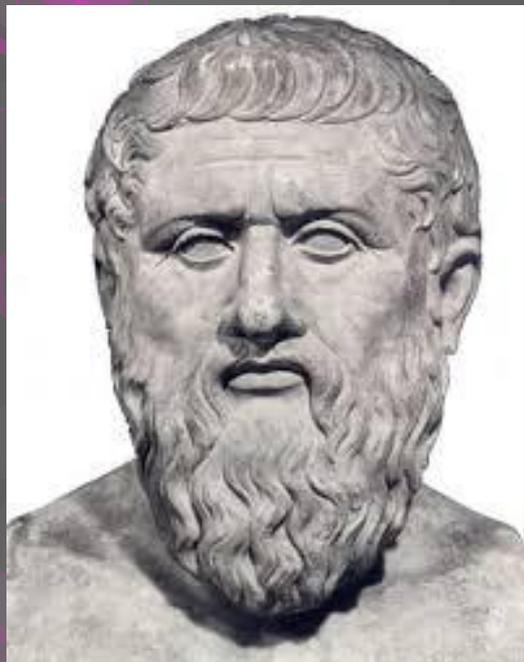




# ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ОРГАНИЗМ

Доцент кафедры нормальной физиологии  
Блохина Татьяна Анатольевна

Для соразмерности  
красоты и здоровья  
требуется не только  
образование в области  
наук и искусства, но и  
занятия всю жизнь  
физическими упражне-  
ниями.



Платон.

# ЧТО ТАКОЕ ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА?

- ▣ **Физическая нагрузка** – это любая физическая активность (физические упражнения), которая сопровождается повышенным, относительно покоя, уровнем функционирования организма с обязательным сохранением **гомеостаза**.

# ГОМЕОСТАЗ

- Это динамическое постоянство внутренней среды организма человека для оптимального функционирования клеток, которое обеспечивается путем интеграции и постоянной коррекции активности регуляторных систем.

# В ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ ПРИНИМАЮТ УЧАСТИЕ:

- Опорно – двигательный аппарат
- Вегетативная нервная система
- Дыхательная система
- Сердечно – сосудистая система
- Пищеварительная система
- Выделительная система
- Эндокринная система

Таким образом, любая мышечная нагрузка является примером интегративной деятельности организма

# Опорно – двигательный аппарат

- **Опорно – двигательный аппарат** - это костно-мышечная система, единый комплекс, состоящий из костей, суставов, связок, мышц, их нервных образований, обеспечивающий опору тела и передвижение человека или животного в пространстве, а также движения отдельных частей тела.

# ЧЕМ ДЛЯ ОРГАНИЗМА ЯВЛЯЕТСЯ ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА?

- Фактором внешней среды, воздействующим на организм человека. А к факторам внешней среды организм адаптируется, то есть приспособливается.
- Принято выделять два этапа адаптации: ***срочный и долговременный.***

# Срочная адаптация

- Срочная адаптация возникает в ответ на однократную мышечную нагрузку и может реализоваться на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов и программ.
- Отличительной чертой срочной адаптации является то, что деятельность организма протекает на пределе его возможностей при почти полной мобилизации физиологических резервов, но далеко не всегда обеспечивает необходимый адаптационный эффект.

# Долговременная адаптация

- Долговременная адаптация возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм мышечных тренировок.

# Долговременная адаптация

- Принципиальной особенностью такой адаптации является то, что она возникает не на основе готовых физиологических механизмов, а на базе вновь сформированных программ регулирования. Долговременная адаптация, по существу, развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в итоге постепенного количественного накопления каких-то изменений организм приобретает новое качество в определенном виде деятельности. Ведущая роль принадлежит гипоталамо – гипофизарно – надпочечниковой системе.

# Долговременная адаптация

- Долговременная адаптация характеризуется возникновением в ЦНС новых временных связей, а также перестройкой аппарата гуморальной регуляции функциональной системы.

# ТРЕНИРОВАННОСТЬ

- Повышенная физическая работоспособность организма, приобретенная в результате систематического выполнения физических нагрузок

# ТРЕНИРОВАННОСТЬ

□ *Таким образом, тренированность это не что иное, как состояние адаптации (приспособление организма) человека к физическим нагрузкам.*

# РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

- ▣ **Работоспособность** — потенциальная возможность индивида выполнять целесообразную деятельность на заданном уровне эффективности в течение определенного времени.
- ▣ **Работоспособность** зависит от внешних условий деятельности и психофизиологических ресурсов индивида.

# РАБОТОСПОСОБНОСТЬ



- Врожденные свойства
- +
- физическое развитие
- +
- тренированность

# ВРОЖДЕННЫЕ СВОЙСТВА

- Анатомо – физиологические особенности организма, закрепленные генетическими механизмами, представляющие основу способностей организма.

# ВРОЖДЕННЫЕ СВОЙСТВА

- К ним относится например:
  - плотность расположения быстрых натриевых каналов на мембранах клеток, что определяет время возникновения возбуждения и скорость проведения импульса;
  - наследственные различия в скорости биохимических реакций, которые определяют синтез АТФ;
  - строение, иннервация и трофика мышц и т. п.

# ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

- ▣ **Физическое развитие** — динамический процесс роста (увеличение длины и массы тела, развитие органов и систем организма и так далее) и биологического созревания ребёнка в определённом периоде постнатального онтогенеза.

# ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

- Процесс развития совокупности морфологических и функциональных свойств организма (скорость роста, прирост массы тела, определённая последовательность увеличения различных частей организма и их пропорций, а также созревание различных органов и систем на определённом этапе развития), в основном запрограммированных наследственными механизмами и реализуемых по определённому плану при оптимальных условиях жизнедеятельности.

# ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

- На физическое развитие влияют неблагоприятные факторы внешней среды, оказывающие воздействие:
  - во внутриутробном периоде (болезни, перенесенные матерью во время беременности, курение, алкоголь, наркотики, травмы, внутриутробные инфекции и т.п.);

# ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

- в постнатальном онтогенезе медико – социальные факторы (условия питания, воспитания, проживания, социальные, наличие заболеваний и другие) способны нарушить последовательность развития организма, оказывая подчас большее влияние , чем генетические, либо другие биологические факторы.
- Хороший уровень физического развития сочетается с высокими показателями физической подготовки, мышечной и умственной работоспособности.

