новые формы физиологических механизмов регуляции двигательного анализатора.

Таким образом, обобщая выше изложенное можно заключить, что развитие физических качеств обусловлено совокупностью биохимических структурных и функциональных изменений в организме, характеризующихся мобилизацию резервных возможностей двигательной системы при тренировке.

Несмотря на то, что вопросы развития физических качеств организма человека изучена более или менее подробно, на сегодняшний день не изучены совершенно механизмы регуляции этих явлений, отсутствуют литературные данные относительно физиологической характеристики мышечной силы, тренировки мышц, физиологической характеристики быстроты и скоростно-силовой тренировки, физиологической характеристики ловкости, гибкости и выносливости, а также методы их тренировки.

## **2. Объект и предмет исследования.**

Объектами данных исследований явились лица, занимающихся легкой атлетикой в течении около 5 лет и лица, которые только начали заниматься различными видами спорта. В работе главное внимание придавалось развитию физических качеств спортсменов в течение одного года. Наши наблюдения проводились в условиях подготовительной спортивной базы в массиве «Дюшор», «Афросиоб» и «Согдиана»

### **3. Цель и задачи исследования.**

Главной целью настоящих исследований явилось изучение физиологических механизмов и факторов развития двигательных качеств у спортсменов;

Основными задачами данной работы являлись изучения следующих актуальных и нерешенных вопросов:

- а) Изучить физиологические механизмы развития мышечной силы;
- б) Изучить физиологическую характеристику особенностей скоростно-силовой тренировки;
- в) Изучить факторы, определяющие имитирующие работоспособность (выносливость) спортсменов разного возраста подготовленности.

### **4. Основные положения, выносимые на защиту.**

а) Спортивная тренировка подчиняется общим дидактическим принципам. К ним относятся: принцип сознательности, принцип активности, принцип систематичности, принцип постепенности, принцип индивидуальности.

б) Спортивная тренировка должна базироваться на особых физиологических принципах: принцип максимального раздражителя, принцип единства общей и специальной физической подготовки, принцип срочной информации, принцип учета фаз восстановительного процесса.

в) В физиологии можно выделить следующие физические качества (ФК): силу, быстроту, выносливость (работоспособность), ловкость и гибкость.

г) Общим механизмом развития физических качеств в процессе индивидуальной жизни человека является физиологический механизм временной связи (условного рефлекса).

д) Развитие физических качеств обусловлено совокупностью биохимических, морфологических и функциональных изменений в

организме, характеризующих мобилизацию резервных возможностей различных функциональных систем при тренировки.

е) Следующий этап развития физических качеств это экономизация, характеризующая повышение коэффициента полезного действия (КПД), эффективность тренировочного процесса;

ё) У начинающих молодых спортсменов любые двигательные действия способствуют приросту всех физических качеств. В этот период могут возникать взаимоотрицательные влияния развития одних физических качеств на другие (общая и скоростная выносливость, выносливость и быстрота, сила и ловкость и др).

ж) Вероятно, наивысшие показатели в развитии одного физического качества могут быть достигнуты только при определенном уровне развития других.

## **5. Краткий анализ литературных данных по теме диссертации.**

Исследования закономерностей развития физических качеств и их физиологической природы были начаты еще в 18-ом веке. Так, важнейшая роль в раскрытии физиологической природы двигательных навыков принадлежит работам И.М.Сеченова (1863) и И.П.Павлова (1936) с его многочисленными учениками. Этими работами был вскрыт основной физиологический механизм произвольных движений, заключающихся в образовании временных связей, благодаря которых регулируется выполнение мышцами двигательного акта. Многочисленные новые данные, полученные разными исследователями [37,64,79,30,110,119] в последние десятилетия позволили сформировать целый ряд дополнений к представлениям о физиологической природе двигательных качеств и навыков (Тхоревский, 2001; Солодков, Сологуб, 1999; Солодков, 1990, 1992, 1995, 1996). В этих работах анализированы физиологические особенности физических качеств и физических навыков, основы скоростно-силовой

тренировки, физиологические характеристики ловкости, гибкости и выносливости (работоспособности).

В работах Т.Ф.Абрамовой (1993), В.К.Бельсевича (2001), Дж.Бенделя (1990), Э.Н.Волкова и других (1998), Н.А.Бернштейна (1991), А.П.Бондарчука (2000), Н.Р.Бородюка (2000), Н.А.Бугаева (2004), М.М.Булатова (1996), Ю.В.Верхошанского (1998) и других изучены основы научной теории и методологии спортивной тренировки, раскрыты секреты адаптации, теоретико-методические основы реализации функциональных резервов спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности.

Двигательные навыки человека характеризуются тем, что в них сочетаются оба рода условных реакций. С одной стороны, через первую и вторую сигнальные системы устанавливаются временные связи между ранее индифферентными для спортсмена раздражителями и последующей деятельностью, и с другой – вырабатываются новые ответные двигательные реакции (Грищенко, 2000; Добровольский, 1992; Зимкин, 1984; Зеркин, 2004; Колчинская, 1998; Коренберг, 1996; Марченко, 2004 и другие).

Таким образом при физических тренировках и упражнениях функциональные системы в зависимости от характера физической нагрузки и характера развития физических качеств имеют ряд специальных особенностей. При медленном выполнении двигательных актов обратные афферентные связи корректируют данное движение. При сложных быстро осуществляющихся многофазных движениях, например, гимнастических, обратные связи в результате дефицита времени не имеют возможности повлиять на выполнение данной фазы движения, но могут корректировать последующие фазы (Зимкин, 1984) . качество силы является одним из ведущих физических качеств спортсмена. Оно необходимо при выполнении многих спортивных упражнений, особенно в стандартных ациклических видах спорта (тяжелой атлетике, спортивной гимнастике, акробатике и др).

## 6. Краткая характеристика использованных методов в работе.

Силу мышц определяют по максимальному проявлению усилия, которое может развить группа мышц в определенных условиях. Обычно одновременно сокращается целая группа мышц, поэтому трудно точно определить работу каждой отдельной мышцы в суммарном проявлении силы. Кроме того, в действии мышц участвуют костные рычаги.

**Сила – это способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему мышечным напряжениям.** За счет силы производится работа (А):  $A=F \cdot S$ , где S- путь, расстояние, тогда:  $F=A/S$  (при равномерном движении); При подъеме груза (Р)  $A=P \cdot h$  (h – высота подъема).

Наиболее популярным является метод динамических усилий, который имеет две разновидности: метод максимальных усилий и метод повторных усилий.

Для исследования силы различных мышц и работоспособности предложено много приборов (динамометры, динамографы, эргографы и др), но основным методом определения силы мышц является динамометрия. Отмечено, что развитие мышечной силы происходит к 25-35 годам, после чего начинается ее снижение. Установлено также, что сила мышц в течении дня колеблется и что максимальное ее проявление наблюдается при внешней температуре +20<sup>0</sup>С.

Для сопоставления индивидуальных значений силы отдельных мышечных групп у людей, различающихся особенностями телосложения, рекомендуется рассчитывать силу мышц относительно к весу тела.

Относительная сила мышц рассчитывается по формуле:

$$F_{отн} = \frac{F_{абс}}{W}, \text{ где } F_{отн} - \text{ относительная сила (кг), } F_{абс} - \text{ абсолютная сила}$$

(кг), W – вес тела (кг).

Выносливость развивается как и другие качества (сила, быстрота, ловкость), тренировками и имеет важнейшее значение для преодоления утомления, которое возникает во время выполнения работы.

Одним из важнейших показателей выносливости считают площадь поверхностей тела, которая определяется формулой Yssakson (1958) для лиц с суммой веса и длины тела больше 160 единиц:

$$S = \frac{100 + W + (H - 160)}{100}, \text{ где } S - \text{ площадь поверхности тела (м}^2\text{), } W - \text{ вес}$$

тела (г), H- длина тела (см). для низкорослых людей с суммой веса тела меньше 160 единиц используют формулу Бойда (Boyd, 1935):

$S = 3,207 \cdot H^{0,3} \cdot W^{0,7285} - 0,488 \log W$ , где S – площадь тела (см<sup>2</sup>), H- длина тела (см), W- вес тела в граммах. Оценку скоростно-силовых показателей можно осуществить с помощью комплекса простых упражнений:

1. Прыжки в длину с места (в см)
2. Выпрыгивание на стул, отталкиваясь двумя ногами от пола (количество раз за 15 с)
3. Сгибание и разгибание рук в упоре на полу (число отжиманий за 15 с)
4. Подъем ног под прямым углом из веса на прямых руках на гимнастической стенке (количество раз за 15 с)
5. Подтягивание на перекладине (количество раз за 10 с)
6. Поднимание туловища (прогибание) из положения лежа на животе, руки вдоль туловища (количество раз за 15 с)

В результате оценки показателей каждого упражнения получают комплексную скоростно-силовую величину.

**Оценка силы.** Для оценки силовой выносливости рекомендуется следующие упражнения:

1. Приседания (количество приседаний);
2. Выпрыгивание (количество выпрыгиваний в высоту);
3. Подтягивание (количество раз);

4. Отжимы от пола (количество раз);
5. Из положения лежа на спине переход в положение сидя (количество раз);
6. Из виса на гимнастической стенке подъем прямых ног под прямым углом (количество раз).

Установлена линейная зависимость количества повторений мышечной силы.

### **7. Теоретическое и практическое значение работы.**

Работа относится к разряду фундаментальных исследований. Несмотря на это оценке физических качеств принадлежит важнейшая роль при всех видах физического воспитания. Существенное место в разработке разносторонней проблемы о двигательных качествах принадлежит физиологии, раскрытию физиологических механизмов, обуславливающих образование, совершенствование и осуществление сложных двигательных реакций. Использование современных методов исследования позволило углубить изучение роли физических качеств при формировании комплекса двигательных навыков и вскрыть новые формы физиологических механизмов регуляции произвольных движений. Несомненно, что все это важное не только теоретическое, но и практическое значение, в частности при подготовке спортсменов, в особенности высшей квалификации. Научное обоснование методов овладения двигательными навыками является одним из важнейших существенных факторов для обеспечения достижения тех высоких результатов, которые показываются на соревнованиях в разных видах спорта чемпионами и рекордсменами мира, страны, областей и городов.

**8. Научная новизна:** В работе показано, что в физическом воспитании выделяются два процесса: обучение движениям (техническая подготовка),

развитие двигательных (физических) качеств, совершенствование отдельных качественных сторон двигательных возможностей человека, т.е. физическая подготовка. Развитие физических качеств обусловлено совокупностью физиологических изменений в организме и повышением подвижности и возбудимости двигательных центров. На различных этапах адаптации осваиваются все новые резервы, характеризующие новый уровень интеграции работы различных систем организма. На начальных этапах любые двигательные действия способствуют приросту всех физических качеств. Вскоре этот процесс приостанавливается, а затем прекращается. Прирост силовых показателей мышц при тренировке к локальной работе достигает 3,5-3,7 раза.

Биоэнергетические возможности организма – важнейшие для выносливости и работоспособности, так как работающие мышцы требуют немедленного поступления энергии. Единственным источником энергии является аденозинтрифосфат, запасы которой вероятно ограничены, а поэтому главный вопрос состоит в быстрейшем ее ресинтезе, что осуществляется аэробными и анаэробными путями.

## *ГЛАВА 1. Обзор литературы.*

### *1.1. Общие механизмы развития физических качеств.*

Известно что, в физическом воспитании выделяют две стороны процесса: обучение движениям (техническая подготовка); развитие двигательных (физических) качеств, совершенствование отдельных качественных сторон двигательных возможностей человека, т.е. физическая подготовка. (Тхоревский, 2001).

В физиологии выделяют следующие физические качества (ФК): силу, быстроту, выносливость, ловкость и гибкость. Для оценки одних имеются метрические измерители в системе СИ. Сила измеряется в килограммах, ньютонах (Н) и динах (Д), быстрота - в метрах в секунду; выносливость - в секундах, минутах, часах (при определенной дистанции). Физические качества - ловкость и гибкость не имеют четких метрических измерителей.

Общим механизмом развития физических качеств в процессе индивидуальной жизни является механизм временной связи (условного рефлекса). Так, в частности, увеличение силы (С), быстроты (Б) и выносливости (В) происходит уже после однократной тренировки, когда еще не происходят морфофункциональные перестройки; увеличение С и Б происходит на симметричных, но не тренируемых конечностях; показатели С, Б и В четко коррелирует с динамикой циркадных ритмов (зависящих от состояния ЦНС) [96]

Как утверждает В.И.Тхоревский (2001) развитие качеств обусловлено совокупностью биохимических, структурных и функциональных изменений в организме, характеризующих мобилизацию резервных возможностей различных систем при тренировке. В качестве примеров можно привести развитие мышечной силы, при которой происходит гипертрофия мышц, накопление в них аденозинтрифосфата, креатинтрифосфата и гликогена. При развитии выносливости происходит повышение потребления кислорода, мобилизация резервов дыхательной и сердечно-сосудистой систем. При

развитии быстроты наблюдаются изменения в ЦНС: повышение лабильности и возбудимости двигательных центров. На различных этапах адаптации осваиваются все новые резервы, характеризующие новый уровень интеграции работы различных систем организма. [3,18,38,41,72,78,116].

Следующий механизм развития физических качеств - это экономизация, характеризующая повышение КПД работы различных систем. Например, при развитии мышечной силы проявляется синхронизация работы двигательных единиц, при развитии выносливости - повышение процента утилизации  $O_2$ , при развитии быстроты - повышение лабильности и укорочение времени двигательной реакции.

Механизм повышения резистентности (сопротивляемости) тканей и клеток к изменениям гомеостаза и параметров внешней среды проявляется в увеличении устойчивости систем организма к накоплению метаболитов циклических видах двигательной деятельности субмаксимальной мощности, в повышении гипоксической устойчивости в среднегорье в видах спорта на выносливость и в других проявлениях [Хайдаров, Нуритдинов, 2005]. Механизм суперкомпенсации наблюдается при развитии силы и выносливости (накопление гликогена, свободных жирных кислот, повышение уровня максимального потребления кислорода).

Как всякий процесс обучения, спортивная тренировка должна в первую очередь подчиняться общим дидактическим принципам (таблица 1). К ним относятся: *принцип сознательности*, реализуемый через систему обратных связей от тренера, идеомоторных актов и др.; *принцип активности*, реализуемый путем поддержания устойчивой мотивации, высокой эмоциональности, сохранения потребности в движениях; *принцип систематичности*, то есть регулярности тренировок; *принцип постепенности*, то есть оптимальной трудности заданий и постепенного увеличения величины нагрузок (основывается на физиологических законах силы, оптимума и пессимума); *принцип индивидуализации*, то есть учет

исходной физической подготовленности, типологических особенностей личности, темперамента.[Дубровский, 2005].

Таблица 1

**Общие дидактические принципы спортивной тренировки ( по В.И.Дубровскому, 2005)**

1. Принцип сознательности	реализуемый через систему обратных связей и тренера
2. Принцип активности	реализуется путем поддержания устойчивой мотивации и высокой эмоциональности
3. Принцип системности	регулярность тренировок
4. Принцип постепенности	оптимизация физических нагрузок и усложнение упражнений
5. Принцип индивидуализации	исходный уровень физической подготовленности; учет типологических особенностей личности и темперамента

Кроме того, спортивная тренировка базируется на особых физиологических принципах

Таблица 2

1. Принцип максимального силы раздражителя	применение максимальных нагрузок
2. Принцип вариативности	последствие нагрузки должны меняться
3. Принцип общей и специальной физической подготовки спортсмена	многолетний период подготовки спортсмена
4. Принцип срочной информации	спортсмен должен получать информацию больше и во время
5. Принцип учета фаз восстановительного процесса	фазы восстановления физических качеств (сила, быстрота, выносливость)

Кроме того, спортивная тренировка должна базироваться и на особых физиологических принципах. К таковым относятся (таблица 2):

*принцип максимального силы раздражителя*, суть которого заключается в том, что периодически должны использоваться максимальные, предельные

для данного спортсмена нагрузки, которые вызывают в организме самые значительные биохимические и морфофункциональные перестройки и последующую суперкомпенсацию;

*принцип вариативности*, заключающийся в том, что большие нагрузки оставляют после себя значительные следовые явления (последствие); поэтому нагрузки должны волнообразно меняться; *принцип единства общей и специальной физической подготовки (СФП)* должен сопровождать весь многолетний период подготовки спортсмена, однако ее удельный вес будет при этом увеличиваться, а ОФП уменьшаться;

*принцип срочной информации* заключается в том, что спортсмен должен получать как можно больше информации о различных параметрах результатов действия и личного состояния (это уже биологическая обратная связь — БОС), что позволит быстрее и эффективнее сформировать специфическую функциональную систему соревновательного упражнения и управлять тренировочным процессом. [19,36,72,139,145].

*принцип учета фаз восстановительного процесса* заключается в том, что такие физические качества, как быстрота и сила, требуют начала последующих упражнений (тренировки) в фазе суперкомпенсации, а выносливость - в фазе недовосстановления для суммации ряда последующих воздействий.

Согласно взглядам А.С.Солодкова и Е.Б.Сологуба (1999) существуют два вида взаимодействий физических качеств:

**а) Взаимосвязь в развитии физических качеств.** На начальных этапах любые двигательные действия способствуют приросту всех физических качеств. Вскоре этот процесс приостанавливается, а затем - прекращается на заключительных этапах адаптации к специфической мышечной деятельности. В этот период могут возникать взаимоотрицательные влияния развития одних физических качеств на другие (общая и скоростная выносливость, выносливость и быстрота, сила и ловкость и др.). Вероятно, наивысшие показатели в развитии одного физического качества могут быть достигнуты только при определенном уровне развития других.

**б) Взаимодействие физических качеств (ФК).** Перенос ФК - явление большего или меньшего проявления данного ФК в другом движении. Например, перенос выносливости связан с механизмом формирования так называемой вегетативной выносливости, интегральный показатель которой - величина МПК; перенос силы связан с особенностями участия мышц в различных движениях и композиции мышц.

*Утрата ФК* - возвращение их к исходному уровню в результате обратного развития морфологических и функциональных резервов организма. Скорость утраты зависит от продолжительности тренировки, принятой за единицу времени (год, месяц).

*Специфичность ФК.* Понятно, что проявления быстроты спринтера, боксера, фехтовальщика - различны, и различные проявления ФК не коррелируют друг с другом. Например, статическая и динамическая сила в различных движениях не имеет взаимосвязи, что объясняется специфическими особенностями проявлений ФК.

## **1.2. Физиологическая характеристика мышечной силы**

*Сила* - это способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему мышечным напряжением. За счет силы производится работа (А):

$$A = F \cdot S ,$$

где  $S$  - путь,

тогда:  $F = A/S$  (при равномерном движении).

При подъеме груза ( $P$ )  $A = P \cdot h$  ( $h$  - высота подъема).

В движениях с ускорением  $F = m \cdot a$  (II закон Ньютона): *сила, сообщаемая телу ускорение, равна произведению массы ( $m$ ) на ускорение ( $a$ ).* Поэтому  $F$  измеряется в Ньютонах (Н):  $1\text{Н} = 1\text{ кг/м/с}^2$  и динах (Д):  $1\text{Д} = 1\text{ г/см/с}^2$ ;  $1\text{Н} = 10^5\text{ Д}$ .

Таким образом, существуют два проявления силы: в статике  $F = P$  (в кг - килограмм-сила), в динамике  $F = m \cdot a$  (в Н или Д).

Классификация видов силовых способностей человека и условий их проявления предложена В.С.Фарфеллем [103].

