

**ЛЕКЦИЯ №2**  
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ**  
**ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ**  
**ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНА ПРИ**  
**СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

## 2.1. ДОРАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ.

- Дорабочее состояние – это состояние, когда спортсмен не выполняет никаких двигательных действий, но в организме уже наблюдаются изменения в деятельности физиологических систем и эти изменения обусловлены психологическими факторами (мотивация к деятельности, мысленное представление о соревнованиях, условия соревнований, уровень соперников и т.д.). Изменения физиологических функций под влиянием этих факторов в физиологии определены, как **предстартовые состояния.**

- Предстартовое состояние (ПС) – это комплекс изменений физиологических и психологических функций, возникающий вследствие представления о предстоящих соревнованиях.
- ПС рассматривают, как биологическую приспособительную реакцию организма (происходит мобилизация двигательных и вегетативных функций для предстоящей работы); автоматическая регуляция физиологических функций осуществляется по механизму условных рефлексов.

- Величина физиологических сдвигов определяется неспецифическими внутренними факторами (тип ВНД - психологические особенности) и специфическими факторами (объем физической нагрузки, ранг соревнований, наличие сильных спортсменов) окружающей среды.
- По своей природе предстартовые изменения функций являются условно-рефлекторными реакциями. Условно-рефлекторными раздражителями в данном случае служат место, время предстоящей деятельности, а также речевые раздражители (вторая сигнальная система). Важнейшую роль при этом играют эмоциональные реакции. Поэтому наиболее резкие изменения в функциональном состоянии организма наблюдаются перед спортивными соревнованиями. Причем степень и характер предстартовых изменений часто находятся в прямой связи со значимостью данного соревнования для спортсмена

- Функциональные изменения: учащается и углубляется дыхание, т. е. растет вентиляция легких (ВЛ), усиливается газообмен (потребление  $O_2$ ), учащаются и усиливаются сокращения сердца (растет сердечный выброс или минутный объем крови (МОК)), повышается артериальное давление (АД), увеличивается концентрация молочной кислоты в мышцах и крови, повышается температура тела и т. д. Таким образом, организм как бы переходит на некоторый "рабочий уровень" еще до начала деятельности, и это обычно способствует успешному выполнению работы (К.М. Смирнов). Потребление  $O_2$ , основной обмен, ВЛ перед стартом могут в 2-2,5 раза превышать обычный уровень покоя.

- У спринтеров, горнолыжников ЧСС на старте может достигать 160 уд/мин. Это связано с усилением деятельности симпатоадреналовой системы, деятельность которой активизируется влияниями гипоталамо-гипофизарной и лимбической системами головного мозга. Активность этих систем усиливается еще до начала работы, о чем свидетельствует, повышение концентрации норадреналина и адреналина. Под влиянием катехоламинов и других гормонов ускоряются процессы расщепления гликогена в печени, жиров в жировом депо, так что еще до начала работы в крови повышается содержание энергетических субстратов - глюкозы, свободных жирных кислот.

- Усиление симпатической активности через холинэргические волокна, усиливает гликолиз в скелетных мышцах, вызывает расширение кровеносных сосудов мышц (холинэргическая вазодилатация). Особенности предстартового состояния во многом могут определять спортивную работоспособность. Не во всех случаях предстартовые изменения оказывают положительное влияние на спортивный результат.

- Поэтому выделяют три формы предстартового состояния:

- состояние (боевой) готовности - проявление умеренного эмоционального возбуждения, которое способствует повышению спортивного результата;
- состояние стартовой лихорадки - резко выраженное возбуждение, под влиянием которого возможно как повышение, так и понижение спортивной работоспособности; слишком сильное и длительное предстартовое возбуждение, которое в ряде случаев сменяется угнетением и депрессией - стартовой апатией, ведущей к снижению спортивного результата