# ОСОБЕННОСТИ ТРЕНИРОВАННОГО ОРГАНИЗМА

- Выполняет большую нагрузку
- Стандартную нагрузку по интенсивности выполняет дольше
- Более экономичный режим работы в покое
- При максимальной нагрузке большие отклонения в работе физиологических систем
- Более быстрое восстановление после выполнения нагрузки

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

- Основными методами исследования физического развития человека являются внешний осмотр (соматоскопия) и измерения — антропометрия (соматометрия).
- Динамометрия
- Оценка состояния физиологических систем
- Нагрузочные тесты

# Внешний (наружный) осмотр (соматоскопия)

- При исследовании физического развития человека наряду с данными, полученными инструментальными методами, учитывают и описательные показатели.
- Начинают осмотр с оценки кожного покрова, затем формы грудной клетки, живота, ног, степени развития мускулатуры, жировотложений, состояния опорно-двигательного аппарата и других параметров (показателей).

# Внешний (наружный) осмотр (соматоскопия)

- Рассмотрим проведение метода наружного осмотра (соматоскопии) на некоторых примерах:
- Кожа описывается как гладкая, чистая, влажная, сухая, упругая, вялая, бугристая, бледная, гиперемированная и др.

# Внешний (наружный) осмотр (соматоскопия)

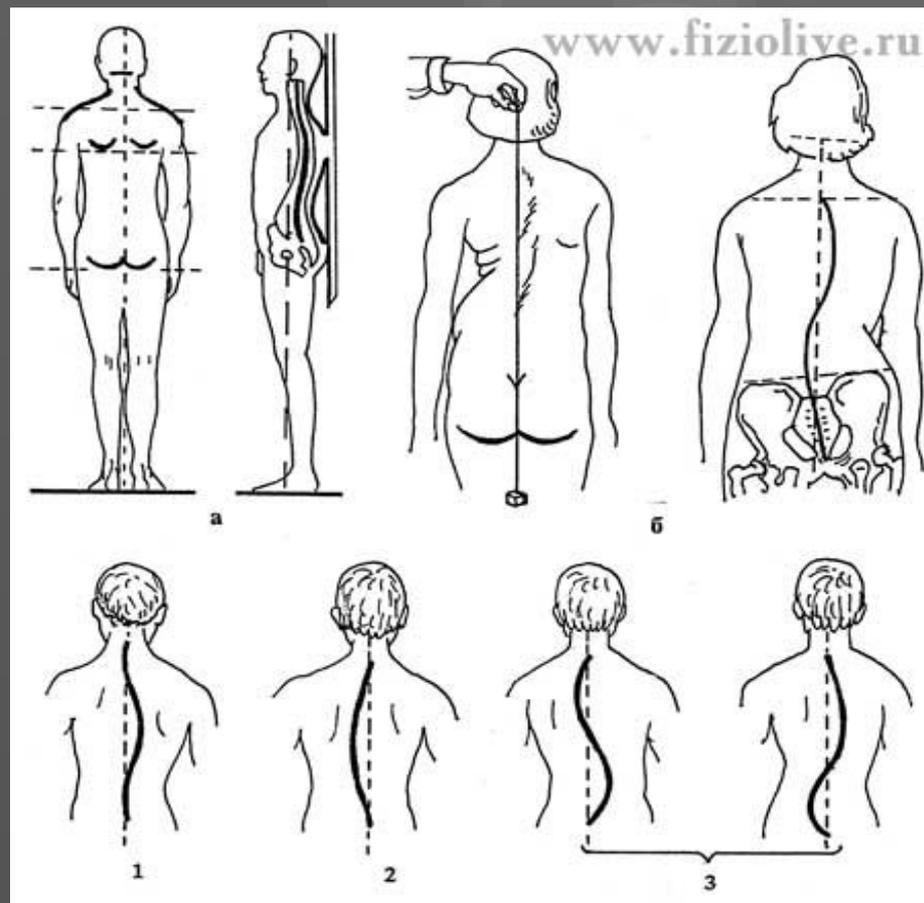
- Состояние опорно-двигательного аппарата (ОДА) оценивается по общему впечатлению: массивности, ширине плеч, осанке и пр.
- Позвоночник — выполняет основную опорную функцию. Его осматривают в сагиттальной и фронтальной плоскостях, определяют форму линии, образованной остистыми отростками позвонков, обращают внимание на симметричность лопаток и уровень плеч, состояние треугольника талии, образуемого линией талии и опущенной рукой.

# Определение искривления позвоночника.

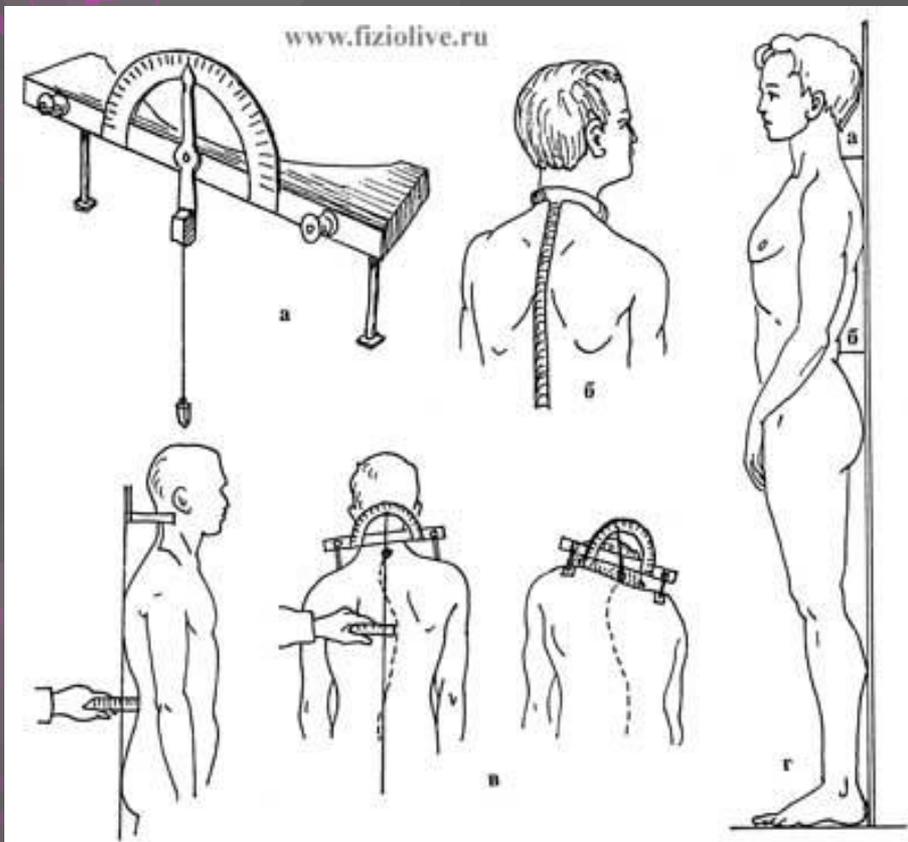
- Признаки нормальной осанки (а); определение искривления позвоночника (б).

