

ВВЕДЕНИЕ

В ФИЗИОЛОГИЮ СПОРТА

Спортивная физиология

**изучает изменения функций
организма и их механизмы под
влиянием спортивной деятельности
и обосновывает практические
мероприятия по повышению ее
эффективности**

Проблемы спортивной физиологии

- Физиологическое обоснование закономерностей укрепления здоровья
- Физиологическое обоснование мероприятий, направленных на достижение **высоких спортивных достижений**

Общая спортивная физиология изучает:

- Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам и резервные возможности организма
- Функциональные изменения и состояния организма при спортивной деятельности
- Физическую работоспособность спортсмена
- Физиологические основы утомления и восстановления в спорте

Содержание частной спортивной физиологии:

- Физиологическая классификация физических упражнений
- Механизмы и закономерности формирования и развития двигательных навыков
- Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды
- Физиологические особенности тренировки женщин и детей разного возраста
- Физиологические основы массовых форм оздоровительной физической культуры

Спортивная физиология связана с другими науками

Фундаментальны

е

науки:

- Биология
- Физиология
- Химия
- Физика

Взаимодействующие дисциплины:

- Анатомия
- Биохимия
- Биомеханика
- Психология
- Гигиена

Дисциплины:

- Теория и методика ФК и С
- Педагогика
- Спортивная медицина
- ЛФК

используют достижения и методики спортивной физиологии

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФИЗИОЛОГИИ СПОРТА

- Изучение формирования и мобилизации функциональных резервов мозга.
- Разработка спортивной генетики (спортивный отбор).
- Спортивная биоритмология и психофизиология.
- Исследование патологических изменений в сердце спортсмена и их профилактика.
- Разработка экспресс-методов оценки функционального состояния спортсменов.
- Разработка минимальных объемов физических упражнений, обеспечивающих достаточный оздоровительный эффект.

Методы исследования:

Наблюдение:

- изучение функций организма в естественных условиях спортивной деятельности во время движения (бассейн, стадион и др.)

Эксперимент:

- исследование функций организма в лабораторных условиях (дозирование нагрузок, непрерывная связь спортсмена с прибором и др.)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА

- это способность организма (системы, органа) существенно интенсифицировать свою деятельность по сравнению с состоянием относительного покоя.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА обеспечиваются

- Морфофункциональными особенностями
- Парностью органов
- Усилением сердечно-сосудистой деятельности
- Увеличением легочной вентиляции
- Высокой резистентностью клеток и тканей к внешним воздействиям и изменению внутренней среды

Морфофункциональная основа физиологических резервов:

- Органы и системы организма.
- Механизмы их регуляции, которые обеспечивают:
 - *переработку информации,*
 - *поддержание гомеостаза,*
 - *координацию двигательных и вегетативных реакций.*

Резервные возможности

Социальные:

- Психологические
- Спортивно-технические

Биологические:

- Структурные
- Биохимические
- физиологические

Физиологические резервы включаются поочередно:

1-я очередь

Включается при переход от состояния покоя к повседневной деятельности.
Реализуется при работе до 30% от абсолютных возможностей организма.
Механизмы: условные и безусловные рефлексy

2-я очередь

Включаются при напряженной деятельности.
Реализуется при работе от 30% до 65% от максимальных возможностей организма (тренировки и соревнования).
Механизмы: нейрогуморальные влияния, волевые усилия, эмоции.

3-я очередь

Включаются в экстремальных ситуациях (борьба за жизнь, потеря сознания, агония).
Механизмы: безусловные рефлексy и обратная гуморальная связь.