# БОЕВАЯ ГОТОВНОСТЬ

- Характеризуется наилучшим психологическим настроем и функциональной подготовкой спортсменов к работе. Наблюдается оптимальный уровень физиологических сдвигов - повышенная адекватная возбудимость нервных центров и мышечных волокон, повышение глюкозы в крови, благоприятное превышение концентрации норадреналина и адреналина, оптимальное усиление частоты и глубины дыхания и частоты сердцебиений, повышение скорости двигательных реакций. Повышение точности дифференцировок пространственных, силовых и временных параметров движений.
- **Этот комплекс физиологических и психологических изменений обеспечивает готовность к достижению максимального результата**

# СТАРТОВАЯ ЛИХОРАДКА

- Характеризуется чрезмерной возбудимостью нервных центров, что вызывает: нарушение тонких механизмов межмышечной координации, лишние энергозатраты и избыточный дорабочий расход углеводов, гиперфункцию кардио-респираторной системы. У спортсменов наблюдается повышенная нервозность, возникают фальстарты что приводит к быстрому истощению ресурсов организма. Избыточное повышение концентрации адреналина в крови, приводит к чрезмерному общему возбуждению, которое является причиной снижения точности движений, может возникать тремор, спортсмен не способен сконцентрироваться.
- В конечном итоге наблюдается снижение результата.

# ПРЕДСТАРТОВАЯ АПАТИЯ

• характеризуется недостаточным уровнем возбудимости центральной нервной системы, снижением скорости двигательных реакций, незначительными изменениями в состоянии скелетных мышц и вегетативных функций, психологической подавленностью и неуверенностью спортсмена. Преобладание тормозных процессов в ЦНС, развитие фазы охранительного торможения, угнетение деятельности вегетативных систем. Причины возникновения состояния: низкая квалификация спортсмена, предыдущие травмы, встреча с сильным соперником, тип ВНД самого спортсмена, перенос соревнований. В результате - снижение результата.

## 2.2. РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ.

- характеризуется непосредственным выполнением упражнений (нагрузки).
- 1. РАЗМИНКА – это комплекс общеподготовительных и специальных упражнений, которое предшествует выступлению на соревновании или основной части тренировочного занятия. Разминка способствует оптимизации предстартового состояния, обеспечивает ускорение процессов вработывания, повышает работоспособность.
- **Общая разминка** - способствует повышению возбудимости ЦНС, усилению функций кислородтранспортной системы, обмена веществ в мышцах и других органах и тканях тела, повышению температуры тела.

- **Общая разминка** – неспецифична, направлена на создание оптимального возбуждения центральных и периферических звеньев двигательного аппарата. «Разогревание» мышц снижает их вязкость, повышает гибкость суставов и связочного аппарата, ускоряет газообмен между кровью и тканями, активизирует ферменты и ускоряет протекание биохимических реакций..
- **Специальная разминка** по своему характеру должна быть как можно ближе к предстоящей деятельности. Включает сложные в координационном отношении упражнения, обеспечивающие необходимую "настройку" ЦНС, специфическую подготовку к предстоящей работе именно тех нервных центров и скелетных мышц, которые несут основную нагрузку. Происходит оживление рабочих доминант и созданных на их базе двигательных динамических стереотипов, вегетативные сдвиги достигают уровня, необходимого для быстрого вхождения в работу. Включает имитационные упражнения, что обеспечивает запуск в ЦНС программы двигательных действий и способствует совершенствованию двигательных навыков.

## • Функциональное значение разминки

- 1. Разминка повышает возбудимость сенсорных и моторных нервных центров КБП, вегетативных нервных центров, усиливает деятельность желез внутренней секреции – обеспечивается процесс оптимальной регуляции функций во время выполнения последующих упражнений.
- 2. Разминка усиливает деятельность всех звеньев кислород-транспортной системы (дыхания и кровообращения): повышаются ЛВ, скорость диффузии O<sub>2</sub> из альвеол в кровь, ЧСС и сердечный выброс, АД, венозный возврат, расширяются капиллярные сети в легких, сердце, скелетных мышцах. Все это приводит к усилению снабжения тканей кислородом и соответственно к уменьшению кислородного дефицита в период вработывания, предотвращает наступление состояния "мертвой точки" или ускоряет наступление "второго дыхания".
- 3. Разминка усиливает кожный кровоток и снижает порог начала потоотделения, поэтому она оказывает положительное влияние на терморегуляцию, облегчая теплоотдачу и предотвращая чрезмерное перегревание тела во время выполнения последующих упражнений.