- Виды сколиоза:

- 1 — правосторонний;
- 2 — левосторонний;
- 3 — S-образный

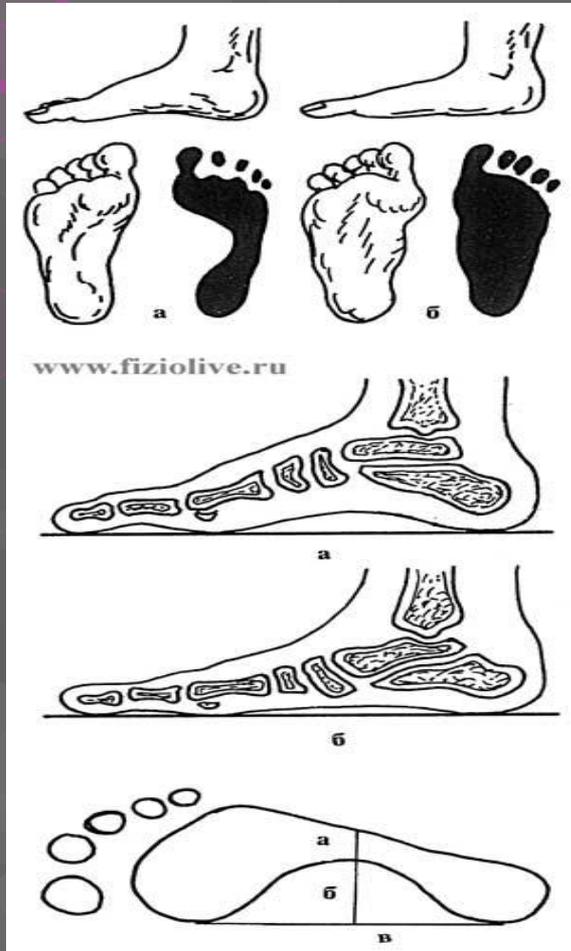


# Для определения боковых искривлений позвоночника используют сколиозометр Билли-Кирхгофера. *Лордозоплеческолиозометр.*



- Лордозоплеческолиозометр (а).
- Определение боковых искривлений позвоночника прибором Билли-Кирхгофера (б),
- лордоплеческолиозометром П. И. Белоусова (в);
- г — схема измерения глубины шейного (а) и поясничного (б) изгиба

# Определение внешнего вида стоп и их отпечатков.

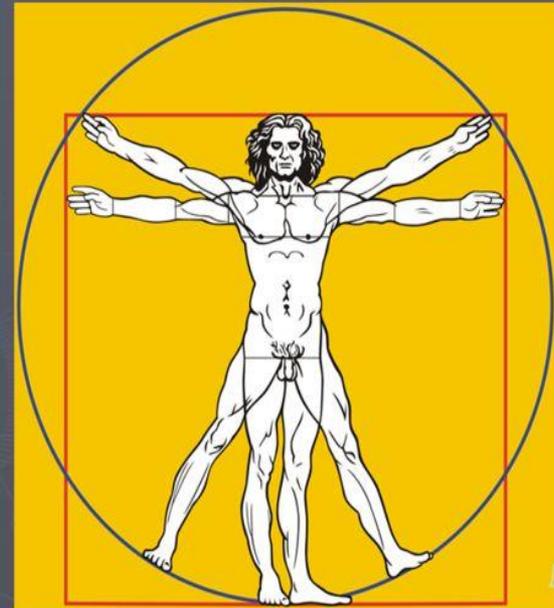


- *Стопа* — орган опоры и передвижения. Различают стопу нормальную, уплощенную и плоскую.
- При осмотре стопы опорной поверхности обращают внимание на ширину перешейка, соединяющего область пятки с передней частью стопы.
- Кроме того, обращают внимание на вертикальные оси ахиллова сухожилия и пятки при нагрузке.

# Антропометрия (соматометрия)

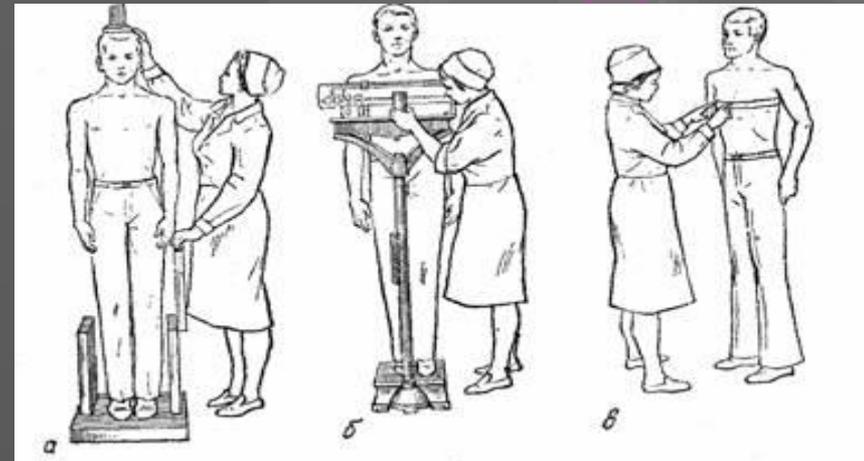
- Уровень физического развития определяют совокупностью методов, основанных на измерения морфологических и функциональных признаков.
- Различают основные и дополнительные антропометрические показатели.