Средства повышения физиологических резервов организма:

- Закаливание
- Общая физическая тренировка
- Специально направленная физическая тренировка
- Фармакологические препараты
- Адаптогены

Тренировки

восстанавливают,

закрепляют,

расширяют

*физиологические резервы
организма*

*Израсходованные резервы
организма восстанавливаются с
некоторым избытком
(феномен избыточной компенсации).*

**Под влиянием повторных нагрузок
(систематических тренировок)
повышаются рабочие возможности
организма и
*расширяются физиологические
резервы спортсмена.***

**Функциональные
изменения в организме при
физических нагрузках**

аа тееея

н

ь

невъсоки
й уровень
кислородн
ою

запроса

н

энергообе
спечения

л

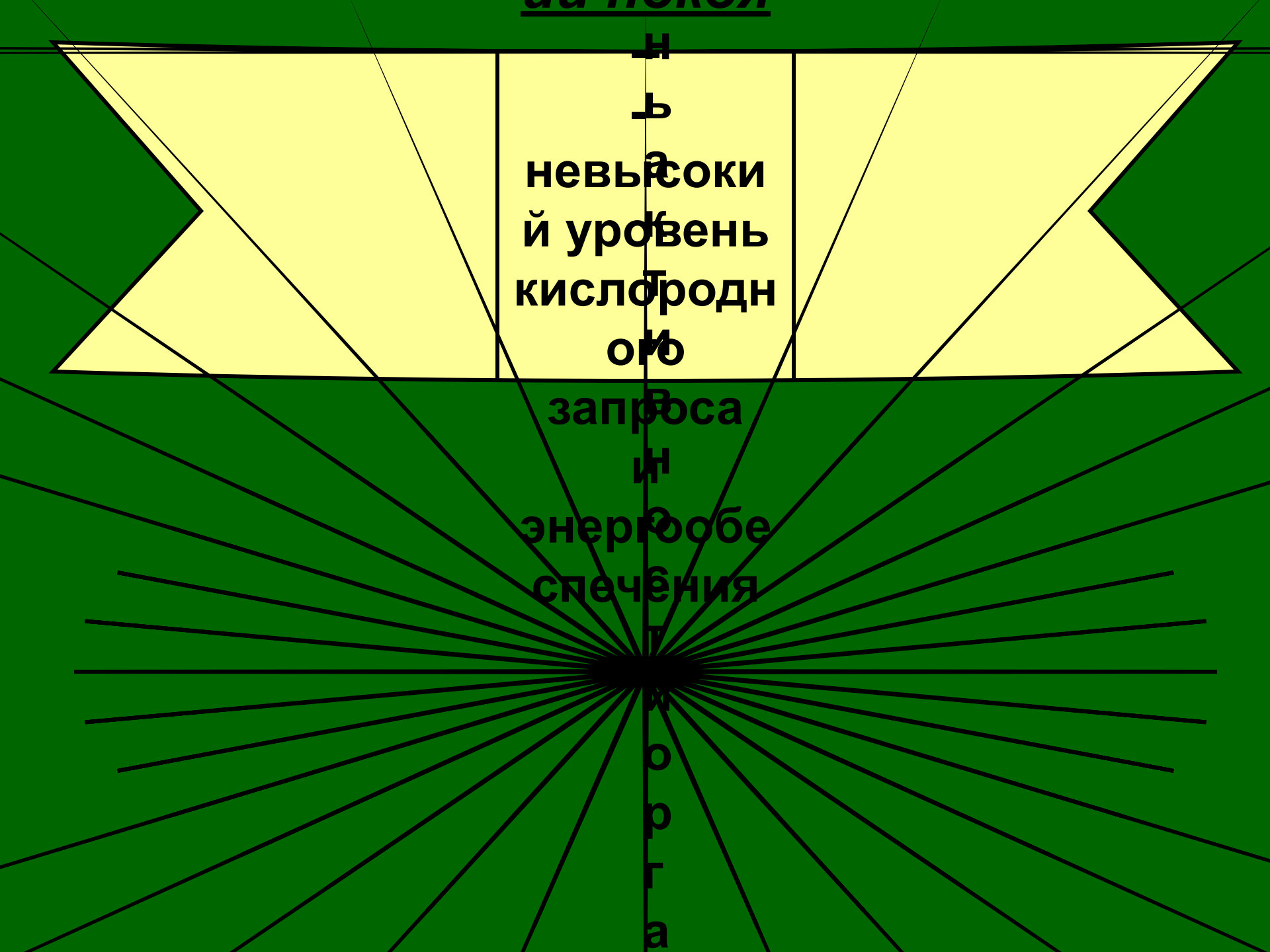
и

о

р

г

а



Физическая деятельность
характеризуется значительными
изменениями в следующих системах:

**ЦН
С**

**Система
дыхания**

**Система
крови**

**Сердечн
о-
сосудист
ая
система**

**Двигательны
й
аппарат
(мышечная
система)**

**Функциональные
изменения в центральной
нервной системе
при физических нагрузках**

Повышение возбудимости и лабильности
ассоциативных и проекционных
нейронов



Моторная
активность
организуется
«нейронами движения»
через
пирамидную
систему

Формирование
рабочей позы
организуется
«нейронами положения»
через
экстрапирамидную
систему

**В ЦНС создается функциональная
система нервных центров
(рабочая доминанта),**

- **которая обеспечивает выполнение
задуманной деятельности
на основе:**

- анализа внешней информации,
- мотивации, актуальной в данный момент времени,
- памятных следов двигательных навыков и тактических комбинаций.

Обеспечивает
повышенную
возбудимость
нейронов.

Избирательно
тормозит
реакции на
посторонние
раздражители.



Подкрепляет
афферентным
и
раздражителем.

Определяет
создание динамического
стереотипа,
облегчающего выполнение
движений.

**Функциональные
изменения
при физических нагрузках
в двигательном аппарате**

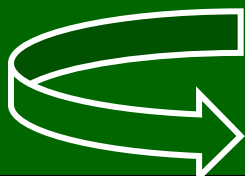
При мышечной работе в двигательном аппарате

- **Повышается:**
 - **возбудимость и лабильность работающих мышц,**
 - **температура мышц,**
 - **чувствительность их проприорецепторов,**
 - **кровообращение мышц.**
- **Снижается вязкость мышечных волокон.**

Энергообеспечение мышечной деятельности

АТФ \Rightarrow АДФ+Ф+энергия

1 моль АТФ обеспечивает около 8 кДж энергии



40-50% энергии – на
механическую работу

50-60% энергии -
превращается в тепло

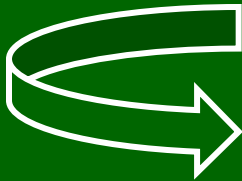
*Чем больше произведенная работа
– тем больше выделяется тепла*

«Закон средних нагрузок»

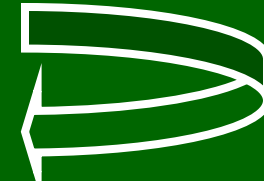
- наибольшую работу мышца совершает при средних величинах внешней нагрузки

Энергообеспечение мышечной деятельности

источники энергии для восстановления АТФ:



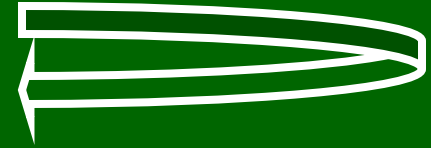
Анаэробные реакции
- без использования
кислорода
(креатин-фосфокиназная
реакция и гликолиз)



Аэробные реакции – с
участием кислорода)
(окислительное
фосфорилирование)
- окислительные
превращения углеводов и
жиров, в клетках (иногда и
белков), связанные с
использованием
кислорода.