- 4. Многие из положительных эффектов разминки связаны с повышением температуры тела, и особенно рабочих мышц. Поэтому разминку часто называют разогреванием.. Согласно А. Хиллу, в результате разминки скорость сокращения мышц млекопитающих увеличивается примерно на 20% при повышении температуры тела на 2°. При этом увеличивается скорость проведения импульсов по нервным волокнам, снижается вязкость крови. Кроме того, увеличивается скорость метаболических процессов (прежде всего в мышцах) благодаря повышению активности ферментов, определяющих скорость протекания биохимических реакций (с увеличением температуры на 1° скорость метаболизма клеток увеличивается примерно на 13%). Повышение температуры крови вызывает сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо (эффект Бора), что облегчает снабжение мышц кислородом.
- Важнейший результат активной разминки - регуляция и согласование функций дыхания, кровообращения и двигательного аппарата в условиях максимальной мышечной деятельности.

- Продолжительность и интенсивность разминки и интервал между разминкой и основной деятельностью определяются рядом обстоятельств: характером предстоящего упражнения, внешними условиями (температурой и влажностью воздуха и др.), индивидуальными особенностями и эмоциональным состоянием спортсмена. Оптимальный перерыв должен составлять не более 15 мин, на протяжении которых еще сохраняются следовые процессы от разминки.
- **2. ВРАБАТЫВАНИЕ** – Постепенное повышение уровня активности всех органов и систем, адаптация организма к более высокому уровню физической деятельности.
- Механизм вработывания заключается в автоматизированной регуляции функций и возникновении устойчивой двигательной доминанты, которая обеспечивает координацию всех физиологических процессов.



## Особенности и характеристика процесса вработывания.

1. **Инертность** - относительная замедленность в усилении и развертывании вегетативных функций, что связано с характером нервной и гуморальной регуляции этих процессов в данный период.

2. **Гетерохронизм, т. е. неодновременность**, в усилении отдельных функций организма. Вработывание двигательного аппарата протекает быстрее, чем вегетативных систем. С неодинаковой скоростью изменяются разные показатели деятельности вегетативных систем, концентрация метаболитических веществ в мышцах и крови. Например, ЧСС растет быстрее, чем сердечный выброс и АД, ЛВ усиливается быстрее, чем потребление O<sub>2</sub>.

3. **Прямая зависимость между интенсивностью (мощностью) выполняемой работы и скоростью изменения физиологических функций: чем интенсивнее выполняемая работа, тем быстрее происходит начальное усиление функций организма, связанных с ее выполнением.** Поэтому длительность периода вработывания находится в обратной зависимости от интенсивности (мощности) упражнения. Например, в упражнениях малой аэробной мощности период вработывания для достижения требуемого уровня потребления кислорода длится примерно 7-10 мин, средней аэробной мощности - 5-7 мин, субмаксимальной аэробной мощности - 3-5 мин, околосредней аэробной мощности - до 2-3 мин, максимальной аэробной мощности - 1,5-2 мин.

- 4. Вработывание протекает при выполнении одного и того же упражнения тем быстрее, чем выше уровень тренированности спортсмена.
  - Особенности вработывания при работе разной аэробной мощности, кислородный запрос, кислородный дефицит и кислородный долг.
- Поскольку деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обеспечивающих доставку O<sub>2</sub> к работающим мышцам, усиливается постепенно, в начале почти любой работы сокращение мышц осуществляется главным образом за счет энергии анаэробных механизмов, т. е. за счет расщепления АТФ, КрФ, анаэробного гликолиза с образованием молочной кислоты.
- Только при выполнении очень легких упражнений (менее 50% МПК) их энергообеспечение с самого начала может происходить аэробным путем за счет кислорода, запасенного в мышцах в соединении с миоглобином, и кислорода, содержащегося в крови, перфузирующей работающие мышцы.