## Антропометрия



# Основные антропометрические показатели

- Рост, масса тела, окружность грудной клетки (при максимальном вдохе, паузе и максимальном выдохе)
- Сила кистей и становая сила (сила мышц спины).
- Кроме того, к основным показателям физического развития относят определение соотношения «активных» и «пассивных» тканей тела (тощая масса, общее количество жира) и других показателей состава тела.



# Основные антропометрические показатели. Динамометрия

- Динамометрия - метод измерения силы сокращения мышцы или различных мышечных групп с помощью специального прибора динамометра. Эта методика применяется при оценке физического развития человека, его работоспособности, степени его утомления

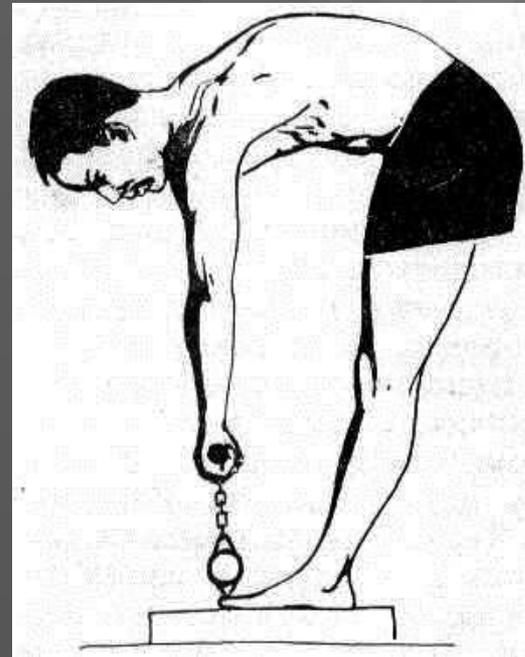
# Основные антропометрические показатели. Динамометрия.

- Мышечная сила рук характеризует степень развития мускулатуры и измеряется **ручным динамометром** (в кг).
- Производят 2—3 измерения, записывают наибольший показатель.
- Показатель зависит от возраста и пола.



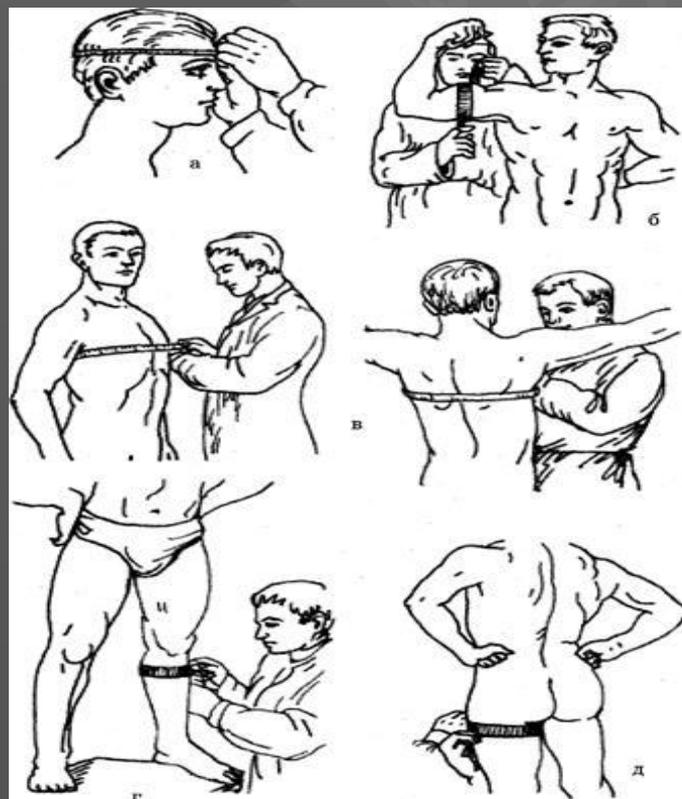
# Основные антропометрические показатели. Динамометрия

- Становая сила определяет силу разгибательных мышц спины и измеряется становым динамометром.



# Дополнительные антропометрические показатели

- К дополнительным относят - рост сидя, окружность шеи, размер живота, талии, бедра и голени, плеча, сагиттальный и фронтальный диаметры грудной клетки, длину рук и др.



# Оценка состояния физиологических систем

- Так как при физической нагрузке изменяется функциональное состояние целого ряда физиологических систем, то используются методы, позволяющие качественно и количественно оценить изменения, происходящие в этих системах.
- Например, ведется подсчет частоты пульса и дыхательных движений, определяется артериальное давление, жизненная емкость легких, определяется концентрация гемоглобина и эритроцитов в циркулирующей крови и др.

□

# Нагрузочные тесты

- К ним относятся - степ-тест,  $PWC_{170}$ , дозированный бег по дорожке или на тредбане, приседания, работа на тренажерах и другие.
- Эти тесты позволяют оценить физическую работоспособность, выносливость, время наступления процесса утомления и др.
- В качестве примера приводим описание теста ***PWC<sub>170</sub>***.

# PWC 170

- **PHYSICAL WORKING CAPACITY** – функциональная проба, в основе которой лежит определение мощности мышечной работы при частоте сердечных сокращений 170 в минуту.

# PWC 170

- ***PWC<sub>170</sub> - оценка физической работоспособности*** - проводится на велоэргометре. Испытуемому предлагают последовательно выполнить две физические нагрузки.
- Первая нагрузка. Испытуемый должен вращать педали велоэргометра в течение 5 минут с частотой 50 оборотов в минуту при нагрузке 1 Вт/кг массы тела. За 30 секунд до окончания первой нагрузки производят измерение частоты пульса и дают испытуемому отдохнуть в течение 5 минут.

□

## PWC 170

- Вторая нагрузка. После отдыха он при тех же условиях реализует нагрузку 2 Вт/кг массы тела. За 30 секунд до окончания процедуры опять подсчитывается частота пульса.
- Данные частоты пульса в первой и второй пробе заносят в формулу, по которой рассчитывают физическую работоспособность человека.

# PWC 170



# PWC 170

- Тест  $PWC_{170}$  основан на закономерности, заключающейся в том, что между частотой сердечных сокращений (ЧСС) и мощностью физической нагрузки существует линейная зависимость. Это позволяет определить величину механической работы, при которой ЧСС достигает 170, путем построения графика и линейной зависимости данных, либо путем расчета по формуле, предложенной В. Л. Карпманом и сотр.
- ЧСС, равная 170 ударам в минуту, соответствует началу зоны оптимального функционирования кардиореспираторной системы. Кроме того с этой ЧСС нарушается линейный характер взаимосвязи ЧСС и мощности физической работы.

