

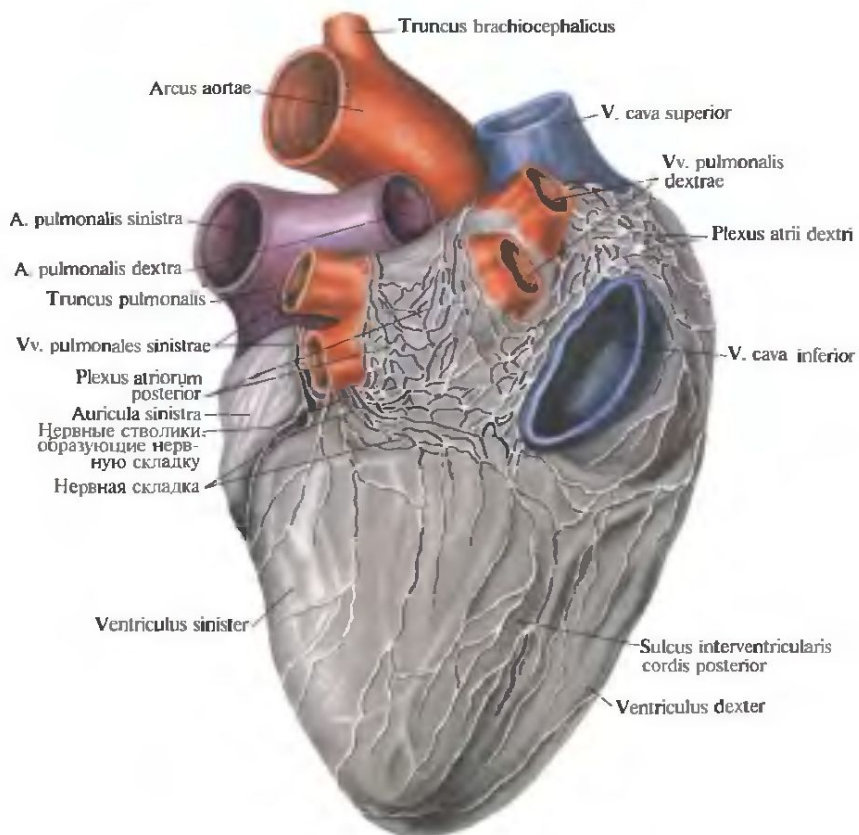
- **Физиология**
- **Лекция 3.**
- **Физиология сердечно-сосудистой системы.**

- Функция –
- Общая ф-ция -- проведение крови по сосудам
- 1.артерии – регулируют давление и интенсивность кровоснабжения в органах.
- 2.вены - способны депонировать часть крови
- 3.капилляры – осуществляют процессы обмена на уровне тканей – тканевой кровотока. Образуют МЦР.
- Через стенку капилляра в-ва в виде молекул из арт. крови поступают в межклеточную (тканевую) ж-ть – в клетку

- Микроциркуляторное русло (МЦР.)
- Через стенку капилляра в-ва в виде молекул из арт.крови поступают в межклеточную (тканевую) ж-ть – в клетку.
- Из клетки продукты обмена – в вен. кап.- в сосуды венозной системы.
- На уровне тк.ж-ти начинается лимфатическая система – система выведения отработанных продуктов обмена. Идет параллельно венозной системе.
- Функция –
- 1.транспортная,
- 2.обезвреживание микроорганизмов, чужеродных белков.

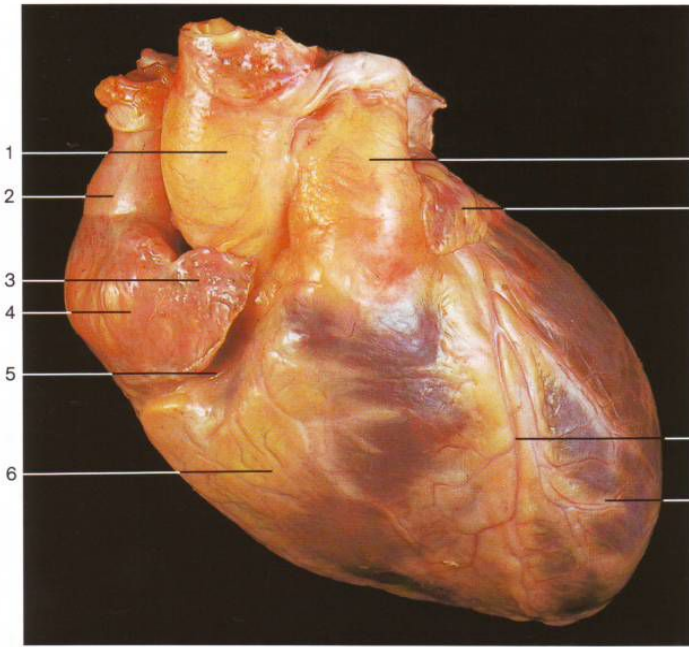
- 1. Значение и морфофункциональные особенности сердечно-сосудистой системы.
- 2. Возбудимость, проводимость и сократимость сердечной мышцы.
- 3. Тоны сердца.
- 4. Электрокардиография (ЭКГ) как метод исследования функциональных свойств сердечной мышцы.
- 5. Работа сердца.
Последовательность фаз и периодов сердечного цикла.
- 6. Систолический и минутный объём сердечных сокращений.
- 7. Нервно-гуморальная регуляция работы сердца и тонуса сосудов.