*Силовые способности*

*Условия проявления*

*и виды силы*

1 Собственно силовые способности —► статическая работа  
(статическая, максимальная сила) (изометрический режим)

2. Скоростно-силовые способности  
(40-70% от F max)

а) динамическая —► медленная —► миометрический (изотонический)

сила

режим

быстрая (взрывная) —► концентрический режим

сила

б) амортизационная сила —► плиометрический  
(эксцентрический) режим

Дж.Бендель [1990] и другие считают, что максимальная сила мышц определяется в изометрических условиях, то есть когда размеры мышц при сокращении остаются неизменными, но напряжение в них изменяются. По этой причине максимальная произвольная сила, проявляемая в изометрических условиях при произвольном сокращении мышц будет зависеть от силового дефицита, относительной и абсолютной силы мышц [9,33,41,103,136].

В последние годы (Кучкин, Бакулин, 2001; Тхоревский, 2001; Москатова, 2001) и другие считают, что существуют периферические и центральные факторы, которые определяют величину максимального мышечного напряжения. Группа периферических факторов подразделяется на структурные и функциональные. Из числа структурных факторов

выделяют: количество мышечных волокон и композицию мышц. Функциональные факторы обусловлены количественным содержанием в мышцах сократительных белков – аденозинтрифосфатной кислоты, креатинфосфата, гликогена.

Большинство исследователей считают, что физиологические изменения в организме при стимулируемом развитии мышечной силы складываются из структурных и функциональных изменений. *Структурные изменения* проявляются в укреплении костносуставного и связочного аппарата; *мышечной гипертрофии*, которая бывает двух типов: *саркоплазматического* и *миофибрилярного типа*. Саркоплазматический тип мышечной гипертрофии проявляется в накоплении в саркоплазме гликогена, различных ионов и других веществ и возникает в результате многократных повторений силовых напряжений. Истинной является миофибрилярная гипертрофия, сопровождающаяся увеличением количества сократительных белков и миофибрилл [47,64,81,106,127,143]. Функциональные изменения складываются из повышения возбудимости нервно-мышечного аппарата, усиления внутри- и межмышечной координации, улучшения координации двигательных и вегетативных функций.

### **1.3. Физиологическое обоснование методов силовой тренировки.**

Наиболее популярным является *метод динамических усилий*, который имеет две разновидности: *метод максимальных усилий* и *метод повторных усилий*.

*Метод максимальных усилий* (ММУ) предполагает использование максимальных мышечных напряжений с максимальными отягощениями. При этом происходят одновременное включение наибольшего количества ДЕ, максимальная частота импульсации мотонейронов, синхронизация работы различных ДЕ, концентрация усилия волевым напряжением, сопровождающаяся сокращением мышц-агонистов и частично – антагонистов [118,129]

Этот метод используется с 60-х годов XX столетия. Положительные стороны ММУ заключаются в том, что он способствует образованию специфических нервно-мышечных координационных отношений и наиболее эффективен для развития максимальной силы [72,74,82,103,112].

Как отрицательную сторону ММУ следует выделить его травматичность; при частом использовании он однообразен, быстро утомляет. Кроме того, увеличение максимальной силы связано не только с улучшением координации, но и со значительными морфофункциональными изменениями, возникающими в связи с выполнением значительного объема нагрузок.

Сущность *метода повторных усилий* (МПУ) заключается в использовании нагрузок ниже максимальных. Для оценки величины отягощения при тренировке используют или величину отягощения в процентах от максимальной силы, или число подъемов (количество раз), которое выполняется при данном весе в виде показателя повторного максимума (ПМ). Приводим в качестве примера приводим классификацию нагрузок, используемых в тяжелой атлетике [99,100].

% от F шах	ПМ
100 - предельный вес —	1 ПМ (ММУ)
99-90 - околопредельный вес -	2-3 ПМ
89 - 80 - большой вес (1-я зона) -	4-6 ПМ
79-70 - большой вес (2-я зона) -	7-10 ПМ МПУ
69-60 - средний вес (1-я зона) -	11-18 ПМ
59 - 50 - средний вес (2-я зона) -	19-24 ПМ
49 - 40 - малый вес -	>25 ПМ

*Достоинства* МПУ заключаются в том, что этим методом можно выполнить большой объем работы и, соответственно, получить необходимые сдвиги в обмене веществ, что является основой формирования гипертрофии. При этом наблюдается меньшее натуживание и уменьшение травматичности.

*Недостатки* МПУ состоят в том, что он невыгоден в энергетическом отношении, а последние, наиболее важные, попытки осуществляются при сниженной возбудимости ЦНС.

Разновидность МПУ - поднятие неопределенного веса с максимальной скоростью (некоторые называют его методом динамических усилий).

Изометрический метод (ИМ) для тренировки силы был предложен Т. Мюллером и П. Карповичем. В качестве *достоинства* ИМ следует отметить возможность регуляции, оптимального времени поддержания заданной силы (в отличие от этого метода в динамическом методе максимальная сила поддерживается только доли секунды). Таким образом, ИМ представляет собой способ направленной адаптации мышц к максимальным силовым напряжениям. Кроме того, при использовании этого метода можно подбирать мышечные группы и положение звеньев двигательного аппарата в необходимых (рабочих) углах. Он не требует сложного оборудования и не занимает много времени. Недостатки ИМ проявляются в возникновении через 6-8 недель стабилизации максимальной силы, появлении скованности мышц, снижении их эластичности, в малом "переносе" тренированности из-за различий нервно-мышечной координации [108].

Особенно эффективен ИМ в видах спорта, где выражен элемент изометрических и близких к ним напряжений (борьба, т/атлетика, гимнастика и др.). Наибольшая эффективность достигается в тренировке: при соответствующих углах положений тела и конечностей, не более 10-15% от времени всей тренировки (10-15 мин), не более 3-4 раз в неделю и не больше 4-6 недель [41,42,43,44,48,56,57].

Дополнительные мероприятия при этом методе тренировки заключаются в использовании дыхательных упражнений, упражнений на расслабление в сочетании с динамическими упражнениями, при применении тренажеров с индикаторами, в частой смене упражнений и положений тела.

Уступающий метод (УМ), или плиометрическая тренировка (ПТ). Используются отягощения больше максимальной силы. Эффективный метод

развития максимальной силы, так как при нем проявляется сила, больше максимально доступной. Упражнения в ПТ должна предшествовать больше максимальной доступной. Упражнения в ПТ должна предшествовать большая силовая тренировка (Лищенко, 1997). Эти упражнения называют упражнениями "ударного типа", например: упражнения "со срывом", прыжок в яму с последующим выпрыгиванием. Для квалифицированных спортсменов используют 3-4 серии по 5-8 упражнений, 1-2 раза в неделю во 2-м периоде подготовительного цикла [96,99].

*Электростимуляционная тренировка (ЭСТ).* При тренировке мышечной силы этот метод имеет вспомогательное значение. Он также используется при восстановлении деятельности мышц после травм. Обладает анальгезирующим (обезболивающим) эффектом.

*Комбинированные методы* тренировки начинаются с МПУ (техника и объемы), затем добавляются изометрический метод и ММУ. Использование динамико-статических упражнений и ПТ зависит от уровня подготовленности спортсменов и этапа тренировки. Значительный период времени в силовой подготовке спортсменов занимало использование анаболических стероидов (аналогов мужского полового гормона тестостерона). Наибольшую популярность имели препараты, которые обладают и сильным анаболическим и малым андрогенным действием. Анаболическое действие препаратов этой группы способствует увеличению синтеза белков и стимулирует рост тканей в целом (особенно выполняющих максимальную нагрузку). Эффект этих препаратов оказался наиболее значимым в тех видах спорта, которые связаны с развитием силы и использованием истощающих нагрузок. В настоящее время анаболики (неробол, ретаболил и др.) отнесены к классу допингов и запрещены к применению Международным олимпийским комитетом.

**1.4. Возрастные особенности развития силы.** Совершенствование силы у детей и подростков происходит неравномерно и зависит от генетической программы развития и социальных факторов. С возрастом благодаря

совершенствованию нервной регуляции, изменению химизма и строения масса и сила мышц увеличиваются в 7,5-9,5 раза; максимальная сила различных мышечных групп - в 9-15 раз. Наибольший прирост силы происходит в период с 9 до 11 и с 13 до 17 лет. Максимальная сила регистрируется в 18-20 лет. В последующие годы при отсутствии специальной тренировки силы темп повышения максимальной силы замедляется [6,13,17,41].

Возрастные изменения массы мышц (в процентах от массы тела) происходят следующим образом: у новорожденных - 23%, у детей 8, 15, 18 лет - соответственно 27, 32, 44%, у взрослых - снижается до 40%, а у спортсменов высокого класса достигает 50% и более [54.79.92.96.99.121.140].

Прирост силовых показателей мышц при тренировке к локальной работе достигает 3,5-3,7 раза, при глобальной - возрастает в 2-2,5 раза. Среднегодовое увеличение силы у тяжелоатлетов легкой весовой категории (до 56 кг) составляет 2,8 кг в год, а тяжелой категории - до 8,7 кг в год.

Двигательная деятельность человека, в том числе спортивная деятельность, характеризуется определенными качественными параметрами. В числе основных физических качеств различают мышечную силу, быстроту, выносливость, ловкость и гибкость.

Развитие физических качеств в равной мере зависит от врожденных особенностей. Вместе с тем в индивидуальном развитии ведущим механизмом является условно-рефлекторный. Этот механизм обеспечивает качественные особенности двигательной деятельности конкретного человека, специфику их проявления и взаимоотношений. При тренировке скелетных мышц (и соответствующих отделов центральной нервной системы) - одной стороны тела условно-рефлекторным путем достигаются идентичные реакции отделов нервной системы и мышц другой половины тела, обеспечивающие развитие данного качества на неупражнявшихся симметричных мышцах [95,96].

Качество силы является одним из ведущих физических качеств спортсмена. Оно необходимо при выполнении многих спортивных

упражнений, особенно в стандартных ациклических видах спорта (тяжелой атлетике, спортивной гимнастике, акробатике и др).

В зависимости от режима мышечного сокращения различают:

- 1) статическую (изометрическую) силу, проявляемую при статических усилиях, и;
- 2) динамическую силу – при динамической работе, в том числе так называемую взрывную силу.

Взрывная сила определяется скоростно-силовыми возможностями человека, которые необходимы для придания возможно большего ускорения собственному телу или спортивному снаряду (например, при стартовом разгоне). Она лежит в основе таких важных для спортсмена качеств как прыгучесть (при прыжках) или резкость (в метаниях, ударах). При проявлении взрывной силы важна не столько величина силы, сколько ее нарастание во времени, т. е. градиент силы. Чем меньше длительность нарастания силы до ее максимального значения, тем выше результативность выполнения прыжков, метаний, бросков, ударов [2,3,4,5,11].

Скоростно-силовые возможности человека в большей мере зависят от наследственных свойств организма, чем абсолютная изометрическая сила.

В развитии мышечной силы имеют значение: 1) внутримышечные факторы, 2) особенности нервной регуляции и 3) психофизиологические механизмы (таблица 3).

Внутримышечные факторы развития силы включают в себя биохимические, морфологические и функциональные особенности мышечных волокон.

♦ **Физиологический поперечник**, зависящий от числа мышечных волокон (он наибольший для мышц с перистым строением);

♦ **Состав (композиция) мышечных волокон**, соотношение слабых и более возбудимых медленных мышечных волокон (окислительных, малоутомляемых) и более мощных высокопороговых быстрых мышечных волокон (гликолитических, утомляемых);

♦ **Миофибриллярная гипертрофия мышцы** - т.е. увеличение мышечной массы, которая развивается при силовой тренировке в результате адапционно-трофических влияний и характеризуется ростом толщины и более плотной упаковкой сократительных элементов мышечного волокна - миофибрилл. (При этом окружность плеча может достигать 80 см, а бедра - 95 см и более) [16].

Нервная регуляция обеспечивает развитие силы за счет совершенствования деятельности отдельных мышечных волокон, двигательных единиц (ДЕ) целой мышцы и межмышечной координации. Она включает в себя следующие факторы [95,96,112,131].

Таблица 3



♦ **Увеличение частоты нервных импульсов**, поступающих в скелетные мышцы от мотонейронов спинного мозга и обеспечивающих переход от слабых одиночных сокращений их волокон к мощным тетаническим;

♦ **Активация многих ДЕ** - при увеличении числа вовлеченных в двигательный акт ДЕ повышается сила сокращения мышцы;

♦ **Синхронизация активности ДЕ** - одновременное сокращение возможно большего числа активных ДЕ резко увеличивает силу тяги мышцы;

♦ **Межмышечная координация** - сила мышцы зависит от деятельности других мышечных групп: сила мышцы растет при одновременном расслаблении ее антагониста, она уменьшается при одновременном сокращении других мышц и увеличивается при фиксации туловища или отдельных суставов мышцами-антагонистами. Например, при подъеме штанги возникает явление **натуживания** (выдох при закрытой голосовой щели), приводящее к фиксации мышцами туловища спортсмена и создающее прочную основу для преодоления поднимаемого веса.

Психологические механизмы увеличения мышечной силы связаны с изменениями функционального состояния (бодрости, сонливости, утомления), влияниями мотиваций и эмоций, усиливающих симпатические и гормональные воздействия со стороны гипофиза, надпочечников и половых желез, биоритмов [13,29,56,60,65,66,102,112,116].

**Важную роль в развитии силы играют мужские половые гормоны (андрогены)**, которые обеспечивают рост синтеза сократительных белков в скелетных мышцах, Их у мужчин в 10 раз больше, чем у женщин. Этим объясняется больший тренировочный эффект развития силы у спортсменов по сравнению со спортсменками, даже при абсолютно одинаковых тренировочных нагрузках.

Открытие эффекта андрогенов привело к попыткам ряда тренеров и спортсменов использовать для развития силы аналоги половых гормонов - анаболические стероиды. Однако вскоре обнаружили пагубные

последствия их приема. В результате действия анаболиков у спортсменов-мужчин подавляется функция собственных половых желез (вплоть до полной импотенции и бесплодия), а у женщин-спортсменок происходит изменение вторичных половых признаков по мужскому типу (огрубение голоса, изменение характера оволосения) и нарушается специфический биологический цикл женского организма (возникают отклонения в длительности и регулярности месячного цикла, вплоть до полного его прекращения и подавления детородной функции). Особенно тяжелые последствия наблюдаются у спортсменов-подростков. В результате подобные препараты были отнесены к числу запрещенных допингов [102,117,129,137]

Попытки заставить мышцу развивать мощные тетанические сокращения с помощью электростимуляции также не привели к успеху. Эффект воздействия прекращался через 1-2 недели, а искусственно вызванная способность развивать сильные сокращения не могла полноценно использоваться, так как не включалась в необходимые двигательные навыки.

У каждого человека имеются определенные резервы мышечной силы, которые могут быть включены лишь при экстремальных ситуациях (чрезвычайная опасность для жизни, чрезмерное психоэмоциональное напряжение и т.п.).

В условиях электрического раздражения мышцы или под гипнозом можно выявить максимальную мышечную силу, которая окажется больше той силы, которую человек проявляет при предельном произвольном усилии - так называемой максимальной произвольной силы. *Разница между максимальной мышечной силой и максимальной произвольной силой называется дефицитом мышечной силы.*

Эта величина уменьшается в ходе силовой тренировки, так как происходит перестройка морфофункциональных возможностей мышечных волокон и механизмов их произвольной регуляции [96,99,117,143].

У систематически тренирующихся спортсменов наряду с экономизацией функций происходит относительное увеличение общих и специальных

физиологических резервов. При этом первые реализуются через общие для различных упражнений проявления физических качеств, а вторые - в виде специальных для каждого вида спорта навыков и особенностей силы, быстроты и выносливости (Тхоревский, 2001).

К числу общих функциональных резервов мышечной силы отнесены следующие факторы (А.С.Солодков, Е.Б.Сологуб, 1999).

- Включение дополнительных ДЕ в мышце;
- Синхронизация возбуждения ДЕ в мышце;
- Своевременное торможение мышц-антагонистов;
- Координация (синхронизация) сокращений мышц-антагонистов;
- Повышение энергетических ресурсов мышечных волокон;
- Переход от одиночных сокращений мышечных волокон к тетаническим;
- Усиление сокращения после оптимального растяжения мышцы; .
- Адаптивная перестройка структуры и биохимии мышечных волокон (рабочая гипертрофия, изменение соотношения объемов медленных и быстрых волокон и др.).

Значительная часть спортивных упражнений не только требует максимально возможного развития скорости движений, но и происходит в условиях дефицита времени. Достижение успеха в подобных упражнениях возможно лишь при хорошем развитии физического качества быстроты.

**1.5. Быстрота - это способность совершать движения в минимальный для данных условий отрезок времени. Различают комплексные и элементарные формы проявления быстроты [95,99].**

В естественных условиях спортивной деятельности быстрота проявляется обычно в комплексных формах, включающих скорость двигательных действий и кратковременность умственных операций, и в сочетании с другими качествами.

К элементарным формам проявления быстроты относятся следующие.

♦ **Общая скорость однократных движений** (или время одиночных действий) - например, прыжков, метаний.

♦ **Время двигательной реакции** - латентный (скрытый) период простой (без выбора) и сложной (с выбором) сенсомоторной реакции, реакции на движущийся объект (имеющее особенное значение в ситуационных упражнениях и спринте).

♦ **Максимальный темп движений**, характерный, например, для спринтерского бега.

Оценка **времени двигательной реакции (ВДР)** производится от момента подачи сигнала до ответного действия. Она является одним из наиболее распространенных показателей при тестировании быстроты. Это время чрезвычайно мало для передачи возбуждения от рецепторов в нервные центры и от них к мышцам. В основном оно затрачивается на проведение и обработку информации в высших отделах мозга и поэтому служит показателем функционального состояния центральной нервной системы.

У нетренированных лиц величина ВДР при движении пальцем в ответ на световой сигнал укорачивается с возрастом от 500 - 800 мс у детей 2 - 3-х лет до 190 мс у взрослых людей. Для спортсменов характерны более короткие величины этой реакции: в среднем, 120 мс у спортсменов и 140 мс - у спортсменок. У высококвалифицированных представителей ситуационных видов спорта и бегунов на короткие дистанции эти величины еще меньше - порядка 110 мс, в отличие от бегунов-стайеров, показывающих 200 - 300 мс и более [95,96].

При выполнении специализированных упражнений ВДР у высококвалифицированных спортсменов также очень невелико. Так, стартовое время (от выстрела стартового пистолета до ухода со старта) у бегунов-спринтеров, участников Олимпийских игр и чемпионатов мира, составляет, в среднем, при беге на 50 - 60 м 139 мс у мужчин и 159 мс у

женщин, при беге на 100 м, соответственно, 150-160 мс и 190 мс. Знаменитый спринтер Бен Джонсон мог уходить со старта через 99,7 мс [17,46,66,109].

По теоретическим расчетам ВДР, равное 80 - 90 мс, вообще составляет для человека предел его функциональных возможностей.

**Факторами, влияющими на ВДР**, являются врожденные особенности человека, его текущее функциональное состояние, мотивации и эмоции, спортивная специализация, уровень спортивного мастерства, количество воспринимаемой спортсменом информации.

Другим простым показателем быстроты является **максимальный темп постукиваний пальцем за короткий интервал времени - 10 с, так называемый теппинг-тест**. Взрослые лица производят 50 - 60 движений за 10 с, спортсмены ситуационных видов спорта и спринтеры - порядка 60 - 80 движений и более.

Особым проявлением быстроты является **скорость специализированных умственных операций: при решении тактических задач** высококвалифицированные спортсмены затрачивают всего 0,5 - 1,0 с, а время принятия решения составляет у них половину этого периода.

В основе проявления качества быстроты лежат индивидуальные особенности протекания физиологических процессов в нервной и мышечной системах. Быстрота зависит от следующих факторов.