## PWC 170

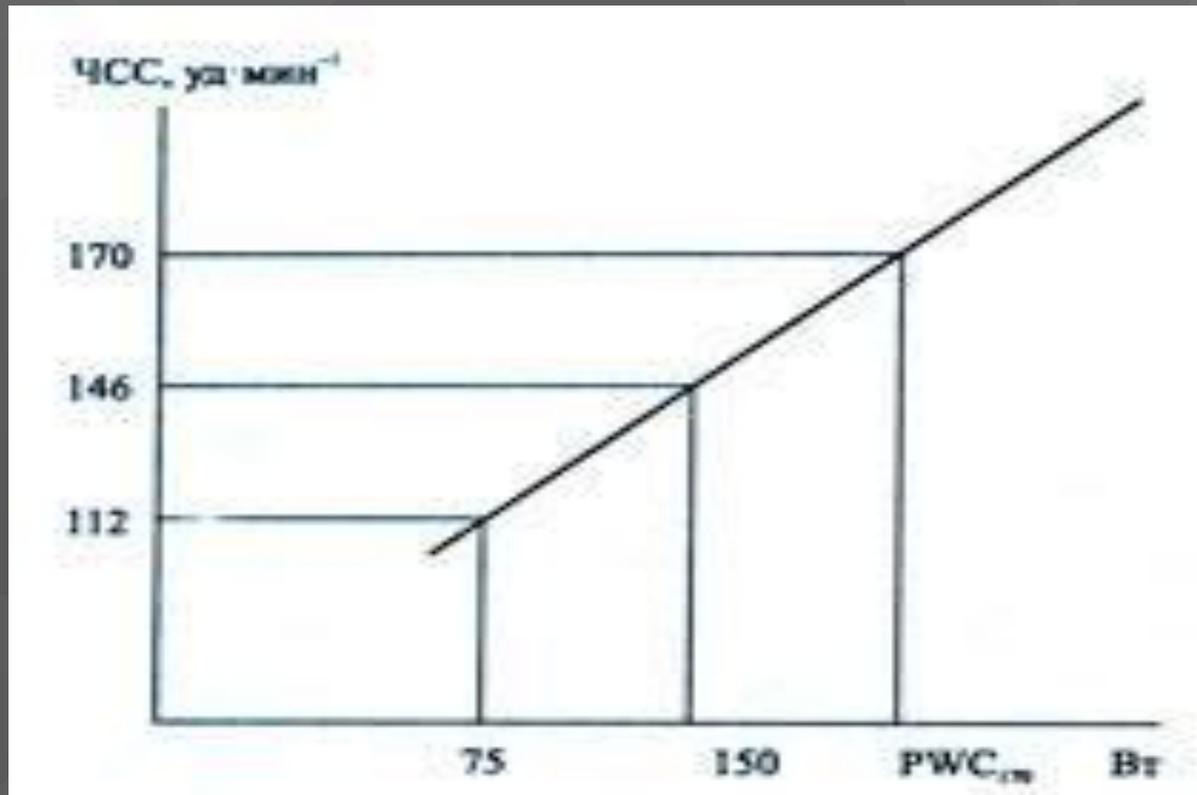
Формула В.Л. Карпмана:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) * \left( \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right)$$

**N1** и **N2** - мощность первой и второй нагрузок

**f1** и **f2** - частота пульса в конце каждой нагрузки

# PWC 170



# АДАПТАЦИЯ

- Скелетные мышцы
- Функциональная система транспорта кислорода
- Другие физиологические системы

# СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ

## Срочная адаптация

- АТФ является непосредственным источником энергии для мышечной деятельности. При гидролизе 1 моля АТФ в физиологических условиях освобождается энергия, составляющая около 40 кДж. Содержание АТФ в мышцах достаточно стабильно. Следует иметь в виду, что мышца не может накапливать большое количество АТФ, так как при этом уменьшается ее сократительная способность. С другой стороны концентрация АТФ в мышце не может снижаться ниже 2мМ на 1 кг сырой мышечной массы, так как при этом ее запасы быстро исчезают, что приводит к окоченению мышцы.

# СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ

## Срочная адаптация

- Следует иметь в виду, что запасов АТФ в мышце хватает на 3-4 одиночных сокращения максимальной силы. Поэтому при физической работе в мышце постоянно идут процессы восстановления (ресинтеза) запасов АТФ, причем они идут с той же скоростью, с какой осуществляются ее растраты. Процессы восстановления идут как за счет аэробных, так и за счет анаэробных процессов.

# СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ

## Срочная адаптация

- В состоянии относительного покоя и при незначительных по интенсивности и непродолжительных физических нагрузках ресинтез АТФ обеспечивается в основном за счет аэробных процессов (процессы окислительного фосфорилирования идут в митохондриях), основным условием, для которых является достаточная доставка кислорода к мышечным волокнам. В этих условиях на долю аэробных процессов приходится до 90% ресинтезируемой АТФ. Однако при напряженной (более интенсивной и продолжительной) физической нагрузке доставка кислорода уже не соответствует возрастающей интенсивности аэробных процессов и наряду с ними происходит активация анаэробных механизмов обеспечения достаточной концентрации АТФ в мышечных волокнах.

# СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ (СРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ)

## РЕСИНТЕЗ АТФ

□ АЭРОБНЫЙ ГЛИКОЛИЗ

□ АНАЭРОБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ:

- КРЕАТИНФОСФОКИНАЗНАЯ РЕАКЦИЯ (0,5 МИН.)



- МИОКИНАЗНАЯ РЕАКЦИЯ (2 – 3 МИН.)