Для ресинтеза АТФ

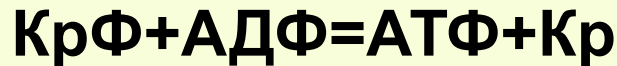
3 энергетические системы:



Анаэробный путь (без O₂)

– две системы:

1) фосфагенная система:



2) гликолитическая

система:

расщепление углеводов
(гликогенолиз и гликолиз)

Аэробный путь (+O₂) –

– окислительная система

Энергомощность –

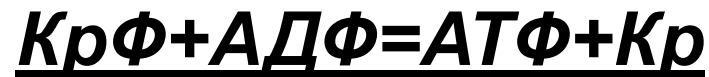
максимальное количество АТФ образующейся в единицу времени (ограничивает предельную интенсивность работы).

Энергоемкость – максимальное

количество АТФ, которое может ресинтезироваться (определяет максимальный объем работы)

Анаэробный путь ресинтеза АТФ:

фосфагенная система



- обеспечивает работу максимальной мощности не более 5 сек (взрывные мышечные усилия, спринтерский бег).
- используется с начала мышечного сокращения,
- обеспечивает быстрое восстановление АТФ,

обладает наибольшей энерго мощностью и наименьшей энергоемкостью

Анаэробный путь ресинтеза АТФ:

гликолитическая система

расщепление углеводов (гликогенолиз и гликолиз)

- обеспечивает работу большой мощности от 20 сек до 1-2 мин (бег 200-800 м),
- включается при недостаточном снабжении работающих мышц кислородом,
- обеспечивает ресинтез АТФ в начале любой работы,
- выделившаяся энергия идет на восстановление АТФ (1 мол. глюкозы – 3 мол. АТФ),
- рост концентрации лактата -> снижение активности ферментов -> энергоемкость ограничивается концентрацией лактата.

*Энергомощность – в 1,5 раза выше окислительной и в 3
раза ниже фосфагенной.*

*Энергоемкость – ниже окислительной и в 2,5 раза выше
фосфагенной.*

Аэробный путь ресинтеза АТФ:

Окислительная система

- при продолжительной малоинтенсивной работе:

ресинтез АТФ за счет окислительного
фосфорилирования

(окисление углеводов или жиров)

1 молекула глюкозы = 38 молекул АТФ.

- Обеспечивает работу в течение длительного времени (от 3-5 мин до нескольких часов).
- Чем больше мощность работы, тем выше энергетический вклад окисляемых углеводов и меньше вклад окисляемых жиров в общую энергопродукцию сокращающихся мышц.
 - При работе большой мощности окисляются, в основном, углеводы.
 - При малоинтенсивной работе окисляются, в основном, жиры.
 - При окислении одинакового количества У и Ж – жиры обеспечивают большую энергопродукцию.

Наиболее энергоемкая энергетическая система

Три типа двигательных единиц (ДЕ)

МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

1-го (S) типа (50,4%) – медленные (окислительные) - это
выносливые неутомляемые и легко возбудимые волокна,
с богатым кровоснабжением, большим числом
митохондрий, запасом миоглобина.

Высокая активность окислительных ферментов.

Характерны окислительные процессы
энергообразования – аэробные – окислительное фосфорилирование.

Легко включаются в работу
при мельчайших напряжениях мышц.

Выносливы, но не обладают достаточной силой.

Аэробная энергоемкость – высокая, анаэробная - низкая

Используются при поддержании
ненагрузочной работы
(сохранение силы).

Обеспечивают выносливость мышц

Три типа двигательных единиц (ДЕ) МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

2-го А-типа - FR -(18,5%)

– быстрые

устойчивы к утомлению

промежуточные:

(окислительно

-гликолитические

(окислительное

фосфорилирование

и гликолиз).

Аэробная и анаэробная
энергоёмкость – средняя

**Обеспечивают
скоростно-силовые
возможности**

2-го Б-типа – FF -(31,1%)

– быстрые

быстро утомляемые

высокая сила

сокращения

мало капилляров

(гликолитические)

Низкая аэробная ёмкость
и высокая анаэробная

**Обеспечивают
быстрые мышечные
сокращения**

**Число мышечных волокон, входящих
в одну ДЕ различно:**

- В мелких мышцах, реализующих плавные и точные движения – их меньше (в глазных мышцах 1 ДЕ содержит 13-20 волокон).
- В крупных, не требующих точного контроля - их больше (ДЕ внутренней головки икроножной мышцы – 1500-2500 волокон).

