



Санкт-Петербургский государственный университет  
Общеуниверситетская кафедра физической культуры и спорта

*Серия «Наука побеждать»*

**Тема №3**

# **«ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ»**

Санкт-Петербург  
2012

*Составитель: Баранова Т.И.*

Пониженная двигательная активность – *гипокинезия* и снижение мышечных усилий при крайне малых нагрузках на мышечный аппарат - *гиподинамия* нарушают нормальную работу всех систем организма. Способствуют снижению иммунитета, формированию сколиозов, остеохондрозов, ухудшению зрения, застойным явлениям в системе кровообращения, снижению умственной и физической работоспособности и т.д.

Полноценная двигательная активность является неотъемлемой частью здорового образа жизни, оказывающей влияние на все стороны жизнедеятельности человека. Физические упражнения оказывают на умственную работоспособность как непосредственное благотворное влияние по механизму активного в отдыха, так и в виде кумулятивного (накапливающего) эффекта от многократного в течение определенного времени влияния.

Физкультура - лучший друг сердца. При физической нагрузке сердце начинает биться чаще, увеличивается выталкиваемый им в сосуды объём крови. К работающим мышцам, пронизанным тонкими капиллярами, поступает больше кислорода, они «просыпаются» и включаются в работу.

Сердце - это тоже мышца, нуждающаяся в кислороде, и в нём тоже есть капилляры, которые активизируются при физической нагрузке. Если физическая нагрузка имеет регулярный характер, то при выполнении упражнений сердце активизируется, при этом пульс увеличивается незначительно.

Признак здорового сердца и его экономной работы - невысокая частота пульса в состоянии покоя. Подсчитайте пульс утром после сна, лёжа в постели, и сравните с приведёнными данными: 55-60 в минуту - отлично; 60-70 в минуту - хорошо; 70-80 в минуту - удовлетворительно; 80 в минуту – плохо.

## **I. Физиологическая характеристика мышечной деятельности**

Физиология – это наука о том, как работает наш организм. Физиология мышечной деятельности изучает изменения в нашем организме при физических нагрузках.

### Физические упражнения и их классификация

Физические упражнения – это двигательная деятельность, с помощью которой решаются задачи физического воспитания.

Таблица 1

### **Расход энергии при различных видах деятельности**

<b>Тип нагрузки</b>	<b>Расход энергии (ккал/ч)</b>
Медленная ходьба (3-4 км/ч)	280-300
Ходьба в среднем темпе (5-6 км/ч)	350
Ходьба быстрая (7 км/ч)	400
Бег трусцой, или джоггинг (7-8 км/ч)	650
Бег в среднем темпе (12-13 км/ч)	1250
Езда на велосипеде (40 км/ч)	850
Плавание (40 м/мин)	530
Теннис в умеренном темпе	425
Спортивные игры	600
Аэробная ритмическая гимнастика	600
Катание на коньках в умеренном темпе	350

Существуют различные критерии классификации физических упражнений:

1. энергетические – по преобладающему источнику энергии (аэробные и анаэробные) и по уровню энергозатрат (единичные – ккал в 1 с, суммарные – на всю выполненную работу). Классификация по энергетическим критериям рассматривает подразделение спортивных упражнений по преобладающему источнику энергии: анаэробные алактатные (за счет имеющихся в клетке запасов АТФ и креатинфосфата (КрФ), анаэробные лактатные (осуществляемые за счет энергии гликолиза – распада углеводов с образованием молочной кислоты) и аэробные (за счет энергии окисления углеводов и жиров). Соотношение аэробных и анаэробных источников энергии зависит от длительности работы;

2. биомеханические – по структуре движений упражнения подразделяются на циклические, ациклические и смешанные;

3. по ведущему физическому качеству – упражнения силовые, скоростные, скоростно-силовые, упражнения на выносливость, координационные или сложно-технические;

4. по предельному времени работы – подразделяющие упражнения по зонам относительной мощности.

#### Зоны мощности

(классификация по В.С. Фарфелю (1970)).

Циклические упражнения по предельному времени работы разделены по зонам относительной мощности –

**максимальной мощности**, продолжающиеся до 10-20с;

**субмаксимальной мощности** – от 30-40с до 3-5 мин;

**большой** – от 5-6 мин до 20-30 мин и

*умеренной мощности* – от 30-40 мин до нескольких часов.

При этом следует учитывать, что физическая нагрузка не равна физиологической нагрузке на организм человека, а основной величиной, характеризующей физиологическую нагрузку, является предельное время выполнения работы.

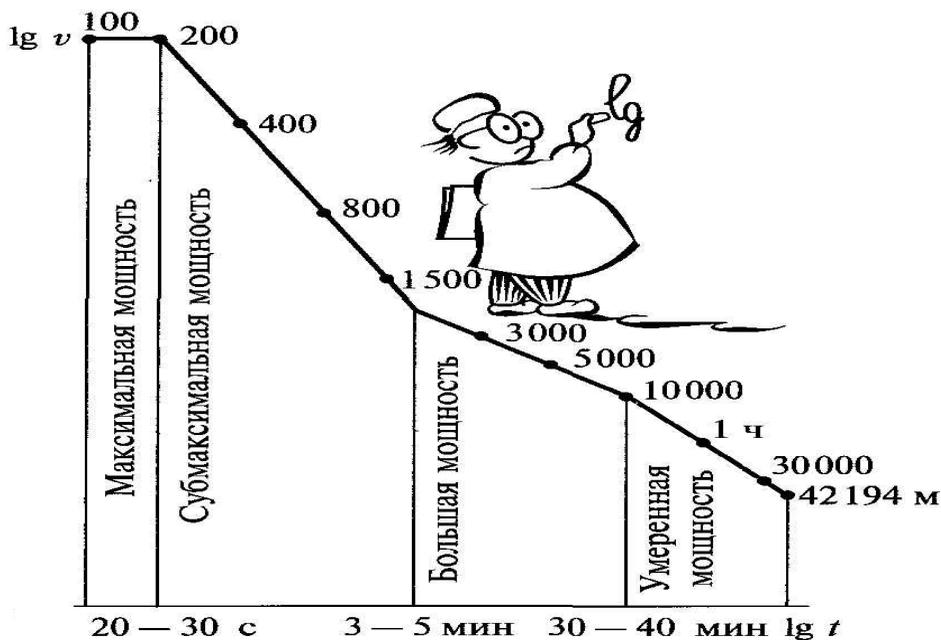


Рис. Логарифмическая кривая рекордного времени легкоатлетического бега (В.С. Фарфель, 1960, по Караулова Л.К. и др., 2009)

### Физиологическая характеристика спортивных поз и статических нагрузок

Двигательная деятельность человека проявляется в поддержании позы и выполнении моторных актов.