Имеющееся в начале работы несоответствие между потребностями организма в кислороде и его реальным удовлетворением в период вработывания приводит к образованию **кислородного дефицита, или  $O_2$ -дефицита.**

При выполнении нетяжёлых аэробных упражнений кислородный дефицит покрывается ("оплачивается") еще во время самого упражнения за счет некоторого излишка в потреблении  $O_2$  в начальный период "устойчивого" состояния.

При выполнении упражнений околомаксимальной аэробной мощности кислородный дефицит лишь частично может быть покрыт во время самой работы; в большей степени он покрывается после прекращения работы, составляя значительную часть **кислородного долга в период восстановления.**

- При выполнении упражнений максимальной аэробной мощности кислородный дефицит целиком покрывается в период восстановления, составляя очень существенную часть кислородного долга.

- **Причины возникновения кислородного дефицита:**

- 1. Замедленное увеличение потребления  $O_2$  в начале работы, объясняется медленным приспособлением кислород-транспортной системы к мышечной деятельности.
- 2. Особенности кинетики самого энергетического метаболизма в работающих мышцах.
- Чем быстрее (короче) протекает процесс вработывания, тем меньше  $O_2$ -дефицит. Поэтому при выполнении одинаковых аэробных упражнений  $O_2$ -дефицит у тренированных спортсменов меньше, чем у нетренированных людей.

- Через несколько минут после начала напряженной и продолжительной работы у нетренированного человека часто возникает особое состояние, называемое "**мертвой точкой**" (иногда оно отмечается и у тренированных спортсменов). Чрезмерно интенсивное начало работы повышает вероятность появления этого состояния.

- **Мертвая точка** – это временное снижение работоспособности, возникающее в результате несоответствия мышечной работы и деятельности кислород-транспортной системы. Характеризуется тяжелыми субъективными ощущениями, среди которых главное – ощущение одышки, чувство стеснения в груди, головокружение, ощущение пульсации сосудов головного мозга, иногда боли в мышцах, желание прекратить работу.

- **Объективными признаками состояния "мертвой точки"** – частое и относительно поверхностное дыхание, повышенное потребление  $O_2$  и увеличенное выделение  $CO_2$  с выдыхаемым воздухом, большой вентиляционный эквивалент кислорода, высокая ЧСС, повышенное содержание  $CO_2$  в крови и альвеолярном воздухе, сниженное рН крови, значительное потоотделение.



- **Причина наступления "мертвой точки"**

- В процессе вработывания возникает несоответствие между высокими потребностями рабочих мышц в кислороде и недостаточным уровнем функционирования кислород-транспортной системы. В результате в мышцах и крови накапливаются продукты анаэробного метаболизма и прежде всего молочная кислота. Это касается и дыхательных мышц, которые могут испытывать состояние относительной гипоксии из-за медленного перераспределения сердечного выброса в начале работы между активными и неактивными органами и тканями тела.
- Преодоление временного состояния "мертвой точки" требует больших волевых усилий. Если работа продолжается, то сменяется чувством внезапного облегчения, которое прежде и чаще всего проявляется в появлении нормального ("комфортного") дыхания.
- Поэтому состояние, сменяющее "мертвую точку", называют **"вторым дыханием"**. С наступлением этого состояния ЛВ обычно уменьшается, частота дыхания замедляется, а глубина увеличивается, ЧСС также может несколько снижаться. Потребление O<sub>2</sub> и выделение CO<sub>2</sub> с выдыхаемым воздухом уменьшаются, рН крови растет. Потоотделение становится очень заметным. Состояние **"второго дыхания"** показывает, что организм достаточно мобилизован для удовлетворения рабочих запросов.

