

Вегетативное обеспечение мышечной работы



1. Сердце и органы кровообращения
2. Изменения в крови при двигательной деятельности
3. Кровообращение при физической работе
4. Адаптационные реакции дыхательной системы на тренировочные воздействия

Органы кровообращения

Сердце

Полый мышечный орган

Кровеносные сосуды

Артерии

Сосуды, по которым кровь движется от сердца

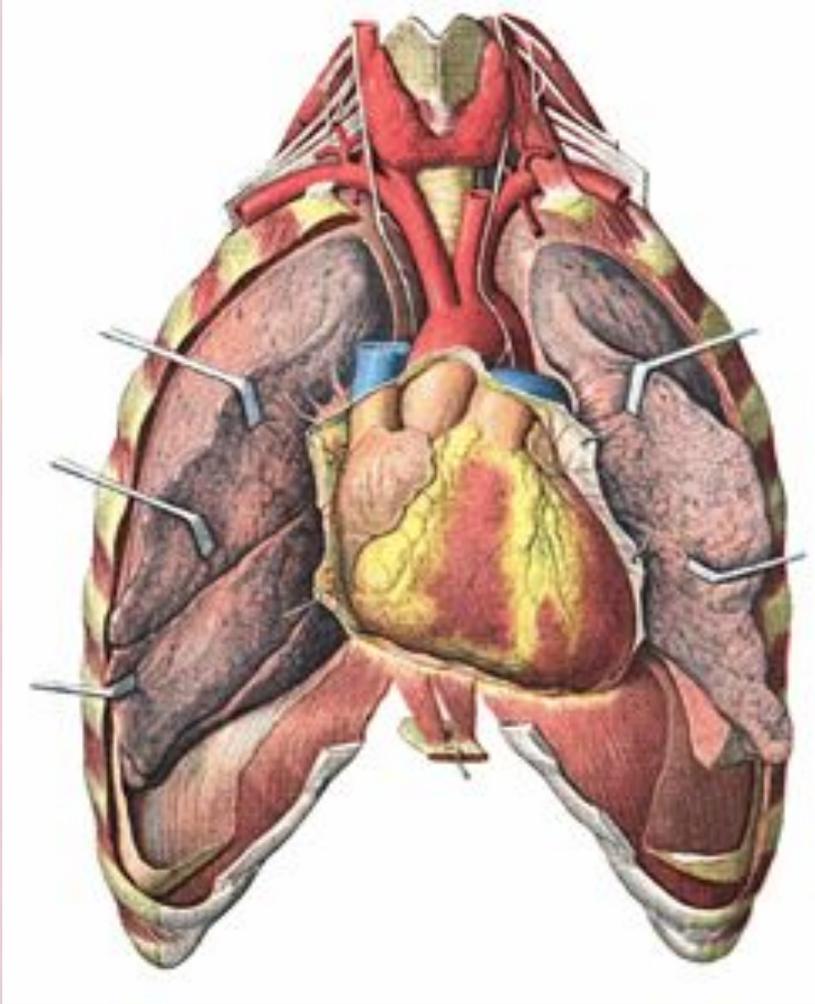
Вены

Сосуды, по которым кровь движется к сердцу

Капилляры