**Поза** – закрепление частей скелета в определенном положении.

При поддержании позы скелетные мышцы осуществляют 2 формы механической работы:

1. За счет тонического напряжения поддерживают позу в стабильном состоянии, а
2. за счет фазных сокращений осуществляют ее коррекцию.

Сидение (гребля, авто-, вело- и мотоспорт) – требует напряжения мышц туловища и шеи. Стояние (тяжелая атлетика, борьба, бокс, фехтование и др.) из-за высокого положения общего центра масс и малой опоры требует значительных усилий антигравитационных мышц-разгибателей задней поверхности тела. Наиболее сложными являются позы с опорой на руки (особенно сложна стойка на кистях). При этом требуется большая сила мышц рук, хорошая координация при малой опоре и необычном положении вниз головой.

Правильная организация позы - основа любого движения, поскольку она обеспечивает опору работающим мышцам, выполняет фиксацию суставам в нужные моменты. Закрепляя тело в вертикальном положении, она осуществляет антигравитационную функцию. Поддержание сложных поз в неподвижном положении или при движении обеспечивает сохранение равновесия тела.

Позы подразделяют на **произвольные и произвольные**.

**Произвольные позы** осуществляются под контролем коры больших полушарий. Но если позы автоматизированы, то могут осуществляться произвольно, посредством условных и безусловных рефлексов. Различают *рабочую позу*, обеспечивающую данную деятельность и *предрабочую*, обеспечивающую предстоящее действие. Поза может быть удобной и

неудобной. Неудобная поза снижает эффективность работы. Работая в условиях неподвижной позы, человек, выполняет *статическую работу* – мышцы работают в изометрическом режиме и их механическая работа равна нулю. Но с физиологической точки зрения человек испытывает определенную нагрузку, тратит на нее энергию, устает, и его работа при этом оценивается по длительности выполнения. Статическая работа, как правило, связана с большим напряжением мышц. В отличие от *динамической работы* при статической работе активность нервных центров поддерживается непрерывно, без интервалов отдыха. Мышцы при статическом напряжении находятся в состоянии непрерывной активности. Это делает статическую работу более утомительной, чем динамическую выполненную с той же нагрузкой. Кроме того, при большом статическом напряжении сосуды сжимаются мышцами, и кровоснабжение мышц ухудшается, а при более статических усилиях более 30% от максимальной произвольной силы прекращается вовсе. Энергообеспечение работающих мышц при статическом напряжении осуществляется главным образом за счет резервов АТФ и КрФ в мышечных клетках. Изменение вегетативных функций демонстрирует так называемый феномен Линдгарда-Верещагина (феномен статических усилий): в момент выполнения работы уменьшаются ЖЕЛ, глубина и МОД, падает ЧСС и потребление кислорода, а после окончания работы наблюдается резкое повышение этих показателей. Этот эффект больше выражен у новичков, но по мере адаптации у спортсменов он проявляется гораздо меньше.

Физиологическая характеристика стандартных  
циклических и ациклических движений. Нестандартные  
движения.

**Стандартные,** стереотипные движения характеризуются постоянной последовательностью, закреплённой в виде двигательного стереотипа. Стандартные циклические упражнения отличаются повторением одних и тех же двигательных актов. По предельной продолжительности работы они подразделяются на четыре зоны относительной мощности – максимальную, субмаксимальную, большую и умеренную.

**Работа максимальной мощности** – продолжается до 20-30 с (например, спринтерский бег на 60 м, 100 м и 200 м, плавание на 25 и 50 м, велогонки на треке – гиты на 200 и 500 м и т.п.). Такая работа относится к анаэробным алактатным нагрузкам, т.е. выполняется на 90-95% за счёт фосфагенной системы, резервов АТФ и КрФ, имеющихся в мышечных клетках. Единичные траты предельные и достигают 4 ккал/с, а суммарные траты минимальны ( $\approx 80$  ккал). Кислородный запрос ( $\approx 8$ л) во время работы удовлетворяется менее, чем на 0,1 л., но кислородный долг в силу кратковременности работы невелик. ЧСС может достигать 200 уд/мин. После окончания нагрузки наблюдается активный выход из печени углеводов, в крови повышается содержание глюкозы, развивается гипергликемия.

Ведущими системами организма при работе максимальной мощности являются центральная нервная система и двигательный аппарат. Требуется хорошая подвижность нервных центров, способность к быстрому расслаблению мышечных волокон и достаточные запасы в них КрФ.