♦ **Лабильность** - скорость протекания возбуждения в нервных и мышечных клетках.

♦ **Подвижность нервных процессов** - скорость смены в коре больших полушарий возбуждения торможением и наоборот.

♦ **Соотношение быстрых и медленных мышечных волокон** в скелетных мышцах.

Уровень лабильности и подвижности нервных процессов определяет скорость восприятия, и переработки поступающей информации, а лабильность мышц и преобладание быстрых двигательных единиц (ДЕ) -

скорость мышечного компонента быстроты (сокращения и расслабления мышцы, максимальный темп движений).

В сложных ситуациях, требующих реакции с выбором, и при увеличении поступающей информации большое значение имеет **пропускная способность мозга** спортсмена - количество перерабатываемой информации за единицу времени. Величина ВДР прямо пропорционально нарастает с увеличением числа возможных альтернативных решений - до 8 альтернатив, а при большем их числе оно резко и непропорционально повышается.

При осуществлении **реакции на движущийся объект (РДО)** большое значение приобретают **явления экстраполяции**, позволяющие предвидеть возможные траектории перемещения соперников или спортивных снарядов, что ускоряет подготовку ответных действий спортсмена. Это особенно необходимо, например, в хоккее, теннисе, стрельбе по летящим тарелкам и т. п. Способствуют этому и **поисковые движения глаз**: быстрота действий спортсмена здесь связана со скоростными возможностями мышц глазодвигательного аппарата, без которых невозможно эффективно осуществлять следящие движения.

В особых ситуациях (электрическое раздражение, гипноз, сильное эмоциональное потрясение) у человека может неимоверно возрасти быстрота его реакций. Так, например, максимальный темп постукиваний достигает 15 в 1 с, хотя при произвольных движениях он не превышает 6 - 12 в 1 с. Это доказывает наличие физиологических резервов быстроты даже у нетренированного человека.

В процессе спортивной тренировки рост быстроты обусловлен следующими механизмами.

- ♦ Увеличение лабильности нервных и мышечных клеток, ускоряющих проведение возбуждения по нервам и мышцам.
- ♦ Рост лабильности и подвижности нервных процессов увеличивающих скорость переработки информации в мозгу.

♦ Сокращение времени проведения возбуждения через межнейронные и нервно-мышечные синапсы.

♦ Синхронизация активности ДЕ в отдельных мышцах и разных мышечных групп.

♦ Своевременное торможение мышц-антагонистов.

♦ Повышение скорости расслабления мышц.

Для каждого человека имеются свои пределы роста быстроты, контролируемые генетически. Скорость ее нарастания также является врожденным свойством. Кроме того, в спорте существует *явление стабилизации скорости движений* на некотором достигнутом уровне. Повысить этот предел произвольно обычно не удастся, и в тренировке применяются специальные средства: бег под горку, бег на тредбане с повышенной скоростью с использованием вися на ремнях, бег за мотоциклом, за лошастью, плавание с тянущей резиной и т. п. Этим путем достигается дополнительное повышение лабильности нервных центров и работающих мышц.

**1.6. Выносливостью называют способность наиболее длительно или в заданных границах времени выполнять специализированную работу без снижения ее эффективности [95,96,99,134,143].**

Ее определяют также как способность преодолевать развивающееся утомление или работоспособность человека.

**Различают 2 формы проявления выносливости - общую и специальную.**

Общая выносливость характеризует способность длительно выполнять любую циклическую работу умеренной мощности с участием больших мышечных групп, а специальная выносливость проявляется в различных конкретных видах двигательной деятельности.

Физиологической основой общей выносливости является высокий уровень аэробных возможностей человека - способность выполнять работу за счет энергии окислительных реакций.

*Аэробные возможности* зависят от:

- ♦ *аэробной мощности*, которая определяется абсолютной и относительной величиной максимального потребления кислорода (МПК) и
- ♦ *аэробной емкости* - суммарной величины потребления кислорода на всю работу.

Специальная выносливость определяется теми требованиями, которые предъявляются конкретными физическими нагрузками организму спортсмена.

*Общая выносливость зависит от доставки кислорода работающим мышцам* и, главным образом, определяется функционированием кислородтранспортной системы: сердечно-сосудистой, дыхательной и системой крови.

Развитие общей выносливости обеспечивается разносторонними перестройками в *дыхательной системе*. Повышение эффективности дыхания достигается:

- ♦ увеличением (на 10 - 20 %) легочных объемов и емкостей (ЖЕЛ достигает 6-8 л и более),
- ♦ нарастанием глубины дыхания (до 50-55% ЖЕЛ),
- ♦ увеличением диффузионной способности легких, что обусловлено увеличением альвеолярной поверхности и объема крови в легких, протекающей через расширяющуюся сеть капилляров,
- ♦ увеличением мощности и выносливости дыхательных мышц, что приводит к росту объема вдыхаемого воздуха по отношению к функциональной остаточной емкости легких (остаточному объему и резервному объему выдоха).

Все эти изменения способствуют также экономизации дыхания: большему поступлению кислорода в кровь при меньших величинах легочной

вентиляции. Повышение возможности более выгодной работы за счет аэробных источников энергии позволяет спортсмену дольше не переходить к энергетически менее выгодному использованию анаэробных источников, т. е. повышает вентиляционный порог анаэробного обмена (ПАНО).

Решающую роль в развитии общей выносливости играют морфофункциональные перестройки в *сердечно-сосудистой системе*, отражающие адаптацию к длительной работе:

- ♦ увеличение объема сердца (“большое сердце” особенно характерно для спортсменов-стайеров) и утолщение сердечной мышцы - *спортивная гипертрофия*,

- ♦ рост сердечного выброса (увеличение ударного объема крови),
- ♦ замедление частоты сердечных сокращений в покое (до 40-50 уд./мин и менее) в результате усиления парасимпатических влияний

- ♦ *спортивная брадикардия*, что облегчает восстановление сердечной мышцы и последующую ее работоспособность,

- ♦ снижение артериального давления в покое (ниже 105 мм рт. ст.) - *спортивная гипотония*.

В системе крови повышению общей выносливости способствуют:

- ♦ увеличение объема циркулирующей крови (в среднем на 20%) за счет, главным образом, увеличения объема плазмы, при этом адаптивный эффект обеспечивается: 1) снижением вязкости крови и соответствующим облегчением кровотока и 2) большим венозным возвратом крови, стимулирующим более сильные сокращения сердца,

- ♦ увеличение общего количества эритроцитов и гемоглобина (следует заметить, что при росте объема плазмы показатели их относительной концентрации в крови снижаются),

- ♦ уменьшение содержания лактата (молочной кислоты) в работе, связанное, во-первых, с преобладанием в мышцах выносливых людей медленных волокон, использующих лактат как источник энергии, и во-вторых, обусловленное увеличением емкости буферных систем крови, в

частности, ее щелочных резервов. При этом лактатный порог анаэробного обмена (ПАНО) так же нарастает, как и вентиляционный ПАНО [99].

Несмотря на указанные адаптивные перестройки функций, в организме стайера происходят значительные нарушения постоянства внутренней среды (перегревание и переохлаждение, падение содержания глюкозы в крови и т. п.). Способность спортсмена переносить весьма длительные нагрузки обеспечивается его способностью “терпеть” такие изменения.

**В скелетных мышцах** у спортсменов, специализирующихся в работе на выносливость, преобладают медленные мышечные волокна (до 80-90 %). Рабочая гипертрофия протекает по с а р к о п л а з м а т и ч е с к о м у т и п у , т. е. за счет роста объема саркоплазмы. В ней накапливаются запасы гликогена, липидов, миоглобина, становится богаче капиллярная сеть, увеличивается число и размеры митохондрий. Мышечные волокна при длительной работе включаются посменно, восстанавливая свои ресурсы в моменты отдыха [108.109.133.139.141.144].

**В центральной нервной системе** работа на выносливость сопровождается формированием стабильных рабочих доминант, которые обладают высокой помехоустойчивостью, отдавая развитие запредельного торможения в условиях монотонной работы. Особой способностью к длительным циклическим нагрузкам обладают спортсмены с сильной уравновешенной нервной системой и невысоким уровнем подвижности - флегматики.

С п е ц и а л ь н ы е ф о р м ы в ы н о с л и в о с т и характеризуются разными адаптивными перестройками организма в зависимости от специфики физической нагрузки.

**Специальная выносливость в циклических видах спорта** зависит от длины дистанции, которая определяет соотношение аэробного и анаэробного энергообеспечения.

В лыжных гонках на длинные дистанции соотношение аэробной и анаэробной работы порядка 95% и 5%; в академической гребле на 2 км, соответственно, 70% и 30%; в спринте - 5% и 95%. Это определяет разные тре-

бования к двигательному аппарату и вегетативным системам в организме спортсмена.

**Специальная выносливость к статической работе** базируется на высокой способности нервных центров и работающих мышц поддерживать непрерывную активность (без интервалов отдыха) в анаэробных условиях. Торможение вегетативных функций со стороны мощной моторной доминанты по мере адаптации спортсмена к нагрузке постепенно снижается, что облегчает дыхание и кровообращение. Статическая выносливость мышц шеи и туловища, содержащих больше медленных волокон, выше по сравнению с мышцами конечностей, более богатых быстрыми волокнами.

**Силовая выносливость** зависит от переносимости нервной системой и двигательным аппаратом многократных повторений натуживания, вызывающего прекращение кровотока в нагруженных мышцах и кислородное голодание мозга. Повышение резервов мышечного гликогена и кислородных запасов в миоглобине облегчает работу мышц. Однако почти полное и одновременное вовлечение в работу всех ДЕ лишает мышцы резервных ДЕ, что лимитирует длительность поддержания усилий.

Согласно взглядам Р.О.Астранда (1992) **скоростная выносливость** определяется устойчивостью нервных центров к высокому темпу активности. Она зависит от быстрого восстановления АТФ в анаэробных условиях за счет креатинфосфата и реакций гликолиза. Эту точку зрения подтверждают также М.Фосс (1998) и М.Хьюстон (1995).

**Выносливость в ситуационных видах спорта** обусловлена устойчивостью центральной нервной системы и сенсорных систем к работе переменной мощности и характера - "рваному" режиму, вероятностным перестройкам ситуации, многоальтернативному выбору, сохранению координации при постоянном раздражении вестибулярного аппарата.

**Выносливость к вращениям и ускорениям** требует хорошей устойчивости вестибулярной сенсорной системы. Квалифицированные фигуристы,

например, без отрицательных соматических и вегетативных реакций могут переносить до 300 вращений на кресле Барани вокруг вертикальной оси.

После таких многократных вращений у этих спортсменов совершенно незначительно так называемое время поиска стабильной позы. Активные вращения при выполнении специальных упражнений в большей мере способствуют повышению вестибулярной устойчивости, чем пассивные вращения на тренажерах [1,9,11,16,17,34,39,59,63].

**Выносливость к гипоксии**, характерная, например, для альпинистов, связана с понижением тканевой чувствительности нервных центров, сердечной и скелетных мышц к недостатку кислорода. Это свойство в значительной мере является врожденным. Лишь несколько спортсменов-альпинистов во всем мире смогли подняться на высоту более 8 тыс. м (Эверест) без кислородного прибора (например, Владимир Балыбердин).

Физиологические резервы выносливости включают в себя [95,96,99]:

- ♦ мощьность механизмов обеспечения гомеостаза - адекватная деятельность сердечно-сосудистой системы, повышение кислородной емкости крови и емкости ее буферных систем, совершенство регуляции водно-солевого обмена выделительной системой и регуляции теплообмена системой терморегуляции, снижение чувствительности тканей к сдвигам гомеостаза;

- ♦ тонкая и стабильная нервно-гуморальная регуляция механизмов поддержания гомеостаза и адаптация организма к работе в измененной среде (так называемому гомеокинезу).

Развитие выносливости связано с увеличением диапазона физиологических резервов и большими возможностями их мобилизации. Особенно важно развивать в процессе тренировки способность к мобилизации функциональных резервов мозга спортсмена в результате произвольного преодоления скрытого утомления. Более длительное и эффективное выполнение работы связано не столько с удлинением периода устойчивого состояния, сколько с ростом продолжительности периода скрытого утомления. Волевая

мобилизация функциональных резервов организма позволяет за счет повышения физиологической стоимости работы сохранять ее рабочие параметры - скорость локомоции, поддержание заданных углов в суставах при статическом напряжении, силу сокращения мышц, сохранение техники движения.

### **1.7. Понятие о ловкости и гибкости. Механизмы и закономерности из развития**

Ловкость и гибкость относят к числу основных физических качеств [17,28]. Ловкость достаточно хорошо развивается в процессе индивидуальной жизни человека, в том числе при спортивной тренировке. В противоположность этому гибкость находится под значительным генетическим контролем и требуется тщательный отбор и раннее ее развитие в онтогенезе.

Качество ловкости представляет собой сложный комплекс способностей.

Л о в к о с т ь ю считают: способность создавать новые двигательные акты и двигательные навыки; быстро переключаться с одного движения на другое при изменении ситуации; выполнять сложно-координационные движения.

*Таким образом, под ловкостью, с одной стороны, понимают определенные творческие способности человека незамедлительно формировать двигательное поведение в новых, необычных условиях, а с другой стороны, координационные его возможности.*

Критериями ловкости являются координационная сложность, точность движений и быстрое их выполнение. В основе этих способностей лежат явления экстраполяции, хорошая ориентация в вероятностной среде, предвидение возможной будущей ситуации, быстрая реакция на движущийся объект, высокий уровень лабильности и подвижности нервных процессов, умение легко управлять различными мышцами. В процессе тренировки для

развития ловкости требуется варьирование различных условий выполнения одно и того же двигательного действия, использование дополнительной срочной информации о результате движений, формирование навыка быстрого принятия решений в условиях дефицита времени [39,43,54].

Гибкость *определяется как способность совершать движения в суставах с большой амплитудой, т. е. суставная подвижность.*

Она зависит от способности к управлению двигательным аппаратом и его морфофункциональных особенностей (вязкости мышц, эластичности связочного аппарата, состояния межпозвоночных дисков). Гибкость улучшается при разогревании мышц и ухудшается на холоде. Она снижается в сонном состоянии и при утомлении. Величина гибкости минимальна утром и достигает максимума к середине дня (12-17 час). Улучшение гибкости происходит, когда во время предстартового возбуждения повышается частота сердечных сокращений, нарастает кровоток через мышцы и в результате разминки происходит их разогревание [76,89,105,137].

Различают *активную гибкость* при произвольных движениях в суставах и *пассивную гибкость* - при растяжении мышц внешней силой. Пассивная гибкость обычно превышает активную. У женщин связочно мышечный аппарат обладает большей гибкостью по сравнению с мужчинами, им легче осваивать многие сложные упражнения на гибкость (например, поперечный шпагат).

У лиц зрелого и пожилого возраста раньше всего снижается гибкость позвоночника, но гибкость пальцев и кисти сохраняется дольше всего.

## 1.8. Заключение по главе

Таким образом, изложенные в главе 1 литературные сведения позволяют заключить, что все перечисленные физические качества объединяются в систему работоспособности. Физическая работоспособность спортсмена является выражением жизнедеятельности человека, имеющим в своей основе

движение, универсальность которого была блестяще охарактеризована еще И.М.Сеченовым. Она проявляется в различных формах мышечной деятельности и зависит от способности и готовности человека к физической работе.

В настоящее время физическая работоспособность и физическим качества наиболее широко используются в спортивной практике, представляя несомненный интерес для специалистов как медико-биологического, так и спортивно-педагогического направления. Физическая работоспособность – одна из важнейших составляющих спортивного успеха. Физические качества являются также определяющим во многих видах производственной деятельности, необходимым в повседневной жизни, тренируемым и косвенно отражающим состояние физического развития и здоровья человека, его пригодность к занятиям физической культурой и спортом.

## ГЛАВА 2. Тестирование физической работоспособности и физических качеств у спортсменов

Термин «физическая работоспособность» употребляется достаточно широко, однако ему не дано единого, теоретически и практически обоснованного определения. Предложенные определения работоспособности (Виноградов М.И., Косилов С.А., Карпман В.Л., Аулик И.В., Astrand P., Lehman G. И др) по мнению ряда специалистов, нередко носят односторонний характер и не всегда учитывают при этом функциональное состояние организма и эффективность труда.

С учетом изложенного, В.И.Тхоревский (2001), А.С.Солодков и соавт. (1999) уже предлагают определять работоспособность человека совершать конкретную деятельность в рамках заданных параметров времени и эффективности труда. При этом авторы считают, что работоспособность следует оценивать по критериям профессиональной деятельности и состояния функций организма, другими словами, с помощью прямых и косвенных ее показателей.

Развивая дальше эти представления и проводя многочисленные обследования специалистов различного профиля деятельности, И.А.Сапов, А.С.Солодков, В.С.Щеголев и В.И.Кулешов (1986) вносят некоторые дополнения в определение работоспособности человека, и главное - уточняют характер прямых показателей, обосновывают и предлагают небольшой комплекс информативных косвенных констант и вводят количественный интегральный показатель для оценки работоспособности. Под последней авторы понимают *способность человека выполнять в заданных параметрах и конкретных условиях профессиональную деятельность, сопровождающуюся обратимыми, в сроки регламентированного отдыха, функциональными изменениями в организме.*

Адаптируя приведенное выше определение работоспособности к практике спорта, следует указать, что **п р я м ы е п о к а з а т е л и** у спортсменов

позволяют оценивать их спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т. д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны. С этой точки зрения все методики исследования прямых показателей работоспособности подразделяются на количественные, качественные и комбинированные. С помощью комбинированных методик исследования можно оценивать как производительность, так и надежность и точность спортивной деятельности.

К косвенным критериям работоспособности относят различные клинико-физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы. Другими словами, косвенные критерии работоспособности представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для человека обходится эта работа, т. е. чем, например, организм спортсмена расплачивается за достигнутые секунды, метры, килограммы и т.д. Кроме этого установлено, что косвенные показатели работоспособности в процессах труда ухудшаются значительно раньше, чем ее прямые критерии. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности человека, а также для выяснения механизмов адаптации к конкретной профессиональной деятельности, оценке развития утомления и анализа других функциональных состояний организма [5,6,7,8,23,28,35,47].

При оценке работоспособности и функционального состояния человека необходимо также учитывать его субъективное состояние (усталость), являющееся довольно информативным показателем. Ощущая усталость человек, снижает темп работы или вовсе прекращает ее. Этим самым предотвращается функциональное истощение различных органов и систем и обеспечивается возможность быстрого восстановления работоспособности человека. А.А.Ухтомский считал ощущение усталости одним из наиболее чувствительных показателей снижения работоспособности и развития

утомления. Он писал: "Так называемые субъективные показания столь же объективны, как и всякие другие для того, кто умеет их понимать и расшифровывать. Физиолог более чем кто-либо знает, что за всяким субъективным переживанием кроется физико-химическое событие в организме (А. А. Ухтомский. Собр. соч. - Л., 1952. Т.3. С. 134).

Обобщенные данные по оценке работоспособности человека с учетом его субъективного и функционального состояния, прямых и косвенных показателей работоспособности представлены в таблице 1, составленной И. А. Саповым, А. С. Солодковым, В. С. Щеголевым и В. И. Кулешовым. Располагая такими данными, и сопоставляя их с фактически наблюдаемыми сдвигами у человека в период любой его деятельности, можно с достаточной достоверностью судить о динамике работоспособности, утомления и переутомления и, при необходимости, рекомендовать проведение соответствующих оздоровительных мероприятий.