- При выполнении упражнений постоянной аэробной мощности вслед за периодом быстрых изменений функций организма (вработыванием) следует период, который был назван А. Хиллом периодом устойчивого состояния (англ. steady - state).
- **УСТОЙЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ** – состояние, при котором наблюдается стабилизация физиологических функций, о которой судят **по постоянству потребления кислорода**.
- 1. Скорость потребления  $O_2$  при выполнении **упражнений малой аэробной мощности** вслед за быстрым нарастанием в начале упражнения далее устанавливается на определенном уровне и практически **сохраняется неизменной** на протяжении многих десятков минут. На протяжении периода устойчивого состояния **имеется количественное соответствие между потребностью организма в кислороде (кислородным запросом) и его удовлетворением** это упражнения с **истинно устойчивым состоянием**. Кислородный долг после непродолжительного их выполнения практически равен лишь кислородному дефициту, возникающему вначале работы.

- 2. При более интенсивных нагрузках - средней, субмаксимальной и околомаксимальной аэробной мощности - вслед за периодом быстрого увеличения скорости потребления  $O_2$  (вработывания) следует период, на протяжении которого она хотя и очень мало, но постепенно повышается. Поэтому рабочий период в этих упражнениях определяется как условно устойчивое состояние. В аэробных упражнениях большой мощности уже нет полного равновесия между кислородным запросом и его удовлетворением во время самой работы. Поэтому после них регистрируется кислородный долг, который тем больше, чем больше мощность работы и ее продолжительность.

- 3. В упражнениях максимальной аэробной мощности после короткого периода вработывания потребление  $O_2$  достигает уровня МПК (кислородного потолка) и потому больше увеличиваться не может. Далее оно поддерживается на этом уровне, иногда снижаясь лишь ближе к концу упражнения. Поэтому рабочий период в упражнениях максимальной аэробной мощности называют периодом (мнимого устойчивого состояния) ложного устойчивого состояния.



- В упражнениях анаэробной мощности вообще нельзя выделить второй рабочий период, так как на протяжении всего времени их выполнения быстро повышается скорость потребления O<sub>2</sub> (и происходят изменения других физиологических функций). В этом смысле можно сказать, что в упражнениях анаэробной мощности есть только период вработывания.
- При выполнении упражнений любой аэробной мощности на протяжении второго периода (с истинно, условно или ложно устойчивым состоянием, определяемым по скорости потребления O<sub>2</sub>) многие ведущие физиологические показатели изменяются. Эти функциональные изменения получили название «дрейфа». Чем больше мощность упражнения, тем выше скорость "дрейфа" функциональных показателей, и наоборот, чем ниже мощность упражнения (чем оно продолжительнее) тем ниже скорость «дрейфа».

## • Изменения функциональных показателей при работе

1. Изменения в системе дыхания – растет глубина дыхания (до 2-3 л) и частота дыхания (до 40-60 вдохов в 1 мин). Минутный объем дыхания при этом может увеличиваться до  $150-200 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ . Однако большое потребление кислорода дыхательными мышцами (до  $1 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ ) делает нецелесообразным предельное напряжение внешнего дыхания.

2. Изменения в сердечно-сосудистой системе – увеличивается систолический объем крови (при больших нагрузках у спортсменов до 150-200 мл), нарастает ЧСС (до  $180 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$  и более), растет минутный объем крови (у тренированных спортсменов до  $35 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$  и более). Происходит перераспределение крови в пользу работающих органов - главным образом, скелетных мышц, а также сердечной мышцы, легких, активных зон мозга - и снижение кровоснабжения внутренних органов и кожи. Перераспределение крови тем более выражено, чем больше мощность работы.

Количество циркулирующей крови при работе увеличивается за счет ее выхода из кровяных депо. В системе крови наблюдается увеличение количества форменных элементов. При работе увеличивается отдача кислорода из крови в ткани. Увеличивается артерио-венозная разность по кислороду и коэффициент использования кислорода. Рост кислородного дефицита сопровождается увеличением в крови концентрации молочной кислоты и снижением рН крови. В связи с потерей воды и увеличением количества форменных элементов повышение вязкости крови достигает 70%.

