



**СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. М. КОЗЫБАЕВА**

**Е. П. СКВОРЦОВА**

# **ФИЗИОЛОГИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И ВИДОВ СПОРТА**

*учебно-методическое пособие*

**Петропавловск  
2013**

**УДК 796**  
**ББК 75.0**  
**С 42**

*Издается по решению учебно-методического совета  
Северо-Казахстанского государственного университета  
им. М. Козыбаева (протокол №7 от 28.03.2013 г.)*

**Рецензенты:**

старший преподаватель кафедры «Теории военного и  
физического воспитания», магистр *С. Н. Пфлюк*;  
зам. директора учебно-методического центра по работе ДЮСШ  
*О. О. Надобенко*

**Скворцова Е. П.**

**С 42** Физиология физического воспитания и видов спорта:  
учебно-методическое пособие. - Петропавловск: СКГУ  
им. М. Козыбаева, 2013. – 110 с.

**ISBN 978-601-272-532-2**

В данном пособии уделяется внимание вопросам функциональных резервов и физиологических механизмов адаптации организма к мышечным нагрузкам. Приведена классификация физических упражнений.

В пособии освещены вопросы возрастных особенностей функционирования опорно-двигательного аппарата, систем вегетативного обеспечения мышечной деятельности, интегративной роли ЦНС в покое и при физических нагрузках, что будет способствовать повышению качества работы по физическому воспитанию и спорту среди подрастающего поколения.

**УДК 796**  
**ББК 75.0**

© Скворцова Е.П., 2013  
© СКГУ им.М.Козыбаева, 2013

**ISBN 978-601-272-532-2**

*Система менеджмента качества СКГУ им. М. Козыбаева  
сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001:2008*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1 Физиологическая классификация и общая характеристика спортивных упражнений.....	5
Глава 2 Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности.....	20
Глава 3 Физиологические основы спортивной тренировки.....	34
Глава 4 Физиологические основы спортивной работоспособности в особых условиях внешней среды.....	63
Глава 5 Физиологические основы тренировки, спортивной ориентации и отбора юных спортсменов.....	75
Глава 6 Физиологические основы оздоровительной физической культуры.....	81
Глава 7 Физиологическая характеристика видов спорта.....	91
Литература.....	110

## ВВЕДЕНИЕ

Физиология физического воспитания и видов спорта изучает функции организма человека и механизмы их регуляции при тренировочных и состязательных упражнениях. Её основные задачи:

1. Физиологическая характеристика различных видов спортивной деятельности и состояний организма человека в процессе тренировочных занятий или соревнований на основе изучения механизмов адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам различной направленности.

2. Изучение физиологических механизмов формирования двигательных навыков и развития физических качеств, а также их обусловленность генетическими и средовыми факторами.

3. Обоснование физиологических закономерностей спортивной тренировки, дозирования физических нагрузок и оптимизации спортивной деятельности.

4. Выяснение физиологических особенностей жизнедеятельности организма человека в зависимости от пола, возраста и особых условий внешней среды при занятиях физической культурой и спортом.

5. Обоснование занятий массовыми формами оздоровительной физической культуры с учетом влияния физических упражнений на здоровье человека.

Физиология спорта широко привлекает данные различных медицинских дисциплин, а также психологии, педагогики и ряда других наук. Она пользуется современными научными методами исследования, позволяющими раскрыть функции и механизмы регуляции деятельности организма человека при занятиях физической культурой и спортом.

Все теоретические разработки, проведенные учеными вузов физической культуры, находят применение в спортивной практике. Без фундаментальных исследований невозможно опережать в подготовке элитных спортсменов и их спортивном совершенстве.

# **Глава 1 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ**

## **1.1 Физиологическая классификация физических упражнений**

В своей повседневной деятельности — в быту, на производстве, во время занятий физической культурой и спортом — человек выполняет самые разнообразные двигательные действия. С точки зрения физиологии совокупность непрерывно связанных друг с другом двигательных действий (движений), направленных на достижение определенной цели (решение двигательной задачи), является упражнением.

В соревновательном спортивном упражнении совокупность двигательных действий (движений) направлена на достижение максимально возможного спортивного результата (примеры спортивных упражнений: прыжок в высоту, метание копья, стрельба, спортивная игра, бег или плавание на определенную дистанцию).

Огромное число физических, в том числе спортивных, упражнений обуславливает необходимость их классификации. Физиологическая классификация объединяет в группы физические упражнения со сходными функциональными характеристиками. С одной стороны, это такие упражнения, для успешного выполнения которых могут быть использованы в определенной степени сходные режимы, средства и методы физического воспитания (спортивной тренировки). С другой стороны, в одну группу объединяются физические упражнения, которые могут быть в равной мере использованы в системе физического воспитания (спортивной тренировки) для повышения функциональных возможностей одних и тех же физиологических органов, систем и механизмов, а следовательно, одного и того же физического качества. Так, возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, в

наибольшей степени определяющие уровень развития выносливости, могут успешно повышаться при использовании разных физических упражнений одной группы: длительного бега, езды на велосипеде, плавания, бега на лыжах.

Наиболее **общая физиологическая классификация** физических упражнений может быть проведена на основе выделения трех основных характеристик активности мышц, осуществляющих соответствующее упражнение:

- 1) объем активной мышечной массы;
- 2) тип мышечных сокращений (статический или динамический);
- 3) сила или мощность сокращений.

В зависимости от **объема активной мышечной массы** все физические упражнения классифицируют на локальные, региональные, глобальные.

*К локальным* относятся упражнения, в осуществлении которых участвует менее  $1/3$  всей мышечной массы тела (стрельба из лука, пистолета, определенные гимнастические упражнения).

*К региональным* относятся упражнения, в осуществлении которых принимает участие примерно от  $1/3$  до  $1/2$  всей мышечной массы тела (гимнастические упражнения, выполняемые только лицами рук и пояса верхних конечностей, мышцами туловища т. п.).

*Глобальными* называются упражнения, в осуществлении которых принимает активное участие более  $1/2$  всей мышечной массы тела (бег, гребля, езда на велосипеде и др.).

подавляющее большинство спортивных упражнений относится к глобальным.

В соответствии с типом сокращения основных мышц, осуществляющих выполнение данного упражнения, все физические упражнения можно разделить соответственно на статические и динамические.

*К статическим* упражнениям относится, например, сохранение фиксированной позы при удержании стойки на кистях (у гимнастов), в момент выстрела (у стрелка).

Большинство физических упражнений относится к *динамическим*. Таковы все виды локомоций: ходьба, бег, плавание и др.

### *Энергетическая характеристика*

Энергетическая стоимость служит важнейшей характеристикой упражнения. Для определения энергетической стоимости физического упражнения используют два показателя: энергетическую, мощность и валовый (общий) энергетический расход.

*Энергетическая мощность* — это количество энергии, расходуемое в среднем за единицу времени при выполнении данного упражнения. Она измеряется обычно в физических единицах: ваттах, ккал/мин, килоджоулях в минуту, а также в «физиологических»; скорости потребления O<sub>2</sub> (мл O<sub>2</sub>/мин). Валовый (общий) энергетический расход — это количество энергии, расходуемой во время выполнения всего упражнения в целом. Валовый энергетический расход (общая энергетическая стоимость упражнения) может быть определен как произведение средней энергетической мощности на время выполнения упражнения.

При беге валовый энергетический расход на преодоление одинаковой дистанции в определенных пределах не зависит от скорости передвижения. Дело в том, что при увеличении скорости (энергетической мощности) время преодоления данной дистанции уменьшается, а при снижении скорости, наоборот, увеличивается, так что произведение энергетической мощности на время, т. е. общий энергетический расход, остается неизменным. Общая энергетическая стоимость преодоления одной и той же дистанции выше при беге, чем при ходьбе: на каждый километр дистанции при ходьбе расходуется в среднем 0,72 ккал/кг веса тела у женщин и 0,68 ккал/кг веса тела у мужчин, а при беге соответственно 1,08 и 0,98 ккал/кг веса тела.

По показателям энергетической мощности физические упражнения обычно подразделяют на легкие, умеренные (средние), тяжелые и очень тяжелые.

Особенно большие различия при энергетической оценке тяжести упражнений существуют между нетренированными людьми и высокотренированными спортсменами. Последние способны выполнять нагрузки с такими энергетическими затратами, которые недоступны нетренированным людям. У спортсменов в подавляющем числе видов спорта тяжесть физических упражнений по энергетическим (и другим) показателям превышает тяжелые или даже очень тяжелые нагрузки для нетренированных людей и является недоступной для последних.

Таким образом, оценка тяжести упражнения только по энергетическим критериям недостаточна. Поэтому многие классификации физических упражнений наряду с энергетическими характеристиками (отнесенными к весу или поверхности тела) учитывают также ряд других физиологических показателей: скорость потребления O<sub>2</sub>; частоту сердечных сокращений (ЧСС), легочную вентиляцию (ЛВ), температуру тела, дыхательный коэффициент, содержание молочной-кислоты в крови и др.

## **1.2 Аналитические и синтетические классификации физических упражнений**

*Упражнение* - совокупность движений, направленных на достижение определённой цели, то есть процесс многократного повторения определённой деятельности на фоне постоянного контроля её эффективности. Так как двигательная активность человека (количество регулярно выполняемых движений) весьма разнообразна, необходима классификация физических упражнений, в том числе и спортивных. Классификация представляет собой логическую операцию, направленную на объединение различных явлений, предметов по сходности или различию признаков. При этом происходит деление на группы по каким-то признакам, что способствует изучению явлений и предметов, объединенных в одну группу, более глубоко и детально.



При аналитической классификации выбирается какой-то определенный признак (классификатор), по которому все упражнения делятся на группы. Синтетическая классификация позволяет сразу распределить все многообразие физических упражнений, но при этом используются различные признаки в качестве классификаторов. Аналитическая классификация спортивных движений и упражнений может быть проведена с помощью следующих классификаторов:

1. Биомеханическая структура - циклические, ациклические и смешанные (спортивные игры, метания) упражнения.

2. Характер реагирования на условия деятельности - стандартные (бег) и нестандартные (единоборства) упражнения.

3. Проявление физических качеств - упражнения, развивающие силу (тяжелая атлетика), быстроту (спринт), выносливость (бег на длинные дистанции), ловкость и гибкость (гимнастика).

4. Режим деятельности скелетных мышц - статические (сохранение фиксированной позы при удержании стойки на кистях у гимнастов, стойка стрелка и др.) и динамические (ходьба, бег, плавание, езда на велосипеде и др.) упражнения.

5. Относительная мощность (интенсивность) - упражнения максимальной (спринт), субмаксимальной (средние дистанции), большой (длинные) и умеренной (сверхдлинные дистанции) мощности.

6. Преобладающий источник энергии - аэробные (ходьба), смешанные (плавание) и анаэробные (спринт) упражнения.

7. Уровень энергозатрат (по потреблению кислорода, А.Б.Гандельсман) - низкий (до 2 л O<sub>2</sub>), средний (до 2-4 л), высокий (4-6 л) (соответственно: настольный теннис, бокс, лыжные гонки).

8. Объем занятых в движении мышц - локальные, региональные, глобальные.

Среди синтетических классификаций наибольшее распространение получила классификация движений в спорте по В.С. Фарфелю (1969), в которой выделяются, прежде всего, позы и движения.

Необходимым моментом для любого движения является **поза** - закрепление частей скелета в определенном положении. Она необходима для организации движений и поддержания равновесия. В основе её формирования лежит регуляторное влияние центральной нервной системы. Любая поза связана с перераспределением тонуса мышц. Основные (лежание, сидение, стояние) и необычные (висы, упоры, стойки на руках другие) позы широко используются в спорте. Позы бывают рабочие, позволяющие долго выполнять упражнения без утомления, и предрабочие, способствующие сохранению равновесия к препятствующие действию реактивных сил.

Согласно классификации В.С. Фарфеля все движения в спорте делятся в зависимости от различных физиологических характеристик совершаемых движений на две большие группы. К первой группе - **стереотипные (стандартные) движения** - относят упражнения, характеризующиеся строгой постоянностью движений, доведенных до стандартности, то есть стереотипностью (упражнения в легкой атлетике, тяжелой атлетике, плавании, гимнастике, конькобежном и велосипедном спорте и др.). Во всех видах спорта формируется определенная последовательность выполнения движений, которая выполняется в строго определенных, заранее известных условиях, предусмотренных спортивными правилами.

Вторая группа - **ситуационные (нестандартные) движения** - характеризуется нестандартностью, непостоянством условий, отсутствием жёсткой стереотипности в совершаемых движениях, Это - единоборства (борьба, бокс, фехтование), спортивные игры и кроссы. Характер движений спортсмена, взаимодействующего с противником или с участниками команд, не определён заранее и изменяется в соответствии с действиями противников и партнёров. Движения спортсмена основаны на постоянном решении задачи - как поступить в данный момент, какое движение целесообразнее всего совершить в соответствии с возникшей в данный момент ситуацией.

Виды упражнений со стандартным характером движений, в свою очередь, делятся на две группы. В первую включаются

**движения количественного значения**, они направлены на развитие силы, быстроты выносливости, их показатели измеряются в единицах пространства, ты к времени. Во вторую группу входят движения **качественного значения**, оцениваемые в баллах, а не в точных мерах пространства и времени. Основная задача спортсмена при их выполнении - показать способность управлять своими движениями, проявить умение сочетать их в координированные акты разной степени сложности, использовать для движений различные группы мышц и т.п. К этим видам спорта относят спортивную и художественную гимнастику, акробатику, фигурное катание, прыжки в воду и на батуте.

Движения количественного значения также делятся на две группы: **циклические** и **ациклические**. К первой группе относят легкоатлетический и бег на лыжах, плавание, конькобежный и велосипедный спорт, греблю. В основе движений во всех этих видах спорта лежит повторение одного и того же цикла - круга движений. Все элементы движений, составляющих один цикл, обязательно присутствуют в одной и той же последовательности во всех циклах. Каждый цикл движений тесно связан с предыдущим и последующим. Эти упражнения имеют постоянную структуру и мощность.

Ко второй группе относят скоростно-силовые виды спорта (прыжки, метание), собственно-силовые (поднимание штанги) и прицельные (стрельба, во всех её разновидностях). В их основе лежат однократные, состоящие из разных фаз, имеющие четкие начало и конец движения.

### **1.3 Характеристика циклических движений различной относительной мощности**

Ведущим качеством при выполнении анаэробных упражнений служит - мощность (скоростно-силовые возможности), при выполнении аэробных упражнений – выносливость.

## Анаэробные упражнения

Характеристика физиологических показателей	Виды упражнений
<p><b>Максимальной анаэробной мощности.</b>  Утомление связано с кислородно-транспортной системой. <i>Утомление наступает из-за</i>; 1) недостаточной емкости фосфагенной энергетической системы (исчерпание клеточных резервов АТФ и КФ), 2) уменьшения активности двигательных зон коры головного мозга, вызванной увеличением потока афферентных импульсов от проприорецепторов мышц, 3) развития торможения в моторных центрах из-за мощной эфферентной импульсации к скелетным мышцам, 4) снижения сократительной способности мышечных клеток из-за анаэробного характера их работы. Восстановление по потреблению кислорода длится до 30-40 мин. После финиша из-за резкого прекращения движений может возникнуть гравитационный шок.</p> <p>“Средняя” лёгочная вентиляция не превышает 20-30% от максимальной. ЧСС повышается еще до старта 140-150, после финиша 160 - 180 уд/мин. Перед выполнением упражнений несколько повышается концентрация глюкозы в крови. До и в процессе выполнения упражнения в крови повышается концентрация гормона роста, снижается концентрация инсулина. Кислородный запас составляет 4-14 л., а кислородный долг 6-12 л.</p>	<p>Бег на 100 м, спринтерская велогонка на треке, плавание и ныряние на дистанции до 50 м.</p> <p>Продолжительность до 30 сек.</p>
<p><b>Околомаксимальной анаэробной мощности</b></p>	<p>Бег на 200-400м,</p>

<p>Утомление связано с кислород - транспортной системой. Предстартовое повышение ЧСС до 150-160, после финиша 180-190 уд/мин. В процессе выполнения упражнения, легочная вентиляция растет и достигает 50-60% от максимальной рабочей вентиляции. Скорость потребления кислорода достигает 70-80% от индивид. МПК. Концентрация глюкозы повышена до 100-120%.</p>	<p>плавание на дистанции до 100м, бег на коньках на 500м. Продолжительность от 20-50с.</p>
<p><b>Субмаксимальной анаэробной мощности</b> В развитии утомления определяющим фактором является недостаточное снабжение мышц кислородом. Кислородный запрос 20-40л, уровень энергетических затрат в 4-5 раз превышает максимальную ЧСС, сердечный выброс, легочную вентиляцию. Близки к максимальным значениям для конкретного спортсмена. Глюкоза повышается до 150 мг %.</p>	<p>Бег на 800м, плавание на 200м, бег на коньках на 1000 и 1500м. Продолжительность от 1-2 мин.</p>

### *Аэробные упражнения*

*Упражнения максимальной аэробной мощности.*  
Упражнения, в которых преобладает аэробный компонент энергопродукции - он составляет до 60-7-%. Основной энергетический субстрат- это мышечный гликоген. Продолжительность упражнений 3-10 мин. (бег на 1500 и 3000м, бег на коньках 300-5000м, плавание 400-800м, велотрек на 4 км). *Утомление наступает из-за* накопления молочной кислоты, сдвига рН в кислую сторону и большого кислородного долга. Большое значение имеют также торможение деятельности нервных центров и снижение сократительной способности мышц. Восстановление длится до 1,5-2 часов.

*Упражнения околомаксимальной аэробной мощности.*  
Продолжительность работы в этой зоне - до 30-40 минут (бег на 5000-10000м, плавание на на 1500м, бег на лыжах до 15 км и на коньках на 10000м).

Суммарные энергозатраты 750-900 ккал. В энергообеспечении преобладают аэробные механизмы. Кислородный запрос равен 6 -7 л/мин., а потребление кислорода - 85-95% от МПК. Однако устойчивое потребление кислорода не удовлетворяет его запрос, поэтому в этом случае говорят о ложном (кажущемся) устойчивом состоянии. Кислородный долг достигает 12 л и более. При этом происходит снижение рН до 7,2 - 7,0, а содержание молочной кислоты в крови приближается к 200 мг%. Для этой зоны характерна максимальная работа сердца: ЧСС возрастает до 80-200 уд/мин, МОК - до 32-40 л. Минутный объем дыхания достигает 140-160 л/мин. *Причинами утомления* в этой зоне являются: предельное функционирование сердечно-сосудистой системы и всей кислородтранспортной системы, перенапряжение нейроэндокринной системы регуляции функций организма спортсмена, кислородный долг. Большое значение имеет угнетающее действие метаболических сдвигов во внутренней среде организма на ЦНС. Восстановление длится 1-2 дня.

*Упражнения субмаксимальной аэробной мощности.* Продолжительность работы составляет больше 40 мин. Энергообеспечение аэробное с использованием углеводов и жиров, при этом вклад лактацидной системы составляет 5%, кислородной - 95%. Общий расход энергии высокий (до 10000 ккал). Кислородный запрос 5 л/мин, потребление кислорода составляет 55-80% от МПК (3-4 л/мин.), кислородный долг не более 4-5 литров. Уровень молочной кислоты в крови не превышает нормы (10-20 мг %). Для работы в этой зоне характерно почти полное равновесие между запросом и потреблением кислорода, которое А. Хиллом было названо «истинным устойчивым состоянием» по потреблению кислорода.

В процессе работы в течение нескольких часов ЧСС поддерживается на уровне 150-180 уд/мин., а МОК может достигать 20-25 л. Минутный объем дыхания ниже максимального и составляет 80-100л/мин. Расход углеводов очень высокий, о чем свидетельствует уровень сахара в крови на

финише марафонской дистанции (40-50 мг %), хотя у марафонцев после пробегания 30км дистанции окислительные процессы переключаются на утилизацию жиров.

**Упражнения средней аэробной мощности.** Упражнения, при выполнении которых почти вся энергия рабочих мышц обеспечивается аэробными процессами. Основной субстрат - это жиры рабочих мышц и крови, углеводы играют наименьшую роль. Продолжительность до нескольких часов (спортивная ходьба на 50 км, лыжные гонки на сверхдлинные дистанции-более 50 км).

**Упражнения малой аэробной мощности.** Упражнения, при выполнении которых практически вся энергия рабочих мышц обеспечивается за счет окислительных процессов, в которых расходуются, главным образом жиры. Эти упражнения могут выполняться в течение многих часов. Это соответствует бытовой деятельности человека (ходьба) или упражнения в системе занятий ЛФК.

Для развития утомления большое значение имеет значительное снижение энергетических ресурсов, истощение функциональных резервов эндокринной системы, нарушение терморегуляции (повышение температуры тела до 39 - 40°C), обильное потоотделение, потеря хлоридов. Двигательная монотонная работа приводит к охранительному (запредельному) торможению в ЦНС, в результате чего снижается темп движений или прекращается работа. Длительность восстановительного периода достигать 7-14 дней.

#### **1.4 Общая характеристика ациклических движений**

Стереотипные ациклические движения - это однократные, имеющие завершение и состоящие из определённой последовательности элементов разнообразные движения, в которых проявляется максимум силы, скорости или точности. Продолжительность такого движения измеряется секундами или даже долями секунды, поэтому функции дыхания и кровообращения значительно усилиться не могут и даже

уменьшаются (задержка дыхания, затруднение кровообращения). Механизм энергообеспечения работы анаэробный. Аэробные процессы после работы обеспечивают ликвидацию кислородного долга, общая величина которого сравнительно мала из-за малой продолжительности упражнения. Все они условно делятся на три группы: силовые, скоростно-силовые и прицельные движения.

### **Скоростно-силовые упражнения, взрывные усилия**

При выполнении **скоростно-силовых движений** сила затрачивается, главным образом, на сообщение постоянной массе (масса тела прыгуна, масса метаемого снаряда) максимального ускорения. Мышцы, обеспечивающие такое движение, одновременно проявляют относительно большие силу и скорость, то есть большую мощность. Предельная продолжительность скоростно-силовых движений (от 3-5 с до 1-2 мин) находится в обратной зависимости от мощности мышечных сокращений.

К этим упражнениям относятся прыжки и метания. Сложность управления этими движениями, связана с недостатком времени обработки информации нервной системой, поэтому возможна коррекция заключительных фаз толчка или метания. Расход энергии невелик при однократном выполнении движения, изменения функций висцеральных систем незначительны.