**2.1. В тестах с максимальными мощностями физических нагрузок** испытуемый выполняет работу с прогрессивным увеличением ее мощности до истощения (до отказа). К числу таких проб относят тест Vita Maxima, тест Новакки и др. Применение этих тестов имеет и определенные недостатки: во-первых, пробы небезопасны для испытуемых и потому должны выполняться при обязательном присутствии врача, и, во-вторых, момент произвольного отказа - критерий очень субъективный и зависит от мотивации испытания и других факторов (таблица 1).

Периоды работоспособности	Субъективное состояние	Клинико-физиологические показатели	Психофизиологические показатели	Профессиональная работоспособность	Функциональное состояние организма	Степень снижения работоспособности по интегральному критерию
Врабатывание	Улучшается	Улучшаются	Улучшаются	Улучшается	Нормальное состояние утомления	До 16%
Стабильная работоспособность	Хорошее	Устойчивость показателей	Устойчивость показателей	Сохраняется на стабильном уровне		
Неустойчивая работоспособность	Ухудшается	Разнонаправленные сдвиги вегетативных функций. Ухудшение показателей функциональных проб	Разнонаправленные сдвиги показателей; некоторые константы не изменяются	Незначительное снижение	Переходное состояние	16-19%
Прогрессирующее снижение работоспособности	Постоянное ощущение усталости, не проходящее после дополнительного отдыха	Однонаправленное ухудшение всех показателей. величины которых могут выходить за пределы физиологических колебаний. При функциональных пробах - значительное снижение показателей а также появление атипичных реакций	Однонаправленное ухудшение всех показателей. Признаки неврастенических состояний.	Выраженное снижение, появление грубых ошибок в работе	Патологическое состояние переутомления	Более 19%

**2.2. Тесты с субмаксимальной мощностью нагрузок** осуществляются с регистрацией физиологических показателей во время работы или после ее окончания. Тесты данной группы технически проще, но их показатели зависят не только от проделанной работы, но и от особенностей восстановительных процессов. К их числу относятся хорошо известные пробы С. П. Летунова, Гарвардский степ-тест, тест Мастера и др. Принципиальная особенность этих проб заключается в том, что между мощностью мышечной работы и длительностью ее выполнения имеется обратно пропорциональная зависимость, и с целью определения физической работоспособности для таких случаев построены специальные номограммы.

В практике физиологии труда, спорта и спортивной медицины наиболее широкое распространение получило тестирование физической работоспособности по ЧСС. Это объясняется в первую очередь тем, что ЧСС является легко регистрируемым физиологическим параметром. Не менее важно и то, что ЧСС линейно связана с мощностью внешней механической работы, с одной стороны, и количеством потребляемого при нагрузке кислорода - с другой.

Анализ литературы [12,13,14,23,28,32,58,70] посвященной проблеме определения физической работоспособности по ЧСС, позволяет говорить о следующих подходах. Первый, наиболее простой, заключается в измерении ЧСС при выполнении физической работы какой-то определенной мощности (например,  $1000 \text{ кгм} \cdot \text{Мин}^{-1}$ ). Идея тестирования физической работоспособности в данном случае состоит в том, что выраженность учащения сердцебиения обратно пропорциональна физической подготовленности человека, т.е. чем чаще сердечный ритм при нагрузке такой мощности, тем ниже работоспособность человека, и наоборот.

Второй подход состоит в определении той мощности мышечной работы, которая необходима для повышения ЧСС до определенного уровня.

Такой подход является наиболее перспективным. Вместе с тем он технически более сложен и требует серьезного физиологического обоснования.

Сложности физиологического обоснования такого подхода к тестированию физической работоспособности обусловлены несколькими моментами: возможными предпатологическими изменениями сердечно-сосудистой системы; различными типами кровообращения, при которых одинаковое кровоснабжение мышц может обеспечиваться различной величиной ЧСС; неодинаковой физиологической ценой учащения сердечной деятельности при физических нагрузках, определяемой так называемым законом исходных величин и т. д.

Среди спортсменов эти различия в значительной степени сглаживаются сходством возраста, хорошим здоровьем, тенденцией к брадикардии в покое, расширением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и возможностей их использования при физических нагрузках. Это обстоятельство, по-видимому, определило широкое использование в современном спорте теста  $PWC_{170}$  ( $PWC$  - это первые, буквы английского термина “физическая работоспособность” - *Physical Working Capacity*), который ориентирован на достижение определенной ЧСС (170 сердечных сокращений в 1 минуту). Испытуемому предлагается выполнение на велоэргометре или в степ-тесте 2-х пятиминутных нагрузок умеренной мощности с интервалами 3 мин, после которых измеряют ЧСС. Расчет показателя  $PWC_{170}$  производится по следующей формуле:

$$PWC_{170} = W_2 + (W_2 - W_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

где:  $W_1$  и  $W_2$  - мощность первой и второй нагрузки;  $f_1$  и  $f_2$  - ЧСС в конце первой и второй нагрузки.

В настоящее время считается общепринятым, что ЧСС равная 170 уд.мин<sup>1</sup>, с физиологической точки зрения характеризует собой начало оптимальной рабочей зоны функционирования кардиореспираторной системы,

а с методической - начало выраженной нелинейности на кривой зависимости ЧСС от мощности физической работы. Существенным физиологическим доводом в пользу выбора уровня ЧСС в данной пробе служит и тот факт, что при частоте пульса больше 170 уд.мин<sup>1</sup> рост минутного объема крови если и происходит, то уже сопровождается относительным снижением систолического объема крови.

Проба PWC<sub>170</sub> рекомендована Всемирной организацией здравоохранения для оценки физической работоспособности человека. Перспективы использования этой пробы в спорте очень широки, так как принцип ее пригоден для определения как общей, так и специальной работоспособности спортсменов.

Другой широко распространенной пробой является разработанный в США Гарвардский степ-тест. Этот тест рассчитан на оценку работоспособности у здоровых молодых людей, так как от исследуемых лиц требуется значительное напряжение. Гарвардский тест заключается в подъемах на ступеньку высотой 50 см для мужчин и 41 см для женщин в течение 5 минут в темпе 30 подъемов в 1 мин (2 шага в 1 с). После окончания работы в течение 30 с второй минуты восстановления подсчитывают количество ударов пульса и вычисляют индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) по формуле [95,96]:

$$\text{ИГСТ} = \frac{\text{Продолжительность работы (с}^{-1}\text{)}}{5.5 \cdot \text{Число ударов пульса (с}^{-1}\text{)}}$$

Более точно можно рассчитать ИГСТ, если пульс считать 3 раза - в первые 30 секунд 2-й, 3-й и 4-й минут восстановления. В этом случае ИГСТ вычисляют по формуле:

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \cdot 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2}$$

где: t - время восхождения на ступеньку (с),

f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> - число пульсовых ударов за 30 с 2-й, 3-й и 4-й мин восстановления.

Оценку работоспособности проводят по таблице 2.

Одним из распространенных и точных методов является определение физической работоспособности по величине максимального потребления кислорода (МПК). Этот метод высоко оценивает Международная биологическая программа, которая рекомендует для оценки физической работоспособности использовать информацию о величине аэробной производительности.

Таблица 2.

Оценка физической работоспособности по индексу Гарвардского степ-теста

ИГСТ	Оценка
55	Слабая
55-64	Ниже средней
65-79	Средняя
80-89	Хорошая
90	Отличная

Как известно, величина потребляемого мышцами кислорода эквивалентна производимой ими работе. Следовательно, потребление организмом кислорода возрастает пропорционально мощности выполняемой работы. МПК характеризует собой, то предельное количество кислорода, которое может быть использовано организмом в единицу времени.

Аэробная возможность (аэробная мощность) человека определяется, прежде всего, максимальной для него скоростью потребления кислорода. Чем выше МГЖ, тем больше (при прочих равных условиях) абсолютная мощность максимальной аэробной нагрузки. МПК зависит от двух функциональных систем: кислород-транспортной системы (органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система) и системы утилизации кислорода, главным образом – мышечной [14,32,79,81,119,123].

Максимальное потребление кислорода может быть определено с помощью максимальных проб (прямой метод) и субмаксимальных проб

(непрямой метод). Для определения МПК *прямым методом* используются чаще всего велоэргометр или тредбан и газоанализаторы. При применении прямого метода от испытуемого требуется желание выполнить работу до отказа, что не всегда достижимо. Поэтому было разработано несколько *методов непрямого определения МПК*, основанных на линейной зависимости МПК и ЧСС при работе определенной мощности. Эта зависимость выражается графически на соответствующих номограммах. В дальнейшем обнаруженная взаимосвязь была описана простым линейным уравнением, широко используемым с научно-прикладными целями для нетренированных лиц и спортсменов скоростно-силовых видов спорта:

$$\text{МПК} = 1,7 \text{ PWC}_{170} + 1240.$$

Для определения МПК у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта В.Л.Карпман (1987) предлагает следующую формулу:

$$\text{МПК} = 2,2 \text{ PWC}_{170} + 1070.$$

По мнению автора, и  $\text{PWC}_{170}$ , и МПК примерно в равной степени характеризуют физическую работоспособность человека: коэффициент корреляции между ними очень высок (0.7 - 0.9 по данным различных авторов), хотя взаимосвязь этих показателей и не носит строго линейного характера. Тем не менее, названные константы могут быть рекомендованы в практических целях для анализа тренировочного процесса.

**2.3. Мышечная сила** рук характеризует степень развития мускулатуры, измеряется она ручным динамометром (в кг). Производят 2-3 измерения, записывают наибольший показатель, который зависит от возраста пола и вида спорта, которые занимается обследуемый (Дубровский, 2005).

Исследования физического развития лиц, занимающихся физкультурой и спортом, имеют следующие задачи:

1. Оценка воздействия на организм систематических занятий физкультурой и спортом;
2. Отбор детей, подростков для занятий тем или иным видом спорта;

3. Контроль за формированием определенных особенностей физического развития у спортсменов на их пути – от новичка до мастера спорта.

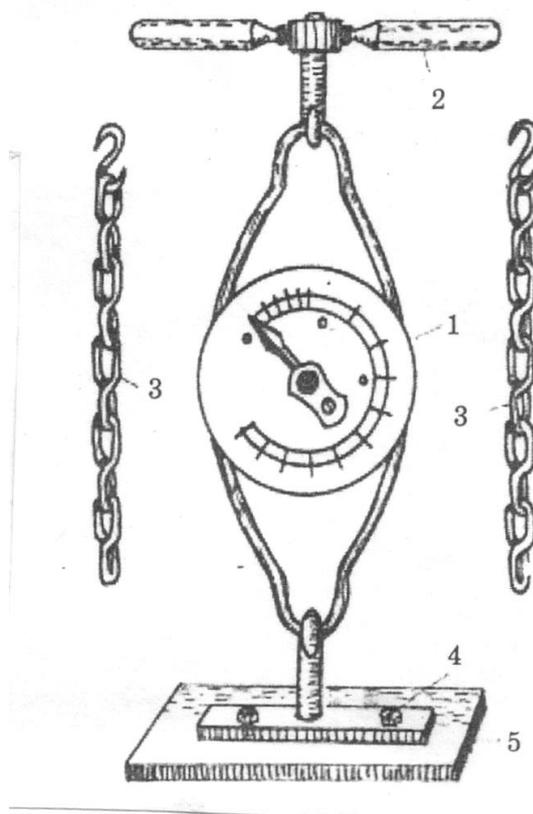


Рис. 1. Динамометр становой:

1-динамометр; 2-рукоятка с крюком; 3 – цепь; 4-планка с крюком; 5-доска для закрепления планки с крюком

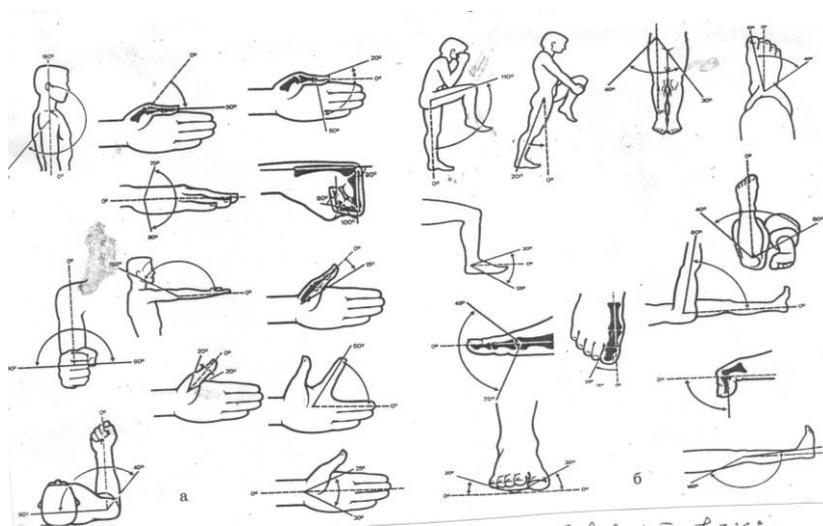
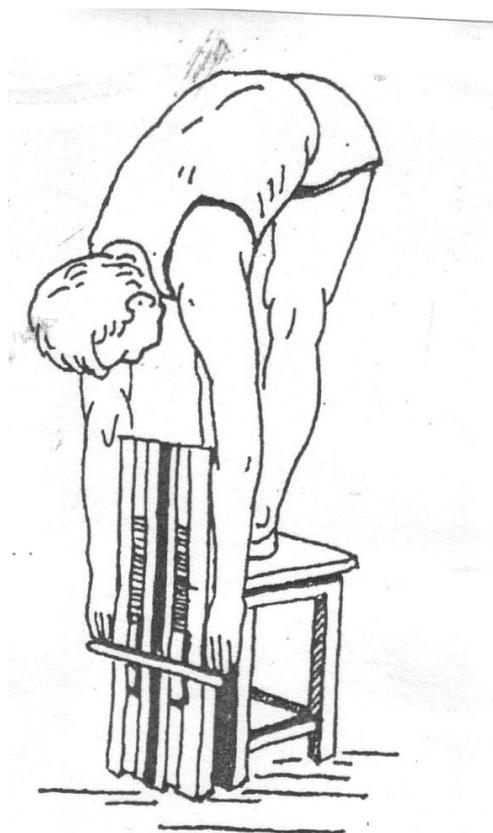


Рис. 2. Схема движений в суставах: а- верхние конечности; б – нижние конечности

## 2.4. Определение гибкости (подвижности)

Способность выполнять движения широкой амплитуды осуществляется благодаря **гибкости (подвижности)**. Мерой гибкости является максимум амплитуды движений. Различают активную и пассивную гибкость. Активная выполняется самим испытуемым, пассивная - под влиянием внешней силы (с помощью тренера, методиста лечебной физкультуры). Гибкость зависит от состояния суставов, эластичности (растяжимости) связок, мышц, возраста, температуры окружающей среды, биоритмов, время суток и т.д.) [95,96,99]

При измерении гибкости (подвижности) используют **браншевый гониометр**, состоящий из подвижной бранши и гравитационного гониометра (в градусах). Подвижность в суставах определяется в состоянии сгибания и разгибания (рис 3).



*Рис 3. Измерение гибкости позвоночника гониометра*

В некоторых видах спорта (гимнастика, акробатика) для увеличения подвижности в суставах применяются пассивные движения (спортсмены работают парами или с помощью тренера), что нередко приводит к травмам и заболеваниям суставов (артрозы). Суставы имеют физиологическую норму подвижности, и ее насильственное увеличение небезопасно для здоровья [41].

**2.5. Сила и выносливость** – физические качества, которыми в значительной мере определяется морфофункциональное состояние спортсмена. Вопрос о силе мышц и их выносливости имеет большое значение. Недостаточное развитие мышечной силы и выносливости лимитирует локомоторные возможности спортсмена [96].

Основным методом определения силы мышц является динамометрия. Отмечено, что развитие мышечной силы происходит к 25-35 годам, после чего начинается ее снижение.

**2.6. Оценку скоростно-силовых показателей** можно осуществить с помощью комплекса простых упражнений:

1. Прыжки в длину с места (в см).
2. Впрыгивание на стул, отталкиваясь двумя ногами от пола (количество раз за 15 с).
3. Сгибание и разгибание рук в упоре на полу (число отжиманий за 15 с).
4. Подъем ног под прямым углом из виса на прямых руках на гимнастической стенке (количество раз за 15 с).
5. Подтягивание на перекладине (количество раз за 10 с).
6. Поднимание туловища под прямым углом (ноги фиксирует партнер) из положения лежа на спине (количество раз за 30 с).
7. Поднимание туловища (прогибание) из положения лежа на животе, руки вдоль туловища (количество раз за 15 с).

В результате оценки показателей каждого упражнения получают комплексную скоростно-силовую величину.

**Оценка силы.** Для оценки силовой выносливости рекомендуются следующие упражнения:

1. Приседания (количество приседаний).
2. Выпрыгивание из приседа в высоту (количество выпрыгиваний).
3. Подтягивание (количество раз).
4. Отжимы от пола (количество раз).
5. Из положения лежа на спине переход в положение сидя (количество раз).
6. Из вися на гимнастической стенке подъем прямых ног под прямым углом (количество раз).

Установлена линейная зависимость количества повторений и мышечной силы.

## ГЛАВА III. Основная часть

### 3.1. Физиологическая характеристика скоростно-силовой тренировки

Известно, что скоростно-силовые качества спортсменов зависят от совершенствования техники движений и скорости нарастания напряжения отдельных групп мышц. Методом совершенствования скоростно-силовых качеств является использование усилий максимальных или 90-95% от максимальной силы при максимально возможной скорости укорочения мышц.

При развитии скоростно-силовых качеств решаются две основные задачи: повышение потенциала скоростно-силовых возможностей и развитие способности к их реализации.

Решение 1-задачи осуществляется применением упражнений локально и регионального характера с максимальной интенсивностью. Дополнительно могут использоваться изометрические упражнения с кратковременными напряжениями.

Решение 2-й задачи реализуется выполнением специальных региональных и глобальных упражнений. Лучший результат достигается при легких снарядах (50%), соревновательных (25%) и тяжелых (25%).

Остановимся на оценке состояния утомления при скоростно-силовой тренировке. Утомление сопровождается в первую очередь увеличением латентного периода расслабления специфических мышц (до 38%) при некотором увеличении латентного периода сокращения - до 6%. Наиболее важным признаком утомления является увеличение разницы между этими показателями. У мастеров спорта латентный период реакций обычно короткие, чем латентный период сокращений однако вследствие кумуляции утомление этот период удлиняется в большей степени. При оптимальных нагрузках они укорачиваются. Один из ранних признаков переутомления -

уменьшение величины (силы) произвольного напряжения и ухудшение расслабления мышц. При этом латентные периоды удлиняются до 300-400 мс. Все эти признаки можно наблюдать с помощью методики, регистрирующей напряжение мышц (механограммы) и сигналы, по которым выполняется произвольное напряжение мышцы. Для контроля мы выбрали основные рабочие группы мышц, что дает наиболее ценную информацию о состоянии нервно-мышечного аппарата.

### **3.2. Физиологические характеристики быстроты**

Быстрота это - способность выполнять двигательные действия в минимальное время. Различают три основные формы проявления быстроты: латентное время, или латентный период простой и сложной двигательной реакции с выделением латентного периода сокращения и расслаблении; - время выполнения максимально быстрого одиночного движения (норма 0,1 с); максимальная частота (темп) движений, норма 60-80, у лидеров - до 120 за 10с). Быстроту определяют подвижность нервно-мышечного аппарата, возбудимость и подвижность нервных процессов, композиция мышцы, содержание в мышечных клетках АТФ и КрФ.

Между скоростью целостного движения и проявлениями быстроты нет корреляции. *Скорость* вероятно - это всегда комплексное двигательное качество, так как в движении присутствует силовой компонент.

Время двигательной реакции складывается из 5 составляющих: появление возбуждения в рецепторе; передача импульса в ЦНС по афферентным путям; путь в ЦНС до формирования эффекторного сигнала (центральная задержка); путь из ЦНС до мышц; возбуждение мышцы и появление механической активности. Наибольшее время среди этих этапов - более 50% - занимает 3-я фаза.