- **УТОМЛЕНИЕ** – Естественный физиологический процесс снижения работоспособности; характеризуется субъективными ощущениями усталости; рассматривается как биологическая защитная реакция организма при длительной напряженной работе.
- Первопричиной утомления могут быть различные факторы, которые зависят от конкретных условий мышечной деятельности и индивидуальных особенностей организма.  
**Причины утомления:** истощение энергетических ресурсов мышц, накопление и отравление продуктами обмена, гипоксия, нарушение корковой координации, нарушение кровоснабжения, угнетение активности ферментов, нарушение функций эндокринных желез. Утомление является следствием сложного взаимодействия периферических, гормональных и центрально-нервных факторов.

- **Классификация утомления** – умственное, сенсорное, физическое (в зависимости от числа мышц, участвующих в работе, подразделяют на локальное, региональное, глобальное).
- **Скрытое или компенсированное утомление** – это начальный этап возникновения утомления, которое может компенсироваться за счет темпа и инерции движений.
- **Некомпенсированное утомление** возникает позже, характеризуется явным снижением работоспособности.
- Для каждого вида спорта характерен свой ведущий фактор утомления и предотвращение развития этого фактора позволяет повышать и увеличивать время работоспособности. Работа до утомления способствует росту тренированности. Основа повышения тренированности – это адаптация к повышению нагрузок. Поэтому прекращение нагрузки до наступления утомления приостанавливает развитие тренированности. Выраженное утомление снижает тренировочный эффект и возникает состояние перетренированности.

- Факторы утомления при выполнении упражнений максимальной и субмаксимальной мощности
- Факторы утомления связаны с процессами биоэнергетического обеспечения мышечной работы и нарушением функции ЦНС и нервно-мышечного аппарата.
- снижение концентрации КрФ более чем на половину от исходной концентрации
- снижению рН внутриклеточной среды из-за увеличения концентрации лактата (молочной кислоты)
- накопленные АДФ,  $H^+$ , лактат ингибируют ключевой фермент – АТФ-азу миозина, от которого зависит преобразование энергии АТФ в механическую работу мышц
- снижение запасов гликогена в быстросокращающихся мышечных волокнах
- нарушение электромеханического сопряжения при передаче возбуждения с нерва на мышцу
- изменение деятельности ЦНС из-за развития охранительного торможения

- Факторы утомления при выполнении длительных упражнений большой и умеренной мощности

Факторы утомления: связаны с ограниченными

## возможностями кислород-транспортной системы

- •исчерпание внутримышечных запасов гликогена
- •накопление продуктов неполного окисления жиров
- •развитие гипогликемического состояния
- •нарушение электромеханического сопряжения в работающих мышцах
- •ухудшение деятельности ЦНС в условиях выраженной гипертермии
- •дегидратация (обезвоживание),
- •нарушение электролитного баланса

Утомление при длительной физической нагрузке

## 2.3. ПОСЛЕРАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ.

- Характеризуется прекращением спортивной деятельности. Вся совокупность изменений в этот период объединяется понятием восстановление.
- Восстановительные процессы - важнейшее звено работоспособности спортсмена. Способность к восстановлению при мышечной деятельности является естественным свойством организма, существенно определяющим его тренируемость. Поэтому скорость и характер восстановления различных функций после физических нагрузок являются одним из критериев оценки функциональной подготовленности спортсменов.

- Во время мышечной деятельности в организме спортсменов происходят связанные друг с другом анаболические и катаболические процессы, при этом диссимиляция преобладает над ассимиляцией. Всякая реакция расщепления вызывает или усиливает в организме реакции ресинтеза, которые после прекращения трудовой деятельности ведут к преобладанию процессов ассимиляции. В это время восполняются израсходованные во время тренировочной и соревновательной работы энергоресурсы, ликвидируется кислородный долг, удаляются продукты распада, нормализуются нейроэндокринные, анимальные и вегетативные системы, стабилизируется гомеостаз.