Мелкие артерии, образованные одним слоем плоских клеток

Органы кровообращения. Сердце

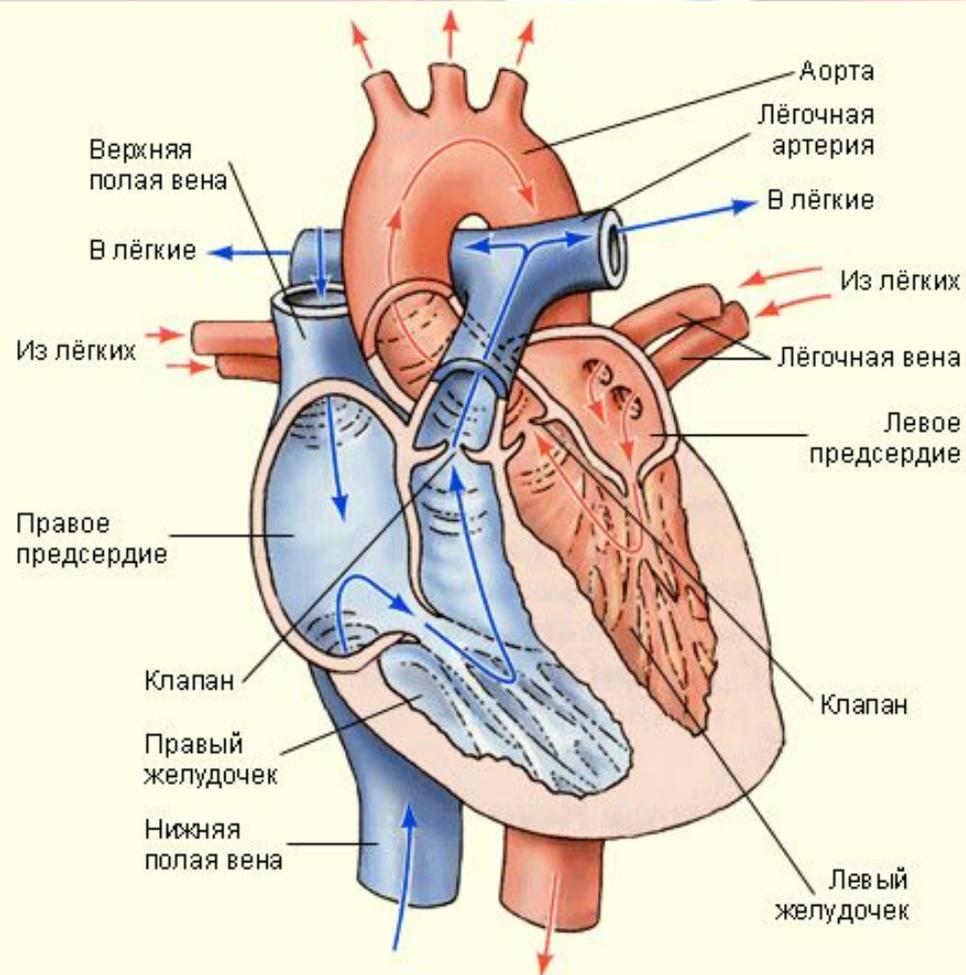


Снаружи покрыто околосердечной сумкой, *перикардом*.

Состоит сердце из четырех камер, *двух верхних — тонкостенных предсердий и двух нижних толстостенных желудочков*, причем стенка левого желудочка в 2,5 раза толще, чем стенка правого желудочка.

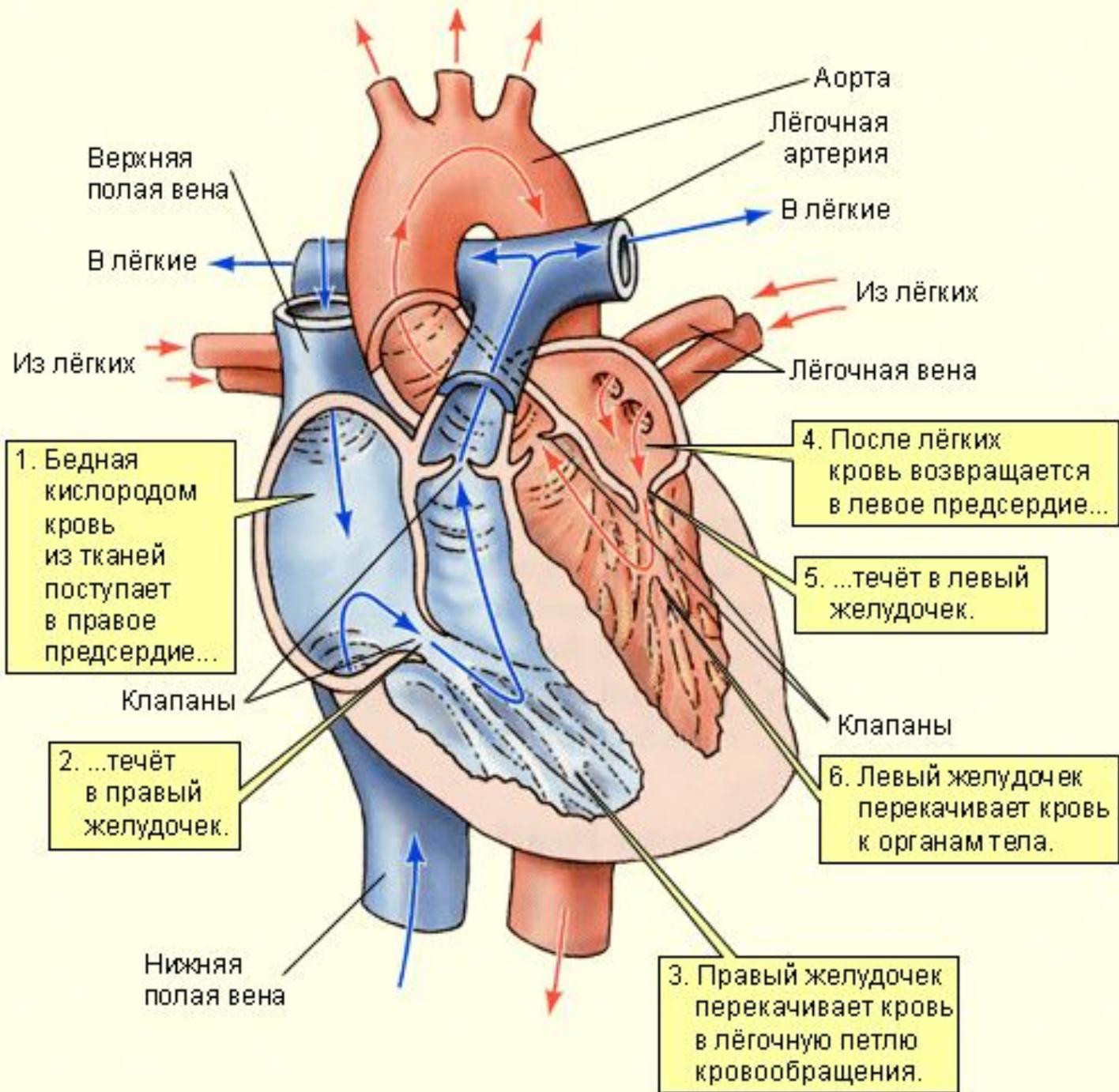
Это связано с тем, что левый желудочек выбрасывает кровь в большой круг кровообращения, правый — в малый круг