Резервы быстроты и механизмы ее совершенствования заключаются в следующем:

- повышаются функциональная подвижность нервно-мышечного аппарата;

- увеличивается скорость перехода возбуждения в сокращающиеся мышцы;

- увеличивается скорость укорочения мышечных волокон;

- увеличивается скорость расслабления мышечных волокон;

- ускоряются распад и синтез аденозинтрифосфата;

- укорачивается время "центральной задержки".

Методами измерения быстроты являются хронорефлексометрия, определение реакции на движущийся объект, теппинг-тест и др.

Методом анализа функционального состояния нервных центров и сократительных свойств мышц является изучение латентного периода реакций. Среднее время латентного периода световых реакций у спринтеров достигает 0,12-0,15 (на звук короче); у лучших спринтеров ЛП=80-100 мс. Время сложной двигательной реакции в 2-3 раза больше [95,96,99].

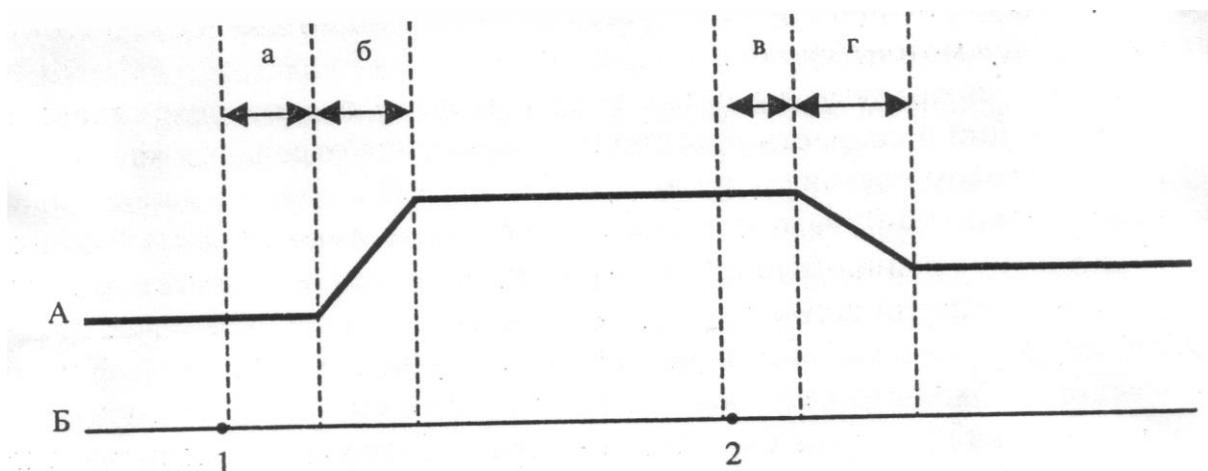
Резервы быстроты по показателям латентного периода составляют 150-200%, при этом вариативность снижается с 80 до 20-30%, а резервы быстроты целостного движения – только до 30-40%.

Простые двигательные реакции тренируются проще, так как это ответ на заранее известный сигнал, но внезапно появляющийся наблюдается большой перенос быстроты. С возрастом время двигательной реакции существенно меняется. В 2-3 года составляет 0,54-0,84 с, в 5-7 лет – 0,3-0,4 с. В последующие годы время двигательных реакций укорачивается и приближается к показателям взрослых.

Частота движений у детей, как и скорость реакции в различных звеньях тела, неодинакова. Высокий темп движений характерен для кисти (в лучезапястном суставе), низкий – для голеностопного сустава. С возрастом максимальная частота движений увеличивается. Наибольший прирост отмечается в 4-9 лет. В последующие, годы прирост частоты движений снижается, а после 15 лет почти прекращается. Наибольший прирост

быстроты в результате тренировки наблюдается У детей от 9 до 12 лет, а максимальные значения достигаются в 14- 15 лет.

Развитие скорости целостных движений связано с совершенствованием других физических качеств и техники. *Быстрота* и *скорость* - различные характеристики моторной функции человека. Таким образом, быстрота движений является генеральным свойством ЦНС, проявляющимся в двигательных реакциях и движениях с ненагруженными конечностями. *Скорость* - это конечная характеристика спортивного движения. Так, скорость спринтера определяется: взрывной силой мышц-разгибателей, способностью к быстрому наращиванию ускорения в старте, поддержанием высокой скорости бега, способностью противостоять утомлению.



*Рис. 4. Схема регистрации латентного периода сокращения, время расслабления, латентного периода расслабления, времени сокращения.*

*А. – механограмма; а-латентный период сокращения, б- время сокращения; в-латентный период расслабления; г-время расслабления. Б – отметка сигналов: 1-отметка сигнала о начале напряжения. 2 – отметка сигнала о прекращении произвольного напряжения.*

После напряженных тренировочных занятий и соревнований в течение 3-6 дней наблюдается увеличение различных временных характеристик движений (латентное время сокращения и расслабления мышц, время

отдельных фаз прыжка), что связано, вероятно, со значительным перенапряжением нервных процессов.

Фактором, лимитирующим дальнейший рост работоспособности метателей молота и диска, может быть низкая вестибулярная устойчивость, следствием чего являются различные вестибулярно-вегетативные или даже вестибулярно-моторные реакции, что снижает работоспособность спортсменов.

### **3.3. Физиологическая характеристика ловкости и гибкости**

Ловкость – это способность овладевать новыми движениями (способность быстро обучаться) и быстро перестраивать двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки.

Измерителями ловкости являются: координационная сложность движения; точность его выполнения (точность пространственных, временных, силовых характеристик движения); высокая экономичность движений (КПД); время выполнения движений (время, необходимое для овладения движением, или время от момента изменения обстановки до ответного движения).

Физиологическими и психологическими основами ловкости являются запас двигательных навыков (двигательный опыт, двигательные условные рефлексы); быстрота и точность сложных двигательных реакций; совершенствование функций двигательного анализатора (точность ощущений и восприятие собственных движений); психологическая особенность ловкости - полноценное восприятие собственных движений и окружающей обстановки (быстрота и точность сложных двигательных реакций).

Основами развития ловкости являются следующие процессы: овладение новыми движениями, что позволяет увеличить запас двигательных навыков; повышение координационной сложности осваиваемых движений с учетом

точности, согласования движений, реакции на изменение двигательной обстановки; тренировка быстрой и полной восстанавливаемости; тренировка чувства пространства (дифференцировочное торможение), чувства времени. При обучении ребенка следует идти от хаотичных, диффузных движений к точным, целенаправленным.

*Гибкость это - Способность выполнять движения с максимальной амплитудой движений (это измеритель гибкости).*

*Существует два вида гибкости: активная и пассивная. Активная проявляется в амплитуде движений за счет мышц, обеспечивающих движения в суставах (например, "ласточка"); пассивная в повышении амплитуды движений за счет внешних сил.*

Гибкость зависит от эластичности мышц и связок; снижения возбудимости растягиваемых мышц; внешней температуры воздуха; возраста; суточной периодики. Гибкость отрицательно коррелирует с силой.

Для развития гибкости используются две группы упражнений. *Активные* выполняются за счет сокращения мышц (сюда включаются простые движения: наклоны вперед, выпрямление, пружинистые движения, маховые движения). *Пассивные* движения - это самозахват с внешней помощью, статические упражнения.

В последние годы разработана система *стретчинг*, обеспечивающая целенаправленное повышение потенциала гибкости.

### **3.4. Физиологические механизмы и методы тренировки выносливости**

**а) Виды и измерение выносливости.** *Выносливость это - способность к длительному выполнению какой-либо деятельности без снижения ее эффективности.*

Выносливость, работоспособность и способность противодействовать утомлению — очень сходные понятия. Выделяют четыре типа утомления

соответственно и выносливости: умственное, сенсорное, эмоциональное, физическое.

Физическое утомление соответственно разделяют на: *локальное*, при котором в работе занято менее  $1/3$  мышц, *региональное* (в работе занято от  $1/3$  до  $2/3$  мышц) и *глобальное*, когда в работе участвуют более  $2/3$  мышц.

В соответствии с этим выделяют и типы выносливости:

- локальная (мышечная) выносливость характеризуется устойчивым состоянием работоспособности нервно-мышечного аппарата, поздним развитием охранительного торможения в нервных центрах;

- выносливость к глобальной работе чаще называется термином общая выносливость". Ее отражает совокупность функциональных свойств организма, которые обусловлены неспецифической, так называемой вегетативной, составляющей, главным компонентом которой являются аэробные возможности организма.

Выделяют такие виды выносливости, как статическая, силовая, скоростная, скоростно-силовая (выносливость соответственно к статической, силовой, спринтерской, ациклической деятельности).

Выносливость специфична. Роль генетических факторов в развитии выносливости составляет 80-85% и средовых факторов - 20-25% [99].

Существуют педагогические и физиологические средства измерения выносливости. К педагогическим средствам относится измерение времени ( $t$ ) при заданной скорости ( $V$ ) или мощности ( $W$ ) выполняемой работы до предела; измерение времени ( $t$ ) при стандартной длине ( $S$ ) дистанции. Понятие о физиологических средствах можно составить, рассмотрев механизмы развития выносливости.

**б) Физиологические механизмы развития выносливости.** Выделяют три основных физиологических механизма развития выносливости: биоэнергетические механизмы (аэробная и анаэробная производительность, или выносливость); механизмы совершенствования "функциональной устойчиво-

сти" деятельности различных систем организма, позволяющие продолжать работу при прогрессирующих сдвигах в гомеостазе и нарастающем утомлении (большое значение имеет устойчивость к гипоксии); механизм развития функциональной экономизации (уменьшение энерготрат на единицу работы) и повышения эффективности деятельности всего организма (уменьшение сдвигов функций на равную работу).

### **в) Биоэнергетические механизмы выносливости (работоспособности)**

Известно, что биоэнергетические возможности организма – важнейшие критерии для выносливости и работоспособности, так как работающие мышцы требуют немедленного поступления энергии. Единственным источником энергии является аденозинтрифосфат (АТФ), запасы которой весьма ограничены, а поэтому главный вопрос состоит в быстрейшем ее повторного синтеза, что осуществляется аэробным и анаэробным путями.

Выделяют: алактатную анаэробную производительность синтез АТФ за счет распада КрФ); гликолитическую анаэробную производительность (синтез АТФ за счет распада углеводов с накоплением молочной кислоты); аэробную производительность (синтез АТФ за счет энергии окислительного фосфорилирования углеводов и жиров).

Каждый из указанных биоэнергетических механизмов повторного синтеза АТФ может быть охарактеризован различными качественными и количественными характеристиками - критериями (табл. 3).

- *подвижности*, т.е. скорости протекание процесса с выходом на уровень 100%-ной мощности: подвижность КрФ, гликолитического и аэробного механизма измеряется временем.

**Качественные и количественные характеристики различных  
биоэнергетических механизмов выносливости**

Энергетические механизмы	Физиологические и биохимические показатели			
	подвижность	Энергетическая мощность	емкость	эффективность
Алактатный (анаэробный)	2-3 с(н)* 1-2 с(т)	3600 кДж/кг мин. анаэробная	600 кДж/кг, 5-6 с (н) 6-8 с (т)	70-80 % Скорость оп-латы
Анаэробный (гликолитический)	40-60 с (н) 20-30 с (т)	2500 кДж/кг мин. Накапливается молочная кислота избыток CO <sub>2</sub> выделяется из организма	1050 кДж/кг, 30-60 с (н), 90-120 с (т)	35(н), 50 (т) % Образование молочной кислоты
Аэробный (окисление углеводов и жиров до H <sub>2</sub> O и CO <sub>2</sub> )	3-7мин (н) и 2-2,5мин (т)	1250 кДж/кг мин.	Приход O <sub>2</sub> 1-3-я мин (н) 15-30-я мин (т)	44(н), до85 (т), %

\* н - нетренированные; т-тренированные.

- *мощности*, отражающей максимальную производительность механизма, то есть скорость освобождения энергии; максимальная мощность измеряется в единицах энергии и соотносится, соответственно, как 3:2:1;

- *емкости*, характеризующей общее количество энергии, даваемое данным механизмом:

- *эффективности*, отражающей КПД данного механизма, то есть отношение энергии, идущей непосредственно на синтез АТФ, к общим

затратам энергии: из всех биоэнергетических механизмов наивысшая эффективность у алактатного механизма, низшая – у гликолитического.

Каждый из этих критериев может быть количественно охарактеризован различными физиологическими и биохимическими показателями (см. табл. 3)

Важнейшими физиологическими показателями мощности и емкости каждого из рассмотренных биоэнергетических механизмов работоспособности являются:

- в алактатном механизме - показатели мощности: максимальная анаэробная мощность (определяется по скорости взбега на ступеньки лестницы под углом 30°-тест Маргария) и пиковая анаэробная мощность которая регистрируется в прыжке вверх с места (по Абалакову); физиологический показатель емкости этого механизма эквивалентен величине кислородного долга, которая в среднем равна около 1/3 от общего кислородного долга, определяемого после работы;

- в гликолитическом механизме физиологическим показателем мощности является неметаболический избыток выделения CO<sub>2</sub> за счет накопления в крови молочной кислоты и вытеснения CO<sub>2</sub> из состава бикарбонатов; физиологическим показателем емкости этого механизма является лактатная фракция кислородного долга, составляющая в среднем 2/3 от общего кислородного долга, а также максимальное количество лактата крови, определяемого в тесте с тремя одномоментными максимальными нагрузками с сокращающимися интервалами отдыха (3, 2 и 1 мин - Н.И.Волков и другие, 1998)

- в аэробном механизме показателем мощности является величина максимального потребления O<sub>2</sub>, а емкости - показатель времени удержания этой мощности.

Один из наиболее информативных в биоэнергетике - показатель так называемого порога анаэробного обмена (ПАНО), характеризующий эффективность аэробного механизма. Известно, что нормальное содержание

в крови молочной кислоты составляет 10-20 мг %. Гликолитический механизм приводит к накоплению лактата, превышение которым границы в 36 мг% считается началом ацидоза. Так как определение ПАНО по величине лактата связано с забором крови, предлагались самые различные косвенные, более доступные и физиологичные методы, которые удобно использовать в процессе тренировки.

Однако ввиду высокой вариабельности физиологических показателей эти следования рекомендуется проводить строго индивидуально. В течение определенного периода (обычно не более 3-4 недель) можно пользоваться косвенными показателями ПАНО, а затем исследования следует повторить.

#### **г) факторы определяющие и лимитирующие аэробную производительность**

Важнейшим из всех рассмотренных биоэнергетических параметров является показатель мощности аэробного механизма – максимальное потребление кислорода, который определяет общую тренировочную работоспособность, то есть, способность переносить значительные объемы тренировочных нагрузок путем ликвидации кислородного долга в ходе занятия.

Нормальные величины потребления кислорода для здоровых мужчин составляют 40-50 мл/мин/кг, для женщин примерно на 10% меньше – 35-45 мл/мин/кг. Вместе с тем индивидуальные величины МПК у здоровых спортсменов (например, марафонца, легкоатлета, футболиста и др) варьируют, что предопределяет использование этого показателя с целью определения перспективности и отбора.

Существует нормативы величины МПК для представителей этилы в различных видах спорта (таблица 4). Как видно из таблицы, у высококвалифицированных спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость, величины МПК находятся в границах 70-80мл/м/кг, а у

представителей ациклических видов спорта – в диапазоне 65-50 мл/мин/кг, то есть значительно превышают показатели людей – неспортсменов.

**Таблица 4**

**Абсолютные и относительные величины МПК у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта**

Вид спорта		
	л/мин	мл/мин/кг
Лыжные гонки	6,5	85,1
Марафон	5,3	83,0
Бег 5000-10 000 м	5,5	79,8
Конькобежный спорт (5000-1000 м)	5,4	73,2
Шоссейные велогонки	5,4	73,0
Спортивная ходьба	5,0	72,1
Плавание	5,6	70,2
Каное, байдарка	5,0	68,1
• Гребля (акад.)	5,9	67,0
Бег 200-400 м	4,7	66,5
Конькобежный спорт 500-1000 м	5,2	65,7
Баскетбол	4,9	60,5
Футбол	4,3	59,0
Борьба	4,7	53,8
Тяжелая атлетика	4,1	53,5
Гимнастика	3,5	52,1
Нетренированные	3,5	43,5

Если рассматривать сложную функциональную систему кислородного обеспечения организма, то показатель мощности этой системы - величина потребления кислорода подчиняется количественным взаимосвязям. Движение кислорода в организме от легких к тканям определяет участие в кислородном транспорте следующих систем организма: системы внешнего дыхания (вентиляция), системы крови, сердечно-сосудистой системы (циркуляция), системы утилизации организмом кислорода.

Повышение аэробной производительности в первую очередь связано с увеличением мощности систем вентиляции, циркуляции и утилизации. В таблице 5 показан диапазон увеличения важнейших

показателей этих систем при тяжелой мышечной работе в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам у спортсменов.

Таблица 5

**Максимальный диапазон увеличения показателей некоторых вегетативных функций при мышечной работе у высококвалифицированных спортсменов**

<b>Функциональные показатели</b>	<b>Уровень в покое</b>	<b>Максимальный уровень при работе</b>	<b>Изменение (в числе раз)</b>
Минутный объем дыхания (л/мин)	6-10	до 200	20-30
Частота дыхания (цикл/мин)	10-14	до 120	9-12
Объем вдоха (л)	0,4-0,7	до 3,5	5-9
Минутный объем крови (л/мин)	4,5-6,0	до 40	7-9
Частота сердечных сокращений (уд/мин)	45-60	до 220	4-5
Потребление кислорода (л/мин)	0,2-0,3	до 6,0	20-30
Артериальное давление (мм)	100-120	до 220	2-2,2

Правда, их включение идет не параллельно и постепенно всех разом, а гетерохронно: на начальном этапе адаптации преимущественно включается система вентиляции, затем циркуляции и на этапе высшего спортивного мастерства - утилизации.

**1) Роль дыхательной системы в аэробной производительности организма.** Дыхательная система, как недавно считалось, не может лимитировать аэробную производительность. Однако исследования последних лет поколебали эту точку зрения. Линейная зависимость величины легочной вентиляции от мощности нагрузки сохраняется только до уровня ПАНУ, после чего, стимулируемая нарастающим в крови лактатом, она экспоненциально возрастает и в результате на уровне МПК может достигать величин 140 л в минуту и более. В силу этого резко уменьшается кислородная стоимость самого дыхания (может снизить до 25% общего

кислородного объема) что приводит к уменьшению кислородного обеспечения работающих мышц. Если учесть, что при тяжелой работе функциональный кислород увеличивается до 800-1000 мл, к этому присоединяются утомление дыхательных мышц и появление поверхностного дыхания типа одышки и т.д., то становится ясным, что система вентиляции начинает организовать эффективное кислородное обеспечение организма.

## **2) Роль системы крови в аэробной производительности организма.**

Переносчиком кислорода является гемоглобин, и сохранение его нормальных величин в процессе напряженной тренировки позволяет удержать кислородную емкость крови в нормальных границах. Гораздо чаще встречаются случаи снижения уровня гемоглобина, что является плохим диагностическим признаком. Пока не выявлено достоверного увеличения количества эритроцитов и гемоглобина у тренированных спортсменов, а искусственные гемотрансфузии (кровяной допинг), как известно, не принесли желаемых результатов. Кроме того, факт гемоконцентрации при физических нагрузках является естественным физиологическим механизмом увеличения кислородной емкости крови. Таким образом, хотя резервы системы крови не увеличивают своего вклада в повышение аэробной производительности, но сохранение ее нормальных параметров гарантирует оптимальное функционирование всей системы кислородного транспорта.