Соотношение быстрых и медленных ДЕ в различных мышцах различно:

- Чем больше длительность двигательной активности, тем больше медленных ДЕ (в камбаловидной мышце – много, в круговой мышце глаза – мало).
- У лыжников и бегунов стайеров в икроножной мышце – много медленных ДЕ, у спринтеров – много быстрых ДЕ.

Соотношение быстрых и медленных ДЕ в различных мышцах различно:

Это определяет функциональные свойства мышцы:

чем больше быстрых ДЕ

- тем больше сила и скорость сокращения,
- тем больше мышца приспособлена к кратковременной работе высокой мощности.

чем больше медленных ДЕ

- тем больше выносливость,
- тем больше мышца приспособлена к длительной малоинтенсивной работе.

- При работе большой мощности содержание гликогена снижается сначала в быстрых, затем в медленных волокнах.
- При малоинтенсивной работе содержание гликогена снижается сначала в медленных, затем в быстрых волокнах.

Скелетные мышцы в зависимости от уровня миоглобина делятся на:

**Красные
– мышцы
окислительного
типа:**

- **Высокий уровень миоглобина**
- **Много капилляров**
- **Долго работают без утомления**

**Белые
- мышцы
гликолитического
типа:**

- **Мало миоглобина**
- **Служат для срочной силовой нагрузки**
- **Быстро утомляются**

Двигательные единицы активируются по-разному:

- При длительных физических нагрузках вовлекаются попеременно.

- При больших кратковременных напряжениях включаются синхронно.

- При небольшой интенсивности работы – медленные ДЕ (высоковозбудимые и менее мощные).
- С повышением мощности – промежуточные ДЕ,
- Затем - быстрые ДЕ (мало возбудимые мощные).

Тренировка изменяет опорно-двигательный аппарат:

- **Увеличение поперечного сечения мышцы.**
- **Утолщение костей в местах прикрепления мышц, которые развивают наибольшие усилия.**
- **Гипертрофия мышц – увеличение объема, повышение их твердости и упругости.**

Тренировка увеличивает мышечную силу за счет:

- Увеличения поперечного сечения мышцы.
- Содержания в ней богатых энергией соединений.
- Совершенствования нервной регуляции мышц.
- Усиления адаптационно-трофических нервных влияний.
- Повышения уровня вегетативных реакций, особенно, кардиореспираторной системы (КРС).

**Функциональные изменения
при физических нагрузках
*в системе дыхания***

При мышечной работе функция ДЫХАНИЯ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ:

- Растет частота дыхания (ЧД) до 40-60 в мин.
- Увеличивается глубина дыхания (до 2-3 л).
- ЖЕЛ остается стабильной.
- Увеличивается максимальная вентиляция легких (МВЛ).
- Увеличение бронхиальной проводимости - уменьшение сопротивления движению воздуха при усиленной вентиляции легких

*У тренированных спортсменов
показатели функции ДЫХАНИЯ
возрастают:*

- Развиваются дыхательные мышцы.
- Возрастают ЖЕЛ и МВЛ.
- Увеличивается «жизненный показатель» (отношение ЖЕЛ к массе тела).
- Резервный объем вдоха больше резервного объема выдоха.
- Частота дыхания (=10-12) в покое меньше, чем у нетренированных.
- Глубина дыхания выше (до 700-800 мл).
- Минутный объем дыхания в покое не изменен.

**У тренированных спортсменов
показатели функции ДЫХАНИЯ
изменяются:**

- Уменьшение легочной вентиляции в покое - потребление кислорода в покое уменьшается (экономизация дыхания).
- Увеличение бронхиальной проводимости - уменьшение сопротивления движению воздуха при усиленной вентиляции легких
- Содержание углекислоты в выдыхаемом воздухе возрастает (нарастание щелочных резервов).
- Восстановление оксигенации крови после задержки дыхания происходит быстрее.