- АНАЭРОБНЫЙ ГЛИКОЛИЗ

# СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ (ДОЛГОВРЕМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ)

- УВЕЛИЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ МОТОРНЫХ ЕДИНИЦ
- РАБОЧАЯ ГИПЕРТРОФИЯ
- УЧИЛЕНИЕ ВАСКУЛЯРИЗАЦИИ
- ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ
- ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ МЕТАБОЛИЗМА

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА

- 1. ДЫХАТЕЛЬНОЕ ЗВЕНО
- 2. ЦИРКУЛЯТОРНОЕ ЗВЕНО
- 3. ЭРИТРОЦИТАРНОЕ ЗВЕНО

# ДЫХАТЕЛЬНОЕ ЗВЕНО (СРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ)

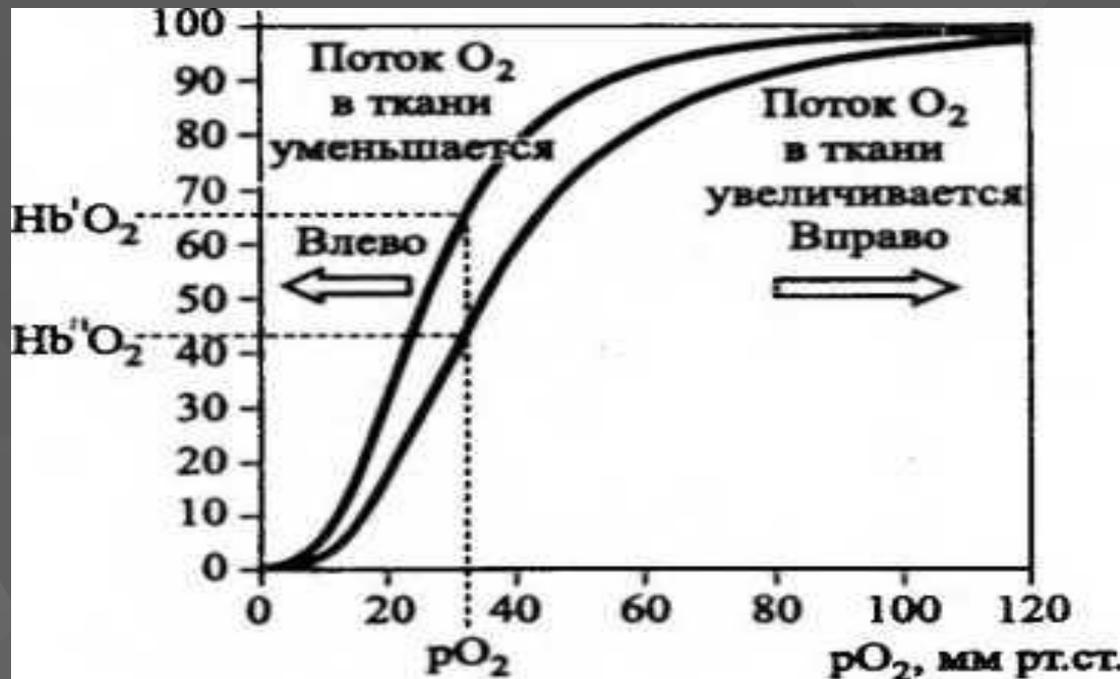
- 1. УВЕЛИЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ
- 2. ВЫРАВНИВАНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННО-ПЕРФУЗИОННОГО СООТНОШЕНИЯ
- 3. РАСШИРЕНИЕ БРОНХОВ
- 4. УСКОРЕНИЕ ДИФФУЗИИ ГАЗОВ

# ЦИРКУЛЯТОРНОЕ ЗВЕНО (СРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ)

- 1. УВЕЛИЧЕНИЕ МИНУТНОГО ОБЪЕМА  
(УО X ЧСС)
- 2. УВЕЛИЧЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО  
ДАВЛЕНИЯ
- 3. ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОНУСА  
СОСУДОВ
- 4. УВЕЛИЧЕНИЕ ВЕНОЗНОГО ВОЗВРАТА

# ЭРИТРОЦИТАРНОЕ ЗВЕНО (СРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ)

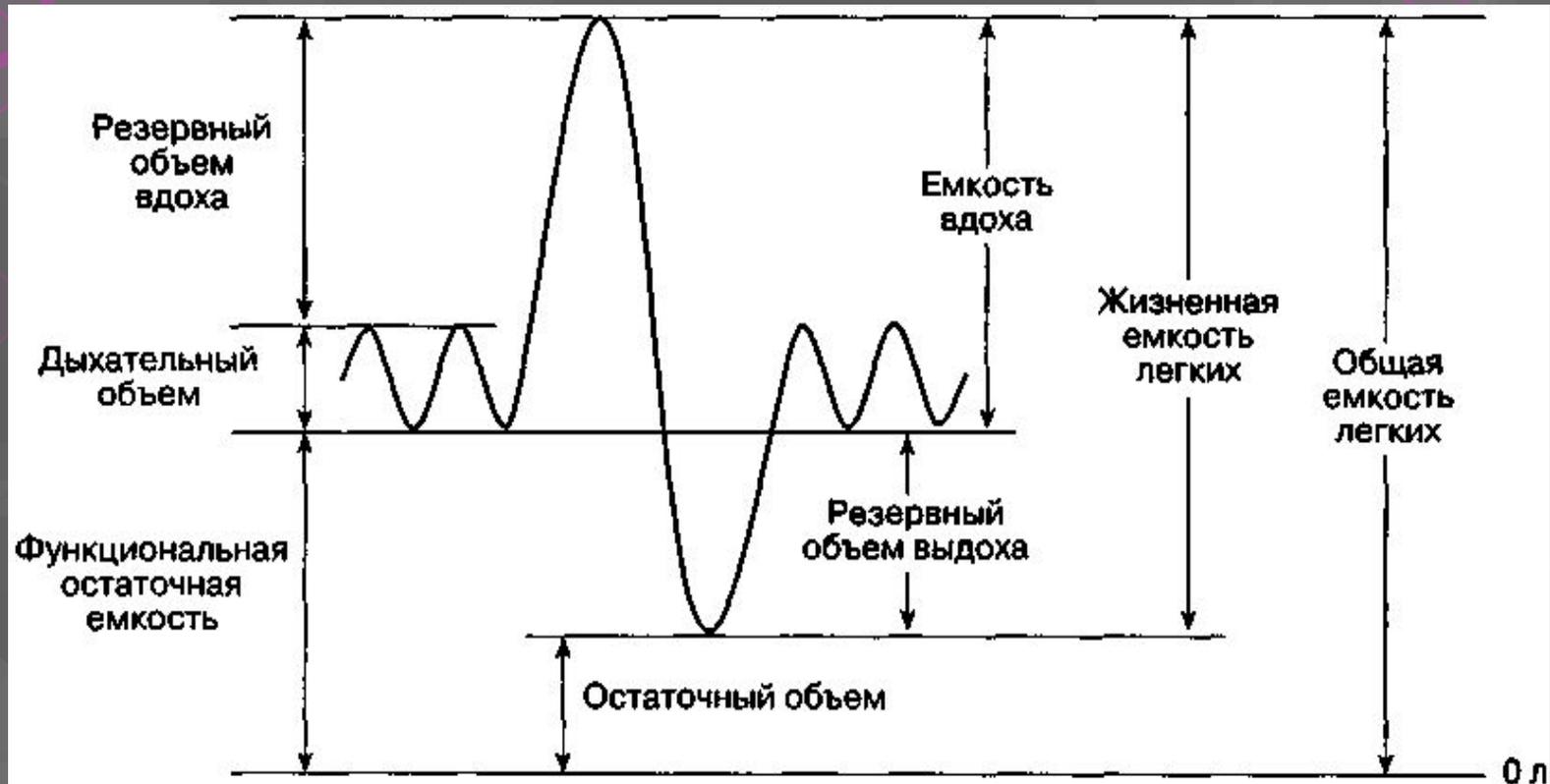
- 1. ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ЭРИТРОЦИТОЗ
- 2. СДВИГ КРИВОЙ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА ВПРАВО