## **3) Производительность сердечно-сосудистой системы - главный фактор, лимитирующий аэробные возможности организма.**

Главная роль системы кровообращения в обеспечении кислородного транспорта неоспорима. Это хорошо видно из принципа Фика. Имеющиеся данные о максимальной производительности сердца как насоса (до 42 л/мин) свидетельствуют о том, что это, по-видимому, видовой предел для человека, так как при этом надо иметь величину систолического выброса около 220 мл при частоте сердечных сокращений около 200 уд/мин. Объем сердца в такой ситуации должен быть не менее 1200-1300 мл, что чревато клиническими последствиями. Таким образом, совершенствование работы системы

кислородного транспорта в принципе не может идти по пути повышения производительности работы сердца, а только по пути ее оптимизации. К таким механизмам следует отнести кардиальные, сосудистые, гемические и регуляторные механизмы. В результате адаптации организма к напряженным физическим нагрузкам каждое звено системы кровообращения вместе с аппаратом регуляции начинает работать с повышенной эффективностью, однако уровень общей работоспособности и аэробной производительности, тем не менее, лимитируется именно возможностью предельной производительности сердечно-сосудистой системы.

**4) Роль системы утилизации кислорода тканями организма в аэробной производительности.** Система тканевой утилизации кислорода включает в себя скелетные мышцы, сердце и дыхательные мышцы. К основным тканевым механизмам, совершенствующимся в процессе адаптации к различным факторам среды и увеличивающим способность ткани утилизировать кислород из крови, можно отнести следующие: увеличение числа и структуры митохондрий; повышение активности окислительных ферментов, в частности цитохромоксидазы, и др.; увеличение площади диффузионной поверхности в работающих мышцах за счет общего объема капилляров; вовлечение в деятельное состояние большего количества нейромоторных единиц; увеличение количества энергетических субстратов и миоглобина.

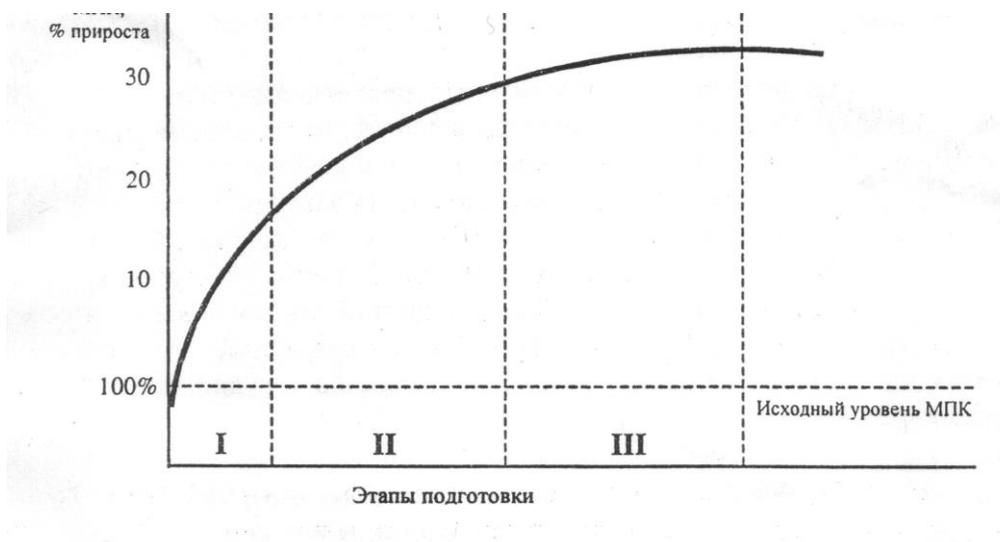
Таким образом, рассмотрев факторы, определяющие и лимитирующие аэробную производительность, следует заключить, что главным лимитирующим звеном в этой системе является сердечно-сосудистая система. Однако в качестве первичного звена, которое может создать затруднение в системе кислородного транспорта, может быть любая из ее составляющих (система вентиляции, система крови, система утилизации). В таком случае "удар" в конечном итоге будет нанесен сердечно-сосудистой системе, которая всегда служит конечно-лимитирующим звеном. Известным подтверждением этому

является часто встречающаяся патология сердечно-сосудистой системы у спортсменов

#### д) Динамика аэробной производительности в процессе физической тренировки

Общий размер прироста аэробной работы определяется от 20 до 100%, однако наши исследования показали, что прирост относительной величины потребления кислорода  $1/3$  от исходного (генетически детерминированного уровня), Причем на этапе начальной подготовки (I этап адаптации) прирост потребления кислорода составляет до 20% (половину от общего прироста), на этапе спортивного совершенствования (II этап адаптации) этот прирост замедляется и составляет около 10%, а на этапе высшего спортивного мастерства (III этап адаптации) прирост минимален - до 5-7% (рис.5) .

Таким образом, начальный период адаптации наиболее благоприятен для тренировки аэробных возможностей, а окончание этого этапа является существенным при определении перспективности данного спортсмена в отношении аэробной работоспособности.



**Рис. 5. Динамика величины МПК в процессе многолетней подготовки**

*По оси ординат отложены величины прироста МПК в % к исходным данным на начало тренировки, по оси абсцисс – основные этапы*

*подготовки: I – этап начальной адаптации; II – промежуточный этап адаптации; III – заключительный этап адаптации.*

При совершенствовании аэробной работы внимание должно быть направлено на решение следующих основных задач: на увеличение деятельности кардиореспираторной системы организма и повышение уровня максимального потребления кислорода в среднем около 30-35% от исходного уровня; на совершенствование способности более длительного поддержания уровня кислорода повышение эффективности и экономичности работы всей системы транспорта кислорода.

С этой целью общепринятым является применение различного рода физических упражнений, в которых занято одновременно большое количество мышечных групп (глобальная работа), что приводит к значительной интенсификации деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Упражнениями, наиболее эффективными для развития аэробных возможностей, являются лыжные гонки, так как в такой работе принимают участие практически все мышцы тела человека. Кроссовый бег также эффективное упражнение для повышения аэробных возможностей организма. Разумеется, все виды циклических упражнений могут оказаться полезными, но специфический характер условий двигательной деятельности в плавании, коньках, гребле и др. делает их менее употребительными для этой цели, хотя и не менее эффективными. Известны основные компоненты и критерии, определяющие воздействие нагрузок: интенсивность упражнения (скорость); его продолжительность (длина дистанции); число повторений (определяющее общий объем нагрузок); продолжительность интервала отдыха; характер отдыха.

Рассматривая различные методы тренировки при совершенствовании выносливости, необходимо в первую очередь учитывать основные характеристики и назначение каждого компонента нагрузки. Дело в том, что каждый метод и даже вариант тренировки вызывает специфические особенности

адаптации физиологического, биохимического характера и т.д. При этом выбор конкретного метода тренировки зависит от этапа подготовки, индивидуальных особенностей данного индивидуума и, разумеется, специфики соревновательного упражнения.

При расчете дозировки нагрузок необходимо в первую очередь ориентироваться на характер преимущественного обеспечения энергией. Многочисленные исследования показали, что при этом ориентир на величину ЧСС вполне обоснован, тем более что в диапазоне ЧСС от 110-120 до 170-180 уд/мин мощность нагрузок линейно связана с ЧСС.

Основой регламентации тренировочных нагрузок и использования тех или иных методов тренировки выносливости, и в частности аэробной производительности, служит учет преимущественного характера энергообеспечения, в частности соотношения аэробных и анаэробных механизмов ресинтеза АТФ.

Принято считать, что различные тренировочные режимы в зависимости от преимущественного способа энергообеспечения могут быть классифицированы определенным образом (табл. 6). Подобные классификации нашли применение в различных видах спорта.

**Основные характеристики тренировочных упражнений различного уровня энергообеспечения**

Параметры	Энергетический режим двигательной деятельности				
	Аэробный	Аэробно-анаэробный	Анаэробно-аэробный	Анаэробный гликолитический	Анаэробный алактатный
Продолжительность (с, мин)	10-60	4-10 мин	2-5 мин	30 с-3 мин	до 30 с
ЧСС (уд/мин)	130-150	150-165	165-180	больше 180	Неинформативен
Потребление кислорода(% от МПК)	45-60	60-75	75-95	60-70	Неинформативен

При развитии выносливости наиболее часто применяются равномерный и различный вариант переменного и повторного методов тренировки.

На начальных этапах подготовки и при тренировке новичков используется преимущественно *равномерный метод*, или *дистанционная тренировка* (еще одно название этого метода - количественная тренировка).

Работа, выполняемая при этом методе, совершается в аэробных условиях при сравнительно низких уровнях ЧСС (140-160 уд/мин). Продолжительность нагрузки зависит от двух основных факторов - периода тренировочного процесса и уровня подготовленности спортсмена. Так, в начале подготовительного периода, при невысоком уровне тренированности, продолжительность работы составляет от 20 до 40 мин, а в конце подготовительного периода и при высоком уровне готовности спортсмена она может увеличиваться до 5-6 ч. Известный новозеландский тренер Д.Уилмор (2001) считает, что бегуны, тренирующиеся на выносливость,

обязаны проводить марафонский тип тренировки, включающий в себя около 161 км еженедельного бега. Освоение такого объема работы пишет автор - гарантия достаточного уровня развития аэробных возможностей организма. Одна из характерных черт такой тренировки, выполняемой на местности (лыжи, бег), - удержание одинаковой скорости передвижения, несмотря на наличие спусков-подъемов. Это служит причиной специфической динамики ЧСС, которая во время спусков снижается до 120-130 уд/мин и на подъемах увеличивается до 150-160 уд/мин.

При выборе интенсивности нагрузок по методу дистанционной тренировки в качестве основного критерия необходимо определить только показатель ЧСС, согласно которому при выполнении циклических упражнений используют четыре зоны нагрузок.

*В первую зону* включены нагрузки, выполнение которых протекает при ЧСС в пределах до 134-136 уд/мин. Нагрузки с ЧСС ниже этой границы не оказывают существенного тренирующего воздействия на организм и могут быть расценены как восстанавливающие.

*Вторая зона* нагрузок соответствует диапазону ЧСС от 136 до 154- 158 уд/мин. Эта зона включает в себя нагрузки, выполняемые преимущественно за счет аэробных механизмов энергообеспечения, не вызывающие даже при очень длительной работе прогрессирующей активизации анаэробных процессов, и соответствует условиям “истинного устойчивого состояния”.

*Третья зона* включает нагрузки, при которых ЧСС меняется от 158 до 180-186 уд/мин. Нижней границей этой зоны является мощность работы, соответствующая так называемому порогу анаэробного обмена (W ПАНО, или уровень ПАНО), при которой лактат крови превышает 36 мг%. Верхняя граница этой зоны лежит на уровне критической мощности (N кр.), что при длительном упражнении соответствует достижению организмом максимального потребления кислорода. Энергетическое обеспечение работы в данной зоне осуществляется за счет одновременного участия аэробных и анаэробных механизмов. Активизация гликолиза приводит к накоплению

молочной кислоты в работающих мышцах и крови. Тренирующий эффект нагрузок этого диапазона заключается в комплексном воздействии на все параметры системы кислородного транспорта, поэтому она и является зоной, наиболее эффективно развивающей аэробные возможности организма. Увеличение продолжительности нагрузок в этой зоне обеспечивает повышение аэробной емкости.

*Четвертая зона* включает нагрузки, при которых ЧСС превышает 185-187 уд/мин, а физическая направленность нагрузок в этом диапазоне характеризуется достижением максимальной активности анаэробных Механизмов энергообразования. Одновременно при этом возникает предельно высокая реакция органов дыхания и кровообращения. Однако длительность работы лимитируется высокими ацидотическими сдвигами, связанными с огромным выбросом в кровь из работающих мышц молочной и пировиноградной кислоты. В связи с этим нагрузки четвертой зоны практически редко применяются в равномерной тренировке из-за быстро развивающегося утомления.

Таким образом, наиболее эффективными при равномерной тренировке являются нагрузки во второй и третьей зонах (т.е., если ориентироваться по ЧСС, в диапазоне от 136 до 185 уд/мин). Разумеется, время выполнения работы в той или иной зоне мощности и скорость преодоления дистанций целиком зависят от уровня подготовленности спортсменов. Например, выполнение работы на уровне критической мощности (скорости) для новичка в беге будет около 4-4,40, а для мастера спорта - около 3-3,30 мин на каждый километр. Известно, что при непрерывной работе поддержание уровня МПК - весьма трудная для организма задача. Так, новички могут удерживать уровень МПК не более 1-3 мин; более подготовленные спортсмены в состоянии работать на такой мощности до 10-20 мин, реже - 30 мин. Лыжники мирового класса способны удерживать такую мощность работы до часа!

Тренировка в непрерывной работе в свое время считалась единственным методом развития "большого сердца". Это связано с тем, что наибольшей величины систолический объем сердца достигает уже при ЧСС 130-150

уд/мин. Непрерывная тренировка способствует увеличению объема сердца и является важным средством "мягкой" тренировки системы кровообращения, особенно если спортсмен во время работы незначительно меняет темп. В этом случае обеспечивается эффект интервальной тренировки.

Важнейшее достоинство непрерывной работы – улучшение физических качеств в скелетных мышцах и их эластичности. Это позволяет доставлять к мышцам больше кислорода и эффективно удалять продукты метаболизма. В целом это способствует увеличению суммарного диаметра сосудистой системы мышц, приводит к замедлению кровотока и, следовательно, к более продолжительному контакту крови с мышечными волокнами и лучшему их кислородному обеспечению. Результатом этого служит повышение артериально-венной разности по кислороду. Кроме того, длительная работа способствует увеличению количества митохондрий и ферментов биологического окисления в мышечных волокнах, повышению емкости аэробного механизма.

Таким образом непрерывная тренировка - прекрасный метод для совершенствования физических качеств, процессов экономизации и повышения эффективности кислородного обеспечения мышц. Это сопровождается увеличением уровня ПАНО до 65-75%, а у выдающихся спортсменов он может достигать 90% и более. Содержание тренировочного процесса в период напряженных нагрузок следует ориентировать на использование скоростей, соответствующих уровню ПАНО. Когда эти нагрузки осваиваются и величина лактата становится ниже уровня ПАНО, следует переходить на более интенсивные нагрузки.

Выполнение дистанционной работы на высоких скоростях (при ЧСС до 180-185 уд/мин) совершается на уровнях потребления кислорода, приближающихся к МПК (до 90-95%), что обеспечивает повышение как емкости, так и мощности аэробных механизмов. При таких скоростях, значительно превышающих уровень ПАНО (III зона интенсивности), происходит активизация анаэробных процессов ресинтеза АТФ. Поэтому

такая работа будет способствовать повышению уровня гликолитической мощности. Следует иметь в виду, что выполнение работы с потреблением кислорода около 70-80% нельзя планировать более чем на 2,5-3 ч, так как при этом исчерпываются запасы гликогена. При интенсивности ниже 70% от МПК происходит мобилизация жиров и запасы гликогена перестают лимитировать деятельность работы (табл.7)

Таблица 7.

**Продолжительность тренировки на различных уровнях мощности (в % от МПК) до полного истощения гликогенного депо (при МПК=6 л/мин)**

Мощность работы (% от МПК)	Среднее потребление O <sub>2</sub> (л/мин)	Энерготраты (ккал/час)	ЧСС (уд/мин)	Длительность тренировки (час в день)
45	2,7	810	<130	5,0
60	3,6	1080	130-145	4,0
70 ,	4,2	1250	140-155	3,25
75	4,5	1350	150-160	3,0
85	5,1	1530	160-170	2,5

С точки зрения психологической подготовки, непрерывная тренировка способствует воспитанию у спортсмена чувства уверенности в себе. К недостаткам этого метода можно отнести трудности, связанные с дозировкой, довольно большими временными затратами и психологическим утомлением, вызванным монотонностью работы. Поэтому равномерная тренировка никогда не должна быть единственным методом повышения аэробной производительности организма и должна сочетаться с другими, такими, как переменная и повторная тренировки.

**Переменный метод тренировки** - своеобразная надстройка, продолжение и развитие всех функциональных свойств и механизмов, характерных для равномерной тренировки. Существуют различные разновидности переменной тренировки, одной из которых служит так

называемый фартлек. Это шведское слово, означающее “игра скоростей”. Как метод тренировки фартлек был широко популяризован Г. Холмером - бывшим тренером национальной сборной Швеции по бегу на выносливость. Эта тренировка отличается неформальным характером переменного бега и включает в себя довольно большой объем работы с различной скоростью, что предпочтительнее делать в естественных условиях местности (поле, лес и др.). Считается, что хорошо проведенный фартлек - жесткая тренировка, предъявляющая высокие требования к организму и оказывающая высокоэффективное воздействие на организм. При достаточной подготовленности после 12-15 мин работы с интенсивностью, при которой ЧСС не превышает 180 уд/мин, полагается снизить скорость настолько, чтобы работа выполнялась в границах ЧСС, равной  $150 \pm 10$  уд/мин. Доля самых напряженных нагрузок, допустимых переменным методом, не должна превышать 10% от общего объема работы, в то время как на долю самой низкой интенсивности (ЧСС около 150 уд/мин) не должно приходиться более 20% всего объема. Таким образом, соотношение интенсивной, средней и медленной частей в тренировке равняется примерно 1:7:2. Например, одним из вариантов переменной тренировки в беге является так называемый продленный бег, который состоит из пробегания средней по длине тренировочной дистанции с быстрыми рывками (80-90% от максимальной скорости) на 150-220 м, чередующимися с пробежками вчетверо более длинной дистанции в умеренном темпе. Задача такой тренировки - повышение интенсивности и эффективности кислородного обеспечения работы. Применение упражнений переменного характера с достаточно резкой сменой мощности работы в процессе прохождения дистанций способствует значительной и быстрой активизации систем дыхания и кровообращения, повышению аэробных возможностей. В среднем ЧСС выходит на необходимые величины уже через 1 мин субмаксимальной по мощности работы, а аэробные процессы полностью разворачиваются только через 2,5-4 мин. С помощью переменной тренировки можно добиваться

более быстрой активации дыхательных процессов, т.е. повышать эффективность аэробного механизма.

Во время ускорений при переменной работе образуется кислородный долг, что способствует повышению анаэробной емкости, а период снижения скорости является стимулятором аэробных процессов. При этом наступает своеобразное устойчивое состояние, несмотря на переменный характер двигательной деятельности. Однако величина кислородного долга при повышении интенсивности работы не должна быть чрезмерной, так как это в порядке “обратного пастеровского эффекта” будет подавлять аэробные реакции в работающих тканях, что приводит к нарушению функций митохондриального аппарата.

Преимущество переменной тренировки перед дистанционной заключается в постепенной адаптации к интервальной тренировке и приспособлении к перенесению более продолжительных нагрузок, чем соревнование. Кроме того, в условиях переменной тренировки, когда применяется разнообразный режим работы, эффективнее идет “поиск” наиболее рационального шага. Об этом необходимо специально инструктировать спортсмена, чтобы он искал и находил такие параметры работы, при которых ощущаются одновременно особая легкость и стремительность.