Прыжки с места проще всего по координации. Прыжки с разбега в длину включают разбег (циклическая часть упражнения) и сам прыжок, требующий переключения на ациклическую локомоцию. Прыжок в высоту усложняется переключением горизонтальной составляющей на вертикальную составляющую и сложным распределением движений при переходе через планку. Прыжок с шестом, кроме этого, усложнён сложными акробатическими движениями при переходе через планку.

Сложные подготовительные движения, как и сам акт метания, требуют очень точной координации движений, основанной на информации, поступающей от



проприорецепторов. Большая роль в успешности выступления метателя принадлежит вестибулярной сенсорной системе.

Мобилизация максимума силы в очень короткое время в финальной части движения получила название **взрывная сила**, при этом происходит достижение максимума силы в наименьшее время. Однако скорость и сила не достигают максимальных значений.

### **Статические усилия, феномен Линдгарда**

Выполнение упражнений динамического характера сопровождается как физиологическими и биохимическими изменениями, так и выполнением механической работы, связанной с перемещением массы собственного тела или отдельных его частей в пространстве. При выполнении статических упражнений механическая работа практически сводится к нулю. Однако, как и при динамической работе, при статических напряжениях происходят физиологические изменения в организме, которые и принимаются во внимание при характеристике статических усилий.

Статические усилия направлены на поддержание определенного положения тела или отдельных его частей в пространстве при выполнении физических упражнений, а также на сохранение естественной позы человека в повседневной жизни. Физиологические механизмы регуляции статических поз имеют существенные различия в зависимости от тонического или тетанического режима деятельности мышц. Поддержание естественной позы человеческого тела осуществляется экономичным, малоутомительным тоническим напряжением мышц. Статические положения, встречающиеся в спортивной практике, поддерживаются тетаническим напряжением мышц.

При выполнении статических упражнений, характерных для гимнастики, межреберные мышцы оказываются вовлеченными в работу по поддержанию определенной позы (например, «креста» на кольцах, горизонтального упора или вися). В этом случае спортсмен вынужден перейти с грудного на диафрагмальный тип дыхания. Статические и некоторые

динамические упражнения силового характера выполняются с задержкой дыхания и натуживанием. Эти состояния особенно заметно проявляются у малоквалифицированных спортсменов.

По мере роста спортивного мастерства задержки дыхания и натуживание становятся менее выраженными. Это связано с тем, что акт дыхания становится компонентом двигательного навыка. Будучи включенным в систему условнорефлекторных связей, он способствует эффективному выполнению упражнений. Мышцы человеческого тела, находящиеся в состоянии постоянного тонического напряжения, обладают и наибольшей способностью к длительным статическим напряжениям. Так, в сопоставимых условиях разгибатели голени способны поддерживать статическое напряжение в 8—10 раз дольше, чем разгибатели предплечья.

Энергетические траты при статической работе менее интенсивны, чем при динамической. Исследования газообмена при статической работе показали, однако, что, несмотря на сравнительно небольшую величину кислородного запроса, он лишь незначительно покрывается во время самого статического упражнения. Наибольшее потребление кислорода и выделение углекислого газа наблюдается не во время работы, а после ее окончания. Повышение потребления кислорода после статических усилий связано с усилением функции дыхания и кровообращения.

Это явление получило название феномена Линдгарда. Интенсификация физиологических функций после статических усилий, наблюдаемая на первых этапах тренировки с применением статических напряжений, связана с особым характером центральной регуляции вегетативных функций. Стойкое возбуждение двигательных центров при статической деятельности вызывает по механизму отрицательной индукции угнетение нервных центров регуляции дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

После окончания статического усилия возбудимость центров регуляции дыхания и кровоснабжения повышается. Возрастают сердечная производительность и газообмен, увеличивается потребление кислорода.

Известное значение в возникновении феномена статического усилия имеет изменение условий кровообращения в статически напряженных мышцах. После выполнения статической работы продукты анаэробного мышечного обмена свободно выносятся в общий круг кровообращения. Активизируется буферная функция крови. Связывание избытка молочной кислоты бикарбонатами приводит к увеличению содержания CO<sub>2</sub> в крови и усилению дыхания.

Феномен статического усилия носит преходящий характер. После нескольких месяцев тренировки с включением статических упражнений он сглаживается или исчезает совсем.

### **1.5 Физиологическая характеристика упражнений, оцениваемых в баллах, и ситуационных движений**

**Соревновательные упражнения** в спортивной и художественной гимнастике, акробатике, фигурном катании, прыжках в воду оцениваются в *баллах*. Обычно они состоят из сложных комбинаций отдельных моментов движений, причем каждый из них представляет собой законченное самостоятельное действие. При выполнении этих движений необходимы; 1) совершенное управление движениями, особенно в безпорных положениях (фазы полёта); 2) точное дозирование силы и скорости мышечных сокращений; 3) обеспечение координации движений частей тела; 4) высокая степень гибкости; 5) ориентирование в пространстве (пространственная точность движений) и во времени (развитое чувство времени),

Высокая эмоциональность является характерной чертой всех этих упражнений. Продолжительность упражнений от нескольких секунд до нескольких минут. Все эти упражнения имеют почти исключительно анаэробный способ энергообеспечения. В этих движениях сочетается динамическая и статическая работа, которая из-за длительности выполнения соответствует зонам максимальной и субмаксимальной мощности.

Время выполнения (до 5 минут) не вызывает больших суммарных энергозатрат, а кислородный запрос и кислородный долг незначительны (примерно около 2 литров).

**К ситуационным движениям** относятся спортивные игры и все виды единоборств. Помимо этого сюда относят кроссы из-за большой сложности профиля современных трасс. При их выполнении чередуются периоды с разным характером и интенсивностью двигательной активности: от взрывных усилий (удары, прыжки, ускорения при беге) до физической нагрузки относительно невысокой интенсивности, возникающих во время игры, и действий противника в единоборствах.

Мощность работы и энергозатраты постоянно меняются, поэтому при классификации ситуационных движений остаётся неясным, что необходимо оценивать: «среднюю» мощность за всё время выполнения упражнения, включая рабочие периоды и промежуточные периоды относительного или полного отдыха или, наоборот, только мощность основных рабочих периодов. В связи с этим можно говорить о переменной мощности работы (от максимальной до умеренной зоны или полной остановки спортсмена на какой-то период).

Ситуационные движения предъявляют значительные требования к сенсорным системам, к способности центральной нервной системы управлять движениями в условиях дефицита времени и изменчивости ситуации. То есть у спортсмена должна быть высокая способность к экстраполяции (предвосхищение возможных будущих изменений этой ситуации).

## **Глава 2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Во время тренировочных занятий или соревнований функциональное состояние человека изменяется, что позволяет выделить три периода: предрабочий, рабочий и послерабочий (восстановительный). Предрабочий период включает предстартовое состояние и разминку. Рабочий период включает

вработывание, устойчивое состояние, «мёртвую точку», «второе дыхание» и утомление, В послерабочем периоде происходят восстановительные процессы.

## 2.1 Предстартовое состояние

Предстартовое состояние объединяет комплекс функциональных изменений, возникающих в организме спортсмена до начала упражнений. В нем различают *раннее предстартовое* и *собственно стартовое* состояния. Первое возникает за несколько часов и даже дней до начала работы, а собственно стартовое состояние - за несколько минут до старта.

Предстартовые изменения функций являются условно-рефлекторными реакциями. Они готовят организм к предстоящей работе и ускоряют процессы вработывания. Большое значение для развития функциональных сдвигов в предстартовом состоянии имеют эмоции, возникновение которых связано с деятельностью лимбической системы. В этом состоянии усиливается деятельность симпато-адреналовой системы, о чём свидетельствует повышение концентрации норадреналина и адреналина ещё до начала работы.

В зависимости от характера изменений физиологических функций и эмоционального статуса спортсмена выделяют три вида предстартовых состояний. **Боевая готовность** характеризуется умеренным эмоциональным возбуждением и оптимальными изменениями в функциональном состоянии центральной нервной системы: повышается возбудимость нервных центров и их лабильность. Отмечается оптимальное усиление частоты и глубины дыхания и частоты сердцебиений. Все это обеспечивает высокий спортивный результат.

**Предстартовая лихорадка** - характеризуется резко выраженным возбуждением ЦНС, что приводит к нарушению механизмов межмышечной координации, излишним энергозатратам из-за значительных вегетативных сдвигов (учащение сердечных сокращений, повышение температуры тела и увеличение газообмена). Данное состояние может

привести как к повышению, так и понижению спортивной работоспособности. У спортсменов чаще отмечается повышенная нервозность и фальстарты. **Предстартовая апатия** - характеризуется преобладанием тормозных процессов, приводящих, как правило, к снижению спортивного результата. Уровень возбудимости ЦНС недостаточен, увеличивается время двигательной реакции. Спортсмен подавлен и неуверен в своих силах.

Способы управления предстартовыми состояниями зависят от их характера. Предстартовая лихорадка требует проведения разминки в невысоком темпе (равномерный бег незначительной интенсивности), подключения глубокого ритмичного дыхания, которое через дыхательный центр оказывает нормализующее влияние на кору больших полушарий. При апатии, наоборот, разминка должна проводиться в быстром темпе. Беседа тренера и массаж также способствуют оптимизации предстартового состояния.

## **2.2 Разминка, её значение для повышения работоспособности**

**Разминка** - это комплекс упражнений, выполняемых перед тренировкой или соревнованием и способствующих ускорению процесса вработывания и повышению работоспособности. Физиологические эффекты разминки разнообразны: 1) повышение возбудимости и активности сенсорных, моторных и вегетативных центров ЦНС; 2) усиление деятельности эндокринных желез, что способствует регуляции вегетативных и моторных функций при последующей работе; 3) повышение температуры тела и особенно - работающих мышц, что обеспечивает увеличение активности ферментов и скорости биохимических реакций в мышечных волокнах, возбудимости и лабильности мышц, а также скорости их сокращения и расслабления; 4) усиление кожного кровотока и снижение порога начала потоотделения, что облегчает теплоотдачу и предотвращает чрезмерное перегревание тела во время выполнения последующих упражнений.

Разминка усиливает также работу систем, обеспечивающих транспорт кислорода к работающим мышцам: повышается лёгочная вентиляция, скорость диффузии кислорода из альвеол в кровь, увеличивается минутный объём кровообращения, расширяются артериальные сосуды скелетных мышц, раскрываются капилляры в них, увеличивается венозный возврат, повышается интенсивность диссоциации оксигемоглобина в тканях и артериальное давление.

Разминка состоит из общей и специальной части. **Общая разминка** включает упражнения, способные повысить возбудимость ЦНС, активизировать систему транспорта кислорода, усилить обмен веществ в мышцах и других органах. Очень часто используется бег. Эта часть разминки не должна вызывать утомления и повышать температуру тела, выше 38° С.

**Специальная разминка** по своей структуре должна быть как можно ближе к характеру предстоящей деятельности. Обычно она включает сложные в координационном отношении упражнения, обеспечивающие необходимую настройку ЦНС, то есть «оживление» двигательного динамического стереотипа.

Длительность разминки от 10 до 30 минут, сигналом к её прекращению может быть начало потоотделения, свидетельствующее о готовности терморегуляционных механизмов к повышенным, требованиям во время работы. Разминка не должна вызывать утомления, поэтому она строится строго индивидуально. Также следует нагружать мышцы, которые не будут участвовать в предстоящей основной работе. После разминки остаются «следовые» явления, которые способствуют улучшению работоспособности при последующей деятельности и могут сохраняться в течение 15 минут. Затем эффект разминки начинает утрачиваться и после 45 минут перерыва её следует повторить.

Роль разминки в разных видах спорта и при разных внешних условиях неодинакова. Её положительное влияние наиболее заметно, при скоростно-силовых упражнениях относительно небольшой продолжительности (легкоатлетические метания). Перед бегом на длинные дистанции оно выражено значительно

меньше, чем при беге на средние и короткие дистанции. При высокой температуре воздуха обнаружено отрицательное влияние разминки на терморегуляцию во время бега на длинные дистанции. В.С. Фарфель говорил, что разминка - это вработывание, вынесенное за линию старта.

### **2.3 Вработывание, «мертвая точка» и «второе дыхание»**

Вработывание - это начальный период работы, в течение которого быстро усиливается деятельность систем организма, обеспечивающих выполнение данной работы. После старта главную роль играют рефлекторные импульсы с рецепторов двигательного аппарата. Дальнейшее усиление деятельности внутренних органов обеспечивается повышением содержания в крови метаболитов (молочной и угольной кислот и других веществ) и снижением парциального напряжения кислорода, что вызывает раздражение хеморецепторов рефлексогенных зон и рефлекторное усиление деятельности кислородтранспортной системы. Определённую роль во вработывании играет симпатoadреналовая система.

У нетренированного человека в процессе напряжённой работы может возникнуть особое состояние, называемое «мёртвой точкой», которое встречается и у тренированных спортсменов. Чрезмерно интенсивное, начало работы повышает вероятность появления этого состояния, характеризующегося тяжёлыми субъективными ощущениями, среди которых главное - ощущение одышки. Человек также испытывает головокружение, ощущение пульсации сосудов головного мозга, чувство стеснения в груди, иногда боли в мышцах, желание прекратить работу. Наблюдается высокая частота сердечных сокращений, нарушения сердечного ритма (аритмия и экстрасистолия), частое и относительно поверхностное дыхание, значительное потоотделение.

Механизм возникновения «мёртвой точки» не совсем ясен. Видимо, она обусловлена временным несоответствием между высокими потребностями работающих мышц в кислороде и



недостаточным уровнем функционирования кислородтранспортной системы в процессе вработывания. Поэтому в мышцах и крови накапливаются продукты анаэробного метаболизма и, прежде всего, молочная кислота, РН крови снижается до 7,2 и менее. Для преодоления «мёртвой точки» необходимы волевые усилия и снижение интенсивности мышечной работы..

Продолжение работы в этих условиях приведет к появлению чувства внезапного облегчения, которое прежде и чаще всего проявляется в возникновении нормального («комфортного») дыхания. Поэтому такое состояние называют «второе дыхание». «Мёртвая точка» и «второе дыхание» обычно характерны для работы циклического характера большой и умеренной мощности. Эти состояния были впервые выявлены в конце XIX века у бегунов на длинные дистанции и у гребцов.

С наступлением «второго дыхания» лёгочная вентиляция обычно уменьшается, частота дыхания урежается, а глубина увеличивается, может несколько снизиться частота сердечных сокращений. Почти всегда увеличивается потоотделение, что свидетельствует о «настройке» терморегуляционных механизмов на нужный для работы уровень их деятельности, Следует также отметить, что у более тренированных спортсменов может не быть «мёртвой точки» или она наступает позднее и протекает легче, чем у нетренированных. Разминка ослабляет проявления «мёртвой точки» и быстро приводит к появлению «второго дыхания».

## 2.4 Устойчивое состояние

После окончания периода вработывания при выполнении циклических упражнений большой и умеренной мощности возникает **устойчивое состояние** (термин предложен А.Хиллом), на протяжении которого работоспособность и показатели функций висцеральных систем, обеспечивших транспорт кислорода, меняются незначительно. Благодаря этому скорость потребления кислорода остаётся постоянной. При

циклической работе максимальной и субмаксимальной мощности устойчивое состояние отсутствует, так как на всем ее протяжении происходит нарастание частоты дыхания и сердечных сокращений, систолического объёма, минутного объёма кровообращения, а, следовательно, и потребления кислорода.

В процессе циклической работы большой мощности наблюдается **ложное устойчивое состояние**, при котором потребление кислорода, близко к максимальному или даже равно ему, но потребность мышц в кислороде все равно не удовлетворяется. Постепенно в организме образуется и нарастает кислородный долг, так как недостаток кислорода ведёт к увеличению доли анаэробных процессов в обеспечении мышц энергией. В мышцах и в крови возрастает концентрация молочной кислоты и происходит сдвиг водородного показателя крови в кислую сторону.

При циклической работе умеренной мощности возникает **истинное устойчивое состояние**, характеризующееся высокой согласованностью работы двигательного аппарата и висцеральных систем, участвующих в ее обеспечении. Потребление кислорода, как правило, ниже максимальных величин, поэтому молочная кислота в мышцах не накапливается. При этом отмечается мобилизация всех систем организма на высокий рабочий уровень (прежде всего кислородтранспортной системы), стабилизация висцеральных показателей (частота сердечных сокращений, уровень потребления кислорода) и согласование работы различных систем организма (например, соотношения темпа дыхания и движения –1:1; 1:3).

## 2.5 Утомление как биологический процесс

**Утомление**, рассматриваемое как процесс, представляет собой последовательные изменения специфической деятельности органов, их систем организма в целом в период выполнения работы (физической или умственной). В результате

деятельности человека возникает *состояние утомления*, проявляющееся в снижении работоспособности и субъективном ощущении усталости. В этом состоянии нарушается координация взаимодействия органов и систем, так как происходит перестройка регуляции функций от оптимального режима работы к экстремальному для поддержания работоспособности на прежнем уровне.

**Виды и признаки утомления.** *Острое утомление* представляет собой резкое снижение работоспособности во время утомительной тяжелой работы. Оно почти неизменно наблюдается в ходе спортивных соревнований и тренировок. *Хроническое утомление* возникает, если напряжённая работа продолжается в течение длительного времени или повторяется слишком часто, особенно когда имеется недовосстановление после каждой физической нагрузки. Оно сопровождается длительными расстройствами регуляторных систем (например, коркового вещества надпочечников). *Общее утомление* представляет собой изменение функций многих физиологических систем организма, а *локальное* - связано со снижением - функций ограниченной группы мышц.

Об утомлении можно судить по *внешним* и *внутренним* признакам, проявление которых зависит от характера выполняемых упражнений, особенностей условий внешней среды, а также индивидуальных особенностей спортсмена. К внешним признакам относятся чрезмерная потливость, нарушение координации движений, снижение эффективности спортивной деятельности, повышение температуры кожных покровов тела или их побледнение, одышка.

Среди внутренних признаков утомления различают объективные и субъективные. К **объективным** признакам относятся, во-первых, снижение показателей работы кислородтранспортной системы (минутный объём дыхания, потребление кислорода), во-вторых, усиление функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем (рост частоты сердечных сокращений и дыхания), что отражает недостаточную экономичность их деятельности. В-третьих, нарушение

координации сокращения мышц и вовлечение дополнительных двигательных единиц, мышц и мышечных групп, что вызывает увеличение обмена веществ и приводит к дополнительной нагрузке на висцеральные системы. Включение в работу новых групп мышц видоизменяет движения: укорачивается длина шага, но увеличивается частота шагов и т.д.

**Субъективным** признаком утомления является **чувство усталости**. Оно отражает субъективный мир человека, но в его основе лежат физиологические «сдвиги» в организме, вызвавшие утомление. Изменения в деятельности ЦНС сопровождаются нарушением координации двигательных и вегетативных функций. Чувство усталости - важный источник информации о состоянии организма, необходимый для правильного построения спортивной тренировки. Оно предупреждает об опасности для организма дальнейшей работы.

В целом утомление играет защитную роль, а при занятиях физической культурой и спортом способствует росту тренированности, особенно когда развивается выносливость.

Подводя итог, следует отметить следующее:

- 1) причин утомления много (полипричинность), и они вызывают разные его проявления;
- 2) всегда имеется *«многосистемное»* изменение функций, то есть изменения происходят сразу во многих системах;
- 3) индивидуальность наступления утомления связана со *«слабостью»* определённой физиологической системы у данного человека (*принцип «слабого звена»*).

При выполнении различных упражнений причины утомления неодинаковы. В частности, для циклической работы они описаны в разделе 1.3. При ациклических упражнениях большое значение имеет нарушение кровоснабжения, в условиях статической работы из-за сдавливания артерией с недостаточным снабжением кислородом работающих мышц, выключение из работы быстрых гликолитических мышечных волокон.

При занятиях спортивными играми происходит утомление высших отделов головного мозга, что вызывает снижение

скорости и координированности движений и ухудшение функций некоторых сенсорных систем. В хоккее большое значение имеет возникающий значительный кислородный долг.

При выполнении движений, оцениваемых в баллах, необходимы высокая степень координации движений (для чего необходимо участие различных сенсорных систем), максимальные проявления силы и скорости, а также значительные требования предъявляются к буферным системам из-за наличия значительного кислородного долга. После окончания физической работы, как правило, возникает кислородный долг. Кислород нужен, чтобы восстановить энергетические источники и окислить промежуточные продукты распада до веществ, которые могут быть выведены из организма.

## **2.6 Восстановление и физиологические закономерности восстановительного периода**

После прекращения упражнения происходят обратные изменения в дельности тех функциональных систем, которые обеспечивали выполнение данного упражнения. Вся совокупность изменений в этот период объединяется понятием **восстановление**. *Восстановительный период* - это период, необходимый для покрытия кислородного долга и восстановления работоспособности. В течение этого времени идут восстановительные процессы, обеспечивающие восполнение энергетических субстратов и ферментов, восстановление кислотно-основного состояния, уменьшение вязкости крови и т.д.

Восстановительные процессы осуществляются постоянно (перед работой, во время работы, и после нее), поэтому правильнее говорить об усилении их после работы. Ещё есть периодическое восстановление, связанное с сезонными ритмами, возрастными периодами. Послерабочее восстановление протекает различное время, которое зависит от характера, интенсивности и длительности работы, степени

тренированности спортсмена, его индивидуальных особенностей и эмоционального состояния.

К физиологическим закономерностям восстановительного периода относят неравномерность, гетерохронность, фазность (волнообразность).

**Неравномерность** заключается в том, что в начале восстановления скорость потребления кислорода на протяжении первых 2-3 мин. снижается очень быстро с одновременным урежением частоты дыхания и сердечных сокращений. За это время происходит ликвидация **алактатного** компонента кислородного долга, то есть кислород используется на быстрое восстановление израсходованных при работе фосфагенов (АТФ и креатинфосфат) мышц, а также на восстановление нормального содержания кислорода в венозной крови и насыщение миоглобина мышечных волокон кислородом.

**Гетерохронность** (разновременность) восстановления различных висцеральных функций зависит от характера мышечной работы и роли самих функций в обеспечении двигательной активности.

**Волнообразность** или **фазность** восстановления заключается в том, что по уровню работоспособности организма в восстановительном периоде различают фазы пониженной и повышенной (суперкомпенсации) работоспособности. Далее повышенная работоспособность вновь снижается (феномен «биологического» маятника). Повторные нагрузки наиболее целесообразны в фазу суперкомпенсации.

О восстановлении судят по показателям работы сердечно-сосудистой и дыхательной системы, причём величины этих показателей уменьшаются. Особенностью восстановительного периода после статических усилий является усиление деятельности этих систем (феномен Линдгарда), то есть речь идёт об **отставленности** восстановления. На тренировочных занятиях оптимальная длительность интервалов отдыха зависит от объёма и мощности выполняемых нагрузок, от уровня тренированности спортсменов и др. факторов. В среднем она колеблется от 1 до 20 мин. Оптимальные интервалы отдыха

между тренировочными занятиями могут быть разными. Однако их продолжительность, как правило, не должна превышать 48 часов.