Органы кровообращения. Сердце

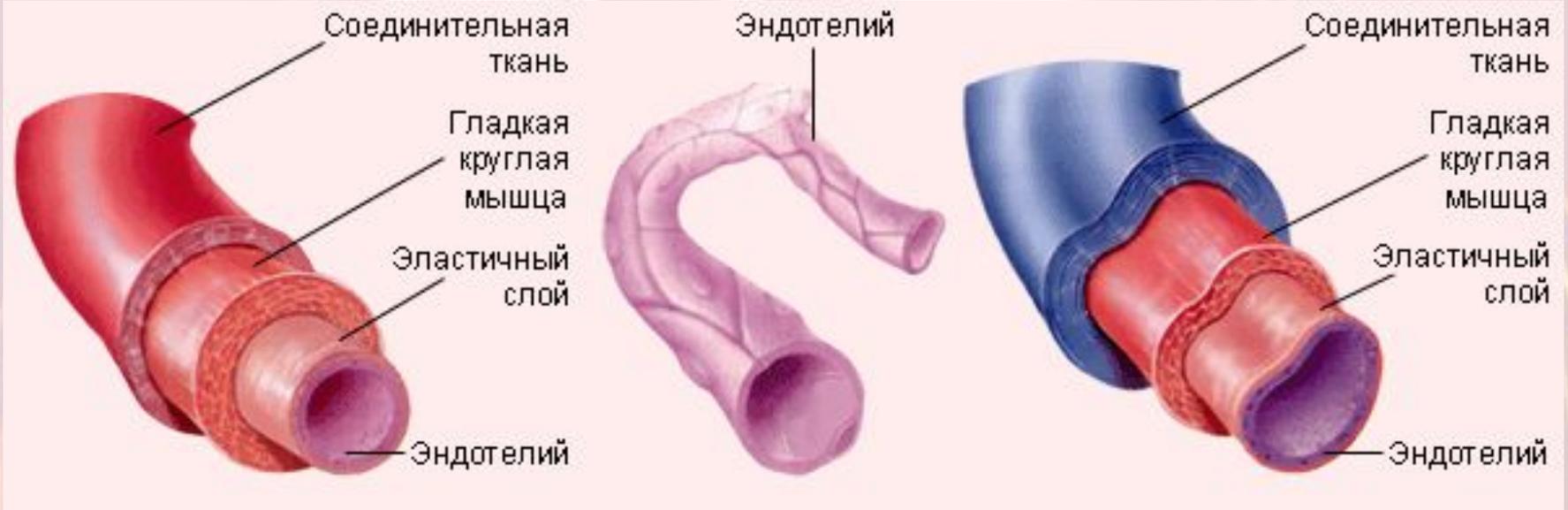


В левой половине сердца кровь **артериальная**, в правой — **венозная**. Продвижение крови из предсердий в желудочки регулируют створчатые клапаны, которые могут открываться только в сторону желудочков.