Работа **субмаксимальной мощности** продолжается от 20-30с до 3-5 мин (например, бег на средние дистанции 400, 800, 1000 и 1500 м; плавание на дистанции 100, 200, 400 м, скоростной бег на коньках на 500 1000, 1500 и 3000 м; велогонки – гиты на 1000 м, гребля – 500, 1000 м и др.). Это нагрузки **анаэробно-аэробного характера**. С увеличением дистанции скорость локомоций в этой зоне резко падает, при этом резко снижаются единичные энерготраты (от 1,5 до 0,6 ккал/с), зато суммарные энерготраты возрастают (от 150 до 450 ккал). Покрытие энерготрат преимущественно за счет анаэробных реакций гликолиза (по сравнению с состоянием покоя увеличивается в 25 раз) приводит к предельному нарастанию концентрации молочной кислоты в крови (до 20-25 ммоль/л), рН крови снижается до 7,0 и менее. Длительность работы достаточна для максимального усиления функций дыхания и кровообращения, в результате достигается МПК. ЧСС  $\approx$  180 уд/мин. Потребление кислорода на дистанции составляет 1/3 от кислородного запроса (на разных дистанциях от 2,5 до 8,5 л/мин), а кислородный долг возрастает у высококвалифицированных спортсменов до предельной величины  $\approx$  20-22 л. К концу дистанции может достигаться стабилизация потребления кислорода и показателей кардиореспираторной системы. Устанавливается кажущееся или ложное, устойчивое состояние. Ведущими физиологическими системами обеспечения работы в этой зоне мощности являются кардиореспираторная, кровь, кровообращение и дыхание, а также ЦНС.

Работа **большой мощности** продолжается от 5-6 мин до 20-30 мин. Сюда относятся циклические упражнения с преодолением длинных дистанций – бег на 3000, 5000, 10 000 м, плавание на 800, 1500 м; бег на коньках – 5000, 10 000 м, лыжные гонки – 5, 10 км, гребля – 1,5, 2 км и др.

Работа в этой зоне мощности характеризуется как анаэробно-аэробная. Особое значение, наряду с гликолитическим энергообразованием, имеют реакции окисления углеводов (глюкозы). Максимальное усиление функций кардиореспираторной системы обеспечивает достижение организмом максимального потребления кислорода (МПК). Однако кислородный долг составляет 10-30% от запроса. При большой длительности работы кислородный долг может достигать 12-15 л, а концентрация молочной кислоты в крови ( $\approx 10$  ммоль/л) и заметное снижение pH крови. Наблюдается стабилизация потребления  $O_2$ , кровообращения, дыхания, но полного удовлетворения  $O_2$  во время работы не происходит. ЧСС удерживается стабильно  $\approx 180$  уд/мин. Устанавливается кажущееся устойчивое состояние. Единичные энерготраты невысоки  $\approx 0,5-0,4$  ккал/с, но суммарные энерготраты могут достигать 750-900 ккал. Ведущее значение в зоне большой мощности имеют функции кардиореспираторной системы, системы терморегуляции и желез внутренней секреции.

Работа *умеренной мощности* продолжается от 30-40 мин до нескольких часов. Это сверхдлинные беговые дистанции – 20, 30 км, марафон 42 195 м, шоссе велосгонки – 100 км и более, лыжные гонки- 15, 30,50 км и более, спортивная ходьба на дистанциях от 10 до 50 км; гребля на байдарках и каноэ – 10 000м; сверх длинные заплывы и пр.

*Энергообеспечение* осуществляется аэробным путем, по мере расходования глюкозы происходит переход на окисление жиров. Единичные энерготраты не значительны  $\approx 0,3$  ккал. Суммарные энерготраты огромны до 2-3 тыс. ккал и более. Потребление кислорода составляет  $\approx 70-80\%$  от МПК и практически покрывает кислородный запрос во время работы, так что кислородный долг к концу

дистанции составляет менее 4-х литров, а концентрация лактата не превышает нормы ( $\approx 1-2$  ммоль/л). Сдвиги показателей дыхания и кровообращения ниже максимальных. ЧСС держится на уровне 160-180 уд/мин. Наряду с утилизацией жиров на дистанции продолжается расход углеводов. Содержание глюкозы в крови уменьшается  $\approx$  в 2 раза, развивается гипогликемия. Это нарушает функции ЦНС, координацию движений, ориентацию в пространстве, может вызвать потерю сознания. Длительная, монотонная работа приводит к запредельному торможению в ЦНС, может развиваться охранительное торможение. Оно, снижая темп движения или прекращая работу, предохраняет организм от гибели. Ведущее значение в зоне умеренной мощности имеют большие запасы углеводов, предотвращающие гипогликемию, и функциональная устойчивость ЦНС к монотонии, противостоящая развитию монотонии и развитию запредельного торможения.

***Стандартные ациклические движения.*** Данная группа движений характеризуется стереотипной программой двигательных актов, но в отличие от циклических упражнений, эти акты разнообразны (1-2-3-4 и т.д.). И их подразделяют на движения качественного значения, оцениваемые в баллах – гимнастика, акробатика, фигурное катание и др., и на движения, имеющие количественную оценку.

Среди движений с количественной оценкой выделяют: собственно-силовые – тяжелая атлетика (сила спортсмена направлена на преодоление поднимаемой штанги; скоростно-силовые (прыжки, метания), где вес ядра молота, диска, копья или вес собственного тела спортсмена – величина неизменная, а спортивный результат определяется заданным снаряду ускорением; прицельные движения (стрельба пулевая, из лука, дартс и

пр.), требующие устойчивой позы, тонкой мышечной координации, точности анализа сенсорной информации.

Во всех этих упражнениях сочетается динамическая и статическая работа анаэробного характера (прыжки, метания) или анаэробно-аэробного характера (например, вольные упражнения в гимнастике, произвольная программа в фигурном катании), которые по длительности выполнения соответствуют зонам максимальной и субмаксимальной мощности. Суммарные энергозатраты не высоки из-за краткости работы, кислородный долг мал  $\approx$  2л. Выполнение работы требует высокой координации, пространственной и временной, концентрации внимания, точности, значительной абсолютной и относительной силы развитого чувства времени. Ведущими системами являются ЦНС, сенсорные системы, двигательный аппарат.

#### Физиологическая характеристика нестандартных (ситуационных) движений.

К ним относятся спортивные игры (баскетбол, волейбол и пр.) и единоборства (бокс, фехтование, борьба и пр.), а также кроссы из-за большой сложности трасс.

Для этих движений характерны: **переменная мощность работы** (от максимальной до умеренной или полной остановки спортсмена), сопряженная с постоянным изменением структуры двигательных действий и направления движений; **изменчивость ситуации**, сочетаемая с **дефицитом времени**.