# ДЫХАТЕЛЬНОЕ ЗВЕНО (ДОЛГОВРЕМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ)

- 1. ОБРАЗОВАНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ  
(ПРЕДСТАРОВОЕ СОСТОЯНИЕ)
- 2. УВЕЛИЧЕНИЕ ДИФфуЗИОННОЙ  
СПОСОБНОСТИ ЛЕГКИХ
- 3. УВЕЛИЧЕНИЕ ЖЕЛ  
(ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ЗА СЧЕТ  $P_{O_2}$  вдоха)

# ДЫХАТЕЛЬНОЕ ЗВЕНО



# Циркулярное звено (долговременная адаптация)



## 1. ТРИАДА ТРЕНИРОВАННОСТИ:

- БРАДИКАРДИЯ
- ГИПОТЕНЗИЯ
- ГИПЕРТРОФИЯ МИОКАРДА

## □ 2. УВЕЛИЧЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТОНУСА БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА

АРШАВСКИЙ ИЛЬЯ АРКАДЬЕИЧ

# ЭРИТРОЦИТАРНОЕ ЗВЕНО (долговременная адаптация)

- 1. УСИЛЕНИЕ ВЫРАБОТКИ ЭРИТРОПОЭТИНА
- 2. УСИЛЕНИЕ ЭРИТРОПОЭЗА
- 3. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИСТИННОГО ЭРИТРОЦИТОЗА
- 4. СНИЖЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ЭРИТРОНА РЕАГИРОВАТЬ НА ГИПОКСИЮ
- 5. В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ – ОТСТАВАНИЕ СИНТЕЗА ГЕМОГЛОБИНА

# НЕЙРО-ГУМОРАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К МЫШЕЧНЫМ НАГРУЗКАМ

## ОБЩИЙ АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ

- 1. ГЛЮКОКОРТИКОИДЫ
- 2. КАТЕХОЛАМИНЫ
- 3. ТИРЕОИДНЫЕ ГОРМОНЫ
- 4. АНДРОГЕНЫ

# ОСОБЕННОСТИ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

- 1. ЭКОНОМИЧНОСТЬ
- 2. УВЕЛИЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОЙ МОЩНОСТИ

# ПИЩЕВАРЕНИЕ

- 1. УМЕРЕННЫЕ НАГРУЗКИ:
  - УСИЛЕНИЕ ВСАСЫВАНИЯ
  - УСИЛЕНИЕ МОТОРИКИ
- 2. ТЯЖЕЛЫЕ НАГРУЗКИ:
  - ТОРМОЖЕНИЕ СЕКРЕЦИИ ЖЕЛУДКА И ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

# ВЫДЕЛЕНИЕ

|                                  | <b>ЭФФЕКТ НА<br/>ДИУРЕЗ</b> |
|----------------------------------|-----------------------------|
| <b>УВЕЛИЧЕНИЕ<br/>АД</b>         | <b>+</b>                    |
| <b>УСИЛЕНИЕ<br/>СЕКРЕЦИИ АДГ</b> | <b>-</b>                    |