На границе желудочков с легочной артерией и аортой находятся кармашковидные **полулунные клапаны**. При сокращении желудочков эти клапаны прижимаются к стенкам артерий, и кровь выбрасывается в аорту и легочную артерию. При расслаблении желудочков — кармашки наполняются кровью и препятствуют попаданию крови обратно в желудочки.

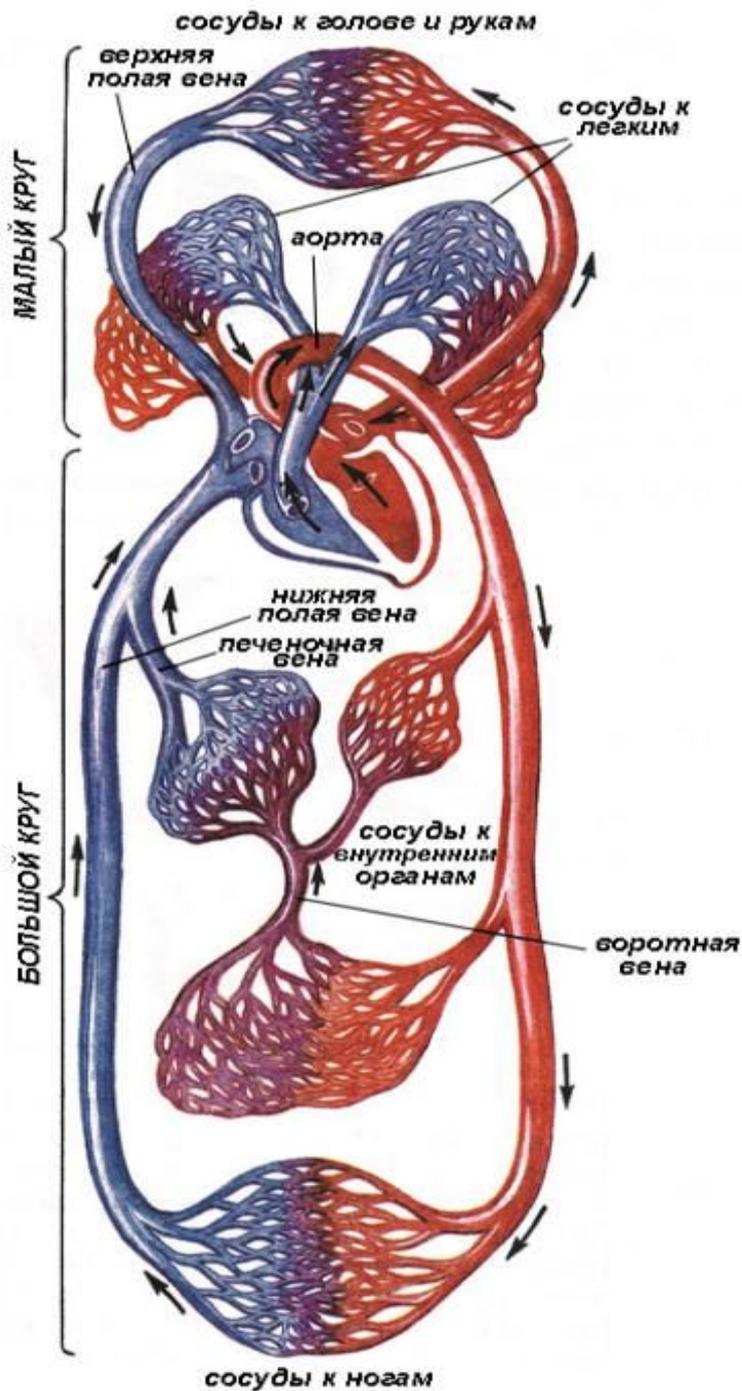


Сосуды



Крупным артериям, расположенным рядом с сердцем, приходится выдерживать большое давление, поэтому они имеют толстые стенки, их средний слой состоит, в основном, из эластических волокон. *Артерии* несут кровь к органам, затем кровь попадает в *капилляры* и *вены*.