**Функциональные
изменения
при физических нагрузках
в системе кровообращения**

**При мышечной работе увеличиваются
показатели кровообращения :**

- частота сердечных сокращений (ЧСС)
 - систолический объем крови,
 - минутный объем,
 - скорость кровотока,
 - объем циркулирующей крови (выход из депо),
 - кровоснабжение активных зон мозга, сердца и мышц.
-
- Уменьшается время кругооборота крови и кровоснабжение кожи и внутренних органов.

У тренированных спортсменов морфологические изменения сердца:

- Увеличение размеров сердца (увеличение объема полостей и умеренная гипертрофия миокарда).
- Увеличение общего объема сердца на 30-40% (до 1150 см³).
- Улучшение капилляризации сердца.
- Увеличение емкости коронарных сосудов и диаметра отверстий сердца.
- Увеличение содержания миоглобина и гликогена в миокарде.

У тренированных спортсменов функциональные изменения работы сердца (в покое - экономизация работы):

- ЧСС в покое меньше (40-55 в мин).
- Нередко синусовая аритмия (вагусное влияние).
- Удлиняется диастола
- В покое сердце сокращается с меньшей силой - гиподинамия миокарда - удлиняется фаза изометрического сокращения (больше период напряжения миокарда).
- Систолический и минутный объем крови уменьшаются.

У тренированных спортсменов изменения на ЭКГ:

- Синусовая брадикардия
- Синусовая аритмия
- Низкие зубцы Р
- Высокие зубцы Т
- Смещение зубца ST выше изолинии
- Высокий вольтаж зубцов комплекса QRS

**У тренированных спортсменов
показатели артериального давления
в пределах возрастных норм**

- **Тенденция к повышению АД.**
- **Большее увеличение диастолического давления (уменьшение потребности в O₂, сужение мелких артерий -> сопротивление оттоку крови на периферию во время диастолы-> повышение диастолического АД).**
- **Изменяется жесткость сосудистых стенок.**

Показатели АД в покое изменяются за счет изменения жесткости сосудов

На первом этапе тренировки:

- В покое жесткость артериальных сосудов снижается (длительный период восстановления после тренировки → усиленное кровоснабжение работавших мышц → капилляры расширены → гладкие мышцы сосудов расслаблены → уменьшение жесткости сосудов).

При повышении тренированности:

- В покое жесткость артериальных сосудов увеличивается (уменьшение потребности тренированных мышц в кровоснабжении → сужение артериол → повышение периферического сопротивления → увеличение жесткости сосудов).

**Функциональные изменения
при физических нагрузках
*в системе крови***

При мышечной работе

- Увеличивается объем циркулирующей крови (ОЦК) за счет выход крови из депо.
- Увеличивается отдача кислорода из крови в ткани.
- Увеличивается коэффициент утилизации кислорода.
- Повышается осмотическое давление крови (переход воды из крови в мышцы и потоотделение).
- Уменьшается вязкость крови.

**При развитии тренированности
увеличиваются:**

- **общее количество крови,**
- **число эритроцитов,**
- **количество гемоглобина,**
- **дыхательная поверхность крови,**
- **кислородная емкость крови,**
- **мощность буферных систем,**
- **щелочной резерв крови.**

При тренировках:

- Миогенный эритроцитоз (до $5,5-6 \times 10^{12}$ / л)
- Миогенный тромбоцитоз (в 2 раза)
- Миогенный лейкоцитоз:
 - При небольших физических нагрузках – до $10-12 \times 10^9$ / л + лимфоцитоз.
 - При значительных нагрузках – до $16-18 \times 10^9$ / л + нейтрофилез.
 - При истощающих нагрузках – до $20-50 \times 10^9$ / л + преобладание незрелых нейтрофилов.