Нестандартные упражнения характеризуется **ациклической или смешанной структурой движений**, преобладанием динамической скоростно-силовой работы, высокой эмоциональностью. Из-за отсутствия стандартных программ двигательной деятельности высокие требования предъявляются к творческой функции мозга. Особое значение имеют процессы восприятия и переработки

информации в крайне ограниченные интервалы времени, что требует высокого уровня пропускной способности мозга, способности к экстраполяции (предвидению). Выполнение ударных действий и бросков занимает десятые доли секунды, не подлежит коррекции и значит должно быть заранее запрограммировано. При этом сама программа действия и двигательные навыки должны постоянно варьировать в зависимости от изменений условий их выполнения.

Требования к ЦНС – высокая возбудимость и лабильность нервных центров, сила и подвижности нервных процессов (холерики и сангвиники). Необходимы высокая помехоустойчивость к значительной нервно-эмоциональной напряженности, развитое оперативное мышление, большой объем, концентрации и распределение внимания, способность к правильному принятию решений, быстрой мобилизации в памяти тактических комбинаций, двигательных навыков.

Роль сенсорных систем велика, особенно зрительной и слуховой. Большое значение имеют центральное и периферическое зрение, острота и глубина зрения, идеальный мышечный баланс глаз, большое поле зрения. Требуется высокая вестибулярная устойчивость, повышенная проприоцептивная чувствительность в суставах.

Занятия ситуационными упражнениями развивают высокую возбудимость и лабильность скелетных мышц, хорошую синхронизацию скоростных возможностей разных мышечных групп. Требуется хорошая гибкость и выносливость.

Энерготраты ниже, чем в циклических видах спорта. В зависимости от размеров площадок, числа участников, темпа движений соотношение аэробных и анаэробных процессов различаются: в волейболе

преобладают аэробные нагрузки, в футболе анаэробно-аэробные, в хоккее с шайбой – анаэробные. Переменная мощность физических нагрузок позволяет во многом удовлетворять кислородный запрос уже во время работы.

Основной характеристикой вегетативных функций является степень соответствия их рабочего уровня мощности мышечной работы. ЧСС колеблется в диапазоне от 130 до 180-190 уд/мин., частота дыхания  $\approx$  от 40 до 60 циклов в 1 мин. В связи с энерготратами и потерями воды, масса тела спортсмена после соревнований, снижается на 1-3 кг.

Ведущими системами являются ЦНС, сенсорные системы, двигательный аппарат.

## **II. Физиологические состояния, возникающие в организме в процессе выполнения физических упражнений**

В динамике изменений функций спортсменов выделяют три основных периода: предстартовое состояние, рабочий период (включающий разминку, вработывание, устойчивую работоспособность, утомление) и восстановительный период после работы.

### Предстартовые состояния

Физиологические механизмы и разновидности предстартовых состояний.

Предстартовые состояния возникают задолго до выступления (за несколько дней и недель до соревнований). Это мысленная настройка на соревнование, повышение мотивации, рост двигательной активности во время сна, повышение обмена веществ, увеличение

мышечной силы и т.п. Эти проявления усиливаются за несколько часов до старта.

Различают предстартовые изменения 2-х видов – неспецифические (при любой работе) и специфические (связанные со спецификой предстоящих упражнений). К числу неспецифических изменений относят три формы предстартовых состояний: 1) боевую готовность; 2) предстартовую лихорадку; 3) предстартовую апатию.

**Боевая готовность** – наилучший психологический настрой и функциональная готовность спортсменов. При этом наблюдается оптимальный уровень физиологических сдвигов – повышенная возбудимость нервных центров и мышечных волокон, адекватное поступление глюкозы в кровь из печени, оптимальное поступление норадреналина, оптимальное усиление ЧСС и ЧД, укорочение времени двигательных реакций.

**Предстартовая лихорадка** – возбудимость мозга чрезмерно повышена, нарушаются механизмы межмышечной координации, излишние энергозатраты, преждевременный дорабочий расход углеводов, избыточные кардиореспираторные реакции, повышенная нервозность, фальстарты. Быстрое истощение ресурсов организма.

**Предстартовая апатия** характеризуется недостаточным уровнем возбудимости ЦНС, увеличением времени двигательной реакции. Отмечается подавленность и неуверенность в своих силах. В процессе длительной работы такие состояния могут преодолеваются, но при кратковременных упражнениях такой возможности нет.

Специфические предстартовые реакции отражают особенности предстоящей работы. Например, функциональные состояния выше при беге на короткие дистанции по сравнению с длинными; они выше перед соревнованиями, чем при тренировке.

Регуляция предстартовых состояний. Чрезмерные реакции предстартовых состояний снижаются по мере привыкания. На формы проявления предстартовых состояний оказывает влияние тип нервной деятельности. У флегматиков и сангвиников чаще наблюдается боевая готовность, у холериков – предстартовая лихорадка; меланхолики подвержены апатии.

Мероприятия по нормализации предстартового состояния: беседа тренера, переключение внимания, массаж, правильно проведенная разминка. При предстартовой лихорадке – разминка в невысоком темпе, глубокое ритмичное дыхание. При апатии – разминка в быстром темпе.

### Разминка

Разминка необходима, т.к. во время нее к условно-рефлекторным реакциям предстартовых состояний подключаются безусловно-рефлекторные реакции, вызванные работой мышц. Различают общую и специальную часть разминки.

**Общая разминка** – неспецифична, направлена на повышение ФС организма, создание оптимального возбуждения центральных и периферических звеньев двигательного аппарата. Таким образом до начала работы создаются условия для формирования новых двигательных навыков, наилучшего проявления физических качеств: разогреваются мышцы, снижается их вязкость, повышается гибкость суставно-связочного аппарата, облегчается отдача гемоглобином кислорода для мышц, активируются ферменты. Ускоряются биохимические реакции, но при этом температура тела не должна повышаться сильно (выше 38° С).