Капилляры состоят из одного слоя эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране. Через стенки капилляров из крови в ткани проникают газы, растворимые вещества и лейкоциты, выводятся углекислый газ и продукты обмена.



Движение крови происходит по двум кругам кровообращения.

Большой круг кровообращения – это путь крови от левого желудочка до правого предсердия: левый желудочек аорта грудная аорта брюшная аорта артерии капилляры в органах (газообмен в тканях) вены верхняя (нижняя) полая вена правое предсердие

Малый круг кровообращения – путь от правого желудочка до левого предсердия: правый желудочек легочный ствол артерии правая (левая) легочная артерия капилляры в легких газообмен в легких легочные вены левое предсердие

В малом круге кровообращения по легочным артериям движется венозная кровь, а по легочным венам после газообмена в легких – артериальная кровь.

Адаптация сердечно-сосудистой системы к мышечной деятельности

- К постоянным показателям гомеостаза относятся t внутренних отделов тела $36-37\text{ }^{\circ}\text{C}$, кислотно-щелочное равновесие крови $\text{pH} = 7,4 - 7,35$, осмотическое давление крови $7,6-7,8\text{ атм.}$, концентрация гемоглобина в крови – $120-140\text{ г/л}$ и др.
- Степень сдвига этих показателей при физической работе у большинства людей невелика, но высококвалифицированные бегуны могут переносить $\text{pH}=7,0$ и даже $6,9$ из-за большого поступления молочной кислоты в кровь и это не приведет к летальному исходу.

Изменения в крови при физической нагрузке

- Мышечная деятельность вызывает значительные изменения в крови. Рассмотрим эти изменения, происходящие в крови, которые направлены на удовлетворение возросших потребностей. В состоянии покоя содержание кислорода в крови колеблется от 20 мл на 100 мл артериальной крови до 14 мл на 100 мл венозной крови. Разница между этими двумя показателями ($20 - 14 = 6$ мл) представляет собой артериовенозную разницу по кислороду. Этот показатель отражает извлечение кислорода из крови, движущейся по сосудам. С увеличением интенсивности нагрузки артериовенозная разница содержания кислорода постепенно возрастает.
- Увеличение артериовенозной разницы по кислороду обусловлено снижением венозной концентрации кислорода во время нагрузки, отражающим повышенное извлечение кислорода из крови для утилизации активными тканями.

Изменения в крови при физической нагрузке

- Уменьшение объема плазмы во время нагрузки.

Жидкость (вода) выталкивается из капилляров под действием повышенного гидростатического давления по мере увеличения давления крови и попадает (втягивается) в мышцы вследствие повышенного осмотического давления, обусловленного аккумуляцией-продуктов распада. Однако при продолжительной нагрузке, а также при выполнении работы в условиях высокой температуры воздуха с потом выделяется значительно большее количество плазменной жидкости. Это объясняется попыткой организма поддержать нормальную температуру тела. Вместе с тем повышается риск обезвоживания организма. **Повышается вязкость крови, которая изменяет периферическое сопротивление, влияет на гемодинамику, затрудняет работу сердечно-сосудистой системы.**

Изменения в крови при физической нагрузке

- Мышечная активность вызывает увеличение количества лейкоцитов – миогенные лейкоцитоз, а также миогенный эритроцитоз и тромбоцитоз. Возникновение гемоконцентрации вследствие потери жидкостной (вода) плазмы. Хотя количество эритроцитов может и не увеличиться, в результате данного процесса возрастает содержание эритроцитов в единице крови, усиливающее способность транспорта кислорода.
- Возможность значительного изменения рН крови во время нагрузки, который становится более кислотным, снижаясь от 7,4 (щелочной) до 7,0 и ниже. Показатель рН мышц снижается еще больше. Это снижение рН обусловлено главным образом накоплением лактата крови при повышенной интенсивности нагрузки.

АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ТРЕНИРОВОЧНЫЕ НАГРУЗКИ

- Тренировочные нагрузки вызывают многочисленные адаптационные реакции сердечно-сосудистой системы.
- **Размер сердца:** в результате тренировки, направленной на развитие выносливости, в ответ на повышенные рабочие требования, происходит увеличение массы и объема сердца, а также размера камер и мощности миокарда левого желудочка. Наибольшие изменения претерпевает левый желудочек - наиболее интенсивно работающая камера сердца. Вследствие увеличения наполнения левого желудочка его внутренние размеры увеличиваются. Также увеличивается толщина миокарда левого желудочка, повышая силу сокращений камеры.

Систолический объем

- Тренировочные нагрузки, направленные на развитие выносливости, приводят к общему увеличению систолического объема (**УДАРНЫЙ ОБЪЕМ КРОВИ**). После тренировки левый желудочек более полно заполняется кровью во время диастолы по сравнению с нетренированным сердцем. Вследствие попадания в желудочек большего количества крови повышается растяжимость мышечной системы и, в соответствии с законом Франка-Старлинга, увеличивается эластическая тяга.

Испытуемые	Ударный объем крови в покое (мл)	Максимальный ударный объем крови (мл)
Нетренированные	55 — 75	80—110
Тренированные	80 — 90	130—150
Отлично тренированные	100 — 120	160 — свыше 220

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- В результате тренировочных нагрузок, направленных на развитие выносливости, ЧСС в покое заметно снижается. При брадикардии ЧСС составляет менее 60 уд/мин. У нетренированных людей возникновение брадикардии, как правило, обусловлено аномальной сердечной функцией или болезнью сердца. Поэтому необходимо отличать брадикардию, обусловленную тренировкой, являющуюся естественной реакцией организма, от патологической брадикардии, которая может быть серьезной проблемой для здоровья. У отлично подготовленных спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости, **ЧСС в покое составляет менее 40 уд/мин**, а у некоторых — менее 30 уд/мин. Такое замедление ЧСС свидетельствует о том, что вследствие тренировки повышается производительность сердца. Осуществляя свои функции, тренированное сердце выполняет меньший объем работы, чем нетренированное.
- **Максимальная частота сердечных сокращений**, как правило, изменяется мало.

СЕРДЕЧНЫЙ ВЫБРОС (МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ КРОВООБРАЩЕНИЯ)

- Адаптация ССС к нагрузке заключается в увеличении систолического объема крови и снижении частоты сердечных сокращений. Как это влияет на сердечный выброс? В покое, а также при выполнении субмаксимальной нагрузки при стандартной интенсивности работы сердечный выброс мало изменяется. Вместе с тем сердечный выброс значительно повышается при максимальных интенсивностях работы.
- Максимальные показатели сердечного выброса у нетренированных людей составляют 14 — 16 л/мин, у тренированных — 20-25 л/мин, у отлично подготовленных спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости, — 40 л/мин и выше.
- **МОК=ЧСС x СО**

Кровоток

Мы знаем, что активным мышцам требуется значительно больше кислорода и питательных веществ. Чтобы удовлетворить их возросшие потребности, следует увеличить кровоток в мышцах во время физической нагрузки. Три фактора обуславливают повышение кровоснабжения мышц в результате тренировки:

- 1) повышенная капилляризация тренированных мышц;
- 2) больше активных капилляров в тренированных мышцах;
- 3) более эффективное перераспределение кровотока.

Для обеспечения повышенного кровотока в тренированных мышцах образуются новые капилляры. Кровоснабжение тканей становится более полным.

Увеличение кровотока в активных мышцах обеспечивается и за счет более эффективного перераспределения сердечного выброса. Кровоток направляется к активным мышцам и отводится от участков, не нуждающихся в повышенном кровоснабжении.

Артериальное давление

- После тренировки, направленной на развитие выносливости, артериальное давление изменяется незначительно во время стандартных субмаксимальных нагрузок или при максимальных интенсивностях работы. Однако у людей с транзиторной или умеренной гипертензией в результате тренировочных нагрузок артериальное давление в покое, как правило, снижается. Это относится как к систолическому, так и к диастолическому давлению. Обычно снижение составляет в среднем 11 мм рт.ст. (систолическое давление) и 8 мм рт.ст. (диастолическое давление).
- Гипертензия не характерна для тяжелоатлетов высокого класса, а также спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта. Вообще сердечно-сосудистая система может реагировать на силовые тренировки даже понижением давления крови в покое.