**Кислородный долг и восстановление энергетических запасов организма.** В процессе мышечной работы расходуются кислородный запас организма, фосфагены (АТФ и КрФ), углеводы (гликоген мышц и печени, глюкоза крови) и жиры. После работы происходит их восстановление. Исключение составляют жиры, восстановления которых может и не быть. Восстановительные процессы, происходящие в организме после работы, находят свое энергетическое отражение в повышенном (по сравнению с предрабочим состоянием) потреблении кислорода - кислородном долге (КД). Согласно оригинальной теории А. Хилла (1922), кислородный долг - это избыточное потребление кислорода сверх предрабочего уровня покоя, которое обеспечивает энергией организм для восстановления до предрабочего состояния, включая восстановление израсходованных во время работы энергетических запасов и устранение молочной кислоты.

**Восстановление запасов кислорода.** Кислород находится в мышцах в форме химической связи с миоглобином. Эти запасы очень невелики: 1кг мышечной массы содержит около 11 мл кислорода. Следовательно, общие запасы «мышечного» кислорода (из расчета на 40 кг мышечной массы у спортсменов) не превышают 0,5 л. В процессе мышечной работы он может быстро расходоваться, а после работы быстро, восстанавливаться. Скорость восстановления запасов кислорода зависит лишь от доставки его к мышцам. Сразу после прекращения работы артериальная кровь, проходящая через мышцы, имеет высокое парциальное напряжение (содержание) кислорода, так что восстановление кислорода миоглобина происходит, вероятно, за несколько секунд. Расходуемый при этом кислород составляет некоторую часть быстрой фракции КД, в которую входит также небольшой объем кислорода (до 0,2 л), идущий на восполнение нормального содержания его в венозной крови.

Таким образом, уже через несколько секунд после прекращения работы кислородные «запасы» в мышцах и крови восстанавливаются, Парциальное напряжение кислорода в артериальной крови не только достигает предрабочего уровня, но и превышает его. Быстро восстанавливается также содержание кислорода в венозной крови, оттекающей от работающих мышц и других активных органов и тканей тела, что указывает на достаточное их обеспечение кислородом в послерабочий период. Поэтому, использование дыхания чистым кислородом или смесью с повышенным содержанием кислорода после работы для ускорения процессов восстановления не имеет физиологических оснований.

**Устранение молочной кислоты** в восстановительный период из рабочих мышц, крови и тканевой жидкости происходит тем быстрее, чем меньше её образовалось во время работы. Большое значение имеет послерабочий режим. Так, после максимальной нагрузки для полного устранения накопившейся молочной кислоты требуется 60-90 мин в условиях полного покоя (сидя или лежа) (пассивное восстановление). Если выполняется легкая работа (активное восстановление), то устранение молочной кислоты происходит значительно быстрее. У нетренированных людей оптимальная интенсивность «восстанавливающей» нагрузки равняется примерно 30-45% от МПК (например, бег трусцой), а у хорошо тренированных спортсменов - 50-60% от МПК, бег общей продолжительностью примерно 20 мин.

Существует четыре способа устранения молочной кислоты: 1) Окисление до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (так устраняется примерно 70% всей накопленной молочной кислоты); 2) превращение в гликоген (в мышцах и печени) и в глюкозу (в печени) - около 20%; 3) превращение в белки (менее 10%); 4) Удаление с мочой и потом (1-2%). При активном восстановлении доля молочной кислоты, устранимой аэробным путем, увеличивается. Хотя окисление молочной кислоты может происходить в самых разных органах и тканях (скелетных мышцах, мышце сердца, печени, почках и др.), наибольшая ее часть окисляется в скелетных мышцах



(особенно в их медленных волокнах). Это объясняет, почему легкая работа (в ней участвуют, в основном, медленные мышечные волокна) способствует более быстрому устранению молочной кислоты после тяжелых нагрузок.

Следовательно, значительная часть лактатного компонента КД связана с устранением молочной кислоты. Чем интенсивнее нагрузка, тем больше величина этого компонента, У нетренированных людей он достигает максимально 540 л, а у спортсменов, особенно у представителей скоростно-силовых видов спорта - 15-20 л. Активное восстановление ускоряет его ликвидацию.

**Средства повышения эффективности процессов восстановления** можно разделить на три группы. **Педагогические средства** включают рациональное планирование спортивной тренировки, правильное построение отдельного тренировочного занятия, изменение интервалов отдыха между тренировочными нагрузками, планирование и использование восстановительных средств в месячных и годовых циклах. **К медико-биологическим** средствам относят рациональное питание, физио и гидро процедуры (в т.ч. электростимуляции), фармакологические препараты и витамины (в т.ч. адаптогены - китайский лимонник, левзея, женьшень), массаж (само массаж), бани (сауна), кислородотерапию, аэроионотерапию, естественный сон, иглорефлексотерапию и др. **Психологические средства** включают психорегулирующую тренировку (психомышечную для детей), разнообразный досуг и другие средства, создающие положительный эмоциональный фон.

И.М.Сеченов показал, что более быстрое восстановление после локальной работы обеспечивается не пассивным отдыхом, а переключением на другой вид деятельности, т.е. **активным отдыхом**. Он обнаружил, что работоспособность руки, утомлённой работой на ручном эргографе, восстанавливалась быстрее и полнее, когда период её отдыха был заполнен работой другой рукой. Положительный эффект активного отдыха проявляется не только при переключении на работу других

мышечных групп, но и при выполнении той же работы, но с меньшей интенсивно. Например, после бега с большой скоростью следует перейти к бегу трусцой, что способствует более быстрому удалению из крови молочной кислоты. Активный отдых дает наибольший эффект при работе средней тяжести. После лёгкой и кратковременной работы он не нужен, а после длительной и истощающей - нецелесообразен.

### **3 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ**

#### **3.1 Физиологические механизмы и закономерности формирования двигательных навыков**

##### **Двигательные навыки - основа спортивной техники**

У человека различают произвольные и произвольные движения. Непроизвольные движения являются врождёнными, выполняются они бессознательно, в их основе лежат безусловные двигательные рефлексы, К ним относятся сосание, глотание, мигание, сгибание и разгибание конечностей в ответ на действие раздражителей.

**Произвольные движения** - это целенаправленные движения, осуществляемые под контролем сознания и воли. Они приобретаются при специальном обучении на протяжении индивидуальной жизни, в их основе лежат условные рефлексы. Их выполнение происходит вначале с обязательным участием сознания, а в дальнейшем - при снижении его контроля. Высшими центрами для регуляции этих движений служат интегративные области коры больших полушарий (третичные поля, расположенные в лобных долях). Произвольные движения формируются на основе произвольных, поэтому двигательная активность взрослого человека - сплав врождённых и приобретённых движений.

Освоение и совершенствование спортивных движений связано с формированием двигательных навыков. **Двигательный навык** - выработанное в процессе онтогенеза

движение, компоненты которого вследствие тренировки в значительной степени автоматизированы. К простейшим двигательным навыкам относятся умение передвигаться шагом, бежать, плыть, бросать и ловить, но вначале формируются вертикальная поза и сохранение равновесия.

Возможность формирования двигательных навыков связана с важным свойством нервной системы - пластичностью, обеспечивающей высокую степень *тренируемости*. Под последней понимается способность в процессе обучения овладевать новыми, сложными по координации формами двигательных актов, адекватных изменившимся условиям жизнедеятельности (Л. А. Орбели). Тренируемость передаётся по наследству, но имеются индивидуальные различия в степени её проявления в разных видах умственной и мышечной деятельности и в различные возрастные годы.

**Физиологическим механизмом** образования двигательных навыков являются *условные рефлексy*, как сенсорные, так и оперантные (инструментальные). Если первые обеспечивают ответ на условно - рефлекторный сигнал, то вторые характеризуются новой формой движения или образованием нового сложного движения из уже известных элементов. У человека при формировании двигательного навыка одновременно сочетаются оба вида временных связей. Формирование новых двигательных навыков сходит на базе ранее приобретённых организмом координации. Чем больше у человека запас выработанных ранее движений, тем легче и быстрее он способен разучить новые движения. Использование подготовительных упражнений и обучение по элементам способствуют усвоению сложной техники движений. Успешнее всего новые формы движений осваивают спортсмены, владеющие большим комплексом уже закреплённых сложных двигательных актов (гимнасты, акробаты, фигуристы).

Двигательный навык представляет собой цепочку движений, то есть отдельные компоненты движений и сами движения выстраиваются в систему последовательных актов в виде *двигательного динамического стереотипа*. Создание

двигательного динамического стереотипа обеспечивает высокую эффективность двигательного навыка (точность и быстрота выполнения движения, энергетическая экономичность).

В осуществлении новых двигательных актов важное значение имеет *экстраполяция* - способность центральной нервной системы к адекватному решению вновь возникающих двигательных задач на основании имеющегося опыта. Это обеспечивает так называемый перенос навыков возможность «с места» (без предварительной подготовки) осуществлять новые координированные двигательные действия. Увеличение запаса освоенных движений содействует значительному повышению возможностей человека без специального обучения правильно решать новые двигательные задачи, близкие к ранее решенным.

**Двигательная память** играет большую роль в процессе формирования двигательного навыка. Её физиологической основой являются следы (энграммы), оставленные в ЦНС нервными процессами, связанными с поступлением афферентных импульсов и с посылкой через эфферентные нервы импульсов к исполнительным органам. Эффективность запоминания и точность воспроизведения различных параметров физических упражнений зависит от сложности двигательного акта, характера совершаемой работы (статические усилия или циклические упражнения), степени обученности спортсмена, длительности тренировочных занятий, интервалов между ними, эмоционального состояния спортсмена и ряда, других факторов.

### **Физиологические основы совершенствования двигательных навыков по мере роста спортивного мастерства**

Формирование двигательных навыков в процессе обучения спортивной технике происходит с помощью показа (обучение через первую сигнальную систему) и объяснения (через вторую сигнальную систему). Роль обратных связей (сенсорных коррекций) рассмотрена выше. При повторном выполнении

движений происходит их постоянное исправление, так как формирование двигательного навыка всегда является творческим процессом, поэтому дополнительная и особенно срочная информация играют значительную роль. Кроме этого, необходимо пользоваться следующими положениями при формировании двигательных навыков.

1. **Постепенное усложнение техники движений** основано, прежде всего, на том, что разучивать одновременно можно только одно движение. Весьма существенной оказывается роль подготовительных упражнений, которые способствуют в дальнейшем экстраполяции. Однако последняя действует в относительно ограниченных пределах. Большое значение имеет выполнение упражнения с помощью тренера или запрограммированного тренажёра.

2. **Многократное систематическое повторение** движений обеспечивает формирование двигательного динамического стереотипа на основе оптимального использования индивидуальных особенностей двигательной памяти. Большое значение имеют число повторений движений, интервалы между ними и отдельными тренировочными занятиями.

3. **Разносторонняя техническая подготовка** препятствует сужению возможностей экстраполяции, развивает тренируемость и позволяет создавать двигательный динамический стереотип для отдельных элементов комбинаций спортивных движений. Формирование двигательного навыка должно проводиться обязательно с определённым диапазоном вариативности, так как чрезмерная стандартизация делает его менее устойчивым в реальных условиях спортивной деятельности.

4. **Индивидуализация обучения** основана на генетических особенностях, определяющих способность быстро обучаться новым движениям, большое значение имеет фонд ранее приобретённых движений, который также предопределяет необходимость индивидуального подхода.

Кроме этого следует помнить, что двигательный динамический стереотип более характерен для циклических

упражнений, а в ситуационных упражнениях он, как правило, образуется лишь по отношению к отдельным основным элементам сложных комбинаций движений.

### **3.2 Физиологические механизмы развития физических качеств**

**Физические качества** - это отдельные стороны двигательных способностей человека. В физиологии спорта к основным физическим качествам относят силу, быстроту и выносливость, а ловкость и гибкость можно рассматривать как вторичные (производные) качества. Развитие физических качеств обусловлено наследственными задатками, то есть выдающиеся спортсмены обладают уникальным генотипом, определяющим высокие специфические функциональные возможности, реализуемые в процессе спортивной тренировки.

Сила и быстрота реализуются совместно практически во всех движениях если они продолжаются сколько-нибудь длительное время, то к ним неизменно присоединяется выносливость. Точно так же можно лишь условно говорить о раздельном развитии каждого физического качества. В самом начале систематических тренировок все качества совершенствуются одновременно, но в дальнейшем (по мере повышения спортивного мастерства) это развитие дифференцируется. Формирование высокоспециализированных двигательных навыков требует применения специфических упражнений, при выполнении которых развитие одних физических качеств может препятствовать развитию других. Например, развитие максимальной произвольной силы не будет способствовать развитию быстроты.

После прекращения спортивной тренировки физические качества снижают величину своего проявления до исходного уровня, что происходит в различные сроки. Быстрее всего утрачивается приобретённая путём упражнений быстрота, медленнее – сила, ещё медленнее - выносливость. Кроме этого следует отметить возможность переноса результатов упражнений на симметричные неупражняемые мышцы.

Любое физическое качество имеет определённый возрастной период, когда развитие его происходит наиболее успешно. Так, быстроту следует развивать с 8 до 14 лет, силу - с 13 до 17 лет, а выносливость - после окончания полового созревания.

### **Сила**

**Сила** - это способность развивать максимальное напряжение при сокращении мышц. Измерить её можно при статической работе, когда мышцы обеспечивают определённое положение тела и противодействие внешним силам, стремящимся изменить это положение. В этом случае говорят о *статической силе* человека. Если сокращающиеся мышцы производят перемещение в пространстве тела или отдельных его частей относительно друг друга, то это - динамическая мышечная работа и, следовательно, речь идёт о *динамической силе*. Обычно динамическая и статическая силы дополняют друг друга: статически работающие мышцы обеспечивают определенное положение тела в пространстве, на основе которого выполняется динамическая мышечная работа.

При оценке силы различают **абсолютную** и **относительную** мышечную силу. Абсолютная сила - это отношение мышечной силы к физиологическому поперечнику (разрез мышцы проведен перпендикулярно к ходу ее волокон). В спорте она измеряется динамометром без учета поперечника мышцы. Относительная сила - это отношение мышечной силы к её анатомическому поперечнику (площади поперечного сечения мышцы, т.е. толщине мышцы в целом без учета хода её волокон). В спорте для её оценки относят мышечную силу к весу тела спортсмена.

**Максимальная статическая сила** определяется в изометрических условиях с использованием сокращения мышцы, вызванного раздражением с помощью электрического тока, чтобы были возбуждены все волокна данной мышцы, и они работали в режиме полного тетануса. **Максимальная произвольная сила (МПС)** измеряется у человека при его произвольном усилии, то есть стремлении максимально сократить необходимые мышцы. В естественных условиях МПС

всегда меньше истинной максимальной силы мышц на величину силового дефицита. Его величина тем меньше, чем совершеннее центральное управление мышечным аппаратом. Во-первых, функциональные резервы второй очереди легче мобилизуются при эмоциональном (стрессовом) состоянии, когда имеется сильная мотивация (условия соревнования). Во-вторых, силовой дефицит тем больше, чем больше число одновременно сокращающихся мышц. В-третьих, степень совершенства произвольного управления мышцами оказывает большое влияние на величину силового дефицита. Величина МПС оказывает влияние на «абсолютную локальную статическую выносливость», хотя предельное время статической выносливости обратно пропорционально нагрузке. Показатели МПС и динамической выносливости не обнаруживают прямой связи между собой, что свидетельствует о высокой специфичности тренировочных эффектов. В случае преимущественного развития мышечной силы совершенствуются физиологические механизмы, способствующие её улучшению, и значительно меньшее влияние оказывается на развитие мышечной выносливости.

МПС зависит от **внутримышечных** (периферических) и центральных (нервная регуляция) факторов. К первым относятся количество мышечных волокон; их длина, толщина и ход (прямой, косой); композиция мышцы (ее состав - соотношение медленных и быстрых волокон); количество миофибрилл в каждом волокне. Сюда же относят биомеханические условия действия мышечной тяги, а именно: оптимальный угол в суставе, при котором мышцы, обеспечивающие движение сустава, производят максимальную величину силы, и исходную длину мышцы: растяжение на 20% способствует развитию максимальной силы.

Среди **центральных** факторов выделяют механизмы **внутримышечной координации** (число активных двигательных единиц и синхронизация их работы во времени, увеличение частоты нервных импульсов для перехода от слабых одиночных сокращений к мощным тетаническим) и **межмышечной**



**координации** (выбор необходимых для выполнения поставленной задачи мышц - синергистов и сопряжённое торможение мышц антагонистов).

При прочих равных условиях сила мышц зависит от её поперечного сечения и от композиции мышечных волокон (сила и скорость сокращения тем выше, чем больше быстрых высокопороговых мышечных волокон).

Выделяют два крайних типа рабочей гипертрофии мышечных волокон - **миофибрилярную и саркоплазматическую**. При первой происходит увеличение поперечных размеров волокон за счёт роста числа и объема миофибрилл (собственно-сократительного аппарата мышечных волокон) из-за интенсивного синтеза мышечных белков при силовой тренировке. Саркоплазматическая рабочая гипертрофия имеет место при тренировке выносливости, когда мышцы работают в аэробных условиях. Увеличение размеров мышечных волокон происходит, главным образом, за счёт увеличения объёма саркоплазмы, несократительных белков и метаболических резервов мышечных волокон: гликогена, безазотистых веществ, креатинфосфата, миоглобина и др.

Рабочая гипертрофия скелетных мышц обычно представляет комбинацию двух крайних типов с преобладанием одного из них. При относительно небольшой силовой нагрузке выполнение длительных динамических упражнений (с большим числом повторений) вызывает саркоплазматическую гипертрофию, при силовой нагрузке более 70% от МПС тренируемых групп мышц развивается миофибрилярная гипертрофия. Силовая тренировка связана с относительно небольшим числом повторных максимальных или близких к ним мышечных сокращений с большим компонентом статической изометрической работы. Чисто изометрическая тренировка оказывается полезной только как дополнение к другим видам тренировок.

### **Быстрота**

**Быстрота** - это способность человека совершать движения в максимально короткий отрезок времени. Быстрота - сложное

качество, её слагаемыми являются: 1) скрытый период двигательной реакции, 2) быстрота выполнения движения, 3) поддержание высокого темпа движений, то есть быстрота смены одного движения другим. Различные проявления быстроты имеют много общих черт, связанных с высокой функциональной подвижностью (лабильностью) нервной и мышечной систем, благодаря чему происходит быстрое включение мышц в работу и быстрая смена их сокращения и расслабления.

**Скрытый период двигательной реакции** складывается из времени, затраченного на появление возбуждения в рецепторе, передаче его в нервный центр, распространение его по нейронам и формирование эфферентного сигнала, проведение последнего к мышце, её возбуждение и появление в ней механической активности.

**Быстрота выполнения одиночного движения** зависит от композиции мышц (соотношения быстрых и медленных мышечных волокон), скорости биохимических процессов (распад и синтез АТФ и креатинфосфата), величины оказываемого сопротивления (чем оно больше, тем быстрота меньше), степени синхронизации мышечных сокращений. **Максимальная частота движений** (высокий темп) обусловлена высокой функциональной подвижностью нервной системы, обеспечивающей быстроту смены мышечных сокращений и расслаблений, содержанием АТФ и креатинфосфата в мышцах и быстротой их распада, а также зависит от биомеханических условий (длина костных рычагов).

**Скоростно-силовые качества (мощность).** Во многих спортивных упражнениях (метания, прыжки, спринтерский бег, борьба и других) требуется одновременно проявить относительно большие силу и скорость сокращения, то есть большую мощность. В этом случае говорят о скоростно - силовых качествах. Чем выше развиваемая мощность, тем большая скорость перемещения в пространстве сообщается снаряду или телу спортсмена.

Максимальная мощность является результатом оптимального сочетания силы и скорости, т.е. мощность можно увеличить за счёт повышения либо силы, либо скорости сокращения, либо скорости и силы одновременно. Наибольший прирост мощности обычно достигается за счёт увеличения мышечной силы. В значительной степени мощность определяется максимальной **динамической мышечной силой**. Одной из её разновидностей является взрывная сила, характеризующая способность к быстрому проявлению мышечной силы. Эта сила зависит от координационных способностей моторных центров и скоростных сократительных способностей мышц.

Среди координационных способностей ЦНС основное значение имеет частота импульсации мотонейронов в начале разряда и степень синхронизации импульсации разных двигательных нейронов. Чем больше начальная частота импульсации (активации мышечных клеток), тем быстрее нарастает сила мышц. Скоростные сократительные свойства скелетной мышцы зависят также от её композиции, поэтому у представителей скоростно-силовых видов спорта быстрые волокна составляют значительно большую часть мышц. Кроме этого мощность зависит от силы сокращения мышц, а также от способностей ЦНС обеспечивать внутри- и межмышечную координацию.

Все скоростно-силовые упражнения обеспечиваются анаэробными энергетическими механизмами, так как их предельная продолжительность не превышает 1-2 мин. Поддержание работы максимальной мощности возможно лишь несколько секунд исключительно за счёт энергии анаэробного расщепления АТФ и креатинфосфата, а о способности выполнять такую работу судят по максимальной анаэробной мощности. При выполнении подобной работы в течение 1 -2 мин используется распад гликогена, а для энергетической характеристики служит показатель максимальной анаэробной ёмкости.

## **Выносливость**

**Выносливость** - способность человека длительно выполнять какую-либо деятельность, Физическое качество выносливость характеризуется способностью длительно выполнять физическую работу без снижения её эффективности. Существуют различные классификации выносливости, например, выделяются следующие виды:

1. Статическая и динамическая выносливость - способность длительно выполнять статическую или динамическую работу:

2. Выносливость при выполнении локальной, региональной и глобальной работы;

3. Общая и специальная выносливость - первая из них представляет способность длительно выполнять циклическую работу умеренной мощности с участием больших мышечных групп, то есть преимущественно аэробного характера, а ко второй относят силовую, скоростную и скоростно-силовую выносливость, то есть способность выполнять специфическую работу в определённом виде спорта.

Также следует отметить, что у каждого человека имеется предрасположенность к выполнению специфического рода деятельности, основанная на его наследственности. Роль средовых факторов, сводятся, в основном, только к развитию генетических задатков. В спортивной физиологии под выносливостью понимается способность человека длительно выполнять глобальную динамическую работу, преимущественно или исключительно аэробного характера (циклическую работу большой и умеренной мощности, например, легкоатлетический бег на дистанции 1500 м и более, лыжные гонки, спортивную ходьбу и др.).