- Вся совокупность происходящих в этот период физиологических, биохимических и структурных изменений, которые обеспечивают переход организма от рабочего уровня к исходному (дорабочему) состоянию, и объединяется понятием восстановления.
- **Физиологические механизмы восстановительных процессов.**
- Восстановление регулируется двумя основными механизмами - нервным и гуморальным. Накопление продуктов обмена веществ и гормональные изменения в процессе физических нагрузок определяют скорость, интенсивность и продолжительность восстановительных процессов.
- Нервный механизм регуляции, как более быстрый направляет и осуществляет восстановление в период самой деятельности и в раннем периоде восстановления. С помощью нервного механизма преимущественно регулируется нормализация внутренней среды организма, главным образом через сердечно-сосудистую и дыхательную системы (доставка кислорода, питательных веществ, удаление продуктов обмена).
- Более медленный гуморальный механизм регуляции обеспечивает восстановление водно-солевого обмена, запасов глюкозы и гликогена, а также ферментов и гормонов.

- Во время работы и после ее окончания нервно-гуморальный механизм регулирует, с одной стороны, процессы освобождения и мобилизации энергии, что принято считать эрготропным направлением регуляции, а с другой, - процессы, усиливающие анаболизм, т. е. трофотропное направление регуляции.
- Как и всякие системы с обратной связью, восстановительные процессы вследствие функциональных и структурных перестроек приводят к супервосстановлению. Это явление составляет одну из важнейших физиологических основ тренировки, которое, расширяя функциональные резервы организма, обеспечивает рост силы, быстроты и выносливости.

- Физиологические закономерности восстановительных процессов.

1. **Неравномерность** восстановительных процессов. Заключается в том, что сразу после окончания работы восстановление идет быстро, а затем скорость его снижается и наблюдается фаза медленного восстановления. Наличие двух фаз восстановления отмечается после тяжелой физической работы. После умеренных нагрузок погашение кислородного долга носит однофазный характер, т. е. наблюдается только фаза быстрого восстановления. Факт неравномерного восстановления отмечен в динамике показателей сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, нервно-мышечного аппарата, картины периферической крови и обмена веществ. Биологические константы организма восстанавливаются на различных этапах последствия с разной скоростью.

- 2. В основе *гетерохронности* восстановления лежит принцип саморегуляции, свидетельствующий в данном случае о том, что неодновременное протекание различных восстановительных процессов обеспечивает наиболее оптимальную деятельность целостного организма. Сразу после окончания физических нагрузок восстанавливаются алактатная фаза кислородного долга и фосфагены. Через несколько минут отмечается нормализация пульса, артериального давления, ударного и минутного объемов крови, скорости кровотока, то есть тех показателей, которые обеспечивают восстановление лактатной фазы кислородного долга. Спустя несколько часов после нагрузок восстанавливаются показатели внешнего дыхания, глюкоза и гликоген. Обмен веществ, периферическая кровь, водно-солевой баланс, ферменты и гормоны восстанавливаются через несколько суток. Таким образом, в различные временные интервалы восстановительного периода функциональное состояние организма неоднозначно. Это следует принимать во внимание, планируя характер нагрузок и реабилитационные мероприятия.

- 3. **Фазность** восстановления, выражается в изменении уровня работоспособности. В динамике восстановления работоспособности различают три фазы.
- Сразу после напряженной работы наблюдается тенденция к восстановлению до исходного уровня, что соответствует **фазе пониженной работоспособности**. Повторные нагрузки в этот период вырабатывают выносливость.
- В дальнейшем восстановление продолжает увеличиваться, наступает **сверхвосстановление**, соответствующее **фазе повышенной работоспособности**; повторные нагрузки в эту фазу повышают тренированность.
- Восстановление до исходного уровня соответствует фазе исходной работоспособности; повторные нагрузки в это время мало эффективны и лишь поддерживают состояние тренированности.
- 4. Различный характер деятельности человека оказывает **избирательное влияние на отдельные функции организма, на разные стороны энергетического обмена.**

Восстановление - это не только процесс возвращения организма к предрабочему состоянию, а изменения, которые обеспечивают повышение функциональных возможностей организма, т. е. положительный тренировочный эффект.