*Интервальная тренировка* - разновидность повторного метода. Суть этого метода, с физиологической точки зрения, заключается в открытом немецкими авторами феномене, заключающемся в том, что в остром периоде восстановления (первые 45-90 с) венозный приток к сердцу при достаточно высокой интенсивности его деятельности (ЧСС около 170 уд/мин) сохраняется. Известно, что  $МОК = ЧСС \cdot УО$ , где МОК — минутный объем кровообращения, а УО - ударный объем сердца. Каждый тренер и спортсмен знает, что ЧСС в первые 40-90 с после мышечной работы быстро снижается, а при сохранении венозного притока к сердцу это означает, что камеры сердца переполняются, создавая активную “растягивающую силу”,

способствующую дилатации сердечной мышцы. В основе повышения аэробной производительности лежат прогрессивные изменения в сердечной мышце, основными из которых следует считать гипертрофию миокарда и тоногенную дилатацию полостей сердца. Таким образом, к гипертрофии сердечной мышцы, которая приобретается в процессе дистанционной тренировки, интервальная тренировка “добавляет” активную дилатацию ее полостей, способствуя в конечном итоге увеличению производительности сердечной мышцы, что является главным фактором, лимитирующим повышение аэробной производительности.

Каковы же основные требования к интервальной тренировке? По мнению авторов, изучавших этот метод, они заключаются в следующем: оптимальная продолжительность работы 60-90 с; темп нагрузок должен быть таким, чтобы ЧСС составляла 160-180 уд/мин; продолжительность паузы отдыха - в диапазоне 30-90 с; при этом нагрузка должна быть такой, чтобы к концу паузы отдыха ЧСС составляла не менее 120-130 уд/мин.

В настоящее время доказано, что интервальная тренировка может быть и с большим рабочим периодом (до 2-3 мин). Это было, в частности, показано на практике работы пловцов. Интервальная тренировка - хорошее средство для улучшения адаптации сердца и повышения уровня аэробной способности организма. Кроме увеличения систолического объема интервальная тренировка обеспечивает также улучшение тканевого дыхания. Это происходит благодаря увеличению количества капилляров на единицу объема мышечной ткани, увеличению количества и активной поверхности митохондрий, интенсивности окислительных процессов. Интервальная тренировка, осуществляясь при интенсивности работы выше уровня ПАНО, способствует повышению и анаэробной производительности, в частности повышению емкости гликолитического механизма.

Следует помнить, что интервальная тренировка - жесткое тренировочное средство, так как увеличения размеров сердца можно достичь уже в течение двух-трех недель интервальной тренировки. Слишком большой объем

тренировок по интервальному методу может нанести вред спортсмену, вызвать перенапряжение сердечной мышцы. Поэтому примерно через месяц тренировок требуются тщательный кардиологический контроль и, если необходимо, углубленные функциональные исследования. В качестве преимуществ интервальной тренировки можно отметить точность дозирования работы и ее результатов, возможность легко сочетать его с другими методами тренировки, что разнообразит изнурительную работу. Недостаток интервальной тренировки - кратковременность основных рабочих периодов, что не способствует адаптации к выполнению длительной работы. Кроме того, при значительном увеличении объемов интервальной тренировки происходит слишком быстрое вхождение в форму, т.е. определенное форсирование подготовки, а поэтому эффект ее неустойчив.

*Стартовый метод*, или темповая тренировка, разновидность повторного метода. Суть ее заключается в использовании более высокого темпа работы; ориентиром может быть ЧСС в диапазоне не ниже  $180 \pm 10$  уд/мин. Время работы с такой тренировочной нагрузкой может быть, в зависимости от уровня подготовленности, от 30 с до 20 мин, после чего 30-50% этого времени должно тратиться на восстановление. Важный момент в этом методе тренировки - поддержание постоянной скорости на дистанции.

Тренировка *темповым методом*, являясь разновидностью интервального метода, основана на циклических изменениях физиологических параметров, представляющих собой реакцию организма на рациональные дозы значительной по интенсивности нагрузки и регулируемый отдых. Восстановительные паузы намеренно сохраняются короткими, поскольку цель тренировки заключается в том, чтобы поддерживать достаточно высокую кислотность в мышцах. Специфическим воздействием темповой тренировки служит сама интенсивность нагрузки, что создает адекватный стимул для активных мышечных групп, повышения в них обмена, соответствующего соревновательному уровню. В целом темповая тренировка способствует поддержанию необходимого соотношения уровней аэробного и

анаэробного механизмов энергообеспечения. Кроме того, темповая тренировка обеспечивает более высокий уровень утилизации энергетических потенциалов. Преимущества темповой тренировки заключаются, таким образом, в том, что она, развивая уровень аэробных возможностей организма, создает возможность для обеспечения специфических адаптаций организма к стрессовым нагрузкам, при которых формируется специфическая функциональная система соревновательного упражнения.

**Комплексная тренировка** – эффективное улучшение физических качеств без отрицательного влияния на другие стороны подготовленности спортсмена и его здоровье - возможна, только на основе комплексного использования дистанционного и интервального методов при большом разнообразии тренировочных отрезков и режимов.

Принято считать, что на ранних этапах многолетней подготовки основное внимание целесообразно уделять дистанционному методу тренировки, который должен видоизменяться в переменную тренировку. На более поздних этапах подготовки (от уровня I-II спортивных разрядов) следует вводить интервальный метод, применение которого предполагает наличие довольно прочной функциональной базы, закладываемой с помощью дистанционного метода и его разновидностей. Однако нужно помнить, что, думая о комплексной подготовке, следует уделять внимание повышению анаэробной производительности. А с этой точки зрения ни один из рассмотренных методов не является строго целенаправленным.

**В этом смысле** переменная тренировка, проходящая на фоне умеренных величин кислородного долга, наиболее мягкая. Темповая тренировка на околопредельных скоростях сопровождается образованием высоких величин лактата (развития гликолитического механизма), который угнетает процессы окислительного фосфорилирования. Для повышения доли участия аэробных процессов в энергообеспечении при работе на коротких отрезках с высокой скоростью рекомендуют интервальную тренировку с постоянным увеличением скорости.

Существенный момент, о котором необходимо помнить, проводя комплексную тренировку, это представление о высокой генетической детерминированности как аэробной, так и анаэробной производительности. Работа высокой интенсивности (в III и IV режимах) приводит к значительному закислению тканей, а длительная работа в условиях острого ацидоза не дает существенного прироста анаэробной производительности и наносит вред аэробной (происходят набухание крист митохондрий, дегенеративные изменения эритроцитов). Зато известно, что порог анаэробного обмена и скорость развертывания аэробных процессов - подвижные, хорошо тренируемые показатели. Современные тенденции в тренировке в циклических видах спорта заключаются в планировании основной тренировочной работы на уровне ПАНО или чуть выше этого уровня - при лактате 4,5-7,0 мМ/л и при пульсе 150-162 уд/мин.

Повышение уровня ПАНО и МПК имеет существенное биологическое значение, так как: 1) работа на высоких скоростях выполняется за счет наиболее экономичных аэробных источников энергии; 2) наблюдаются меньшие по величине сдвиги во внутренней среде организма, ускоряющие возникновение утомления.

В то же время считается, что для улучшения физических качеств периодически надо тренироваться на очень высоких скоростях, выходя на максимальные сдвиги в гомеостазе (лактат до 20 мМ/л и выше). Для этих целей используется быстрая интервальная тренировка, сочетающаяся с последующим выполнением больших объемов работы на ЧСС 130-140 уд/мин.

Существуют и другие тенденции в тренировке. Так, американские тренеры по плаванию в качестве господствующей, к концепции, лежащей в основе совершенствования физических качеств избрали *теорию стресса*, согласно которой специфический стресс вызывает специфическую адаптацию. В период тяжелых тренировок они используют большие объемы

интервальной работы в III, IV и V режимах в сочетании с силовой тренировкой на суше.

Так или иначе, для повышения максимальной аэробной и анаэробной производительности спортсмены должны периодически выполнять работу как на уровне МПК, так и в условиях максимального кислородного долга.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные, их анализ и сопоставление с имеющимися в литературе немногочисленными данными в этом аспекте позволяют нам высказать несколько предположений о закономерностях развития физических качеств у спортсменов, занимающихся разными видами спорта.

Развитие физических качеств спортсменов в разной мере зависит от врожденных особенностей их организма.

Вместе с тем в индивидуальном развитии ведущим физиологическим механизмом является условно-рефлекторный механизм, благодаря которому совершенствуются [10,20,21,23] и обеспечиваются качественные особенности двигательной деятельности конкретного спортсмена. При тренировке скелетных мышц условно-рефлекторным путем достигается идентичные реакции соответствующих отделов центральной нервной системы, например, двигательной зоны коры головного мозга [99,113,129,141,145].

Как считает Н.В.Зимкин (1973) вопрос о формировании спортивных двигательных навыков является многосторонним. Поэтому в его разработке принимают участие представители многих биологических и педагогических дисциплин – физиологии, биомеханики, биохимии, морфологи, психологи, специалисты в области теории физического воспитания, спортивно-педагогических и других наук. В связи с этим существенное место в разработке разносторонней проблемы о двигательных качествах принадлежит физиологии, раскрытию физиологических механизмов, обуславливающих образование, совершенствование и осуществление сложных двигательных реакций.

Многочисленные новые данные, полученные разными исследователями в последние годы, позволили сформулировать целый ряд дополнений к представлениям о физиологической природе осуществления двигательных навыков (М.А.Алексеев, П.К.Анохин, Э.А.асратян, З.Н.Бирюкова-Комарова, Л.Г.Воронин, Н.В.Зимкин, Е.Конорский, А.Н.Крестовников,

Л.В.Крушинский, П.С.Купанов, В.И.Тхоревский, В.М.Смирнов, В.И.Дубровский, А.С.Солодков, Е.Б.Сологуб, Б.Т.Хайдаров, Э.Н.Нуритдинов и другие). Эти авторы разрабатывали закономерности развития физических качеств и формирования двигательных навыков. Такие вопросы как физиологическая роль временных связей, программирование центральной нервной системы в выполнении двигательных навыков, афферентный синтез в двигательных навыках и принципы их системности и некоторые другие вопросы по прежнему являются краеугольным камнем современной физиологии спорта.

Развивая дальше эти представления проводя многочисленные обследования специалистов различного профиля деятельности, И.А.Сапов, А.С.Солодков, В.С.Щеголев и В.И. Кулетов (1986) вносят некоторые дополнения в определении работоспособности человека. Они считают, что способность человека выполнять в заданных параметрах и конкретных условиях профессиональную деятельность, сопровождающую обратимыми, в сроки регламентированного отдыха, функциональными изменениями в организме.

Известно, что в физическом воспитании выделяют две стороны процесса [24,25,26,32,39]: обучение движениям (техническая подготовка), развитие двигательных (физических) качеств, совершенствование отдельных качественных сторон двигательных возможностей человека, т.е. физическая подготовка. В физиологии выделяют следующие физические качества (ФК): силу, быстроту, выносливость, ловкость и гибкость. Для оценки одних имеются метрические измерители в системе СИ. Сила измеряется в килограммах, ньютонах (Н) и динах (Д); быстрота – в метрах в секунду; выносливость – в секундах, минутах, часах (при определенной дистанции). Физические качества – ловкость и гибкость не имеют четких метрических измерителей.

Полученные нами данные показали, что общим механизмом развития физических качеств в процессе индивидуальной жизни является механизм

временной связи (условного рефлекса). Так, в частности, увеличение силы, быстроты и выносливости происходит уже после однократной тренировки, когда еще ни происходят морфофункциональные перестройки; увеличение силы и быстроты происходит на симметричных, но не тренируемых конечностях; показатели силы, быстроты и выносливости четко коррелируют с динамикой циркадных ритмов, зависящих от функционального состояния центральной нервной системы.

Согласно взглядам большинства авторов [45,56,63] развитие физических качеств обусловлено совокупностью биохимических структурных и функциональных изменений в организме, характеризующих мобилизацию резервных возможностей различных систем при тренировке. Эти сведения полностью согласуются с результатами наших наблюдений. Так, в качестве примеров можно привести развитие мышечной силы, при которой происходит гипертрофия мышц и накопление в них аденозинфосфата, креатинфосфата и гликогена, яркими примерами которых являются усиление деятельности кардиореспираторной системы.

Общий латентный период ловкости и быстроты складывается из 5 составляющих: появление возбуждения в рецепторе; передача импульса в ЦНС по афферентным путям; путь в ЦНС до формирования эффекторного сигнала (центральная задержка); путь из ЦНС до мышц; возбуждение мышцы и появление ответной (исполнительной) реакции. Наибольшее время среди этих этапов – более 50% занимает 3-я фаза.

Таким образом, быстрота и скорость, согласно нашим предположениям – это различные характеристики моторной функций человека. Если быстрота движений является генеральным свойством ЦНС [51,52,53,47,48], то скорость – это конечная характеристика спортивного движения [55,56,57].

Измерителями ловкости являются: координационная сложность движения; точность ее выполнения (точность пространственных, временных, силовых характеристик движения); высокая экономичность движений (КПД); время выполнения движений. Физиологическими и психологическими

основами ловкости являются: запас двигательных навыков (двигательный опыт, двигательные условные рефлексы) быстрота и точность сложных двигательных реакций. Совершенствование функций двигательного анализатора (точность ощущений и восприятие собственных движений); психологическая особенность ловкости-полноценное восприятие собственных движений и окружающей обстановки (быстрота и точность сложных двигательных реакций).

Наблюдения наши показывают, что для развития гибкости можно использовать две группы упражнений. Активные упражнения выполняются за счет сокращения мышц - наклоны вперед, выпрямление, пружинистые движения, маховые движения. Пассивные движения – это самозахват с внешней помощью, статические упражнения.

В настоящее время можно выделить три основных физиологических механизма развития выносливости: биоэнергетические механизмы (аэробная и анаэробная производительность, или выносливость); механизмы совершенствования «функциональной устойчивости» деятельности различных систем организма и повышения эффективности деятельности всего организма. Каждый из указанных биоэнергетических механизмов может быть характеризован различными качественными и количественными характеристиками – критериями [78,79,80,81,82].

Хотелось бы вкратце остановиться еще на один важный вопрос. Если рассматривать сложную функциональную систему кислородного обеспечения организма, то энергетический показатель этой системы – величина максимального потребления кислорода (МПК) подчиняется количественными взаимосвязями. Движение кислорода в организме от легких к тканям определяется участием в кислородном транспорте следующих систем организма: системы внешнего дыхания (вентиляция), системы крови, сердечно-сосудистой системы (циркуляция), системы утилизации организмом кислорода (тканевое и клеточное дыхание). Главным лимитирующим звеном в этой системе является сердечно-сосудистая

система. Однако в качестве первичного звена, которое может создать затруднения в системе кислородного транспорта, может быть любая из ее составляющих (система вентиляция, система крови, система утилизации).

Таким образом, непрерывная тренировка – это прекрасный метод совершенствования физических качеств, экономизации и повышение эффективности кислородного обеспечения организма.

## ВЫВОДЫ

1. В физическом воспитании можно выделять две стороны процесса: обучение движениям (техническая подготовка) и развитие двигательных (физических) качеств, совершенствование отдельных качественных сторон двигательных возможностей человека. Т.е. физическая подготовка;
2. В физиологии можно выделять следующие физические качества: силу, быстроту, выносливость, ловкость и гибкость. Сила измеряется в килограммах, ньютонах и динах; быстрота – в метрах в секунду; выносливость – в секундах, минутах, часах; ловкость и гибкость не имеют четких метрических измерителей;
3. Сила – это способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать мышечным напряжением;
4. Быстрота – это способность выполнять двигательные действия в минимальное время;
5. Ловкость – это способность овладевать новыми движениями (способность быстро обучаться) и быстро перестраивать двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки.
6. Гибкость – способность выполнять движения с максимальной амплитудой движений (это измеритель гибкости);
7. Выносливость – способность к длительному выполнению какой-либо деятельности без снижения ее эффективности;
8. Биоэнергетические возможности организма – это важнейшие для физических качеств и физической работоспособности, энергетические процессы, которые осуществляются аэробными и анаэробными путями;
9. Максимальное потребление кислорода (МПК) определяет общую тренировочную работоспособность, то есть способность переносить

значительные объемы, тренировочных нагрузок путем своевременной ликвидации кислородного долга, в ходе занятия;

10. Один из наиболее информативных в биоэнергетике – показатель так называемого порога анаэробного обмена (ПАНО), характеризующий эффективность аэробного механизма;
11. Факторами определяющие и лимитирующие аэробную производительность физической работоспособности и физических качеств являются патологические процессы, наблюдающиеся в вегетативной системе – дыхательной, крови и сердечно-сосудистой.

## Практические рекомендации:

1. Необходимо учесть, что как всякий процесс обучения, спортивная тренировка должна в первую очередь подчиняться общим дидактическим принципам (процессы сознательности, активности, систематичности, постепенности и индивидуализации);
2. Спортивная тренировка должна базироваться на особых физиологических принципах (принцип максимального раздражителя, принцип вариативности, принцип единства общей и специальной физической подготовки, принцип учета фаз восстановительного процесса);
3. Физические качества и его развитие должны опираться на совокупность биохимических, структурных и функциональных изменений в организме, характеризующих мобилизацию резервных возможностей различных систем при тренировке;
4. Необходимо помнить, что на начальных этапах любые двигательные действия способствуют приросту всех физических качеств. Вскоре этот процесс приостанавливается, а затем прекращается на заключительных этапах адаптации к специфической мышечной деятельности;
5. Простые двигательные реакции тренируются легче, чем сложные, так этот ответ на заранее известный сигнал (но внезапно появляющийся) известным движением. В сложных реакциях наблюдается замедление скорости быстроты;
6. Необходимо помнить, что утомление сопровождается в первую очередь увеличением латентного периода расслабления специфических мышц при некотором увеличении латентного периода сокращения и поэтому наиболее важным признаком утомления является увеличение латентного периода сокращения мышц;
7. Непрерывная тренировка тем или иным видом спорта способствует увеличению объема сердца и легких и является важным средством

«мягкой» тренировки этих систем и интенсивностью интервальной тренировки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова И.Ф., Озолин В.А., Геселевич В.А. Современные представления о научных основах тренировки женщин. //Труды ВНИИФК. – М., 1993. – С. 183-194.
2. Абрамов В.В. Становление функций эндокринной и кардиореспираторной систем спортсменок; автореф.дисс.д-ра мед.наук // СПб.мед.ин-т им.Павлова. – 1992. – 42 с.
3. Азимов И., Собитов Ш. Спорт физиологияси. – Тошкент. – 1993. (учебник).
4. Баландин В.И., Блудов Ю.М., Плахтиенко В.А. – М., Прогнозирование в спорте //М.: Физкультура и спорт, 1986. – 193 с.
5. Бальсевич В.К. Контуры новой стратегии подготовки спортсменов олимпийского класса //Теория и практика физической культуры. – 2001. - №4. – С. 9-10.
6. Бауэр В.Г. Организационно-методические аспекты совершенствования системы подготовки спортивных резервов //Научно-спортивный вестник. – 1986. - №6. – С.5-9. Для сужеб.польз.
7. Бахрах И.И. Актуальные проблемы детской спортивной медицины //Теория и практика физической культуры. – 1996. - №12. – С. 26-29.
8. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко С.Н., Корсун К. – Биохимия мышечной деятельности. // К.: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
9. Бендель Дж. Сокращение и расслабление мышц: Пер.с англ// М.: Мир, 1990. – 254 с.
10. Березовский В.А. Реактивность, индивидуальность и конституция //Физиологический журнал. – 1981. – Т. 27. - №3. – С. 332-338.
11. Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии. //М.: Физкультура и спорт, 1991. – 288 с.
12. Бондарчук А.П. Периодизация спортивной тренировки //Киев.: 2000, 568 с.