Выносливость зависит от аэробных возможностей организма, которые определяются величиной максимального потребления кислорода и способностью длительно поддерживать высокую скорость потребления кислорода. В этом случае физическая работа производится за счёт образования энергии путём окисления. Поступление и утилизация кислорода при мышечной деятельности оцениваются величиной

**максимального потребления кислорода** (МПК) – максимального количества кислорода, поглощенного организмом в течение минуты. Эта величина является предельным для данного индивида уровнем потребления кислорода в единицу времени (1 мин), поэтому МПК именуют ещё «кислородным потолком».

МПК является интегральным показателем аэробных возможностей организма. Чем выше МПК, тем больше абсолютная мощность максимальной аэробной нагрузки, выполняемой спортсменом (выше скорости бега и т.д.), и тем относительно легче и поэтому длительнее выполнение аэробной работы (выполняется больший объём работы). Однако, потребление кислорода при спортивной деятельности редко достигает максимальных величин, так как при МПК можно работать весьма ограниченное время.

МПК у физически мало подготовленных мужчин 20-30 лет в среднем равно 3-3,5 л/мин (или 45-50 мл/кг мин), а у высококвалифицированных бегунов-стайеров и лыжников достигает 5-6 л/мин (или более 80 мл/кг мин). У женщин МПК, как правило, на 30% меньше, чем у мужчин.

**Абсолютные величины МПК** (л кислорода/мин) находятся в прямой связи с размерами (массой) тела, поэтому эти величины наиболее высокие у гребцов, пловцов, велосипедистов и конькобежцев. **Относительные величины МПК** (мл кислорода/кг\*мин) у высококвалифицированных спортсменов находятся в обратной зависимости от их массы тела, поэтому величины наиболее высокие у бегунов-стайеров и лыжников. Знание закономерностей позволяет правильно оценить аэробные возможности спортсмена.

Величина МПК зависит от многих факторов: роста и массы тела, пола, возраста, тренированности, спортивной специализации и ряда других факторов. Наиболее важным лимитирующим МПК фактором является деятельность **кислородтранспортной системы и системы утилизации кислорода**, то есть мышечной системы, содержащей определённую массу митохондрий.

МПК определяется при выполнении на велоэргометре 3-5 минутных повторных нагрузок постепенно повышающейся мощности. Достижение максимальной величины потребления кислорода спортсмена определяется по стабильности этой величины, несмотря на дальнейшее увеличение мощности. Существуют два метода определения максимума аэробной производительности: прямой и косвенный. Прямое измерение МПК - сложная и тяжёлая процедура для исследуемых лиц, поэтому широкое распространение получили косвенные (непрямые) методики определения максимума аэробных возможностей. При измерении МПК в качестве нагрузок часто применяется степ-тест (подъём на ступеньку). **Кислородтранспортная система** включает систему внешнего дыхания, систему крови и сердечно-сосудистую систему. Тренировка выносливости вызывает определенные изменения в каждой из них, в частности, в **системе внешнего дыхания** происходит следующее:

1. Некоторое увеличение лёгочных объёмов и ёмкостей, так как большая лёгочная вентиляция невозможна у спортсменов с маленькой ЖЕЛ, которая у гребцов может достигать 9 литров.

2. Повышение мощности внешнего дыхания, когда лёгочная вентиляция во время бега на длинные дистанции у спортсменов-стайеров поддерживается дополнительное время на уровне 120-145 л/мин.

3. Повышение эффективности (экономичности) лёгочной вентиляции, выражающееся в её снижении при стандартной работе у спортсменов, что обеспечивается снижением частоты дыхания и увеличением дыхательного объёма за счёт большей силы и выносливости дыхательных мышц, повышения растяжимости грудной клетки и лёгких и снижения сопротивления току воздуха в воздухоносных путях. О повышении эффективности судят по уменьшению величины вентиляционного эквивалента кислорода (отношение лёгочной вентиляции на литр потребленного кислорода), у спортсменов он меньше, чем у неспортсменов, а также по повышению вентиляционного анаэробного порога (ВАП), то есть крити-

ческой мощности работы, при которой лёгочная вентиляция растёт быстрее, чем мощность работы. У спортсменов, тренирующих выносливость, ВАП может достигать уровня 85% от индивидуального МПК, а у нетренированных - только 50-60% МПК.

4. Увеличение диффузионной способности легких, в основном, обусловлено увеличением объёма крови в лёгочных капиллярах из-за расширения альвеолярной капиллярной сети и повышения центрального объёма крови, а также большей альвеолярно-капиллярной поверхностью из-за увеличения лёгочных объёмов.

Повышение аэробной выносливости объясняется следующими изменениями в *системе крови*; 1) увеличение объёма циркулирующей крови является специфическим эффектом тренировки выносливости и в большей степени обусловлено увеличением объёма плазмы. Одновременно увеличивается общее содержание белков в циркулирующей крови из-за их ускоренного синтеза печенью. Благодаря этим изменениям растёт центральный объём крови и венозный возврат, обеспечивающие большой систолический объём крови, увеличиваются возможности теплоотдачи из-за усиления кровотока в коже, обеспечивается большее разведение продуктов тканевого метаболизма, а также создаётся резерв для потери плазмы во время работы;

2) общее количество эритроцитов и гемоглобина в крови выше, чем у нетренированных лиц, из-за увеличенного объёма циркулирующей крови. Происходящая во время работы гемоконцентрация обеспечивает повышение содержания гемоглобина и увеличивает кислородную ёмкость крови. Следовательно, пониженная концентрация эритроцитов и гемоглобина из-за значительного объёма циркулирующей крови создаёт определенные преимущества для спортсмена, тренирующего выносливость, увеличивая диапазон рабочих изменений у него в крови;

3) концентрация молочной кислоты в крови при не максимальных аэробных нагрузках ниже из-за следующих

причин: выше аэробный потенциал мышц и в них меньше образуется молочной кислоты, быстро вработывается кислородтранспортная система, происходит усиленная утилизация образующейся в мышцах молочной кислоты, увеличенный объем циркулирующей крови снижает концентрацию молочной кислоты за счет её большего разведения.

Тренировка выносливости приводит к повышению **порога анаэробного обмена** (ПАНО), той наименьшей физической нагрузки, превышение которой вызывает нелинейный рост концентрации молочной кислоты в крови. ПАНО служит показателем аэробных возможностей организма, чем они больше, тем выше порог. У спортсменов ПАНО достигается при нагрузках с потреблением кислорода более 70-80% от МПК, а у нетренированных - 45-60% от МПК. ПАНО используется для определения интенсивности тренировочной нагрузки при тренировке выносливости;

4) концентрация глюкозы в крови при тренировке выносливости снижается (гипогликемия), по мере роста тренированности это снижение становится меньше, наступает позднее и всё более удлиняется период работы при гипогликемии.

Кислородтранспортные возможности лимитируются не внешним дыханием, а, в основном, системой кровообращения. Адаптивные изменения **сердечно-сосудистой системы** проявляются в повышении производительности сердца, более совершенном перераспределении объёма циркулирующей крови (возможность направить большую долю минутного объёма кровотока к работающим мышцам у спортсмена выше) и усилении капилляризации тренируемых мышц и других активных органов и тканей (в частности, сердца).

В условиях покоя потребление кислорода и минутный объём кровообращения практически не отличаются у тренированных и нетренированных людей. ЧСС у спортсменов, развивающих выносливость, значительно ниже, чем у представителей скоростно-силовых видов спорта и неспортсменов из-за



усиления парасимпатических и ослабления симпатических влияний на сердце, уменьшения выделения катехоламинов надпочечниками и снижения к ним чувствительности сердца. Наблюдаемая *относительная рабочая брадикардия* при выполнении любой не максимальной аэробной работы является наиболее постоянным и выраженным эффектом тренировки выносливости.

Увеличение **систолического объёма (СО)** является главной функциональной особенностью изменений сердца. В покое у нетренированного человека СО составляет около 70 мл, у тренированного -100-120 мл; при работе максимальный СО у нетренированных мужчин может достигать 120-130 мл, а у представителей видов спорта, требующих развития выносливости, 190-210 мл. Увеличение СО возможно благодаря; 1) большим размерам полостей; 2) повышению сократимости миокарда, что является основным резервом увеличения сердечного выброса при аэробной работе у спортсменов, тренирующих выносливость; 3) увеличенному венозному возврату крови.

Максимальный объём кровообращения при выполнении аэробной работы на уровне МПК достигает 36-38 л/мин, в основном, за счёт увеличения СО. Для сердца спортсменов, тренирующих выносливость, характерна большая дилатация (увеличение объёма) желудочков, а у представителей скоростно-силовых видов спорта сердце имеет заметную гипертрофию стенок.

Дилатация желудочков сердца и незначительная гипертрофия его стенок с увеличенной капилляризацией миокарда даёт ему ряд энергетических преимуществ: снижаются собственные энергозатраты из-за брадикардии, повышенная капилляризация и значительное содержание митохондрий улучшают утилизацию кислорода. При этом потребление кислорода уменьшается, так как подавляющая часть окислительного метаболизма тренированного сердца покрывается за счёт использования лактата.

На выносливость в значительной степени влияют физиологические изменения мышечной системы, возникающие в процессе тренировки:

1.Содержание в мышцах относительно высокого процента (не менее 70) медленных волокон с аэробными процессами энергопродукции.

2.Рабочая гипертрофия саркоплазматического типа с увеличением числа и размеров митохондрий внутри мышечных волокон, а также содержание энергетических субстратов.

3.Увеличение числа капилляров, окружающих мышечные волокна, улучшает, прежде всего, снабжение их кислородом.

4.Повышение ёмкости и мощности аэробного метаболизма за счёт увеличения содержания и активности ферментов окислительного метаболизма (в 2-3 раза), повышения содержания миоглобина (в 1,5 - 2 раза), а также усиления способности мышц использовать гликоген и особенно жиры («жировой сдвиг»), что сохраняет более ограниченный запас углеводов, предотвращая развитие гипогликемии и снижая образование лактата в мышцах.

В ЦНС при тренировке выносливости формируется стабильная рабочая доминанта, которая обладает высокой помехоустойчивостью, отдаляя 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).

**Специальная выносливость** характеризуется разными адаптивными изменениями функций организма в зависимости от характера физической нагрузки. В **циклических видах** спорта специальная выносливость зависит от длины дистанции, которая определяет соотношение аэробного и анаэробного энергообеспечения. В лыжных гонках на длинные дистанции их соотношение порядка 95 и 5%; а в спринте - 5 и 95%; Это определяет разные требования к двигательному аппарату и вегетативным системам в организме спортсмена.

При **статической работе** специальная выносливость базируется на высокой способности нервных центров и работающих мышц поддерживать, непрерывную активность (без интервалов отдыха) в анаэробных условиях. Торможение висцеральных 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 натуживания, вызывающего прекращение кровотока в сокращающихся 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 двигательных единиц лишает мышцы резервных двигательных единиц, что лимитирует длительность поддержания усилий. **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.

**Выносливость в ситуационных видах спорта** обусловлена устойчивостью ЦНС и сенсорных систем к работе переменной мощности и характера постоянно меняющегося режима, многочисленным перестройкам ситуации, мультиальтернативному выбору и 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 Бараки. После многократных вращений вокруг, вертикальной оси в висе (тест вертикаль) у этих спортсменов практически отсутствует так называемое время

поиска стабильной позы после опускания на опору. Активные вращения при выполнении специальных упражнений в большей мере способствуют повышению вестибулярной устойчивости, чем пассивные вращения на тренажерах.

Тренировка общей выносливости вызывает следующие основные функциональные эффекты: 1. Усиление максимальных аэробных возможностей организма и, соответственно, увеличение МПК, что проявляется при максимальной аэробной нагрузке. 2. Повышение экономичности деятельности организма, то есть при стандартной не максимальной аэробной нагрузке снижаются функциональные показатели (ЧСС, легочная вентиляция, концентрация лактата в крови и т.д.). 3. Усиление способности организма противостоять сдвигам во внутренней среде и сохранять гомеостаз, компенсируя эти сдвиги. 4. Совершенствование терморегуляции и повышение резервов энергетических веществ.

### **Ловкость и гибкость**

**Ловкость** - является проявлением координационных способностей нервной системы, выражающихся в точности выполнения движений в пространстве и времени, согласовании их в целостную комбинацию в соответствии с требованиями меняющейся обстановки. **Координационные способности** определяются спецификой конкретного вида спорта и весьма, разнообразны. К ним относятся способности к **кинестезическому дифференцированию** (определение положения различных частей тела и его перемещения, т.е. создание «схемы тела»), **ориентированию** в пространстве, **сохранению равновесия** (устойчивого положения тела в пространстве), **быстроте перестроения** двигательных действий и **чувство ритма**.

В основе координационных движений лежит согласование деятельности различных мышечных групп при осуществлении двигательного акта на основе: 1) интеграции информации от многих сенсорных систем (в том числе двигательной); 2) учёта данных «моторной памяти»; 3) деятельности иерархической многоуровневой системы регуляции движений; 4) кольцевого

управления движениями на основе сенсорных коррекций; 5) способности ЦНС к экстраполяции.

Развитие координационных способностей следует проводить с учётом следующих физиологических закономерностей: во-первых, избыточная или несвоевременная активность мышц нарушает двигательную координацию; во-вторых, способность к произвольному расслаблению скелетных мышц в значительной мере определяет координационные способности; в-третьих, активизация одних сенсорных систем достигается при включении других. Например, при выполнении отягощенного движения с закрытыми глазами (функциональное выключение зрительной сенсорной системы) активизируется двигательная сенсорная система, что улучшает координацию движений у спортсмена.

**Гибкость** - это способность человека выполнять движение в суставах с наибольшей амплитудой. Она лимитируется эластичностью мышц и объемом движений в суставах, то есть зависит от структурных и функциональных особенностей опорно-двигательного аппарата (*пассивная* гибкость). При воздействии мышц, влияющих на движение в данном суставе, возможно увеличение объёма движений в нём (*активная* гибкость),

Развитие гибкости зависит от индивидуальных особенностей подвижности в суставах, что необходимо учитывать при спортивном отборе. Достигнутая в процессе спортивной тренировки подвижность в суставах должна постоянно поддерживаться с использованием специальных упражнений. Гибкость изначально выше у девушек, она становится более выраженной после разминки, при повышении температуры тела, и окружающей среды и снижается при утомлении и на холоде.

### 3.3 Физиологическое обоснование классификации тренировочных нагрузок, принципов и планирования спортивной тренировки

#### Структурно - функциональные эффекты спортивной тренировки

**Тренировка** - это планомерная подготовка организма к максимальным для него проявлениям силы, быстроты, ловкости и выносливости с целью достижения к моменту соревнований наибольшей работоспособности. Уровень специальной работоспособности спортсмена называют тренированностью, при этом в организме человека происходят морфологические, биохимические и физиологические изменения, приводящие к повышению его работоспособности. Повышение работоспособности в избранном виде спорта обусловлено формированием и совершенствованием необходимых навыков и развитием физических качеств - силы, быстроты и выносливости.

В результате адаптации к физическим нагрузкам создаются два основных положительных функциональных эффекта. Во-первых, усиление максимальных **функциональных возможностей** всего организма в целом: и тех систем, которые обеспечивают выполнение тренируемого упражнения. Это выявляется при выполнении предельных, максимальных тестов, например, увеличение максимального потребления кислорода при тренировке выносливости. Во-вторых, **повышение экономичности (эффективности)** деятельности всего организма в целом и его систем и органов, что выявляется при выполнении стандартной не максимальной нагрузки. Например, при выполнении одинаковой нагрузки у тренированного человека, по сравнению с нетренированным, отмечаются меньшие функциональные сдвиги и снижение энергетических расходов при её выполнении.

В условиях относительного мышечного покоя (условия обыденной жизни) у человека возможно зарегистрировать функциональные изменения деятельности висцеральных систем,

свидетельствующие о состоянии тренированности или его динамике, но при этом следует учитывать следующее: 1) некоторые показатели, достигнув определённого уровня в первые годы тренировки, в дальнейшем почти не меняются (например, ЖЕЛ, ЧСС), а другие - более лабильны (объём сердца и т.д.); 2) физиологические показатели зависят от спортивной специализации, а также от индивидуальных особенностей человека; 3) суждение о динамике тренированности можно высказать только с учётом исследования нескольких систем, а также педагогических данных.

У тренированного человека имеются следующие изменения: 1) укорочен скрытый период двигательной реакции, более тонкие дифференцировки, выше скорость переработки информации, поступающей от сенсорных систем; 2) увеличены механическая прочность костей, масса и объём скелетных мышц (рабочая гипертрофия) и удельный вес тела, выше возбудимость, лабильность и скорость расслабления мышц, растёт мышечная сила; 3) увеличены ЖЕЛ и максимальная вентиляция лёгких, меньше частота дыхания, больше время произвольной задержки дыхания; 4) наблюдается гипертрофия миокарда и дилатация желудочков, брадикардия, изменение фазовой структуры сердечного цикла за счёт удлинения диастолы, снижение минутного объёма крови; 5) общее количество крови несколько увеличивается и в ней повышается количество эритроцитов и гемоглобина в них.

Для выявления тренированности используются **стандартные нагрузки**, которые должны иметь строго определённую мощность и длительность. При их применении у тренированных лиц по сравнению с нетренированными имеются следующие особенности протекания физиологических реакций: 1) все функции в начале работы повышаются быстрее (более быстрая мобилизация функций); 2) в процессе работы уровень физиологических процессов менее высок (экономизация деятельности висцеральных систем); 3) восстановление заканчивается относительно быстрее.

У более тренированных лиц по сравнению с менее подготовленными стандартные нагрузки выполняются с меньшими энергетическими затратами и менее значительными изменениями висцеральных систем (меньше величины лёгочной вентиляции и кислородного долга, абсолютные величины ЧСС, систолического и минутного объёмов крови), а, следовательно, с более совершенной координацией и более производительно.

При выполнении предельных максимальных нагрузок высокие спортивные результаты у высокотренированного человека обеспечиваются: 1) способностью органов и систем организма функционировать на более высоком уровне, при этом отмечаются: *полная и быстрая мобилизация, адекватность повышения и экономизация функций*. Например, МПК достигает 5-6 л кислорода в минуту, минутный объём кровотока - 30-36 литров, систолический объём - 170-200 мл, лёгочная вентиляция 120 - 140 литров и более, то есть имеются, максимальные функциональные сдвиги; 2) способностью продолжать работу при более «глубоких» изменениях внутренней среды (уровень глюкозы в крови достигает 50 мг%, а молочной кислоты - 200 мг% и более); 3) способностью в совершенстве управлять движениями и повышать их технику.

В различных видах спорта эти способности проявляются следующим образом: при циклической работе субмаксимальной мощности наибольшее значение имеет адаптация организма к деятельности при измененном составе внутренней среды, большой и умеренной мощности - своевременная доставка необходимого количества кислорода, при оценке в баллах результатов выполнения упражнения высокая техника движений является решающим фактором.

### **Физиологическое обоснование тренировочных нагрузок**

**Тренировочная нагрузка** является своеобразным раздражителем, стимулирующим процессы адаптации, вызывая нарушения гомеостаза, восстановление которого завершается суперкомпенсацией. Механическая физическая мощность выполняемого упражнения измеряется физическими величинами и определяет *физическую нагрузку*.



Физиологические проявления процессов адаптации позволяют определить физиологическую нагрузку по величине *относительных физиологических сдвигов*. Эти сдвиги выявляются при сравнении текущих рабочих показателей деятельности ведущих физиологических систем с предельными (максимальными) показателями. Чтобы вызвать выраженный тренировочный эффект, тренировочная нагрузка должна превышать некоторую пороговую величину, последняя заведомо превышает обычную (повседневную бытовую привычную тренировочную) нагрузку.

**Пороговая** нагрузка должна находиться в определённом соответствии с текущими функциональными возможностями данного человека, так как одна и та же тренировочная нагрузка может быть пороговой или даже надпороговой (тренирующей) нагрузкой для малотренированного человека и ниже пороговой, и поэтому неэффективной, для высокотренированного спортсмена. Тренировочные нагрузки разделяют на подпороговые, пороговые, оптимальные и сверхпредельные.

**Подпороговые** нагрузки не обеспечивают тренировочный эффект, но они не безразличны для организма, вызывая изменения локального характера. Оптимальные нагрузки вызывают наибольший тренировочный эффект, о котором судят по темпу прироста тренируемых функций организма. Если при дальнейшем увеличении нагрузки темп прироста снижается, то это уже **сверхпредельные** нагрузки, когда возможны перенапряжение и срыв адаптации.

Нагрузки, используемые в спорте, классифицируются по:

- 1) *специфичности* (для избранного вида спорта);
- 2) *избирательной (энергетической) направленности*, обеспечивающей использование различных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности;
- 3) *координационной сложности* упражнений, которая играет существенную роль в технически сложных видах спорта (акробатика, гимнастика, фигурное катание и др.);
- 4) *величине или объёму*, который определяется с помощью основных параметров: интенсивность, длительность и частота.

## **Физиологическое обоснование компонентов тренировочных нагрузок**

Интенсивность нагрузки при тренировке выносливости определяется прямым методом (измерение скорости потребления кислорода - абсолютное или относительное МПК) или косвенным: по величине относительных физиологических сдвигов ЧСС (для лиц, начинающих заниматься бегом ЧСС равна 180 минус возраст в годах) и по величине ПАНО, так как выполнение работ на этом уровне способствует развитию аэробной работоспособности. Для развития анаэробных возможностей необходима нагрузка выше ПАНО.

**Длительность** нагрузки при развитии силы незначительна, но при этом используется максимальная интенсивность. При более низкой интенсивности нагрузка должна быть более продолжительной, так как существует определённая пороговая продолжительность, необходимая для активизации эндокринных систем организма (А. А. Виру, 1955). Следовательно, пороговая длительность нагрузки зависит от её интенсивности.

**Частота тренировочных нагрузок** (число повторений упражнений на одном занятии) взаимосвязана с длительностью и характером отдыха: развития у спортсменов высокого класса выносливости частота нагрузок может составлять 4-6 раз в неделю, а для развития силы мышц - 3-4 в неделю, но при очень напряжённых занятиях пороговая частота нагрузок меньше. В целом, чем чаще и длительнее тренировочные занятия, тем больше их тренировочный эффект, особенно это справедливо в отношении тренировки выносливости.

Продолжительность интервалов отдыха влияет на величину и направленность эффекта упражнений: продолжительный интервал отдыха после работы с субмаксимальной и критической скоростью (интенсивные нагрузки) усиливает анаэробные процессы из-за достаточно полного восстановления функций. Пассивный отдых усиливает преимущественно аэробные процессы, а выполнение во время отдыха между повторными упражнениями других упражнений (например, бег «трусцой») способствует развитию аэробных возможностей

(аналогично действуют упражнения переменной мощности). Следовательно, при многократном повторении непродолжительных упражнений с высокой интенсивностью лучше развиваются анаэробные процессы.