**Специальная часть разминки** – обеспечивает специфическую подготовку к предстоящей работе

необходимых для ее выполнения нервных центров и скелетных мышц, которые несут основную нагрузку (оживляется рабочая доминанта и двигательные динамические стереотипы), достигаются оптимальные вегетативные сдвиги, необходимые для быстрого вхождения в работу. Оптимальная длительность разминки – 10-30 мин, а интервал до начала работы – не более 15 мин.

### Врабатывание

Период покоя и работы характеризуются относительно устойчивым состоянием функций организма, с отлаженной их регуляцией. Между ними имеются 2 переходных состояния – вработывание (от покоя к работе) и восстановление (от работы к покою).

Период вработывания отсчитывают от начала работы до появления устойчивого состояния. Во время вработывания происходит 2 процесса: 1) переход организма на рабочий уровень; 2) сонстройка различных функций.

Вработывание различных функций отличается гетерохронностью (разновременностью и вариативностью показателей). Сначала быстро вработываются двигательные функции, затем более инертные – вегетативные. Из вегетативных первыми вработывается кардиореспираторная система (ЧСС и ЧД, затем УО и МОК, глубина дыхания и МОД). Затем растёт потребление кислорода, позже всего – терморегуляция (начинается потоотделение). Более быстрое вработывание наблюдается у высококвалифицированных спортсменов, в молодом возрасте, в период пика формы.

Во время вработывания наблюдается увеличение вариативности функций, что отражает поиски организмом оптимального уровня сдвигов адекватных нагрузке. С

переходом к устойчивому состоянию вариативность функций снижается.

Период вработывания может завершаться появлением **«мертвой точки»**. Она возникает у недостаточно подготовленных спортсменов в результате дискоординации двигательных и вегетативных функций. При слишком интенсивных движениях и недостаточной перестройке вегетативных процессов нарастает кислородный долг, растет лактат, снижается рН до 7,2 и менее, наблюдается одышка, нарушение сердечного ритма, уменьшается минутный объем дыхания (МОД). Возникает тяжелое субъективное состояние. Работоспособность резко падает. Она возрастает после волевого преодоления «мертвой точки», появляется «второе дыхание». Подобное состояние может повторяться во время длительной работы, мощность которой, превышает возможности организма.

### Устойчивое состояние

Устойчивое состояние может возникать при циклических упражнениях постоянной мощности.

По характеру снабжения организма кислородом выделяют 2 вида устойчивого состояния:

– **кажущееся (ложное) устойчивое состояние** (при работе большой и субмаксимальной мощности), когда спортсмен достигает уровня МПК, но это потребление не покрывает высокого кислородного запроса и образуется значительный кислородный долг;

– **истинное устойчивое состояние** при работе умеренной мощности, когда потребление кислорода соответствует кислородному запросу и кислородный долг почти не образуется.

Физиологические особенности устойчивого состояния при циклических упражнениях. Кроме работы в зоне максимальной мощности, во всех других зонах после

вработывания наступает устойчивое состояние. Мощность работы при этом близка к постоянной. Такое состояние характеризуется:

- мобилизацией всех систем организма (особенно кардиореспираторной системы, системы крови, обеспечивающих МПК);

- стабилизацией показателей, влияющих на спортивные результаты – длины и частоты шагов, частоты и глубины дыхания, ЧСС, амплитуды колебаний общего центра масс;

- согласованием работы различных систем организма (определенное соотношение темпа дыхания и движения - 1:1; 1:3 и др.).

У тренированных спортсменов выраженность устойчивого состояния и КПД работы больше и дольше продолжается, чем у нетренированных лиц.

Состояние оптимальной работоспособности при упражнениях переменной мощности, ациклических и статических упражнениях. Различные виды стандартных ациклических упражнений, а также ситуационных упражнений, характеризуются переменной мощностью (отсутствием классических форм устойчивого состояния).

Выполнение различных упражнений в гимнастике, прыжках в воду, тяжелой атлетике, метаниях, прыжках в длину, в высоту, с шестом и т.п. – кратковременно и здесь невозможно достижение устойчивого состояния по потреблению кислорода и др. физиологическим показателям. Однако повторная работа в этих видах спорта вызывает вработывание с последующей стабилизацией функций. Каждое предыдущее выполнение упражнений служит «разминкой» для последующего с постепенным нарастанием функциональных сдвигов, вплоть до необходимого рабочего уровня с повышением КПД.

При ситуационных упражнениях в спортивных играх и единоборствах деятельность спортсменов характеризуется 1) изменением текущей ситуации и 2) переменной мощностью работы. Несмотря на постоянные изменения мощности, после прохождения вработывания соматические и вегетативные показатели устанавливаются в пределах оптимального рабочего диапазона. Например, оптимальный уровень ЧСС при игре в баскетбол – 130-180 уд/мин, 180 – лишь в отдельных эпизодах игры, но ЧСС на протяжении игры не должна снижаться менее 130 уд/мин в моменты игровых пауз. Поддержание этого диапазона требует затрат энергии и произвольных усилий.

### Утомление. Теории о природе утомления

*Утомление* – это функциональное состояние организма, вызванное умственной или физической работой, при котором могут наблюдаться временное снижение работоспособности, изменение функций организма и появление субъективного ощущения усталости (Солодков А.С., 1978).

Выделяют умственное и физическое утомление. При утомлении работоспособность снижается временно и быстро восстанавливается в процессе отдыха. Утомление – естественное нормальное функциональное состояние организма в процессе труда, его реакция на работу. Оно препятствует крайнему истощению организма, переходу в патологическое состояние, является сигналом необходимости прекратить работу и перейти к отдыху. Утомление также способствует тренировке функций организма, их развитию. Но утомление ведет также к снижению работоспособности, к неэкономичному расходованию энергии и уменьшению функциональных резервов организма. Эта сторона утомления невыгодна, нарушает длительное выполнение спортивных нагрузок.