- Природа восстановления заключается в наличии следовых явлений, которые возникают в тканях и ЦНС под влиянием нагрузок, и являются мощным фактором развития организма. Доказано, что если тренировочные нагрузки проходят на фоне неполного восстановления, то это способствует развитию функциональных возможностей организма. Если ритм восстановления опережает ритм воздействия нагрузок, то функционального развития не происходит.
- Восстановление идет волнообразно и наблюдаются периоды, которые характеризуются повышением функционального и биохимического уровня по сравнению с исходным; наблюдается явление суперкомпенсации. Именно в этом заключается смысл тренировки – с увеличением физических нагрузок повышается уровень восстановительных процессов.

- 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.
- Кислородный долг - это избыточное потребление  $O_2$  сверх предрабочего уровня покоя, которое обеспечивает энергией организм для восстановления до предрабочего состояния, включая восстановление израсходованных во время работы запасов энергии и устранение молочной кислоты. Скорость потребления  $O_2$  после работы снижается: на протяжении первых 2-3 мин очень быстро (быстрый, или алактатный, компонент кислородного долга), а затем более медленно (медленный, или лактатный, компонент кислородного долга), пока не достигает (через 30-60 мин) постоянной величины, близкой к предрабочей.

- Быстрый (алактатный) компонент  $O_2$ -долга связан главным образом с использованием  $O_2$  на быстрое восстановление израсходованных за время работы высокоэнергетических фосфагенов в рабочих мышцах, а также с восстановлением нормального содержания  $O_2$  в венозной крови и с насыщением миоглобина кислородом.
- Медленный (лактатный) компонент  $O_2$ -долга связан со многими факторами. В большой мере он связан с послерабочим устранением лактата из крови и тканевых жидкостей. Кислород в этом случае используется в окислительных реакциях, обеспечивающих ресинтез гликогена из лактата крови ( в печени и отчасти в почках) и окисление лактата в сердечной и скелетных мышцах.
- Длительное повышение потребления  $O_2$  связано с необходимостью поддерживать усиленную деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем в период восстановления, усиленный обмен веществ и другие процессы, которые обусловлены длительно сохраняющейся повышенной активностью симпатической нервной и гормональной систем, повышенной температурой тела,



- Восстановление запасов кислорода.

- Кислород находится в мышцах в форме химической связи с миоглобином. В процессе мышечной работы он может быстро расходоваться, а после работы быстро восстанавливаться. Скорость восстановления запасов кислорода зависит лишь от доставки его к мышцам. Уже через несколько секунд после прекращения работы кислородные "запасы" в мышцах и крови восстанавливаются. Парциальное напряжение  $O_2$  в альвеолярном воздухе и в артериальной крови не только достигает предрабочего уровня, но и превышает его. Быстро восстанавливается также содержание  $O_2$  в венозной крови, оттекающей от работавших мышц и других активных органов и тканей тела, что указывает на достаточное их обеспечение кислородом в послерабочий период.

- Основных пути 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, устраняемой 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 медленных волокнах). Это делает понятным, почему легкая работа (в ней участвуют в основном медленные мышечные волокна) способствует более быстрому устранению лактата после тяжелых нагрузок. Значительная часть медленной (лактатной) фракции  $\text{O}_2$ -долга связана с устранением молочной кислоты. Чем интенсивнее нагрузка, тем больше эта фракция. У нетренированных людей она достигает максимально 5-10 л, у спортсменов, особенно у представителей скоростно-силовых видов спорта, - 15-20 л. Длительность ее - около часа. Величина и продолжительность лактатной фракции  $\text{O}_2$ -долга уменьшаются при активном восстановлении.

- Спасибо за  
внимание!