### **Физиологические принципы и планирование спортивной тренировки**

**Физиологическое обоснование основных принципов спортивной тренировки.** Спортивная тренировка строится с учётом ряда принципов: специфичности, постоянного увеличения нагрузок, повторности и систематичности, индивидуализации, цикличности.

**Принцип специфичности** тренировки базируется на специфичности адаптации, так как систематическое использование специфических тренировочных нагрузок пороговой величины вызывает изменения в тех физиологических системах организма и механизмах регуляции, которые участвуют в осуществлении тренируемого упражнения.

На начальных этапах спортивной тренировки используются общеразвивающие упражнения, то есть разнообразные сходные упражнения, вызывающие сходные общие тренировочные эффекты. На уровне высокого спортивного мастерства применяются упражнения, являющиеся основными для данного вида спорта, то есть соревновательные.

**Принцип постепенного увеличения нагрузок** основан на том, что по мере повышения функциональных возможностей тренирующегося человека может постепенно увеличиваться пороговая тренирующая нагрузка, что создаёт стимул для активации процессов суперкомпенсации. Однако, тренировочная нагрузка должна оставаться оптимальной по величине, так как сверхпредельные нагрузки снижают скорость восстановительных процессов, а фаза суперкомпенсации будет достигнута в более поздние сроки и выражена в меньшей степени, а может и вообще заметно не проявляться.

**Принцип повторности и систематичности** тренировок базируется на обратимости тренировочных эффектов, связанной с тем, что адаптация является непрерывно протекающим

процессом приспособления к изменившимся условиям существования организма. Снижение нагрузок ниже пороговых или прекращение тренировок вызывает уменьшение имеющихся тренировочных эффектов или их полное исчезновение. При определении тренировочного режима следует учитывать цели тренировки, так как для сохранения тренировочных эффектов достаточны меньшие и более редкие тренировочные нагрузки, чем для повышения тренировочных эффектов.

**Принцип индивидуального подхода**, с одной стороны, в значительной степени опирается на положение о пороге тренировочной нагрузки, а с другой - на *тренируемость* (Л. А. Орбели), которая представляет собой способность путём обучения овладевать новыми формами двигательных актов, адекватных изменившимся условиям жизнедеятельности. Она характеризует восприимчивость человека к физической тренировке, его способность повышать свои специфические функциональные возможности под влиянием специфической физической тренировки. Степень тренируемости можно оценивать величиной тренировочных эффектов.

Тренируемость передаётся по наследству и поэтому:

- 1) выражена неодинаково у различных лиц;
- 2) варьирует в отношении её различных проявлений;
- 3) различные проявления тренируемости реализуются в разные возрастные периоды;
- 4) степень тренируемости тем выше, чем ниже уровень тренированности человека в определённом аспекте умственной или физической деятельности;
- 5) определённое значение имеют половые различия;
- 6) генетически обусловлены в той или иной степени функции внешнего дыхания, некоторые показатели работы сердечно-сосудистой системы, композиция мышц, мышечная сила, МПК и предел роста тренировочных эффектов.

Выражение «великим стайером или спринтером рождаются» означает, что некоторые люди могут стать выдающимися спортсменами, имея определённые генетические предпосылки, но только в результате специфической тренировки.

**Принцип цикличности** обсуждается ниже (см. раздел «Физиологическая характеристика периодизации спортивной тренировки»).

### **Физиологическое обоснование планирования спортивной тренировки.**

Многолетнюю подготовку спортсменов следует рассматривать как процесс долговременной адаптации к физическим нагрузкам, которая развивается на основе многократной реализации срочной адаптации. При этом происходят следующие изменения: 1) *перестройка работы аппарата гуморальной регуляции*, характеризующаяся экономичностью функционирования и повышением мощности, что предупреждает его истощение; 2) возникающий дефицит АТФ и креатинфосфата, увеличение потенциала фосфорилирования и повышение гликолиза ведут к *активации генетического аппарата* клетки, и последующие изменения направлены на восполнение недостатка энергии; 3) *избирательное развитие определённых структур* на основе активации синтеза нуклеиновых кислот и белков «расширяет» звенья, лимитирующие интенсивность и длительность приспособительных реакций.

Формирование устойчивого динамического стереотипа и увеличение общего фонда двигательных навыков, повышение возможности быстрой перестройки движений за счёт экстраполяции способствует развитию координации деятельности двигательной и кислородтранспортной систем, несмотря на интенсивную физическую нагрузку, деятельность этих систем начинает экономизироваться. В связи с этим, экономизация деятельности висцеральных органов сопровождается более эффективным извлечением кислорода из циркулирующей крови; умеренная гипертрофия органов, обеспечивающих выполнение физических нагрузок, увеличивает аэробную мощность организма; переключение энергетического обмена с углеводного на жировой, обеспечиваемое гормонами, уменьшает массу тела.

Периодизация спортивной тренировки, в основном, определяется временем, необходимым для достижения состояния высокой степени тренированности (с учётом закономерностей приобретения и стабилизации спортивной формы) и в меньшей мере - другими факторами. Отдельный этап многолетней спортивной тренировки обычно включает 3 периода: подготовительный, соревновательный и переходный.

**Подготовительный период** состоит из двух этапов. Первый (общеподготовительный) этап имеет целью развитие необходимых физических качеств, а также восстановление ранее приобретённых и формирование новых двигательных навыков. Большое значение имеет общая физическая подготовка. Цель второго этапа - специальная подготовка, которая заключается в дальнейшем совершенствовании физических качеств и двигательных навыков, необходимых для достижения высоких спортивных результатов.

Во многих видах спорта это - решающий период, так как повышается удельный вес специальной физической подготовки, то есть используются упражнения, типичные для данного вида спорта. Очень важным является создание условий, близких к соревновательным. Объем физических нагрузок постепенно нарастает и применяются максимальные нагрузки. Прирост отдельных показателей происходит неравномерно; на начальном этапе периода быстрее, на завершающем - медленнее. Этот период длится 3-4 месяца и заканчивается к началу соревнований.

**Соревновательный период** состоит из нескольких этапов, определяемых графиком соревнований. Его длительность - несколько месяцев. В интервалах между соревнованиями необходимы тренировки, при коротких интервалах используются небольшие нагрузки, при длительных - они увеличиваются. Большой удельный вес в структуре упражнений занимают специальные, а общефизические упражнения могут использоваться в целях активного отдыха и совершенствования взаимосвязи между различными физическими качествами. Кроме этого в скоростно-силовых видах спорта предлагается

последовательное разведение во времени различных сторон подготовки (технической, силовой, скоростной и т.д.), а также смена ранее используемых комплексов упражнений с применением несколько большего объёма тренировочных нагрузок.

**В переходном периоде** происходит уменьшение объёма тренировочных нагрузок и меняется их характер. Главная цель тренировок - обеспечить восстановление. Длительность этого периода - 1-1,5 месяца.

Предсоревновательный этап спортивной тренировки длится около 10-14 дней, при этом существенно уменьшается объём упражнений, но сохраняется или даже увеличивается их интенсивность. Это объясняется тем, что интенсивность (как один из компонентов тренировочной нагрузки) стимулирует как аэробный, так и анаэробный обмен, вызывая существенные изменения гомеостаза. Мощные силовые упражнения исключаются за 7 дней и более до соревнований, но выполняются локальные силовые упражнения, так как восстановление силы мелких групп мышц происходит быстрее, чем крупных групп мышц.

## **Глава 4 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

### **4.1 Влияние повышенной температуры и влажности воздуха на спортивную работоспособность**

В условиях повышенной температуры и влажности воздуха снижение спортивной работоспособности при напряжённой и продолжительной нагрузке (например, марафонского бега) происходит в результате:

**1. Перегревания организма** из-за повышения температуры тела до 40 и даже до 41°C из-за значительной теплопродукции в работающих мышцах.

**2. Быстрой дегидратации** (обезвоживания) в результате усиленного потоотделения, приводящей к нарушению водно-

солевого баланса организма, последний характеризуется уменьшением содержания жидкости в организме и снижением концентрации электролитов в его жидких средах. В условиях дегидратации страдает регуляция температуры тела, а так же нарушается сократительная способность сердечной и скелетных мышц из-за уменьшения объёма внутри- и межклеточной жидкости.

**3. Ухудшения кровоснабжения работающих мышц**, что происходит из – за ряда причин. *Во-первых*, увеличивается доля минутного объёма кровотока, направляемая в кожные сосуды для усиленной теплоотдачи; во -вторых уменьшение объёма плазмы крови вследствие дегидратации и повышение гемоконцентрации увеличивает вязкость крови и снижает производительность сердца; *в-третьих*, падение венозного возврата из-за снижения объёма циркулирующей крови в результате дегидратации уменьшает систолический объём и, как следствие, минутный объём кровотока; *в-четвёртых*, расширение кожных сосудов из-за снижения в них сосудистого тонуса ведёт к падению артериального давления. В условиях покоя с повышением внешней температуры сверх комфортной (около 18°C) теплоотдача происходит за счёт теплопроводения с конвекцией, при 30°C - за счет испарения пота, а при 33°C и выше человек получает тепло из окружающей среды. В условиях работы тепло отдаётся путём испарения пота, зависящим от скорости потообразования и относительной влажности воздуха.

В условиях повышенной температуры и влажности воздуха усиление теплоотдачи осуществляется следующими физиологическими механизмами.

*Во-первых*, усиление кожного кровотока (до 20% от минутного объёма кровотока) увеличивает перенос тепла от ядра к поверхности тела и обеспечивает снабжение потовых желёз водой.

*Во-вторых*, с увеличением мощности нагрузки и повышением температуры ядра тела и его оболочки усиливается потообразование и потоотделение, но у женщин потоотделение меньше, чем у мужчин.



**В-третьих**, поддержание нормального водно-солевого баланса происходит благодаря сохранению воды и минеральных веществ из-за повышения осмотического давления плазмы (следствие дегидратации), что приводит к восстановлению объёма плазмы, аналогично действие увеличения давления плазмы в результате вымывания белка из тканевых пространств кожи. Кроме этого снижается скорость образования мочи из-за уменьшения почечного кровотока (возможно возникновение рабочей протеинурии), а также происходит появление «эндогенной воды» в результате гликогенолиза. Главная роль в восполнении потерь воды принадлежит приёму жидкостей.

**В-четвёртых**, увеличение минутного объёма кровотока (МОК) происходит за счёт повышения частоты сердечных сокращений. Перераспределение МОК обеспечивает сохранение и даже усиление кожного кровотока при снижении кровотока через органы брюшной полости, в т.ч. почки, и через работающие мышцы (в результате происходит повышение концентрации лактата в крови в жарких условиях).

При длительном пребывании в условиях повышенной температуры происходит тепловая адаптация. Она обусловлена следующими физиологическими изменениями, которые происходят в организме спортсмена:

**1. Усилением потообразования и потоотделения** - увеличивается число функционирующих потовых желёз, снижается температурный порог потоотделения (потоотделение начинается при более низкой температуре кожи и быстрее усиливается), более равномерное распределение пота по поверхности тела, изменение состава пота - снижение содержания солей в поте увеличивает осмолярность крови и вызывает сильное ощущение жажды.

**2. Снижением нагрузки на сердечно-сосудистую систему** - увеличивается систолический объём из-за роста венозного возврата и увеличения объёма циркулирующей крови, снижается частота сердечных сокращений, а также несколько - вязкость крови из-за снижения степени рабочей гемоконцентрации, обеспечивается возможность быстрого

перемещения крови в систему кожных сосудов, приближения кровотока к поверхности кожи и более эффективного его распределения. Кроме этого уменьшается падение кровотока во время работы.

**3. Снижением температуры кожи,** что способствует усилению транспорта тепла (проведением) от ядра тела к поверхности и снижению запаса в дополнительном усилении кожного кровотока, а также рост устойчивости организма к повышенной температуре тела.

**4. Уменьшением одышки.**

**5. Снижением основного обмена** и повышением механической эффективности работы (снижением кислородной стоимости стандартной работы).

**6. Снижением тонуса симпатической нервной системы.**

**Тепловая адаптация** происходит в течение 12-14 дней и сохраняется несколько недель. Она высокоспецифична к условиям своего возникновения (характера работы и внешних условий) и хуже протекает у пожилых и старых людей. У спортсменов, систематически тренирующих выносливость, совершенствуются механизмы, характерные для тепловой адаптации, поэтому она развивается быстрее. Если спортсмену предстоит выступать в соревнованиях, проводимых в условиях повышенной температуры и влажности, то он должен за 7-12 дней начать тренировки в таких условиях, так как даже имитация этих условий не заменит тренировки в жарких условиях среды.

Потери воды в результате напряженной длительной работы (особенно в жарких условиях) должны срочно восполняться в адекватных количествах. Благодаря этому уменьшается возможность перегревания тела и задерживается уменьшение объема плазмы, сохраняется нормальный объем циркулирующей крови и предотвращается уменьшение систолического объема и повышение частоты сердечных сокращений. За 30 минут до старта следует принять 500 мл воды для создания водного резерва, а на дистанции каждые 10-15 минут выпивать 150-200 мл гипотонического раствора с **малым содержанием** сахара (до 2,5 %), что обеспечивает

быструю эвакуацию в кишечник и большую скорость восполнения потерь воды путём всасывания. Лучше пить охлажденную воду, так как это усиливает теплопотери. Потери солей у спортсменов на соревновании даже в жарких условиях невелики, но они увеличиваются при частых тренировках и тогда их следует восполнять.

## **4.2 Спортивная деятельность в условиях пониженной температуры воздуха**

В условиях пониженной температуры воздуха увеличивается теплоотдача за счёт теплопроводения с конвекцией и теплоизлучения. Защита тепла от теплопотерь обеспечивается:

*1) сужением кожных сосудов*, что уменьшает конвекционный перенос (с кровью) тепла от ядра тела к его поверхности благодаря усилению теплоизолирующей способности «оболочки» тела в 6 раз с уменьшением размеров температурного ядра тела. При этом снижается кожная температура и уменьшается отдача тепла. Наибольшее уменьшение кровотока происходит в пальцах рук и ног (в 100 и более раз), ушных раковинах, поэтому они наиболее уязвимы для отморожения;

*2) осуществлением кровотока в основном по глубоким*, а не поверхностным венам, что обеспечивает возврат тепла к ядру тела за счёт нагрева венозной крови артериальной, так как глубокие вены лежат рядом с артериальными;

*3) усилением теплопродукции* за счёт холодовой дрожи при внешней температуре ниже 22°C (в произвольные мышечные сокращения постепенно вовлекаются мышцы шеи, живота, груди и конечностей), которая носит перемежающийся характер и слабее выражена у пожилых и старых людей;

*4) увеличением неметаболического термогенеза*, при этом растёт потребление кислорода в покое, но минутный объём кровотока увеличивается за счёт увеличения систолического объёма, а не частоты сердечных сокращений.

Во время мышечной работы в холодных условиях увеличиваются потери тепла путем теплопроводения и

конвекции, что требует увеличения теплопродукции. При физических нагрузках небольшой мощности холодная дрожь восполняет теплотери. При достижении критического уровня теплопродукции, соответствующего теплотерям (скорость потребления кислорода около 2 л/мин), дрожь прекращается и стабилизируется регуляция рабочей температуры тела.

Снижение температуры тела ниже нормальной (гипотермия) ведет к уменьшению МПК за счёт падения максимальной частоты сердечных сокращений и максимальной динамической силы, проявляющейся в прыжках и спринте. Холодные условия в ряде видов спорта (конькобежный, лыжный и др.) не представляют собой серьёзную проблему для регуляции температуры тела и работоспособности спортсмена, так как образуется очень большое количество метаболического тепла при интенсивной мышечной работе.

При выполнении физической работы при очень низкой температуре воздуха возникает «порочный круг». Значительное снижение температуры мышц сопровождается снижением их сократительных свойств. В результате происходит быстрое развитие утомления и снижение интенсивности работы, так как нужно прикладывать больше усилий для выполнения той же самой работы. Продолжение работы в этих условиях приводит к дальнейшему снижению её интенсивности, следовательно, клеточного метаболизма и образования тепла. Продолжающееся снижение температуры мышц вызывает ещё большее утомление и снижение их температуры. В связи с этим необходимо проводить тренировки и соревнования при определенных температурных условиях и внимательно следить за состоянием спортсменов.

**Холодовая акклиматизация** обеспечивается:

- уменьшением сужения кожных сосудов, что повышает температуру конечностей, предотвращает отморожение и позволяет осуществлять координированные движения конечностями в условиях низких температур;
- ростом теплопродукции за счет увеличения основного обмена, повышения мышечного тонуса, усиления холодной

дрожь, эндокринных и внутриклеточных метаболических перестроек.

Физическая тренировка вызывает эффекты, сходные с холодной акклиматизацией: у спортсменов в холодных условиях больше усиливается теплопродукция и меньше снижается кожная температура.

### **4.3 Спортивная работоспособность в условиях пониженного атмосферного давления**

*В условиях среднегорья* (высота от 1500 до 3000м) и *высокогорья* на организм человека действуют следующие факторы:

**1.Снижение парциального давления** кислорода и падение барометрического давления, то есть человек находится в условиях гипоксии

**2.Уменьшение внешнего сопротивления воздуха** движущемуся телу из - за сниженной плотности атмосферы, что позволяет развить большую скорость перемещения, например, в спринтерском беге;

**3.Снижение температуры воздуха** на  $6,5^{\circ}$  через каждые 1000 м подъёма.

**4.Снижение относительной влажности воздуха**, которое приводит к большим потерям воды с выдыхаемым воздухом (при длительной работе возможна дегидратация)

**5. Интенсивная солнечная и ультрафиолетовая радиация** (возможны ожоги, ослепление снегом).

**6.Уменьшение силы гравитации**, благоприятствующее высоким достижениям в прыжках и метаниях.

Сразу после прибытия в среднегорье возникают следующие изменения функций. **Увеличение лёгочной вентиляции** (основной механизм срочной адаптации к высоте), особенно при выполнении мышечной работы вплоть до 200 л/мин). Высотная гипервентиляция обусловлена низким парциальным напряжением кислорода в артериальной крови (*гипоксемия*) и вызывает усиленное выведение углекислого газа с развитием

гипокапнии (снижение парциального напряжения углекислого газа в крови), которая может привести к развитию мышечных спазмов, обширному сужению сосудов (в частности, головного мозга), повышению водородного показателя и тормозящему влиянию на дыхательный центр. **Учащение сердечных сокращений** и усиленное сужение вен способствует увеличению минутного объёма кровотока при выполнении аэробной работы. **Усиление рабочей гемоконцентрации** увеличивает содержание кислорода в артериальной крови. Снижение анаэробного порога служит дополнительным стимулом для увеличения лёгочной вентиляции. **Снижение анаэробного порога** служит дополнительным стимулом для увеличения лёгочной вентиляции. **Снижение МПК** может быть даже большим у более тренированных лиц, чем у нетренированных.

В условиях среднегорья замедленное вращивание системы кровообращения вызывает кислородный дефицит, при этом повышается энергетическая стоимость работы, из-за усиленной деятельности дыхательного аппарата и сердца создаются предпосылки для более быстрого развития утомления.

**Горная акклиматизация** - это приспособление к условиям нахождения человека на высоте, достигаемое на основе усиления транспорта кислорода к тканям тела и эффективности использования кислорода для аэробного образования энергии. Минимальный период акклиматизации зависит от высоты (для среднегорья –8 - 10 дней). Её основные механизмы:

1. **Увеличение лёгочной вентиляции** со стабилизацией её уровня после недельного пребывания на данной высоте.

2. **Повышение диффузионной способности лёгких** из-за утончения альвеолярно-капиллярной мембраны и замедления тока крови через расширенные лёгочные капилляры.

3. **Повышение кислородной ёмкости крови** в результате увеличения числа эритроцитов и содержания гемоглобина в них (истинный эритроцитоз).

4. **Увеличение плотности капилляров** в скелетных мышцах.

5. **Повышение концентрации миоглобина** в скелетных мышцах.

6. *Увеличение количества митохондрий* в клетках.

7. *Увеличение содержания и активности окислительных ферментов.*

Клеточные структурно - метаболические изменения требуют длительного времени. В результате описанных выше изменений МПК постепенно увеличивается и через 3-5 недель пребывания на высоте оно лишь на 10-15% меньше, чем на уровне моря.

Работоспособность спортсмена снижается по мере подъёма на высоту, прежде всего это касается выносливости. В скоростно-силовых и координационных упражнениях результаты остаются практически прежними, а в спринте даже становятся выше. Восстановление протекает замедленно, поэтому повторение упражнений вызывает более быстрое утомление. После возвращения на равнину улучшение работоспособности индивидуально. Спортивная тренировка должна проводиться преимущественно (если не исключительно) в тех же условиях, в которых проводятся соревнования (Я.М.Коц, 1986).

#### **4.4 Биологические ритмы и спортивная работоспособность**

В живой природе практически все физиологические процессы протекают ритмично, так как такой режим работы является наиболее экономичным для организма. Биологический ритм представляет собой колебания, наступающие через приблизительно равные промежутки времени, интенсивности или скорости какого-либо биологического процесса (Ф.И. Комаров и др., 1989). В организме человека существуют четыре биоритма с периодом, близким к внешним гелиогеофизическим циклам, из которых для адаптации человека к меняющимся условиям внешней среды существенное значение имеют три биоритма: околосуточные - с периодом около 24 часов, околосутунные - около 28 суток и околосезонные. Для последних имеет значение вращение Земли вокруг Солнца (смена времен года).

В организме человека нет ни одного органа и ни одной функции, которые не обнаружили бы суточной ритмичности. Благодаря этому каждая клетка имеет время для восстановления без ущерба для целостного организма. Совокупность биоритмологических особенностей организма в сфере циркадианных ритмов формирует индивидуальный биоритмологический статус. Разделение по положению фаз максимумов околосуточных ритмов умственной и физической работоспособности позволяет установить принадлежность к определенному хронотипу. А.А.Путилов выделяет пять хронотипов: типичный вечерний тип («сова»), умеренная «сова», дневной тип «голубь», умеренно утренний тип («жаворонок») и типичный «жаворонок».