Субъективным признаком утомления является усталость, при этом появляются боли и чувство онемения в конечностях, пояснице, мышцах спины, шеи, желание прекратить работу, изменить ее ритм. Объективными признаками утомления являются прямые и косвенные показатели работоспособности. Они специфичны для конкретного условия деятельности и определенного состояния организма, проявляются в изменении функционирования двигательной, сердечно-сосудистой, ЦНС и т.п.

Существует несколько теорий утомления:

1. теория истощения энергоресурсов в мышцах – теория Шиффа (1868г);
2. теория засорения мышц продуктами обмена – Пфлюгера (1872г.)
3. теория отравления метаболитами – Вейхарда (1902г);
4. теория задушения (недостаток  $O_2$ ) – Феворна (1903 г.).

Все это – локально-гуморальные теории, но они не полностью вскрывают механизмы утомления (частные сдвиги в мышечной ткани принимаются за общие процессы).

***При выраженном утомлении новые, недавно сформированные двигательные навыки могут полностью угаснуть.*** При этом растормаживаются старые, более прочные навыки, не соответствующие новой обстановке. Это может служить причиной срывов и травм и т.д.

### Физиологическая сущность восстановительных процессов

Восстановительные процессы – важнейшее звено работоспособности спортсмена. Скорость и характер восстановления функциональных систем (ФС) после

физической нагрузки (ФН) являются одним из критериев оценки функциональной подготовленности спортсменов.

**Общая характеристика восстановительных процессов.** Совокупность процессов после интенсивных физических нагрузок – физиологических, биохимических, структурных, которые обеспечивают переход от рабочего уровня к исходному состоянию, объединяется понятием восстановление.

Чем больше энергетические траты во время работы, тем интенсивнее процессы восстановления. Но если истощение функциональных потенциалов в процессе работы превышает рабочий уровень, то полного восстановления не происходит. В этом случае физическая нагрузка вызывает дальнейшее угнетение процессов клеточного анаболизма.

Вследствие функциональных и структурных перестроек, осуществляющихся в процессе восстановления, функциональные резервы организма расширяются и наступает суперкомпенсация – **сверхвосстановление.**

**Процессы восстановления подразделяются на 3 периода:**

**Первый рабочий период** – процессы восстановления в процессе мышечной работы. Рабочее восстановление поддерживает нормальное ФС организма и допустимые параметры основных гомеостатических констант в процессе выполнения мышечной нагрузки. Особенность рабочего восстановления определяется напряженностью мышечной работы. Развивается быстрое утомление.

**Второй ранний период** – наблюдается непосредственно после окончания работы легкой и средней тяжести в течение нескольких десятков минут. – характеризуется нормализацией кислородной задолженности, гликогена, ряда физиологических,

биохимических, психофизиологических констант. Раннее восстановление лимитируется временем погашения кислородного долга, ликвидация этой части долга происходит в течение 1,5-2 часов.

**Третий (поздний) период** восстановления отмечается после длительной напряженной работы (бег на марафонские дистанции, многокилометровые лыжные и велосипедные гонки) и затягивается на несколько часов и даже суток. В этот период нормализуются большинство физиологических и биохимических показателей, удаляются продукты обмена, восстанавливается водно-солевой баланс, гормоны и ферменты. Эти процессы ускоряются правильным режимом тренировок и отдыха, рациональным питанием, применением комплекса медико-биологических, педагогических и психофизиологических реабилитационных средств.

Физиологические мероприятия повышения эффективности восстановления.

Физиологические мероприятия включают в себя **контроль** за состоянием функций организма, динамикой работоспособности и утомления в период тренировки и соревнований. Интегральным критерием оценки эффективности восстановления является уровень общей и специальной работоспособности. Все восстановительные физиологические мероприятия могут быть разделены **на постоянные и периодические**.

Для контроля за восстановлением необходимы квалифицированные специалисты и соответствующая аппаратура. Более простые методические приемы – пульсометрия, ортостатическая проба. Например, утром лежа в постели – колебания пульса не должны превышать 2-4 уд/мин. При выполнении ортостатической пробы, лежа – стоя разница пульса не должна превышать 16 уд/мин, более 18 уд/мин – переутомление.

Восстановление – комплексная проблема, решается педагогами, психологами, физиологами, врачами.

### **III. Адаптация и спорт.**

Спортивный результат определяется достижением «спортивной формы» к периоду ответственных соревнований. Если в общем плане теория спортивной тренировки определяет пути достижения спортивной формы, то многие подробности этой проблемы пока не ясны. Эти подробности возникают в связи с особенностями вида спорта, соревновательного календаря по виду спорта, а также в связи с недостаточной информацией о том, что происходит в организме при достижении спортивной формы.

В настоящее время проблема диагностики и прогнозирования спортивного результата весьма актуальна. Накал спортивной борьбы возрос до максимума, счет ведется на сотые и даже тысячные доли секунд. Но результаты постоянно растут, используются последние достижения науки, техники и педагогических методик тренировки. Но не только спортивная деятельность нуждается в объективных максимально полных экспресс методиках. Такая проблема возникает и в медицине, и в социальной сфере, а также при занятиях физической культурой на доступном для каждого уровне.

#### Управления процессом подготовки в спорте

Управлению спортивной тренировкой следует понимать процесс целенаправленного воздействия органа управления на объект управления, что вызывает в нем соответствующие изменения, направленные к достижению поставленной цели. Процесс спортивной подготовки

можно рассматривать как сложную динамическую систему, определяющую способность к переходу из одного качественного состояния в другое.

Главная отличительная особенность управления процессом спортивной тренировки заключается в том, что объект управления является человек, «сложная, самоуправляющаяся система, сама себя поддерживающая, восстанавливающая, направляющая и даже совершенствующая».

Управление любым процессом, в том числе и занятиями физической культурой, состоит из трех стадий:

- сбор информации об объекте (занимающемся физическими упражнениями) и внешней среде, в которой функционирует (физической нагрузкой),
- анализ полученной информации,
- принятие решения или планирование.

***После 6-8 недель занятий спортом в организме развиваются изменения, связанные с повышением тренированности.*** Рост тренированности можно определять при специальных обследованиях человека в состоянии покоя, при выполнении стандартной и максимально сложной работы.