13. Борек З. Специфика тренировочной нагрузки девочек и мальчиков в спортивном беге // Теория и практика физической культуры. – 1999. - №6. – С. 24-28.
14. Бородюк Н.Р, Секреты адаптации. М.: «Глобус», 2000. – 196 с.
15. Бугаева Н.А., Коряшна Ю.В. Динамика временных и пространственных свойств девушек в различные фазы ОМЦ //Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. – Т. 90, 4.2. – 2004, №8. – С. 180.
16. Булатова М.М. Теоретико-методические основы реализации функциональных резервов спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности: дисс.д-ра пед.наук: УГУФВС. – С. К., 1996. – 356 с.
17. Булгакова Н.Ж., Чебатрева И.В. Девочки в спортивном плавании //Теория и практика физической культуры. – 1999. - №6. – С. 37-39.
18. Бутузова В.Б. Особенности адаптационных процессов у детей и подростков 11-15 лет, занимающихся спортивными бальными танцами: дисс.канд,биол.наук. – Тюмень, 2004. – 172 с.
19. Быков Е.В. Влияние уровня двигательной активности на функциональное состояние здоровых учащихся 12-17 лет и физиологическое обоснование оздоровительных программ: дисс.доу.мед.наук. – Курган, 2002. – 320 с.
20. Васильева В.Е., Дешин Д.Ф. Врачебный контроль за женщинами // М.: Физкультура и спорт, 1986.- С. 117-121.
21. Вайцеховский С.М. Тренировка в среднегорье- мощный резерв повышения спортивных результатов. //Научно-спортивный вестник. – 1986. - № 2. – С. 19-21.
22. Верхошанский Ю.В., А.А.Виру. Некоторые закономерности долговременной адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам //Физиология человека. -1987. - №5. – С. 811-818.

23. Верхошанский Ю.В. Горизонты научной теории и методологии спортивной тренировки // Теория и практика физической культуры, 1998. - №7. – С. 49-52.
24. Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса // М.: Физкультура и спорт. – 1985. – 176 с.
25. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов // М.: Физкультура и спорт, 1988. – 332 с.
26. Верхошанский Ю.В. На пути к научной теории и методологии спортивной тренировки // Теория и практика физической культуры. – 1998, № 2, С. 21-27.
27. Волков Н.И., Гавриш Т.В., Гавриш И.В. Функциональный контроль и принципы оценки тренированности в спорте // Челябинск. – 1998, - 227 с.
28. Воробьев А.Н. Тренировка, работоспособность, реабилитация // М.: Физкультура и спорт. 1989, - 272 с.
29. Выготский Л.С. Педагогическая психология // М.: Педагогика. – 1991. – 480 с.
30. Высочин Ю.В., Денисенко П. Современные представления о физиологических механизмах срочной адаптации организма спортсменов к воздействиям физических нагрузок // Теория и практика физической культуры. – 2002. - № 7. – С. 2-7.
31. Габрысь Т. Применение кислорода как эргогенетического средства в анаэробных гликолитических нагрузках у спортсменов // Теория и практика физической культуры – 1999. - № 6, - С. 19-23.
32. Гершелл Р. Секреты физиологии: Пер.с англ.под общ.ред.акад. Ю.В.Наточина. – СПб: «Невский диалект», 2001. – 448 с.
33. Геселевич Г.А. Медицинские аспекты нормы и патологии у высококвалифицированных спортсменов: автореф.д-ра мед.наук. – М.: 1991, 48 с.
34. Гипоксия. Адаптация, патогенез, клиника: руководство для врачей (под.общ.ред. Ю.Л.Шевченко) – СПб: ООО «Элба». – 2000. – 384 с.

35. Грищенко Н.А. Картина крови как физиологический критерий функционального состояния организма спортсменов: автореф.дисс.канд.биол.наук; Кубанская акад.физ.к-ры. – Краснодар, 2000. – 25 с.
36. Давиденко Д.Н. Методологический подход к исследованию функциональных резервов спортсменов //Физиологические проблемы адаптации: сб.материалов. – Минвуз-Тарту: 1984. – С. 118-119.
37. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 240 с.
38. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте. – М.: Медицина, 1988. – 280 с.
39. Добровольский С.С. Оптимизация интенсивной технологии совершенствования двигательных действий //Теория и практика физической культуры, 1992. - №2. – С. 23-28.
40. Дроздовский З. Спортивная активность женщин Польши //Теория и практика физической культуры. 1999. - №6. – С. 8-10.
41. Дубровский В. И. Спортивная медицина. //М.: Из-во «Владос», 2005, - 528 с.
42. Дубровский В.И – Лечебная физическая культура. М.: «Владос», 1999.
43. Дубровский В.И. Валеология: Здоровый образ жизни. М.: Флинта, риторика, 1999.
44. Запорожанов В.А. // Современная система спортивной подготовки. – М.: СААМ, 1995. – С. 213-225.
45. Зимкин Н.В. Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности //Тарту: Минвуз СССР, 1984. – С. 73-76.
46. Зеркин Ф.Х. Значимость и особенности развития скоростно-силовых качеств дзюдоистов //Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Чайковский, 2004. – С. 114-121.

47. Иванов А.В. Подготовка дзюдоисток на основе индивидуального учета циклических изменений работоспособности: автореф.дисс.канд.наук: СПбАФК. – СПб. – 1994. – 24 с.

48. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов. – М.: Физкультура и спорт. – 1987. – 256 с.

49. Иванов И.Г. Теоретические основы методики физического воспитания: курс лекций. – М.: ИНСАН, 2000. – 352 с.

50. Иванов Ю.И., Семенов Г.П., Чудинов В.И. Различные режимы работы мышц в процессе специальной силовой подготовки. //Теория и практика физической культуры. – М.: 1977. - №4. – С. 17-20.

51. Исаев А.П. Механизмы долговременной адаптации и дисрегуляции функций спортсменов к нагрузкам олимпийского цикла подготовки: дисс.-ра биол.наук. – Челябинск, 1993. – 482 с.

52. Иссурин В., Шкляр В. Концепция блоковой композиции в подготовке спортсменов высокого класса //Теория и практика физической культуры. – 2002. - №5. – С. 2-5.

53. Зиятов З., Зиятов М. Возрастные особенности развития силы и быстроты //М.: Проблемы экологии, здоровья, фармации и паразитологии. – М.: 2013, С. 72-73.

54. Эрйигитов Д.Х., Исмоилов Ё.К. Физиологические особенности подготовки спортсменов разного возраста и подготовленности. М.: Проблемы экологии, здоровья, фармации и паразитологии. – М.: 2013, С. 70-72.

55. Колчинская А.З. Биологические механизмы повышения аэробной и анаэробной производительности спортсменов //Теория и практика физической культуры. – 1998. - №3. – С. 2-7.

56. Коренбург В.Б. Проблема физических и двигательных качеств // //Теория и практика физической культуры. – 1996. - №7. – С. 2-5.

57. Кубаткин В.П. Спортивная тренировка как предмет системного исследования //Теория и практика физической культуры. – 2003. - №1. – С. 28-31.
58. Куликов М. Управление спортивной тренировкой: системность, адаптация, здоровье. – М.: Фон, 1995. – 395 с.
59. Лищенко В.Е. К построению многолетней тренировки высококвалифицированных спортсменов //Теория и практика физической культуры. – 1997. - №3. – С. 21-22.
60. Лонедей К. Психология //Спортивная медицина. – 2003. – С. 360-367.
61. Лях В.И. Взаимоотношения координационных способностей и двигательных навыков: теоретический аспект //Теория и практика физической культуры. – 1991. - №3. – С. 31-36.
62. Мак-Комас А.Дж. Скелетные мышцы //К: Олимпийская литература, 2001. – 408 с.
63. Марищук В.В. Функциональные возможности спортсменов. – К.: Здоровья, 1990. – 200 с.
64. Марченко В.В. Особенности тренировки квалифицированных тяжелоатлетов //Теория и практика физической культуры. – 2004. - №2. – С. 33-36.
65. Машарипов Й.М. Спорт психологияси. Тошкент. – 2010. – 143 б.
66. Машарипов Й.М. Умумий ва спорт психологияси. – «ИлмЗиё». – 2012, 325 б.
67. Машарипов Й.М., Очилов Х. Подход изучения психологических особенностей успешности спортсменов. //Труды ММУ им. Сеченов. – 2013. – С. 98-99.
68. Медведев А.С. Можно ли догнать китайянок //Теория и практика физической культуры. – 1999. - №6. – С. 28-33.

69. Медведев А.С. Объем и интенсивность тренировочной нагрузки у сильнейших легкоатлетов в зависимости от этапа подготовки на современном этапе //Теория и практика физической культуры. – 1997. - №7. – С. 45-47.

70. Медико-биологические проблемы физической культуры и спорта в современных условиях (по материалам одноименной Международной научно-практической конференции) //Теория и практика физической культуры. – 2004. – С. 62-63.

71. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.

72. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – К.: Здоровья, 1990. – 200 с.

73. Мокеев Г.И., Ширяев А.Г. В поиске закономерностей предсоревновательной подготовки спортсменов //Теория и практика физической культуры. – 1999. - №4. – С. 28-32.

74. Моногаров В.Д. Генез утомлений при напряженной мышечной деятельности //Наука в Олимпийском спорте. – 1994. - №1. – С. 47-57.

75. Мохан Р., Глессен М., Гринхафф Л. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 294 с.

76. Мухин В.И. Основы теории управления. – М.: Экзамен, 2002. -0 254 с.

77. Новиков А.А., Петров А.Н. Система успешной подготовки ближайшего спортивного резерва //Теория и практика физической культуры. – 1999. - №8. – С. 36-90.

78. Нуритдинов Э.Н. Одам физиологияси. – Тошкент, Алоқачи. – 2005.505 б.

79. Нуритдинов Э.Н., Иргашев Т.О. Физиология человека (курс лекций). – Самарканд, СамГУ, 2010, 98 с.

80. Нуритдинов Э.Н. Нурметова Г.Н., Аминжанов Ш.А. Лекции по курсу физиологии человека. – Самарканд, СамГУ. – 2004, ч. 1. – 121 с.

81. Нуритдинов Э.Н., Гаффорова Н.Х., Тураева Ф.Н. Одам физиологияси (лекциялар курси), I, II, III, IV қисмлар. Самарқанд, СамДУ, 2010.

82. Нуритдинов Э.Н., Гаффорова Н.Х., Бахтиярова М.Б. Адаптация двигательного анализатора человека к различным видам деятельности. Науч.тр-ы МГМУ. – М.: 2013, С. 69-70.

83. Хайдаров Б.Т. Влияние направленности тренировки на процессы внешнего дыхания у спортсменов. – Труды МГМУ. – М.: 2013. – С. 81-82.

84. Эгамназаров А.Р., Нуритдинов Э.Н., Бахтиёрова М.Б. Особенности спортивной работоспособности в различных экологических условиях. //Проблемы экологии, здоровья, фармации и паразитологии. М.: 2013, - С. 94-95.

85. Петров Ю.А. Адаптация к физическим нагрузкам различных звеньев системы крови у спортсменов: автореф.дисс.д-ра мед.наук: СПб мед.ин-т, СПб, 1992. – 28 с.

86. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в Олимпийском спорте: учебник для студентов вузов физического воспитания и спорта //Киев: Олимпийская литература, 1997. – 583 с.

87. Платонов В.Н. Подготовка квалифицированных спортсменов. М.: ФиС. – 1986. – 425 с.

88. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

89. Платонов В.Н. Структура многолетнего и годичного построения подготовки //Современная система спортивной подготовки. – М.: СААМ. 1995. – С. 389-407.

90. Розенфельд А.С., Маевский Е.И. Стресс и некоторые проблемы адаптационных перестроек спортивных нагрузок //Теория и практика физической культуры. – 2004. – С. 39-45.

91. Селуянов В.Н., Сарсания М. Пути повышения спортивной работоспособности. – М.: Физкультура и спорт. 1987. – 128 с.

92. Селуянов В.Н., Шестаков М.П. Определение одаренностей и поиск талантов в спорте. – М.: Спорт АкадемЭкспресс, 2000. – 112 с.
93. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме: пер.с англ. – 1990. – 185 с.
94. Смолевский В.М. Централизованная тренировка (подготовка) спортсменов высшего класса: принципы, организация и методы реализации //Теория и практика физической культуры. – 2003. №5. – С. 28-32.
95. суслов Ф.П. Современная система спортивной подготовки. – М.: СААМ, 1995. – 445 с.
96. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. – М.: Терра-Спорт: Олимпия Пресс, 2001. – 519 с.
97. Стасюлис А.Л. Роль активности двигательных единиц различных типов в проявлении скоростно-силовых качеств выносливости спортсменов разной специализации: дисс.канд.биол.наук. – Тарту, 1987. – 20 с.
98. Трифонов О.Н. Хронические перенапряжения у спортсменов и его предупреждение: автореф.дисс.канд.мед.наук. – Челябинск: ЧМИ, 1989. – 26 с.
99. Тхоревский В.И. Физиология человека (физиология спорта). – М.: Физкультура, образование и наука. 2001. – 490 с.
100. Уилмор Д., Костил Д.Л. Олимпийская литература, 2001. – 502 с.
101. Учение о тренировка (под общ.ред. Д.Харре). – М.: «Физкультура и спорт», 1971. – 326 с.
102. Уэнбери Р.С. основы психологии спорта и физической культуры. Олимпийская литература, 2001. – 336 с.
103. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. М.: Физкультура и спорт, 1975. – 208 с.
104. Филин В.Л. Спортивная подготовка как многолетний процесс //Современная система спортивной подготовки. – М.: СААМ, 1995. – С. 351-389.

105. Хайдарлиев С.Х. Функциональная биохимия адаптации. – Кишинев: Щитница, 1994. – 270 с.
106. Чой Сунг Мо. Скоростно-силовая подготовка в боевых искусствах – Ростов: Феникс, 2003. – 192 с.
107. Черняк А.В. Тренировка тяжелоатлетов с учетом развития общей и специальной выносливости //Тяжелая атлетика: ежегодник. – 78. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – С. 19-21.
108. Шмит Т. К массе через силу //Muscle Fitness. – 2003. Vob. 12. - №8. – С. 60-72.
109. Astrand P.O. Endurance sports / P.O. Astrand // Endurance in Sport. Oxford : Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 8-15.
110. Astrand P.O. Influences Of biological age and selection / P.O. Astrand // Endurance in Sport. - Oxford.: Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 285-289.
111. Assessing risk factors for obesity between childhood and adolescence: II. Energy metabolism and physical activity / A.D. Salbe, C. Weyer, I. Harper, et al. //Pediatrics. -2002. - Vol.110. - P. 307-314.
112. Billater B. Muscular basis Of strength / B. Billater, H. Hoppeler // Strength and power ' in Sport. - Oxford : Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 39-63.
113. Bonra T.O. Periodizing Training for Peak Performance. High Performance Sports
114. Bouchard C. Genetic determinants Of endurance performance / C. Bouchard // Endurance in Sport. - Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 149-159.
115. Bourdon P. Blood Lactate Transition Thresholds: Concepts and Controversies / P.
116. Calarelli E. Sensory processes and endurance performance / E. Calarelli // Endurance in Sport. - Oxford : Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 261-269.
117. Effect of Dietary Intake on Immune Function in Athletes / Venkatraman, T. Jaya, Pendergast, R. David // Sports Med. - 2002. - Mar.,Vol. 32. - Issue 5. - P.323 -338.

118. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review / Herbert, Rob D, Gabriel, Michael // British Medical Journal. - 2002. -Vol. 325. - Issue 7362. - 468 p.

119. Essen-Gustavsson B. Glycogen and triglyceride utilization in relation to muscle metabolic characteristics in men performing heavy-resistance exercise / B. Essen-Gustavsson, P. Tesch // Eur. J. Appl. Physiol., 1990. - N 61. - P. 5-10.

120. Foss M. Physiological Basis for Exercise and sport / M. Foss, Keteyan S.J. Fox's -Boston : McGraw-Hill, 1998. - 620 p.

121. Fox E.L. The Physiological basis for Exercise and Sport / E.L. Fox, R.W. Bower, M.L. Foss - Madison, Dubuque: Brown and Denchmark, 1993. - 710 p.

122. E.C. Frederick // Endurance in Sport. - Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 179-188.

123. Goldspink G. Cellular and Molecular Aspects Of Adaptation in Skeletal Muscle. Strength and Power in Sport / G. Goldspink// Blackwell Sci. Publ., 1992. - P. 211-229.

124. Hargreaves M. Exercise Metabolism / M. Hargreaves// Humajj\_Kinetics, Hampaign, 1995. - P. 1-41.

125. Haworth C. Girl Power! / C. Haworth // People, 05/17/99.-Vol. 51 Issue 18. -P. 125.

126. Horn T. Advances in Sport Psychology / T. Horn - Human Kinetics, 2002. -558 p.

127. Huston M. Biochemistry primer for Exercise Sciens / M. Huston // Human Kinetics, Champaign, 1995. - 144 p.

128. Kobergs RF. Exercise Physiology / R.F. Kobergs, S.O. Koberts - St. Lonis: Mosby, 1997. - 839 p.

129. Mainwood G.M. The effect of acid-base balance on fatigue is skeletal muscle / G.M. Mainwood, J.M. Renaud // Physiol. Pharmacol. - 1995.-vol. 63. - P. 403-416.

130. McCallum Jack. As Big As She Wants To Be / Jack McCallum // Sports Illustrated, 09.11.2000. - Vol.93. - Issue 10. - P. 162.

131. Paula E. Физиология физической нагрузки и биоэнергетика мышечного сокращения. / E. Paula, Papanek Hershel Raff// Секреты физиологии : пер. с англ. / под общ. Ю.В. Надточина. - М. - СПб: БИНОМ - Невский диалект, 2001. - С. 313 -356.

132. Pratt Timothy. Gold Medalist's Plea for Peace / Timothy Pratt // New York Times, 10.03.2000.-Vol. 150. - Issue 51530.-P. 2.

133. Robert W. Women Move Closer to Olympic Equality / W. Robert // New York Times, 08.20.2000. - Vol. 149. - Issue 51486, Section 1. - P. 1

134. Roemmich J.N. Consequences of sport training during puberty / J.N. Roemmich, R.J. Richmond, A.D. Rogol // Endocrin. investigation. - 2001. - Oct., 24 (9).-P. 708-715.

135. Shaw. Women Run Their Softball Streak to 112 // Shaw, U. S. John // New York Times, 09.19.2000. - Vol. 150. - Issue 51516. - P. 4.

136. Smith O.J. Training Load and Monitoring an Athletes Tolerance for Endurance Training / O.J. Smith, S.R. Norris// Enhancing Recovery. Human Kinetics., 2002.-P. 81-102.

137. Stone S.V. Gender differences in cardiovascular reactivity / S.V. Stone, T.M. Dembroski, P.T. Costa et al. // Behab. Med. - 1990. - V. 13. - №2. - P. 137.

138. Strength and Power in Sport / Ed. P.V. Komi. // Blackwell.Sci. Publ., 1991.- 432 p.

139. Substrate turnover during prolonged exercise / Ahlborg G. et al. // J. Clin. Invest. -1994. - Vol. 53. - P. 1080-1090.

140. Testing anaerobic power and capacity / C. Bouchard, A.W. Taylor, S. Dulac at al. // Physiological Testing of the High Performance Athlete. - Human Kinetics, 1997.-P. 175-221.

141. Thomas J.R. Research Methods in Physical Activity / J.R. Thomas, J.K. Nelson // Fourth Edition. Human Kinetics, 2001. - 449 p.

142. Van Praagh. Short-Term Muscle Power During Growth and Maturation / Van Praagh // Sports Medicine. - 2002. - Vol. 32. - Issue 11.- P.701-728.

143. Venkatraman J. T. Effect of dietary intake on immune function in athletes / J.T. Venkatraman, D.R. Pendergast// Sports medicine.-2002. - 32 (5).- P. 323-337.

144. Viru A.A. Adaptation in sports training / A.A. Viru // Buee Ratan. CRC Press, 1995.-P. 342.

145. Wilmore J. Physiology of sport and exercise / J. Wilmore, D. Costill // Human Kinetics, Champaign, 1995. - P. 340-347.