Индивидуализация спортивной тренировки требует учета биоритма, так как максимальные физиологические показатели имеют ритмическую колеблемость с наличием четырёх периодических составляющих - суточной, недельной, месячной (особенно у женщин) и годовой. Физическую тренировку следует проводить в периоды повышения функциональных возможностей организма. При тренировках в другое время оно должно быть стандартизировано, что способствует выработке четкого дневного ритма работоспособности, так как наибольшие величины работоспособности отмечаются в привычные часы тренировок. Личные достижения спортсмены, как правило, показывают, участвуя в соревнованиях во время суток, близкое к времени проведения регулярных тренировочных занятий. Самый высокий уровень функциональных возможностей организма приходится на периоды с 10 до 13 и с 16 до 19 часов.

Быстрые перемещения спортсменов в широтном направлении (пересечение нескольких часовых поясов) вызывает развитие десинхроноза. Его выраженность зависит от направления перелета, количества пересеченных часовых поясов, специализации спортсмена, а также контрастности климатического режима. По мнению А.С.Солодкова и А.С.Сологуб (2001), десинхроноз больше сказывается на выполнении скоростных, скоростно-силовых и



сложнокоординированных упражнений, а в упражнениях на выносливость его влияние значительно меньше.

Если соревнования проходят близко (в пределах часового пояса), то можно прибыть на место соревнований за сутки и стартовать на следующий день. Аналогичная тактика используется в силовых и скоростно-силовых упражнениях даже при значительной разнице поясного времени (больше 6 часов). При упражнениях на выносливость необходима более продолжительная акклиматизация с учетом фазности процессов перестройки суточной периодики функций. Специальная работоспособность спортсмена характеризуется тем, что снижается на вторые - пятые сутки после переезда, неполное восстановление происходит на шестые-десятые сутки с последующим повышением исходного уровня, а в дальнейшем происходит возвращение к прежней работоспособности. Обязательно следует учитывать, что адаптация к новым условиям жизни протекает на клеточном и тканевом уровнях для достижения меж- и внутри- системной интеграции деятельности физиологических систем.

Перелет в западном направлении переносится организмом легче, чем на восток, Адаптация к новым условиям происходит с меньшими затратами функциональных резервов, так как человеку легче «удлинить» свои сутки после перелета на запад, чем «сжать» его при перелете на восток. Уменьшение длительности суток при перелетах на восток вызывает более значительные изменения работоспособности и функций висцеральных систем. Считается, что в случае необходимости перелета к месту соревнований через 10 -12 часовых поясов лучше лететь в западном направлении.

#### **4.5 Влияние водной среды на спортивную работоспособность**

В водной среде на организм человека действуют следующие факторы:

1) по сравнению с воздухом **высокая плотность** и вязкость воды дают лобовое сопротивление, зависящее также от размеров

и формы тела и скорости передвижения. Кроме этого, затруднены движения, ограничена скорость, что вызывает повышенные энергозатраты. Основные мышечные усилия затрачиваются на преодоление лобового сопротивления, а не на удержание спортсмена на воде;

2) **гипогравитация** создаётся за счёт подъёмной (выталкивающей) силы. При таких условиях в спокойном состоянии деятельность висцеральных систем аналогична их работе в невесомости;

3) **горизонтальное положение** тела уменьшает ЖЕ Л, создаёт благоприятные условия для усиленного венозного возврата, облегчая работу сердца, и улучшает расслабление мышц и функции суставов;

4) **давление окружающей** среды снижает статические объёмы лёгких, повышает сопротивление току воздуха в дыхательных путях, затрудняет дыхательные экскурсии грудной клетки;

5) **высокая теплоёмкость и теплопроводность воды** по сравнению с воздухом в сочетании с её конвекцией создают условия для значительных теплопотерь и, вследствие этого, переохлаждения тела.

К особенностям плавания относятся сложность плавательной техники и преимущественная работа мышц рук и пояса верхних конечностей. При плавании расход энергии в 5-10 раз больше, чем при беге с той же скоростью, при этом около 95% всей энергопродукции превращается в тепло, то есть эффективность плавания (КПД) составляет всего 4-7%. На дистанции 100 м примерно 80% энергии обеспечивается анаэробными механизмами, на дистанции 400 м и более 50% энергии организм получает за счёт окислительного фосфорилирования, на дистанциях 800 и 1500 м наибольшее значение имеют аэробные механизмы энергообеспечения.

У пловцов формируется комплексное восприятие различных раздражителей, называемое «чувством воды» и обусловленное раздражением тактильных, температурных, вестибулярных рецепторов, а также проприорецепторов. Одновременно

повышается вестибулярная устойчивость. Пловцы хорошо анализируют малейшие изменения свойств воды (изменение привычной температуры может изменить технику плавания или обычная техника окажется неэффективной).

Внешнее дыхание пловцов характеризуется наличием большой ЖЕЛ. У них выше сила дыхательных мышц, так как выдох обычно производится под водой (за исключением брасса и плавания на спине), а также имеется более высокая активность дыхательных мышц из-за повышения сопротивления току воздуха в воздухоносных путях во время нахождения в воде или активного плавания.

Частота сердечных сокращений при плавании увеличивается, но она несколько ниже, чем при беге с таким же уровнем потребления кислорода, среднее артериальное давление при плавании выше, чем при беге. Почти полностью отсутствует потоотделение, поэтому высокие требования предъявляются к выделительной функции почек. Нарушение проницаемости капилляров сосудистого клубочка нефрона нередко приведет к появлению в моче белка и эритроцитов.

## **Глава 5 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРЕНИРОВКИ, СПОРТИВНОЙ ОРИЕНТАЦИИ И ОТБОРА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ**

### **5.1 Возрастные особенности формирования двигательных навыков и развития физических качеств**

Двигательная активность растущего организма обеспечивает развитие всех его систем, стимулируя обмен веществ и энергии. Окостенение скелета (замена хрящевой ткани на костную) происходит в различных его частях в разные сроки, при этом развитие костной ткани связано с ростом мышечной ткани.

Развитие каждой мышцы или группы мышц также происходит неравномерно: наиболее высокими темпами роста обладают мышцы ног, наименее высокими - мышцы рук. Темпы роста мышц - разгибателей опережает темп развития мышц -

сгибателей. Мышцы, начинающие раньше функционировать и являющиеся более нагруженными, особенно быстро увеличивают свою массу.

С первых дней жизни ребёнка по механизму временных связей происходит формирование новых движений (*двигательных навыков*). Овладение ходьбой происходит в течение всего второго года жизни. Элементы бега появляются с двух лет, совершенствование бега происходит благодаря удлинению фазы полёта. От 3 до 10 лет фаза полёта увеличивается более чем в 2 раза. Прыжок формируется лишь на третьем году жизни. С возрастом результат в прыжках увеличивается благодаря повышению мышечной координации, развитию силы мышц и быстроты. Это увеличение происходит неравномерно. Наибольший рост результатов в прыжках отмечается у мальчиков до 13 лет, а у девочек до 12-13 лет.

Между развитием физических качеств (силы, быстроты, выносливости) и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь, так как освоение новых движений обязательно сопровождается совершенствованием физических качеств. Развитие физических качеств в процессе онтогенеза происходит неравномерно и гетерохронно, поэтому каждому возрасту свойствен определённый уровень развития двигательных качеств.

*Развитие силы* происходит относительно равномерно с 8 до 10 лет, а наиболее интенсивный прирост максимальной произвольной силы - в период от 13-14 до 16-17 лет, а в последующем, темпы её прироста замедляются.

*Быстрота* нарастает до 13-15 лет, если в это время её не развивать, в последующие годы возникшее отставание трудно ликвидировать.

Время двигательной реакции особенно быстро уменьшается в 9-11 лет, приближаясь к данным взрослых в 13-14 лет; скорость одиночных движений наиболее эффективно развивается в 9-13 лет, максимальная частота движений достигается в 13 лет, но может увеличиваться до 17 лет и даже до 20 лет. Наибольший прирост результатов в прыжках наблюдается от 12 до 13 лет.

С возрастом заметно повышается работоспособность при выполнении динамических упражнений на выносливость, наибольший прирост аэробной выносливости наблюдается у юношей от 15 до 20 лет.

Различные проявления *ловкости* развиваются в разные возрастные периоды: наибольший рост способности управлять пространственными параметрами движений отмечается от 7 до 10 лет, временными (дифференцировка темпа движений) - к 13 - 14 годам, силовыми (дифференцирование мышечных усилий) - к 15-17 годам.

Наибольшая *гибкость* отмечается у мальчиков в 15 лет, у девочек - в 14 лет, но изменения ее неравномерны. Подвижность позвоночника при разгибании заметно повышается у мальчиков с 7 до 14 лет, а у девочек с 7 до 12 лет, а его подвижность при сгибании заметно возрастает у мальчиков с 7 до 10 лет, а в 11 - 13 лет уменьшается. Следует отметить, что гибкость у лиц зрелого и пожилого возраста снижается. Это, прежде всего, касается позвоночника, а гибкость пальцев и кисти сохраняется дольше всего.

## **5.2 Возрастные особенности динамики состояния организма при спортивной деятельности**

Динамика состояния организма при спортивной деятельности имеет возрастные особенности. Предстартовые реакции у юных спортсменов более выражены, чем у взрослых, т.е. у них выше функциональные сдвиги. При словесной информации о предстоящей мышечной деятельности условно - рефлекторно вызываются изменения частоты дыхания и сокращений сердца, повышение артериального давления.

Период вработывания у детей несколько короче, чем у взрослых. У юных спортсменов раньше происходит стабилизация некоторых показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, т.е. устойчивое состояние достигается быстрее, но длится оно меньше, чем у взрослых. «Мёртвая точка» у юных спортсменов выражена сильнее, так как их орга-

низм более тяжело переносит состояние гипоксии. Кроме того, сила воли подростков часто оказывается недостаточной, чтобы преодолеть это состояние. Дети вынуждены прекращать работу при меньших изменениях внутренней среды организма, в условиях значительно меньшей кислородной задолженности. У них практически отсутствует «компенсированное утомление».

При утомлении у детей работоспособность и быстрота движений снижаются в большей мере, чем у взрослых, а при выполнении упражнений умеренной мощности больше дискоординируются функции дыхания и кровообращения, в большей мере повышается энергетическая стоимость упражнений. После непродолжительных, преимущественно анаэробных упражнений восстановление работоспособности, вегетативных функций, ликвидация кислородного долга происходит быстрее, чем у взрослых. Но это не даёт им преимуществ перед взрослыми, так как при продолжительных и утомительных нагрузках или при многократных повторениях упражнений восстановительные процессы у детей протекают медленнее и длятся дольше, чем у взрослых. Например, продолжительность восстановления у юных велосипедистов после гонки на 25 км примерно такая же, как у взрослых спортсменов после гонки на 50 км.

В процессе тренировки у юных спортсменов развитие двигательных и вегетативных функций, повышение работоспособности происходит на фоне ещё не закончившихся процессов роста и формирования организма. Спортивная тренировка с увеличением стажа занятий позволяет приобрести значительно большую работоспособность по сравнению со сверстниками, что выражено в большей степени у девочек, хотя последние показывают меньшую работоспособность, чем мальчики. Увеличение работоспособности и улучшение с возрастом адаптации к упражнениям, требующим при своём выполнении выносливости, в значительной мере связано с ростом величины МПК.

У юных спортсменов меньше как аэробные, так и анаэробные возможности. Максимальный кислородный долг как

показатель анаэробной производительности с возрастом увеличивается, но у детей он составляет больший процент от кислородного запаса. Величина как быстрой (алактатной), так и медленной (лактатной) фракций кислородного долга у них меньше. Они меньше, чем взрослые, способны работать в анаэробных условиях, на что указывает повышение содержания молочной кислоты в крови с возрастом при упражнениях максимальной интенсивности.

Формирование аэробного механизма энергообеспечения у детей происходит раньше, чем анаэробного, поэтому у них отмечается незначительное использование анаэробных процессов в энергообеспечении мышечной деятельности. У детей меньше мышечная масса, а, следовательно, и возможности анаэробного энергообеспечения.

При выполнении одинакового объёма работы с взрослыми у детей регистрируются более высокая частота дыхания и сердечных сокращений, то есть деятельность висцеральных систем более напряжённая и менее эффективная. В связи с вышеизложенным особую опасность представляет форсированная подготовка юного спортсмена, использование узкого круга физических упражнений, чрезмерное и несвоевременное увеличение тренировочных нагрузок.

### **5.3 Физиологическое обоснование спортивной ориентации и отбора**

Спортивная ориентация и отбор имеют целью выявление способных или талантливых юных спортсменов на основе прогнозирования успешной деятельности в определённом виде спорта. При этом необходимо учитывать, что различные виды спорта предъявляют специфические требования к строению тела, уровню развития отдельных физических качеств и функциональным возможностям организма.

Морфологические особенности спортсмена во многом определяют границы спортивных достижений, а так как некоторые характеристики телосложения слабо изменяются под

влиянием тренировки, то их необходимо учитывать при спортивной ориентации.

Определение МПК у юных спортсменов может способствовать прогнозированию успешности спортивной тренировки в видах спорта, где требуются высокие аэробные возможности, так как величина МПК на 80% зависит от наследственности. Быстрота и скоростно-силовые качества мало изменяются под влиянием спортивной тренировки, поэтому, например, отбор юных прыгунов следует проводить с учётом значительных «взрывных усилий» в толчковой фазе прыжка, а спринтеров - с учётом импульса силы за 0,1 с, характеризующим способность спортсмена проявлять большие усилия в кратчайший срок.

Однако следует помнить, что генетическая предрасположенность может быть реализована только тогда, когда акценты педагогических влияний совпадают с индивидуальными анатомо-физиологическими особенностями спортсмена в данный возрастной период. Развитие физических качеств в возрасте 12-16 лет находится в зависимости от биологического, а не от паспортного возраста, поэтому акцент при отборе на детей - акселератов не всегда целесообразен. Главным критерием спортивного отбора должен быть не исходный уровень достижений, а темпы прироста функциональных возможностей и развития физических качеств. Слишком ранняя спортивная специализация не является желательной, поэтому вначале необходимо использовать физическую культуру как укрепляющее и развивающее средство, и, главным образом, как элемент игры. В дошкольном возрасте возможно плавание, ходьба на лыжах, катание на коньках, на велосипеде, но не как виды спорта, а как элементы физической культуры.

В школьном возрасте возможно начало спортивной специализации: с 7 лет - фигурное катание, с 8 - теннис, с 9 - акробатика, художественная гимнастика, плавание, лыжные гонки (1-3 км), с 10 - баскетбол, с 11 - спортивная гимнастика, волейбол, легкая атлетика (бег), хоккей, фехтование, с 12 -



футбол, ручной мяч, с 13 - борьба, гребля, с 14 - велоспорт, стрельба, бокс, с 15- тяжёлая атлетика, с 16- все виды спорта и участие в юношеских соревнованиях, но очень нежелательны совместные соревнования со взрослыми. Особенно осторожно нужно относиться к нагрузкам, связанным с выносливостью, так как у юных спортсменов легко наступает истощение физиологических резервов, поэтому нагрузки должны возрастать постепенно при непрерывном врачебном контроле.

## **Глава 6 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

### **6.1 Физиологические основы здорового образа жизни**

Жизнь современного человека характеризуется целым рядом неблагоприятных факторов: Часть из них связаны с производством: гипокинезия, интенсификация трудовой деятельности, ускорение темпов жизни, психоэмоциональные перегрузки, нарушение согласованности биоритмов организма с ритмическими процессами природы (ночные смены на производстве). Большое значение имеет нездоровый образ жизни: нерациональное питание, наркомании малого круга (курение, употребление алкоголя), увлечение самолечением (приём лекарств без врачебных рекомендаций). Экологические условия также влияют неблагоприятно на человека: электромагнитные поля от линий электропередач и домашних электроприборов, высокий уровень шума в городах, загрязнение окружающей среды промышленными отходами, озоновые дыры.

В настоящее время гипокинезия является одним из важнейших «условий» существования человека. Длительное уменьшение количества и объема движений ведет к снижению биоэнергетических затрат и необходимого пластического обеспечения функций организма, изменению мышечной системы и связанных с мышцами костей, возникает детренированность сердца и сосудистой системы, изменяется общая реактивность, в том числе иммунная защита, практически изменяется функция всех органов и систем организма.

Гипокинезия в условиях производства увеличивает необходимость длительного сохранения определённых рабочих поз, связанных с напряжением мышц плеч, шеи, лба, глаз, а иногда и мышц всего туловища, приводит к нарушению крово- и лимфообращения и застойным явлениям (скопление венозной крови и лимфы) в наиболее низко расположенных при данном положении частях тела, что является одной из причин снижения умственной работоспособности, повышения эмоциональной возбудимости, расстройства регулирования функций организма и снижения выносливости к статическим усилиям.

В зависимости от позы изменяется степень напряжения мышц. По данным Н.А.Бернштейна (1980), напряжение мышц при стоянии по отношению к позе сидения составляет 158 %, при наклонном сидячем положении - 404 %, при наклонном согнутом стоячем положении - 975 %. Неудобная и напряжённая поза существенно меняет динамику работоспособности и произвольного внимания.

До настоящего времени нет общепринятого определения здоровья человека. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, здоровье - это полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов, но оно скорее подходит к идеальному здоровью, которое практически не встречается, поэтому нужно говорить об относительности понятия здоровья.

Часто невозможно провести чёткую границу между здоровьем и болезнью, и в настоящее время существует мнение, что их нужно рассматривать не как застывшие и строго противоположные состояния, а как два взаимосвязанных процесса или как две стороны единого процесса индивидуального развития. По мнению В.Г.Тристана (1994), уровень здоровья человека отражает определённое состояние организма как биологической системы в процессе индивидуального развития.

Для оценки здоровья рекомендуются различные критерии: антропометрические (ростовесовые соотношения, определение

«должной» массы тела), физиологические (проба Мартинэ, Гарвардский степ-тест, тест Купера и др.), биохимические (индекс атерогенности, основанный на определении в крови уровня холестерина и липопротеидов высокой и низкой плотности) и ряд других,

Для сохранения здоровья и повышения производительности труда в зрелом возрасте следует использовать производственную гимнастику (ПГ). Она проводится непосредственно на месте работы и особенно необходима при конвейерной форме труда и при работе, связанной с длительным поддержанием рабочей позы. ПГ включает:

1. Вводную гимнастику, обеспечивающую вработывание и повышение работоспособности человека.

2. Физкультурную паузу, опережающую фазу снижения работоспособности и являющуюся видом активного отдыха, когда главное внимание уделяется мышцам, не вовлечённым в трудовой процесс, и устраняются застойные явления, вызванные длительным сохранением позы.

3. Физкультурную минутку (во время работы), используемую для устранения локального утомления и кратковременного переключения внимания.

Утренняя гигиеническая гимнастика в отличие от ПГ способствует более быстрому повышению работоспособности после сна, стимулируя деятельность ЦНС, благодаря импульсам от вестибуло- и проприорецепторов. Желательно сочетать ее с водными процедурами (контрастный душ).

## **6.2 Физиологические механизмы влияния массовых форм физических упражнений на организм человека**

Занятия физическими упражнениями оказывают профилактическое действие только при соблюдении следующих условий.

1. Частота сердечных сокращений (ЧСС) должна быть не ниже пороговой, обеспечивающей тренировочный эффект, то есть более 60% от оптимальной ЧСС (220 уд/ мин минус возраст) в начале занятий, а далее 130 уд\ мин и выше.

2. Затраты энергии должны быть более 7,5 ккал в минуту и суммарный расход энергии не менее 2000 ккал в неделю.

Оздоровительная физическая культура оказывает двойное влияние. Во – первых, общее влияние на весь организм (увеличение энергетического потенциала организма, повышение функциональных способностей эндокринной системы, совершенствование транспорта кислорода и окислительных процессов, повышение устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов внешней среды и повышение неспецифического иммунитета). Во-вторых, специальные эффекты (экономизация работы сердца и повышение резервных возможностей системы кровообращения - урежение ЧСС в покое, удлинение диастолы, повышение производительности сердца за счёт увеличения систолического объёма и минутного объёма крови, а также улучшение мышечного кровотока).

**Ходьба** как естественная локомоция - наиболее доступный вид физической нагрузки, особенно для людей, перенёсших тяжёлые заболевания. Она активизирует работу ЦНС, стимулируя мышление и снижая её перенапряжение, способствует увеличению сократительной способности миокарда, конечно - диастолического объёма и венозного возврата, повышению минутного объёма крови, улучшению капиллярного кровотока, урежению ЧСС и снижению артериального давления.

Оздоровляющий эффект ходьбы проявляется при её скорости от 4 до 6,5 км/час и ЧСС 120-130 уд/мин, когда за 1 час расходуется до 200-300 ккал. Занятия ходьбой должны быть регулярными с постепенным увеличением нагрузки. В день рекомендуется проходить 6-7 км, дыхание при этом должно быть ритмичным: вдох на 2-4 шага, выдох на 3-6 шагов. С ростом тренированности занятия ходьбой могут сменяться беговой тренировкой.

**Оздоровительный бег** - наиболее простой и доступный в техническом отношении вид циклических упражнений, заниматься им можно круглый год. Он оказывает общее влияние, улучшая функциональное состояние ЦНС (снижается нервное напряжение, улучшается сон и самочувствие),

компенсируя недостающие энергозатраты и повышая иммунитет.

Специальный эффект беговой тренировки заключается в:

1) повышении функциональных возможностей системы кровообращения и аэробной производительности (увеличение сократимости и капилляризации миокарда, рост производительности сердца, увеличение в крови количества эритроцитов и гемоглобина, экономизация сердечной деятельности, результатом этих изменений является рост МПК);

2) уменьшении риска ишемической болезни сердца (улучшение показателей липидного обмена, уменьшение выраженности и обратное развитие атеросклероза, снижение вязкости крови);

3) нормализации повышенного артериального давления в результате расширения кровеносных сосудов в работающих мышцах по механизму рабочей гиперемии и снижения сосудистого сопротивления;

4) снижении массы тела, что происходит более физиологично, чем при голодании, когда потеря массы тела происходит не только за счёт жирового компонента, но и вследствие разрушения мышечного белка;

5) улучшении функции печени из-за увеличения потребления кислорода печёночной тканью, массажа печени диафрагмой при глубоком дыхании во время бега, улучшении оттока желчи вследствие вибрации внутренних органов из-за возникающей во время бега «тряски»;

6) повышении притока лимфы к суставным хрящам и межпозвоночным дискам, что является лучшей профилактикой артрозов и остеохондроза;

7) уплотнении костной ткани и утолщении надкостницы, которые препятствуют возрастному разряжению костей (остеопорозу) и возможности переломов костей у лиц пожилого возраста.

**Плавание** в отличие от бега трусцой требует специального обучения, так как оздоровительный эффект достигается при достаточно высокой скорости передвижения. При плавании в

работу вовлечены все мышечные группы, что вместе с горизонтальным положением тела и относительной невесомостью облегчает венозный возврат крови к сердцу и снижает нагрузку на систему кровообращения. Плавание развивает дыхательную мускулатуру из-за затруднённого вдоха (давление воды на грудную клетку) и выдоха (в воду).