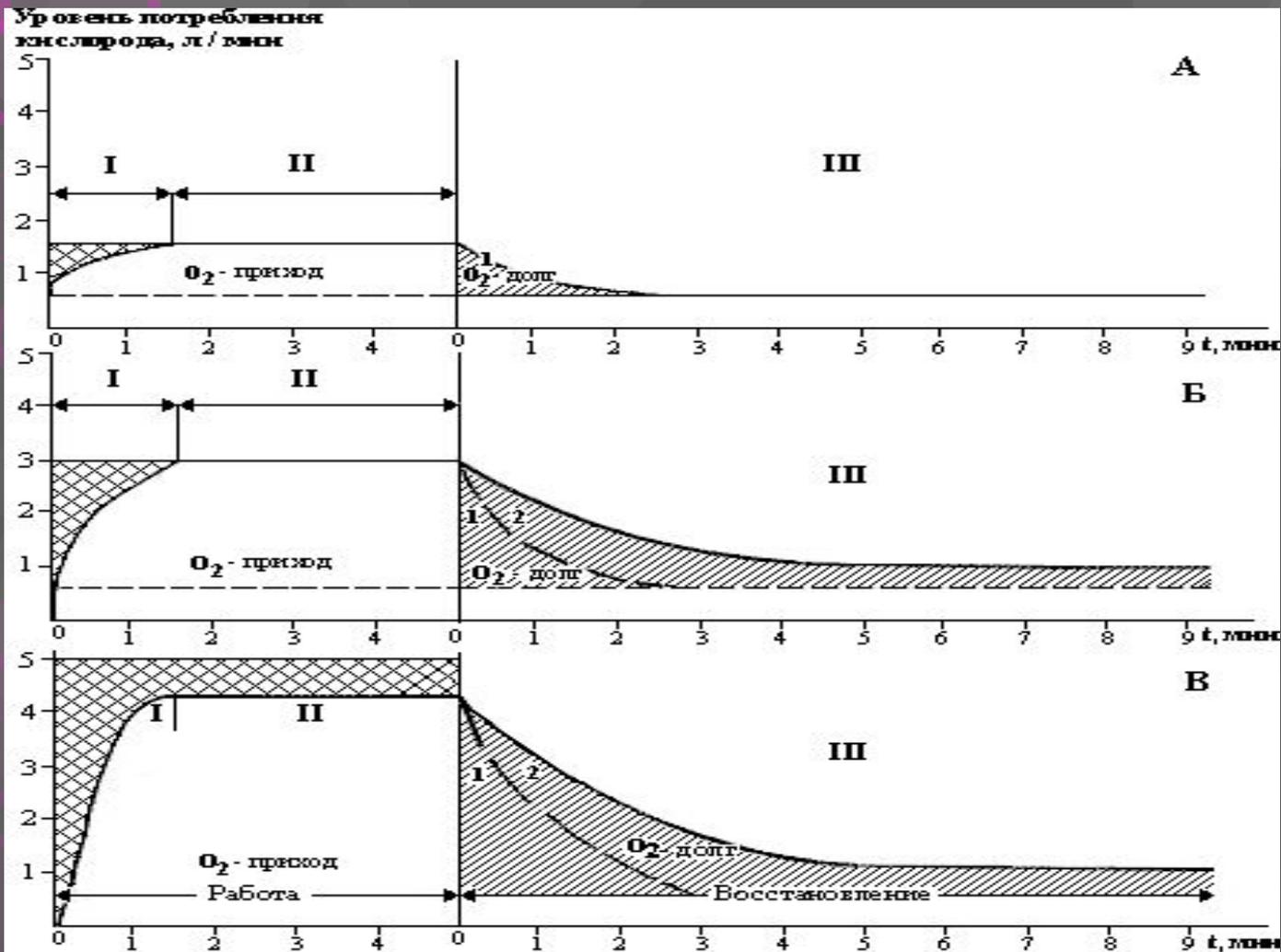
# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

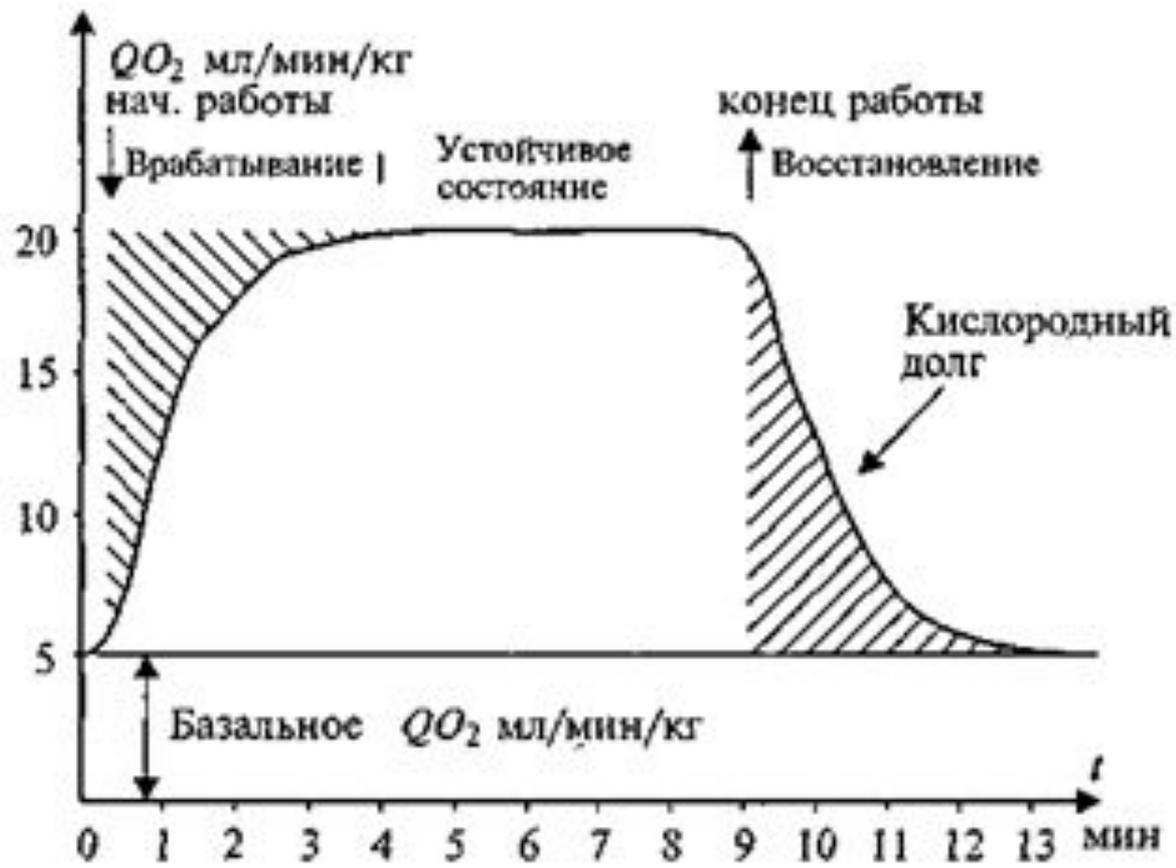
- 1. УВЕЛИЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
- 2. РАЗНОНАПРАВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

- ▣ **КИСЛОРОДНЫЙ ДОЛГ** – КОЛИЧЕСТВО КИСЛОРОДА, КОТОРОЕ НЕОХОДИМО ДОПОЛНИТЕЛЬНО ПОТРЕБИТЬ ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ, ЧТОБЫ УСТРАНИТЬ АНАЭРОБНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ (ЛАКТАТ) ПУТЕМ ИХ ПОЛНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ ИЛИ РЕСИНТЕЗА В ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

Кислородный приход, кислородный дефицит и кислородный долг при длительной работе разной мощности. А - при легкой, Б - при тяжелой, и В - при истощающей работе; I - период вработывания; II - устойчивое (А, Б) и ложное устойчивое (В) состояние во время работы; III - восстановительный период после выполнения упражнения; 1 - алактатный, 2 - гликолитический компоненты кислородного долга (по Волкову Н. И., 1986).





БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