ОБЪЕМ ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ

- Упражнения, направленные на развитие выносливости, увеличивают объем циркулирующей крови. Чем выше интенсивность тренировки, тем больше повышается объем крови, что обусловлено двумя механизмами. Во-первых, физическая нагрузка увеличивает выделение антидиуретического гормона (АДГ) и альдостерона. Эти гормоны уменьшают экскреторную функцию почек, тем самым увеличивая количество плазмы крови. Во-вторых, физическая нагрузка сопровождается увеличением количества белков в плазме, особенно альбумина. Поскольку концентрация белков плазмы возрастает, повышается и осмотическое давление; в результате — в крови задерживается больше жидкости.

АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- Дыхательная система также претерпевает специфические изменения вследствие тренировки, направленной на увеличение выносливости, цель которой — повысить эффективность ее функционирования.
1. Наблюдается увеличение ЖЕЛ: у нетренированных 3-4-л, у тренированных в среднем 4,7-4,8 л, а у гребцов, пловцов, лыжников – 6,5 – 7 л.
 2. Повышение мощности дыхательной мускулатуры и подвижности диафрагмы приводит к увеличению экскурсии грудной клетки. У спортсменов повышается способность к форсированному выдоху.

3. Увеличение ЖЕЛ и экскурсии грудной клетки сопровождается увеличением общей поверхности легочных альвеол.
4. Более быстрому переходу кислорода в кровь, способствует увеличивающаяся площадь контакта альвеолярного воздуха с легочными капиллярами. Скорость перехода кислорода в кровь выражается вентиляционным коэффициентом ВК – отношение поглощенного кислорода к величине легочной вентиляции.
5. Увеличивается коэффициент утилизации кислорода, причина – снижение парциального давления кислорода в работающих органах и ускорение его перехода из артериальной крови в ткани. Система дыхания крайне редко выступает ограничительным фактором для выполнения мышечной деятельности, требующей проявления выносливости.

Возрастные особенности

Акт рождения ребенка включает легочное дыхание и с этого момента кровообращение приобретает все черты взрослого человека. Сердце новорожденного отличается малыми размерами и шаровидной формой. С возрастом масса тела возрастает, особенно левого желудочка. К 2-3-годам масса сердца увеличивается в 3 раза, к 6 - в 11 раз. От 7 до 12 лет рост сердца замедляется и несколько отстает от роста тела. В 14-15 лет – период полового созревания – снова наступает усиленный рост сердца. Масса сердца у мальчиков больше, чем у девочек.

У новорожденного ЧСС до 120-140 уд/мин, однако более эластичные сосуды ребенка облегчают работу сердца, а АД систолическое 70-80 мм рт. ст., время кругооборота крови 12 с, что в 2 раза быстрее, чем у взрослого. К 14 годам ЧСС 80 уд/мин, а АД 105/60 мм рт.ст. к 18-21 году показатели ССС приближаются к взрослым: АД сист. 110-115мм рт.ст., АД диаст. 65-70 мм рт.ст., ЧСС 60-80 уд/мин.

Аэробные возможности организма младших школьников

Функциональная незрелость дыхательной и сердечно-сосудистой систем организма детей в начальной школе лежит в основе более низких аэробных возможностей, и, следовательно, более низких показателей в видах спорта, связанных с выносливостью (бег, лыжи, велосипед, гребля). В институте возрастной физиологии разработаны рекомендации по времени начала занятий такими видами спорта:

Гребля академическая – 10-12 лет,

Легкая атлетика – 11-13 лет,

Лыжный спорт – 9-12 лет,

Плавание – 7-10 лет.

Анаэробные возможности организма младших школьников

Анаэробные возможности детского организма также меньше, чем у взрослого человека. Это обусловлено более низким содержанием в мышечных волокнах ферментов гликолиза, а также субстратов гликолиза – полисахаридов и жирных кислот. В связи с этим у детей более низкие показатели в видах спорта, относящихся к скоростно-силовым (бег на короткие дистанции, прыжки).

По рекомендациям института возрастной физиологии детям можно заниматься:

Баскетболом и волейболом – с 10-13 лет,

Боксом – с 12-15 лет,

Водным поло – с 10-13 лет,

Футболом, хоккеем – с 10-12 лет.

Способы регуляции

Нервная регуляция

Нервная система постоянно контролирует работу сердца посредством нервных импульсов.

Гуморальная регуляция

Деятельность сердца регулируется химическими веществами – гормонами, постоянно поступающими в кровь.