Оздоровительный эффект плавания заключается в: 1) закаливании организма под действием разных температур; 2) гармоничном развитии большинства мышечных групп; 3) отсутствии «ударных» нагрузок на суставы и позвоночник, что полезно при нарушениях осанки и заболеваниях опорно-двигательного аппарата; 4) увеличенном расходе энергии, что способствует снижению избыточной массы тела.

*Ходьба на лыжах* по своему оздоровительному эффекту даже несколько превосходит бег, так как в работу вовлекаются мышцы нижних и верхних конечностей, плечевого пояса, спины и живота. Это способствует гармоничному развитию двигательного аппарата и благоприятному влиянию на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Аэробные возможности лыжников выше, чем бегунов, кислородный долг практически не возникает.

В результате тренировки двигательной и вестибулярной сенсорных систем повышается чувство равновесия. Оздоровительное влияние ходьбы на лыжах также связано с выполнением упражнений на свежем воздухе, с повышенной его ионизацией, что обеспечивает закаливающий эффект, благоприятно действует на ЦНС, снимая стресс, уменьшает бессонницу, улучшает умственную работоспособность. По уровню энергозатрат, что способствует снижению массы тела, ходьба на лыжах стоит на одном из первых мест.

*Ритмическая гимнастика* использует широкий комплекс различных средств. Упражнения бегового и прыжкового характера преимущественно влияют на сердечно-сосудистую систему, наклоны и приседания - на двигательный аппарат, упражнения на расслабление - на ЦНС, танцевальные движения способствуют выработке пластичности. При занятиях

ритмической гимнастикой, в целом, преобладает аэробный механизм энергообеспечения (ЧСС от 130 до 140 уд/мин, потребление кислорода 1,0-1,5 л/мин). Беговые и прыжковые упражнения при соответствующем темпе движений повышают ЧСС до 180-200 уд/мин, потребление кислорода - до 2,3 л/мин, кислородный долг - 3,0 л, имея явную анаэробную направленность. Повышение выносливости возможно в меньшей степени, чем при беге.

**Атлетическая гимнастика** вызывает значительную гипертрофию скелетных мышц, развитие силы и увеличение силовой выносливости, что приводит к увеличению регионального кровотока в работающих мышцах. Эти изменения не повышают аэробные возможности организма и даже снижают относительное МПК и жизненный индекс (ЖЕЛ на 1 кг массы тела). Увеличение мышечной массы сопровождается ростом жирового компонента, содержания холестерина в крови и стойким повышением артериального давления.

При натуживании задерживается дыхание, повышается внутригрудное давление, сдавливаются полые вены, уменьшается венозный возврат и кровенаполнение сердца во время диастолы, уменьшаются его размеры и систолический объём, снижается кровоток в миокарде и развивается **кратковременная ишемия миокарда** (недостаточное снабжение сердца кислородом). Во время натуживания снижается систолическое и повышается диастолическое давление из-за падения притока крови к сердцу и уменьшению объёма, а после окончания упражнения, наоборот, резко возрастает систолическое и падает диастолическое давление. Атлетические упражнения следует рекомендовать в качестве средства общефизического развития молодых здоровых мужчин при условии сочетания их с циклическими упражнениями, а также при изменении методики тренировки. Работа должна проводиться с отягощениями не более 50 % от максимальных, и подъём снаряда следует производить в фазе вдоха, что автоматически исключает задержку дыхания и натуживание.

### **6.3 Физиологическая характеристика физического воспитания в дошкольных и школьных коллективах**

*В дошкольном возрасте* физическое развитие происходит быстро, что сопровождается высокой степенью двигательной активности, способствующей психическому развитию ребёнка. У детей с первых лет жизни низкая сопротивляемость организма и высокая теплоотдача (большая величина поверхности кожи по отношению к массе тела по сравнению со взрослыми) создают предпосылки для различных видов закаливания. Высокая подвижность позвоночника, слабость мускулатуры и растяжимость связок может привести к нарушениям осанки, что требует соответствующей коррекции с помощью специальных физических упражнений,

Гипокинезия из-за каких-либо заболеваний может привести к значительной задержке развития висцеральных систем организма ребёнка. Вначале следует рекомендовать ходьбу, бег, лазание, метание предметов. К четвёртому году жизни ребёнка учат приземляться при спрыгивании с высоты, ловить предмет, сохранять равновесие, кататься на трёхколёсном велосипеде. На 5 - 6 году жизни учат кататься на двухколёсном велосипеде, ходить на лыжах, кататься на коньках, плавать.

*В школьном возрасте* необходимо последовательное развитие всех физических качеств в соответствующие возрастные периоды. Воздействие двигательной активности должно быть всестороннее, нагрузки должны соизмеряться с функциональными возможностями детского организма и соответствовать этапам возрастного развития.

Школьники легко усваивают и совершенствуют разные виды движения, особенно связанные с координационными способностями. Для младших школьников чаще следует использовать наглядные методы обучения, игровые формы проведения занятий и метод целостного выполнения упражнения. Старшие школьники могут мыслить отвлеченно (абстрактно), поэтому преобладают словесные методы обучения, метод расчленённого выполнения упражнений и



отработка техники движений. Для совершенствования накопленного двигательного опыта применяется соревновательный метод.

#### **6.4 Двигательная активность лиц зрелого и пожилого возраста**

Старение является нормальным физиологическим процессом, приводящим человека к естественной смерти. Продолжительность жизни человека составляет около 100 лет (возможно и долгожительство до 120-150 л). Она зависит от здоровья, наследственности, среды обитания, характера труда, образа жизни и других факторов. Старение обусловлено постепенным снижением функций внутриклеточных регуляторных систем и возможности поддержания гомеостаза.

Изменения происходят в различных органах и их системах. Снижается интенсивность окислительно-восстановительных процессов и обмена веществ. Ослабляются моторно-висцеральные рефлексы. Снижается мышечная работоспособность и появляется ограничение подвижности в суставах и позвоночнике. Возникает порочный круг: процесс старения ограничивает двигательную активность, а увеличивающаяся гипокинезия способствует преждевременному старению. Гипокинезия более вредна для пожилых людей, чем для молодых. Ухудшение лёгочной вентиляции приводит к снижению насыщения крови кислородом, накоплению недоокисленных продуктов метаболизма. Снижается работоспособность нервных центров, ухудшается координация нервных процессов и образование новых условных рефлексов.

Величина физической нагрузки для лиц пожилого и более старшего возраста должна устанавливаться с учётом следующих положений:

- 1) снижать интенсивность занятий до 50 % от возможного максимума для данного человека;
- 2) соблюдать осторожность и постепенность в повышении объёма тренировочной нагрузки;

3) оказывать преимущественное воздействие на сердечно-сосудистую дыхательную систему, так как именно они больше всего страдают при старении;

4) отдавать предпочтение упражнениям, развивающим выносливость, но в оздоровительном беге максимальная дистанция не должна превышать 20 км, так как с этого момента в энергообеспечение активно включаются жиры из-за истощения мышечного гликогена и в крови накапливаются токсичные продукты промежуточного распада белков и жиров;

5) исключить из программы занятий скоростно-силовые упражнения, а также упражнения, направленные на развитие скоростной выносливости;

6) нежелательны длительные однообразные нагрузки и обязательно использование активного отдыха.

Оптимальная интенсивность нагрузки для начинающих заниматься физической культурой соответствует частоте сердечных сокращений, определяемой по формуле 180 минус возраст, что соответствует 60% МПК. Работа на уровне 50% МПК или 65% максимальной возрастной ЧСС (120 уд/мин у начинающих и 130 уд/мин у подготовленных физкультурников) даёт минимальный оздоровительный эффект. У лиц пожилого возраста ЧСС не должна превышать 120 уд/мин.

Занятия физической культурой благотворно влияют на деятельность всех систем стареющего организма, предупреждая преждевременное старение. Уже через 1 -2 месяца после начала занятий отмечается улучшение состояния. Очень важна индивидуализация занятий с учётом произошедших изменений в организме при старении.

Период вработывания у пожилых лиц увеличивается, меньше усиливается деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, меньше предельная мышечная работоспособность, утомление при статических усилиях развивается более быстро, увеличивается продолжительность восстановительных процессов.

## Глава 7 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ СПОРТА

### Спортивная ходьба

Физиологический базис ходьбы - шагательный рефлекс. Цикл движений в спортивной ходьбе состоит из двойного шага, включает в себя по два периода одноопорного и двухопорного положения спортсмена. Движения рук скорохода строго сочетаются с движениями ног и носят перекрестный характер.

Соревнования проводятся на дистанции 25 и 50 км (у мужчин) и 5-10 км (у женщин).

Характерен высокий темп движений (от 100 до 160 и более шагов в минуту). Отсутствие безопорной фазы приводит к преобладанию процесса возбуждения в нервных центрах регуляции движений.

Спортивная ходьба относится к работе умеренной интенсивности, сравнительно небольшой скорости.

У скороходов выше тонус мышц, менее выражена релаксация (расслабление) мышц по сравнению с лыжниками-гонщиками или бегунами-стайерами. Расход энергии в спортивной ходьбе значительный: 300-400 ккал на дистанции 5 км и более 3000 ккал на дистанции 50 км. Максимальное потребление кислорода (МПК) у мужчин - 71 мл/кг/мин. Частота дыхания и вентиляция легких зависит от темпа и функциональной готовности спортсмена и составляет 60-90 л/мин; поглощение кислорода - 3-5 л/мин и более. Функция сердечно-сосудистой системы: частота сердечных сокращений во время ходьбы - от 130 до 160 и более уд/мин. Лактат (молочная кислота) в крови повышается до 12 моль/л. Показатели красной крови меняются незначительно. Иногда отмечается (выявляется) анемия, особенно при выполнении больших по объему нагрузок.

**Бег** - основное и наиболее эффективное физическое упражнение для тренировки кардиореспираторной системы. Бег в большей степени способствует развитию физических качеств выносливости и скорости. Соревнования в беге проводятся на

дистанции от 60 м до марафонского бега (42 км и 195 метров). Дистанции подразделяются на короткие, средние и длинные. В зависимости от длины дистанции это может быть работа максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной интенсивности.

Тренировки в беге формируют и закрепляют относительно однообразные динамические стереотипы нервной деятельности. В зависимости от того, гладкая это дистанция или барьерный бег, в зависимости от характера соревнований предъявляются требования к зрительному анализатору и проприоцептивной рецепции.

В беге на короткие дистанции спортсмен выполняет работу в анаэробном режиме, при беге на длинные дистанции - в аэробном или смешанном режиме, а в беге на средние дистанции - смешанном или анаэробном режиме.

Тренировки увеличивают возбудимость и лабильность мышц. Так, хронаксия (косвенный показатель лабильности мышц) наиболее коротка у бегунов-спринтеров.

Расход энергии при беге на короткие дистанции составляет 3700-4200 ккал у мужчин и 3200-3600 ккал у женщин. У бегунов на длинные дистанции - 5000-5500 и 4200-4700 соответственно у мужчин и женщин.

МПК у бегунов на длинные дистанции у мужчин 80 мл/мин/кг, у женщин - 56 мл/мин/кг. У женщин расход энергии меньше на 15-20%, чем у мужчин.

У бегунов-стайеров в покое отмечается урежение частоты сердечных сокращений (брадикардия). Частота сердечных сокращений (ЧСС) при беге, в зависимости от дистанции, составляет от 150— 200 и более уд/мин. Артериальное давление (АД) в пределах нормы, для стайеров характерна гипотония (105-120 мм рт. ст. систолическое давление и 55-65 мм рт. ст. диастолическое давление).

У бегунов-стайеров показатели красной крови незначительно меняются, иногда имеет место анемия. Концентрация лактата в крови в зависимости от пробегаемой дистанции (отрезков дистанции во время тренировок) может быть (составлять) 6-8

ммоль/л и более 10-16. Иногда в моче у бегунов-стайеров определяется белок.

### **Лыжный спорт**

Лыжный спорт является важным средством поддержания и улучшения здоровья, функционального состояния и тренированности. Лыжным спортом можно заниматься с самого раннего детства и вплоть до глубокой старости. Наиболее широкое распространение получили лыжные гонки. Они представляют собой локомации типа ходьбы с резко удлиненной одиночной опорой, с использованием работы рук.

Кроме того, лыжные гонки проходят на различных рельефных местностях, при различном скольжении. В лыжном спорте у женщин дистанции 5, 10, 15 и 30 км, у мужчин - 15, 30, 50 км.

Темп (скорость) гонки у квалифицированного лыжника существенно не зависит от длины пробегаемой дистанции. Однако скорость пробегания дистанции зависит от профиля дистанции, температуры воздуха и снега, смазки и тренированности (функционального состояния) лыжника-гонщика. Работа лыжника-гонщика - большой интенсивности, но в связи с профилем дистанции эту работу следует отнести к переменной интенсивности.

Лыжный спорт развивает общую и скоростную выносливость, но при подготовке к соревнованиям используется силовая тренировка (бег в гору с лыжными палками и отягощающими поясами и т. п.).

Высококвалифицированные лыжники-гонщики при прохождении дистанции потребляют кислорода на 15-20% меньше, чем менее квалифицированные. У лыжника-гонщика во время тренировки (соревнований) задействована большая группа мышц, отсюда и большие энергетические затраты. Тип работы у лыжника-гонщика аэробно-анаэробный, в зависимости от профиля трассы и климатических условий (температуры воздуха, снега, смазки), а если тренировки (или, особенно, соревнования) проводятся в среднегорье, то режим работы анаэробный.

При спусках и подъемах в гору с большой скоростью, несмотря на увеличение потребления кислорода ( $O_2$ ), часть энергии освобождается за счет анаэробных реакций, о чем свидетельствует значительное повышение концентрации молочной кислоты в крови.

Суммарный расход энергии составляет от 4200 до 6000 ккал. На лыжном марафоне (50 км и более) расход энергии значительно превышает эту величину. МПК у мужчин 83 мл/кг/мин, у женщин - 63 мл/кг/мин. Дыхание при попеременном двухшажном ходе ритмичное - 1:1, 1:2, а при одновременных ходах выдох производится во время толчка палками и наклоне туловища. Правильное сочетание дыхания и движений всегда повышает эффективность работы. У лыжников-гонщиков хорошо развита дыхательная мускулатура. Поэтому у них большая амплитуда дыхательных движений и высокие показатели ЖЕЛ (у мужчин от 5,5 до 7,5 л, у женщин - 3,5-4,5 л). Легочная вентиляция у лыжников во время бега повышается до 1200 л в минуту. Потребление кислорода у квалифицированных лыжников достигает 4-5 л / мин, что составляет 85-90% их МПК. При передвижении по равнине эта величина не превышает 80% МПК, на подъемах она возрастает до 100%, на спусках снижается до 50-55%.

Нагрузка на организм определяется протяженностью и профилем трассы, метеорологическими условиями и скольжением, принятым темпом с учетом технической подготовки.

Для лыжников характерна большая легочная вентиляция во время гонки, превышающая 120 л/мин. МПК у спортсменов высокого класса составляет у мужчин 80 мл/кг, у женщин — 65 мл/кг. Потребление кислорода на трассе зависит от ряда факторов, в том числе и от ее профиля. Потребление кислорода на соревновательной дистанции весьма значительно и составляет 80—90% от МПК (на равнине — 80%, на подъемах — до 100%, на спусках — около 50 %).

Кислородный запрос у лыжников наибольший в сопоставлении с представителями других видов спорта. При

максимальных соревновательных напряжениях ЧСС достигает 200—220 уд. в 1 мин., частота дыхания — 40—90 в 1 мин., легочная вентиляция (у спортсменов высокого класса) — до 150—200 л/мин при потреблении кислорода на уровне МПК или его падении на 20—30%. Возрастают содержание молочной кислоты до 200—280% и кислородный долг до 18 л.

При оптимальной (критической) интенсивности, характерной для прохождения всей гонки, ЧСС находится в пределах 170—210 уд. в 1 мин., систолический объем крови более 180—200 мл, повышается гемоглобин, увеличивается содержание молочной кислоты до 100—150 мг%, кислородный долг при пульсе 180 уд. в 1 мин. достигает 60—90% от запроса.

Показатели тренированности: резко выраженная брадикардия и гипотония, выраженный фазовый синдром гиподинамии миокарда, удлинение электрической систолы сердца, значительное увеличение объема сердца (в среднем 1010 см<sup>3</sup> у мужчин и 730 м<sup>3</sup> у женщин) и МПК.

### **Биатлон**

Биатлон — вид лыжного двоеборья, сочетающий в себе два различных по характеру деятельности упражнения — лыжную гонку и стрельбу.

Стрельба в двоеборье происходит на фоне значительного утомления при высокой частоте сердечных сокращений и дыхания, повышенной возбудимости нервной системы в изменчивых метеорологических условиях.

Время подготовки к выстрелу зависит от ЧСС при приходе спортсмена на огневой рубеж. Оно наиболее выражено на первом огневом рубеже (эмоциональные факторы, вработываемость, завышенный темп бега). Снижение ЧСС до 114—120 в 1 мин. повышает эффективность стрельбы.

У биатлонистов — мастеров спорта отмечается высокая острота зрения.

### **Конькобежный спорт**

Конькобежный спорт. Занятия конькобежным спортом способствуют не только развитию скорости, выносливости, координации движений, но и закаливанию организма, повышению сопротивляемости простудным заболеваниям.

В зависимости от длины дистанция может быть субмаксимальной (500, 1000, 1500 м) и большой интенсивности (5000 и 10 000 м).

Движения конькобежца имеют циклический характер, сложный по координации, особенно при (на) повороте. Малая опорная поверхность конька, высокая скорость, наличие скольжения и наклонное положение туловища затрудняют сохранение равновесия и усложняют двигательную деятельность конькобежца.

Расход энергии при беге на коньках зависит от длины дистанции, скорости передвижения (бега) и метеологических условий и составляет 4400-4800 ккал у мужчин и 3700-4100 ккал у женщин. Следует заметить, что все крупные соревнования последних лет. проводятся в крытых дворцах спорта. МПК у мужчин 78 мл/кг/мин и у женщин 54 мл/кг/мин.

Легочная вентиляция при беге на коньках достигает 100—160 л/мин, потребление кислорода - 4-4,5 л/мин. Имеет место кислородный долг, особенно при беге на 500-1500 м. У конькобежцев в покое пульс составляет 40-50 уд/мин у мужчин, у женщин он несколько ниже. ЧСС во время бега резко возрастает и может достигать 190—200 и более уд/мин. Концентрация лактата в крови возрастает до 16 и более мол/л.

Динамическая работа сочетается у конькобежцев со статическим напряжением мышц спины и разгибателей опорной ноги (до начала отталкивания). Сохранение равновесия тела в искусственной позе требует совершенной деятельности вестибулярного анализатора. Для спринтеров характерна высокая возбудимость и подвижность нервных процессов.

Для многоборцев и стайеров показатели аэробной производительности имеют существенное значение при оценке функционального состояния и тренированности. Показатели статической выносливости мышц нижних конечностей наибольшие у многоборцев.

### **Велосипедный спорт**

В зависимости от длины дистанции езда на велосипеде относится к работе максимальной, субмаксимальной, большой и



умеренной интенсивности. Работа максимальной мощности выполняется на дистанции 200 и 500 м велосипедистом на треке; субмаксимальной - на дистанции 1000 м; большой - на дистанции 5000, 10 000 и 20 000 м и умеренной - на дистанции 100 км и более на шоссе.

Несмотря на некоторые затруднения дыхания во время гонок, легочная вентиляция у велогонщиков достигает 60-120 и более л/мин, а поглощение кислорода - 5 и более л/мин. МПК у мужчин составляет 75 л/кг/мин.

Расход энергии у мужчин 5400-6000 ккал, у женщин - 4100-4600. ЧСС у велосипедистов-шоссейников в состоянии покоя в среднем составляет 45-50 уд/мин, а во время гонки ЧСС зависит от темпа гонки, рельефа, климатических условий, функциональной готовности и может достигать 140-190 и более уд/мин. При спурте, на финише ЧСС может достигать 200 и более уд/мин. АД у велогонщиков низкое (гипотония).

Показатели красной крови в пределах нормы, иногда у спортсменов, участвующих в многодневных велогонках, отмечается анемия и в моче определяется белок.

Для велосипедистов характерны стандартные циклические движения нижних конечностей в сочетании со статическим напряжением мышц туловища и верхних конечностей.

Показатели физического развития спринтеров отличаются от показателей гонщиков на средние дистанции и стайеров. Спринтеры имеют относительно большую окружность грудной клетки, меньшую длину голени и более мощную мускулатуру.

С улучшением тренированности у велосипедистов - шоссейников увеличиваются брадикардия и гипотония, физическая работоспособность, объем сердца, систолический объем крови; выражен фазовый синдром гиподинамии, замедляется скорость кровотока. Реакция на стандартную нагрузку отличается меньшей величиной абсолютных сдвигов, лучшим восстановлением, уменьшением атипических реакций.

При совершенствовании выносливости рекомендуется проводить тренировку при ЧСС около 150—165 уд. в 1 мин. в виде непрерывной работы. При ЧСС 180 уд. в 1 мин.

целесообразно развивать специальную выносливость (многократное прохождение отрезков, по длительности соответствующих предельному времени выполнения упражнений при данной ЧСС). Во время гонки легочная вентиляция превышает 120 л/мин., а потребление кислорода — 5 л/мин. После спринтерских гонок наблюдается повышение содержания молочной кислоты в крови свыше 200 мг%.

После гонок на дистанцию свыше 50 км наблюдается значительное увеличение содержания молочной кислоты в крови и моче и появление в большом количестве жира в моче (до 17 мг%).

После тренировочных и соревновательных нагрузок высокой интенсивности резко учащается сердечный ритм, отмечаются изменения на ЭКГ, повышается возбудимость зрительного анализатора, с потом теряется много хлоридов, а с мочой — фосфатов, появляется белок в моче и т. п. Во время многодневных гонок определяются значительные потери азота.

### **Гребля**

Этот вид спорта со стереотипными циклическими движениями характеризуется работой большой и субмаксимальной мощности.

Греблей можно заниматься в любом возрасте, она относится к числу общеразвивающих упражнений и одновременно может служить отличным средством активного отдыха.

Движения гребцов сложны по координации, которая связана с подвижностью сиденья и малой устойчивостью академических судов (лодок). Это обязывает спортсмена постоянно поддерживать равновесие, особенно это важно в 2-, 4-, 6-местных судах.

Академическая гребля предъявляет большие требования к анализаторам, особенно проприоцептивному, осязательному, вестибулярному рецептору, периферическому зрению и слуху.