При неправильной организации тренировочного процесса работоспособность организма не только не повышается, но и может снижаться. Такое состояние называется ***перетренированностью***. Оно возникает при преждевременном повышении интенсивности нагрузок, при недостаточных интервалах отдыха между тренировочными занятиями, при прохождении тренировок во время болезни (особо опасны: ангина, хронический тонзиллит, грипп, больные зубы). Перетренированность не стоит смешивать с острым ***перенапряжением***, возникающем в результате однократной непосильной для человека нагрузки. Одним из ранних признаков перетренированности служит нарушение

ночного сна: человек долго не может заснуть, сон его беспокойный и не обеспечивает должного отдыха. У человека пропадает желание тренироваться, он быстро утомляется. При появлении признаков перетренированности следует снизить объем и мощность тренировочных нагрузок. Благоприятное влияние оказывают активный отдых и богатая витаминами пища.

### Адаптация организма к мышечной деятельности. Стресс.

Мышечную деятельность необходимо рассматривать как стрессовую реакцию организма, о чем говорят многочисленные данные. Теория об общей неспецифической реакции организма была основана Селье Г. Состояние организма, характеризующееся развертыванием неспецифических изменений, Селье назвал состоянием стресса, а факторы, обуславливающие это состояние - стрессорами. Для стресса характерны собственные формы многочисленных морфологических, биохимических и функциональных проявлений, составляющие общий адаптационный синдром (ОАС), Селье даже считает, что полное отсутствие стресса – смерть.

Можно встретить понятия «эмоциональный стресс», «фармакологический стресс», «физический стресс», «климатический стресс» и др. Но эти определения указывают лишь на причину стресса, но при этом как будто подчеркиваются специфические черты вместо неспецифической реакции.

Совокупность характерных стереотипных ответных реакций Селье назвал – общим адаптационным синдромом (ОАС). Это трехфазная неспецифическая реакция адаптации. Если состояние стресса – развертывание общего неспецифического механизма приспособления, то ОАС – динамический ряд состояний, обусловленных разными

соотношениями между действием стрессора и эффективностью приспособления к ним.

***Общий адаптационный синдром Селье*** **разделил на три стадии:**

- ***стадия тревоги,***
- ***стадия резистентности и***
- ***стадия истощения.***

#### Гомеостаз и адаптация.

***Общий адаптационный синдром*** был оценен как гомеостатическая реакция на уровне целостного организма, направленная на сохранение постоянства внутренней среды. Постоянство внутренней среды является основным условием свободы и независимости существования организма.

Основная цель адаптивных реакций в организме - обеспечение внутренней среды организма. Всякое изменение условий существования организм, а также активности каких-либо процессов создает угрозу сдвига параметров внутренней среды. Чтобы исключить возможность изменений внутренней среды, несовместимых с жизнью, и что бы восстановить исходное постоянство этой среды, включаются приспособительные адаптационные реакции.

Выход из гомеостаза покоя при тренировочных нагрузках означает околопредельную мобилизацию возможностей гомеостатической регуляции. Это, безусловно, должно активизировать общий адаптационный механизм. ***Таким образом, для получения тренировочного эффекта нагрузка должна оказывать стрессорное воздействие.***

#### Физиологические резервы организма

***Физиологические резервы организма*** – это выработанная в процессе эволюции способность органа, системы и организма в целом усиливать во много раз

интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя. Таким образом, любая адаптация к интенсивной мышечной деятельности, осуществляется через мобилизацию его физиологических резервов. Кроме физиологических резервов нервных, мышечных и других клеток и органов, можно говорить и резервах регуляции гомеостаза. При переходе от состояния покоя к мышечной деятельности, борьбе за существование, физиологические резервы включаются не одновременно, а последовательно, причем, резервы, связанные с борьбой за выживание организма, реализуются и после выключения сознания человека (обморок).

По данным Мозжухина А.М.:

*Работа в пределах 35% от абсолютных возможностей (условия повседневной жизни) выполняется без волевых усилий.*

*Работа в пределах 35%-50% абсолютных усилий - требует волевых усилий и приводит к физическому и психическому утомлению.*

*Выше 65% - лежит «порог мобилизации». Коэффициент безопасности, т.е. величина резерва того или иного вещества в крови, который может быть утилизирован в чрезвычайных условиях без изменения скорости кровотока.*

При мышечной деятельности происходит целый комплекс изменений, так называемые, **скрытые возможности организма - функциональные резервы.**

### Функциональные резервы организма

Адаптация к нагрузкам – явление очень сложное, оно включает в себя не только чисто физиологические процессы и вовлекает не только физиологические резервы. При мышечной деятельности происходит целый комплекс

изменений, так называемые, скрытые возможности организма - функциональные резервы.

***Функциональные резервы:***

1. Изменение интенсивности и скорости протекания энергетических и пластических процессов обмена на клеточном и тканевом уровнях

2. Изменения на уровне органов, систем и организма в целом

3. В увеличении физических и улучшении психических качеств

4. Выработка новых и совершенствование старых навыков

Таким образом, функциональные резервы подразделяются на:

1. биохимические резервы, связанные с энергетическим и пластическим обменом;

2. физиологические резервы и их нейрогуморальная регуляция;

3. спортивно-технические резервы;

4. психические резервы.

Таким образом, биохимические резервы организма связаны с его клеточным и тканевым уровнями, а физиологические резервы - с органами и системными уровнями и проявляются в работоспособности организма. Педагогические и психические резервы связаны с деятельностью человека, его нервной системой.

В результате, физиологические резервы спортсмена - это возможность органов и систем органов так изменять интенсивность своих функций, а также взаимодействие между ними, что достигается некоторый оптимальный уровень функционирования организма.