Гребля способствует развитию скелетных мышц, особенно мышц спины, верхнего плечевого пояса, мышц живота и нижних конечностей, т. е. крупных мышечных массивов. Суммарный расход энергии в академической гребле велик. У

мужчин - 5200-5600 ккал, у женщин - 4200-4800. МПК - 62 мл/кг/мин у мужчин.

Частота дыхания гребца совпадает с ритмом движений и равна в среднем 30-40 экс. в мин. В процессе гонки дыхание меняется, к примеру на финише оно увеличивается (учащается). Рациональное дыхание очень важно для гребца.

Легочная вентиляция у квалифицированных гребцов достигает до 150 л/мин, это становится возможным за счет увеличения глубины дыхания. Дыхательная мускулатура хорошо развита у гребцов. ЖЕЛ может достигать 6 и более литров у мужчин и 4 и более литров у женщин.

Работа гребца проходит, как правило, в анаэробном режиме. У гребцов при проводке весел в воде имеет место кратковременное натуживание, которое затрудняет венозный приток в правое предсердие и этим несколько осложняет работу сердца. Натуживание также ведет к повышению венозного давления. После интенсивных тренировок (соревнований) и охлаждения (переохлаждения), особенно весной и осенью, у гребцов в моче нередко появляется белок.

Физическое развитие гребцов разных специализаций неодинаково. Для академистов характерны высокий рост, большой вес, длинные конечности. Типичными для гребцов являются высокие показатели силы, ЖЕЛ, МВЛ и физической работоспособности.

Асимметричные движения спортсменов в каноэ и в ряде классов судов в академической гребле приводит к стойкому искривлению позвоночника.

На дистанции частота дыхания зависит от темпа гребли. Легочная вентиляция 60—120 л и более; Наиболее достоверными показателями тренированности являются: ЧСС во время нагрузки, показатели физической работоспособности, объем сердца, наличие выраженного синдрома гиподинамии, высокие величины МПК, МВЛ.

### **Плавание**

Это вид спорта со стереотипными циклическими движениями в горизонтальном положении тела.

Спортивное плавание включает четыре вида: вольный стиль (кроль), плавание на спине, брасс, баттерфляй. Дистанция на соревнованиях от 50 до 1500 м. Плавание на дистанции 50,100,200 м относится к субмаксимальной интенсивности; на 400, 800, 1500 м - к большой интенсивности; при заплывах в море (15, 25 км) - к умеренной интенсивности.

Плавание осуществляется в водной среде, где температура - 25,5-28,5°C, это существенно влияет на работоспособность.

Кроме того, плавание характеризуется горизонтальным положением тела пловца, что существенно влияет на работу сердца и легких - не тратится энергия на поддержание положения тела в вертикальном положении. Все это позволяет пловцу длительно выполнять большой объем работы, которую на суше он выполнять не может. Температуры тела пловца и воды различны, и вода является раздражителем рецепторов. Кроме того, пловец преодолевает сопротивление воды, которое возрастает по мере повышения скорости плавания. Плаучесть зависит от телосложения техники выполнения движений, веса спортсмена и соотношения мышечной и жировой ткани.

Частота дыхания во время плавания (в зависимости от способа) может достигать 30-45 экс. в мин. Легочная вентиляция при этом может достигать 90-100 и более литров в минуту, поглощение кислорода - 5,0-5,5 л. МПК у мужчин 67 мл/кг/мин, у женщин - 57 мл/кг/мин Расход энергии у мужчин 4200-4800 ккал, у женщин - 3600-4100 ккал.

Наибольшая мощность работы отмечается при плавании кролем на груди. Спортивный результат в плавании зависит и от удельного веса тела, плотности и теплопроводности водной среды, сопротивления воды.

Пловцов-спринтеров отличают средний (мезоморфный) конституциональный тип с крупными тотальными размерами тела (плавающие кролем), цилиндрическая форма грудной клетки, короткопалая кисть с длинной или широкой массивной ладонью. Пловцы-стайеры имеют большее содержание жира по сравнению со спринтерами. Для пловцов — чемпионов последних лет характерны высокие показатели роста (особенно

для спринтеров) и увеличение роста - весового индекса (в первую-очередь для стайеров).

Спортсмены, специализирующиеся в плавании кролем на груди и спине, имеют сильные мышцы-разгибатели и приводящие мышцы плеча, сгибатели и разгибатели предплечья. Основная нагрузка приходится на двух- и трехглавые мышцы плеча, широчайшие мышцы спины, большие грудные, задние головки дельтовидной и большие круглые мышцы.

При плавании способом баттерфляй (дельфин) наиболее сильные группы мышц — разгибатели туловища, плеча и предплечья, приводящие мышцы плеча и сгибатели предплечья. Основная нагрузка приходится на прямую мышцу живота, трапециевидную, двух- и трехглавую мышцы плеча, большую грудную, широчайшую мышцу спины, задний пучок дельтовидной и большой круглой мышцы.

Брассисты имеют сильные разгибатели бедра и голени, сгибатели и приводящие мышцы плеча. Основная нагрузка приходится на двух- и четырехглавые мышцы бедра, икроножную, большую ягодичную, мышцы широкой фасции бедра, передний пучок дельтовидной мышцы и широчайшую мышцу спины.

МПК у пловцов примерно на 15% ниже, чем у бегунов, велосипедистов - шоссейников и лыжников-гонщиков. Содержание молочной кислоты в моче соответственно больше. Потребление кислорода у мастеров спорта мужчин — 5—6 л/мин. Оно примерно соответствует их МПК. У высококвалифицированных пловцов-спринтеров в среднем МПК около 65 мл/мин/кг, максимальный кислородный долг— около 150 мл/кг. Аэробные возможности больше у пловцов вольного стиля, анаэробные — у брассистов.

После выполнения предельной тренировочной нагрузки у спортсменов (при неадекватной реакции) наблюдается вялость, иногда сопровождающаяся одышкой и сердцебиением, нарушаются аппетит и сон, учащается сердечный ритм, могут появиться головные, мышечные боли и боли в правом подреберье.

(31—18—21); ступенчатый тип реакции систолического давления и реакция с феноменом бесконечного тона.

Специфика пребывания спортсменов в водной среде предопределяет число простудных заболеваний и заболевания уха, горла, носа.

### **Прыжки в воду**

Вид спорта со сложной координацией движений в безопорном положении. При прыжках в воду действуют разнообразные факторы: водная среда, повышенная влажность воздуха, химические и температурные раздражители, угловые и линейные ускорения, состояние, приближающееся к невесомости. Спортсмены отличаются невысоким ростом (увеличена окружность грудной клетки без прироста Ж ЕЛ).

В процессе тренировки вестибулярная устойчивость проходит три стадии: 1) переходная фаза—относительное увеличение устойчивости вестибулярного анализатора, не отличающееся стабильностью; 2) фаза относительной устойчивости — вестибулярные реакции выражены слабее; 3) фаза полной устойчивости характерна для высококвалифицированных спортсменов при рациональной методике тренировки.

Вестибулярная устойчивость повышается в процессе тренировки благодаря прыжковым упражнениям и дополнительным специальным упражнениям.

Для оценки вестибулярной устойчивости используются различные специальные пробы (Ромберга, Яроцкого), а также педагогическая оценка повторных прыжков.

Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы, мало отражают динамику специальной тренированности прыгуна. Энерготраты во время прыжка невелики. Существенное значение имеет весовой режим спортсменов.

Типичные травмы: при неблагоприятных условиях внешней среды возможны заболевания органов слуха. При прыжках могут быть ушибы грудной клетки и живота, разрывы барабанной перепонки, закрытые черепно-мозговые травмы и повреждения позвоночника (чаще — шейного отдела).

## Игровые виды спорта

Спортивные игры - (футбол, баскетбол, волейбол, хоккей, гандбол, теннис и др.) характеризуются разнообразием движений. Они включают бег, прыжки, броски мяча с места и в прыжке, удары, различные силовые элементы и т. п. Все эти движения выполняются в условиях взаимодействия (в борьбе) игроков. Изменение структуры движений и их интенсивности происходит во время игры непрерывно.

Некоторые виды игр (хоккей с шайбой, баскетбол, регби, гандбол и др.) носят скоростно-силовую направленность, которая отражается в тренировочном процессе. Спортивные игры способствуют развитию быстроты, силы, ловкости и других качеств. В зависимости от вида игр физиологические сдвиги в организме различны.

**Баскетбол** — вид спорта с нестандартными движениями и работой переменной мощности.

Для мастерства спортсменов характерны: автоматизация двигательных навыков (спортивная техника), высокая подвижность нервных процессов и совершенная деятельность анализаторов (в связи с изменчивостью игровых ситуаций).

ЧСС нестабильна во время тренировки и соревновательной игры. В среднем ЧСС на тренировке— 130—160, во время игры—150—180, при прыжке. Расход энергии за игру около 900 ккал.

Относительные величины физической работоспособности снижены (у баскетболистов, рост которых превышает 200 см. У юных высокорослых баскетболистов (180 см и больше) сдвиги со стороны сердечно-сосудистой системы наблюдаются чаще, чем у их сверстников меньшего роста. Относительно более низкий диапазон функциональных возможностей характерен и для уровня развития скоростно-силовых качеств.

При совершенствовании мастерства баскетболистам (особенно юношам) показана тренировка при меньшей частоте сердечных сокращений (в среднем около 150 уд. в 1 мин.) и увеличении интервалов отдыха между отрезками в занятиях.

**Волейбол** — спортивная игра, отличающаяся динамической скоростно-силовой работой переменной мощности.

Для волейболистов характерен высокий рост (в среднем 185 см — мужчины и 177 см — женщины) при большой длине нижних конечностей (отношение длины тела сидя к длине тела стоя — около 51 %).

Выраженные изменения обмена веществ характерны уже в предстартовом состоянии (уровень сахара в крови может достигать 200 мг%, а содержание молочной кислоты возрастает на 7—10 мг%). В среднем расход энергии за 1 мин. игры составляет около 10 ккал, потеря веса — около 1,5 кг.

Максимальное потребление кислорода у волейболистов— мастеров спорта 4,41 л/мин (56,3 мл/мин/кг). Максимальная легочная вентиляция 147,5 л/мин. ( ЧСС в календарной игре— 181,4 уд. в 1 мин.). Средний пульс соответственно—137,9 и 153,2. Подвижность нервных процессов имеет существенное значение для волейболистов, особенно для связующих игроков.

Типичные травмы: растяжения связок, ушибы пальцев кисти, лучезапястного, голеностопного, плечевого, локтевого и коленного суставов, ушибы туловища.

**Теннис.** Вид спорта с ситуационными ациклическими движениями. Подготовка к многодневным турнирам, продолжительным играм, а также частое и быстрое перемещение по довольно большой площади корта требуют достаточно высокого уровня выносливости и психологической устойчивости. Расход энергии за 1 мин. игры — 15 ккал. При тренировке у стены ЧСС 160—180 уд. в 1 мин., при игре с тренером — 190—195 уд. в 1 мин., при игре с равным партнером— 132—155 уд. в 1 мин. Потеря в весе в среднем 2—3 кг за игру.

Типичная хроническая травма теннисистов — повреждения локтевого сустава.

**Футбол.** Вид спорта с ситуационными нестандартными движениями. Особое значение имеют пространственная точность движений, быстрота двигательной реакции.

После обычной тренировки со средней нагрузкой увеличивается поле зрения (в большей степени на зеленый цвет). При утомлении снижается электрическая чувствительность глаза. Расход энергии за игру — 1500 ккал. Во время игры ЧСС составляет в среднем 160— 180 уд. в 1 мин.



После тренировки ЧСС в среднем равна 160 уд. в 1 мин., а систолическое давление—150 мм рт. ст. (зависит и от эмоционального фактора). У квалифицированных футболистов задержка дыхания на выдохе— 30—60 сек., МПК в среднем — 4,4 л/мин (62,5 мл/мин/кг). Объем сердца — от 820 до 1140 см<sup>3</sup>.

Типичные травмы: нижние конечности; растяжения связок коленного и голеностопного суставов; повреждение менисков коленного сустава; разрывы и надрывы мышц задней поверхности бедра и приводящих мышц.

**Хоккей с шайбой.** Вид спортивной игры с высокой скоростью игровой деятельности. Темповая динамическая работа скоростно-силовой направленности чередуется со значительными статическими напряжениями.

ЧСС сразу после окончания смены на льду в условиях соревновательной игры — 28—29 уд. за 10 сек. При эмоциональных играх и силовом единоборстве после смены ЧСС достигает 35 уд. за 10 сек., а частота дыхания — до 60—70 в 1 мин. ЧСС после смены (к концу 1-й мин. отдыха) снижается в среднем до 10—12 уд. за 10 сек.

МПК достигает у спортсменов высокого класса в среднем 61,3 мл/мин/кг, объем сердца — 925 см<sup>3</sup>. Наибольший прирост МПК отмечается в подготовительном периоде. В соревновательном периоде у квалифицированных хоккеистов уровень аэробных возможностей изменяется незначительно.

Один из наиболее травматических видов спорта. Типичные травмы: сотрясение мозга, ушибы, растяжения связок лучезапястного, плечевого, коленного, голеностопного, локтевого суставов, переломы ключицы, костей носа, нижней челюсти и т. д.

### **Единоборства**

**Борьба (вольная, греко-римская, самбо, дзюдо и др.)** относится к единоборствам. Средствами борьбы являются приемы, с помощью которых соперника захватывают, выводя из равновесия, и бросают на землю (ковер).

В борьбе сочетается скоростно-силовая работа со статическими напряжениями, она развивает силу, быстроту, ловкость. Для успешной двигательной деятельности борца необходимо развитие проприоцептивной чувствительности.

У борцов хорошо развита мышечная система, она адаптирована к работе преимущественно в анаэробном режиме. Расход энергии при борьбе очень высокий. При схватках он достигает в среднем 10—12 ккал и более за 1 мин. ЧД во время схватки увеличивается до 35-40 и более экс. в мин. Отмечены моменты задержки дыхания и натуживания - во время захвата, подготовки к выполнению броска и при броске. Расход энергии от 3700 до 6000 ккал и более, в зависимости от весовой категории. Кислородная потребность зависит от интенсивности работы. Кислородный долг к концу схватки может достигать значительных величин. МПК составляет 57 мл/кг/мин.

В состоянии покоя ЧСС в среднем составляет 45-60 уд/мин. Во время схватки и особенно после схватки ЧСС достигает 180-200 и более уд/мин. АД может повышаться до 150-160 мм рт. ст. (систолическое) и 80-100 мм рт. ст. (диастолическое).

Лактат в крови после схватки повышен и составляет 8-10 и более моль/л. Для борцов характерна усиленная функция потовых желез - необходимо это учитывать при подготовке борца к схватке: его нельзя массировать с маслом и втирать масла.

**Бокс.** Это вид спортивного единоборства с нестандартными движениями переменной интенсивности. Определяющую роль играют быстрота реакции и быстрота движения, приспособление к болевым ощущениям. Во время боя мощность работы может соответствовать субмаксимальной. У спортсменов наиболее высоки (по сравнению с представителями других видов спорта) показатели возбудимости и лабильности нервной системы; скорость двигательной реакции.

При систематической тренировке урежаются пульс, дыхание, снижается артериальное давление, уменьшается в покое легочная вентиляция и содержание молочной кислоты в крови.

Нокаут и нокаун могут получить спортсмены, опаздывающие с применением защитных действий. Это следствие ряда причин: дефектов обучения, недостаточной тренированности, сгонки большого веса, форсированной подготовки, повторных нокаутов, утомления, спаррингов со спортсменами более высокой квалификации, заболевания и т. п.

Бокс представляет собой широко распространенный вид единоборств. Для занятий боксом необходимы большая выдержка, сила, мужество, ловкость, быстрота, твердость и решительность, а также другие специфические качества.

Расход энергии зависит от интенсивности работы, он выше у спортсменов малых весовых категорий и достигает 15-25 ккал в мин. В общей сложности после тренировки расход энергии может составлять от 3700 до 6000 ккал в зависимости от весовой категории, температуры внешней среды и тренированности спортсмена. МПК составляет 55 мл/мин/кг. ЧСС имеет тенденцию к замедлению и в покое составляет 45-55 уд/мин. Во время боя ЧСС достигает 180-200 и более уд/мин. После боя лактат в крови резко повышается и составляет 8-12 и более моль/л.

**Тяжелая атлетика.** Состязания по поднятию тяжести (штанги) - относится к таким видам спорта, в которых решающую роль играют в одинаковой мере физическая сила и техника. Работа носит динамический характер, а при удержании и фиксации штанги - статический характер. Важным при подъеме штанги является сохранение равновесия тела.

Тяжелая атлетика развивает силу, быстроту. Движения штанги сложны по координации.

Расход энергии в состоянии основного обмена у штангистов (вне зависимости от весовой категории) составляет 86-96% стандартных величин, что свидетельствует об экономизации окислительных процессов (А.Н. Воробьев). Суммарный расход энергии на тренировках составляет от 3700 до 6000 ккал в зависимости от весовой категории. МПК составляет 56 мл/мин/кг. Дыхание при подъеме штанги проходит при задержке дыхания и натуживании. В это время повышается внутрибрюшное и венозное давление.

Легочная вентиляция и поглощение кислорода при подъеме штанги невелики. Работа мышц при подъеме штанги происходит преимущественно в анаэробных условиях, в связи с чем кислородный долг может достигать 80-90% кислородного запаса.

ЧСС зависит от веса штанги, повторяемости подходов и тренированности спортсмена и может достигать 160-185 уд/мин, учащение ЧСС отмечается обычно после опускания штанги. В покое у штангистов пульс составляет 60-70 уд/мин. АД у штангистов имеет тенденцию к повышению, это связано с задержкой дыхания, и натуживанием во время тренировок. После тренировки имеется тенденция к понижению как систолического, так и диастолического давления.

Натуживание при подъеме штанги создает определенные трудности в деятельности сердца, что нередко способствует развитию гипертрофии сердечной мышцы.

### **Сложнотехнические виды спорта**

**Спортивная гимнастика** — система специальных физических упражнений, направленных на укрепление здоровья, совершенствование двигательных способностей человека, гармоническое физическое развитие. Понятие «гимнастика» включает в себя спортивную и художественную гимнастику, спортивную акробатику.

В спортивной гимнастике мужчины выступают на шести снарядах, а женщины - на четырех.

Тренировки гимнаста направлены на совершенствование двигательного аппарата. Расход энергии в связи с кратковременностью выполнения гимнастических упражнений незначительный. И только при многократном повторении упражнений, при тренировках 2-3 раза в день расход энергии может составлять 3000-3600 ккал у женщин и 3600-4200 - у мужчин. МПК у мужчин 60 мл/мин/кг.

В связи с разнообразием движений, положением тела в пространстве и наличием статических поз создаются определенные трудности для работы дыхательного аппарата. ЧД, глубина, ритм зависят от особенностей техники выполняемого упражнения. Некоторые упражнения выполняются при задержке дыхания и натуживании. Величина газового обмена при выполнении гимнастических упражнений зависит от характера движений и от групп мышц, вовлекаемых в работу.

Реакция сердечно-сосудистой системы на выполнение упражнений различна. Так, при выполнении вольных

упражнений, где много акробатики, прыжков, бега, пульс ускоряется до 160-180 и более уд/мин, а АД повышается до 130-150 мм рт. ст. (систолическое).

Функция внешнего дыхания не достигает больших показателей, это связано с большим количеством статических положений, а динамические упражнения, как правило, кратковременны. ЧД, например, при выполнении вольных упражнений определяется не столько потребностью организма в кислороде, сколько биохимическими изменениями органов дыхания, вызванными выполнением того или иного упражнения. Кислородная задолженность после выполнения вольных упражнений достигает 85%, а при выполнении упражнений на снарядах повышается до 98%.

**Фигурное катание.** Вид спорта со сложными стереотипными движениями, оцениваемыми по качеству исполнения. Отличается сложными координированными движениями отдельных частей тела, поддержанием равновесия и ориентировкой в пространстве и во времени. Современное скоростное катание и многообразие сложных элементов предъявляет значительные требования прежде всего к центральной нервной системе и анализаторам.

В фигурном катании темп, ритм, сложность выполняемых элементов сочетаются с музыкальным сопровождением. Фигурное катание включает одиночное катание (мужчины и женщины), парное катание и спортивные танцы на льду. Расход энергии зависит от вида выполняемых упражнений, их сложности, темпа и других факторов. Например, в одиночном катании (произвольная программа) и парном катании (у мужчин) расход энергии выше, чем в танцах на льду.

Расход энергии может составлять от 3000 до 4100 ккал. МПК составляет 58 мл/мин/кг. Потребление кислорода - 4,0-4,5 л/мин. Имеет место кислородный долг, особенно при выполнении произвольной программы, как в одиночном, так и в парном катании. ЧСС в покое составляет 45-50 уд/мин, во время выступления может достигать 160-180 и более уд/мин. Концентрация лактата в крови возрастает до 14-18 и более моль/л.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Городничев Р.М. Физиологические основы координационных способностей спортсменов: Учебное пособие - Великие Луки: ВФ МОГИФК, 1991. - 28 с.
2. Городниченко Э.А. Физиология статических напряжений: Учебное пособие. - Смоленск: СГИФК, 1987. - 71 с.
3. Кучкин С.Н. Практикум по физиологии/Методические рекомендации. - Волгоград: ВГИФК, 1992.-47с.
4. Лях В.Л. Координационные способности школьников. - Минск: Полымя, 1989.-158с.
5. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. - М.: Медицина. 1988-256с.
6. Мильнер Е.Г. Медико-биологические основы массовой физической культуры.-Смоленск: Смоленский ГИФК71990-79с.
7. Нормальная физиология. Учебник для студентов ун-тов/Под ред. А.В. Коробкова.- М.: Высшая школа,1980.-560с.
8. Основы физиологии человека: Учебник для высших учебных заведений/Под ред. Б.И Ткаченко. - СПб.: Международный фонд истории науки. 1994., 412с.
9. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. -Киев: Олимпийская литература, 1997-584с.
10. Солодков А.С., Сологуб Е.В. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. - М.: Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2001. - 520 с.
11. Спортивная физиология / Под ред. Я.М. Коца, - М.: Физкультура и спорт, 1982.-240 с.
12. Тристан В.Г., Погадаева О.В. Физиология спорта: Учебное пособие – Омск: СИБГУФК, 2003, 92с.
13. Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности. - Киев: Олимпийская литература, 1997 - 503 с.
14. Физиология человека: Учебник для вузов физ. культуры и факультетов физ. воспитания педагогических вузов/Под общ. ред. В.И. Тхоревского. - М.: Физкультура, образование и наука, 2001. -492 с.