***По очередности включения физиологические резервы подразделены на три эшелона:***

**1-ый эшелон** – включается сразу при переходе от относительного покоя к привычной повседневной деятельности;

**2-ой эшелон** – когда организм попадает в экстремальную ситуацию, с обычным включением в работу желез внутренней секреции и эмоции – как механизм экстремальной мобилизации;

**3-ий эшелон** – используется организмом только в борьбе за жизнь.

**Естественным физиологическим механизмом** мобилизации перехода от первого ко второму, от второго к третьему эшелону является **тренировка**, но это очень медленный процесс.

**Механизмом срочной мобилизации** резервов являются **эмоции**. Они мобилизуют общие физиологические резервы, переводя частично резервы третьего эшелона во второй в ущерб частным резервам, а также навыкам и умениям.

Под **тренировкой** понимают повторное выполнение определенной физической или умственной работы, независимо от того, принимает ли она форму систематических занятий или происходит самопроизвольно в течение всей жизни.

Тренировка приводит к активации в организме адаптивных процессов, которые способствуют повышению работоспособности. Физиологические сдвиги, вызванные адаптацией в ходе тренировки, могут изменяться в обратном направлении при прекращении тренировки. Болееустойчивые - приобретенные процессы координации, могут оставаться весьма продолжительное время.

Истинное повышение работоспособности может быть достигнуто только тренировкой, другие мероприятия могут давать лишь кажущее повышение за счет мобилизации

резервов, защищенных вегетативной нервной системой. Эту защиту можно преодолеть, например, при особой мотивации, в экстренных ситуациях или под воздействием фармакологических препаратов.

**Тренированность**, по определению Мозжухина, – это уровень функционального состояния организма, характеризующийся увеличением физиологических резервов и готовностью к их мобилизации, что выражается в его большой работоспособности. При этом важно умение достаточно быстро включать в действие соответствующие резервы.

**Тренировка** – это процесс развития физических качеств путем использования организмом соответствующих резервов, а также формирование и совершенствование двигательных навыков на основе сложных комплексов условных и безусловных рефлексов. Главное в тренировке – повторность и повышение нагрузки. Физическая тренировка – хороший пример перехода адаптационных реакций в долговременную адаптацию вместе с повышением функциональных возможностей организма. Спортивная практика весьма убедительно показывает, что для достижения спортивного успеха, для обеспечения прогресса в мастерстве спортсмена тренировочные нагрузки должны быть **околопредельными**, что требует значительных мобилизации возможностей организма спортсмена. Вместе с тем практика спортивной тренировки показала необходимость увеличения нагрузок одновременно с ростом мастерства. **Таким образом, чем выше степень адаптации к мышечной деятельности, тем сильнее должно быть воздействие, чтобы обеспечить дальнейшее развитие.** Следует отметить, что биохимические изменения, возникающие в мышцах в процессе тренировки, свидетельствуют о развитии

адаптационных реакций, направленных на сохранение при мышечной работе постоянства внутренней среды. Благодаря этому становится возможным выполнение работы значительно большей интенсивности и длительности.

Известно, что чрезмерно большие нагрузки обуславливают явления перенапряжения и препятствуют тренированности. При организации спортивной тренировки руководствуются такими принципами, как постепенное увеличение нагрузки, применение околопредельных нагрузок и индивидуализация нагрузки в соответствии с возможностями спортсмена.

#### 5 видов нагрузки, применяемых в процессе тренировки спортсмена:

1. *чрезмерно большие;*
2. *тренирующие* (околопредельные);
3. *поддерживающие* (недостаточные для обеспечения дальнейшего развития, но достаточные, чтобы избежать обратного действия тренированности);
4. *восстанавливающие* (недостаточные даже для поддержания достигнутого уровня, но ускоряющие восстановление после тренирующих нагрузок);
5. *малые*, не оказывающие заметного физиологического эффекта на организм спортсмена.

#### Понятие «спортивной формы»

Н.В. Зимкин дает определение *тренированности, как состояния высокой работоспособности, которое достигается в результате целенаправленной спортивной тренировки.* Под влиянием систематической повторной работы, характеризующейся постепенным увеличением общего ее объема и интенсивности, в организме происходят

биохимические, морфологические и функциональные перестройки, ведущие к повышению его работоспособности. Все эти изменения специфичны, т.е. зависят от особенностей выполняемой работы. Основой тренированности является совершенствование ЦНС. В процессе тренировки формируются новые координации, складывающиеся в автоматизированные двигательные стереотипы. Нервные процессы при этом становятся более концентрированными во времени и пространстве, взаимоотношения между ними уточняются, подвижность их увеличивается. Тренированный организм отличается более мощными энергетическими и функциональными резервами. Эти резервы могут быстро и достаточно полно мобилизоваться при работе, однако у *тренированных они используются более экономично, чем у нетренированных*. В процессе тренировки повышается резистентность (сопротивляемость) клеток и органов к происходящим при работе изменениям внутренней среды. «Работа строит органы» - это высказывание Ламарка объясняется тем, что во время работы происходят не только процессы диссимиляции, но и ассимиляции, т.е. восстановление ресурсов организма может идти «через край», что обеспечивает не только компенсацию расхода, но и увеличение запасов по сравнению с исходным уровнем.

Увеличение энергетических запасов ведет к повышению работоспособности. При этом *каждая последующая работа начинается на фоне повышенной работоспособности, и в свою очередь ведет к дальнейшему ее повышению*.

Мышечная деятельность оставляет длительные следы в функциональных состояниях различных физиологических системах. Эти следы определяют биохимические и функциональные особенности тренированного организма.

Тренированность – прогрессивно повышаются те функции организма, которые необходимы для достижения наивысших результатов.

*Ряд данных свидетельствует о том, что к физической работе организм со временем адаптируется, к нагрузкам же эмоциональным, связанным с участием в соревнованиях - нет.*

Таким образом, определение «спортивная форма» включает в себя не столько изменения отдельных показателей, сколько характер и теснота взаимодействия между компонентами этой подготовленности. Это правило необходимо помнить при исследованиях в большом спорте, при планировании и коррекции объема и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок, которые подошли к пределу возможностей человека.