- 8. Особенности строения сердечной мышцы.
- 9. Возбудимость, проводимость и сократимость сердечной мышцы, понятие о проводящей системе сердца.
- 10.. Работа сердца. Сердечный цикл, его фазы.
- 11. Нервно-гуморальная регуляция работы сердца и тонуса сосудов. 12. Электрокардиография (ЭКГ) как метод исследования функциональных свойств сердечной мышцы.

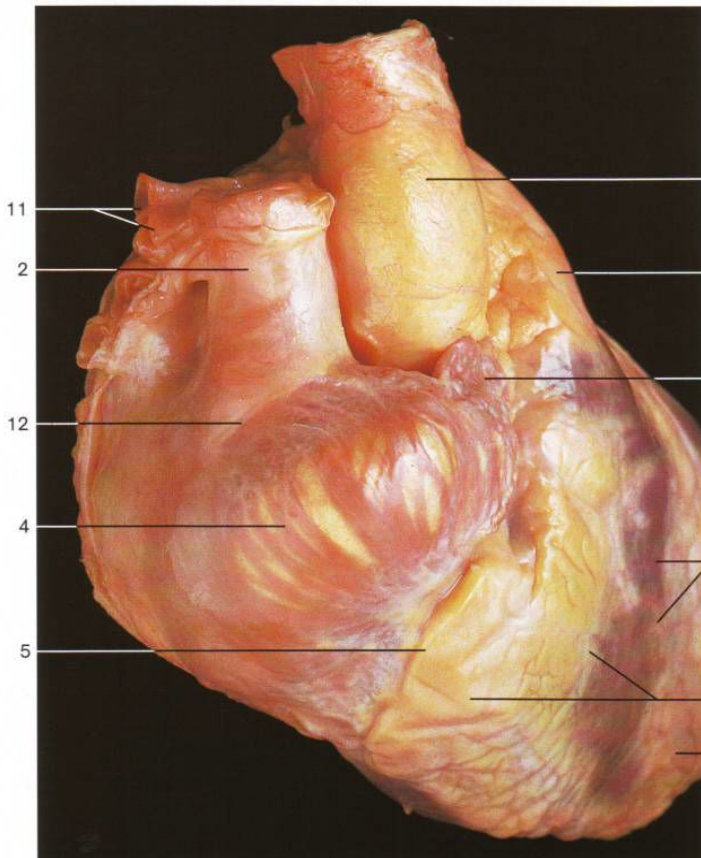


1093. Нервы сердца; диафрагмальная поверхность (препарат В. П. Воробьева). (Эпикард удален; сердце растянута.)

- Проводящая система сердца.
- Клетки Пуркинье образуют
- 3 скопления:
- 1.Синоатриальный узел в стенке
- пр.пр. – водитель ритма.
- 2.Атриовентрикулярный узел на границе между предсердием и желудочком.
- 3.Пучок Гиса в межжелудочковой перегородке.
- 4.Ножки пучка Гиса – ветвятся в обоих желудочках
- 5.Волокна Пуркинье – разветвления ножек в миокарде желудочков.

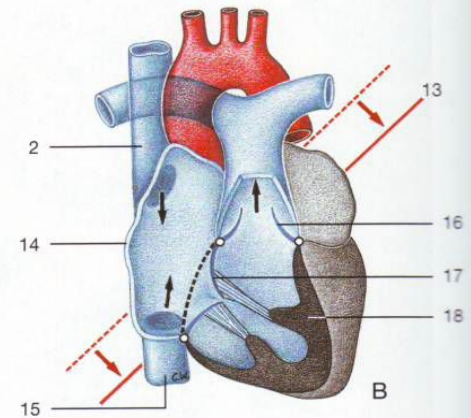
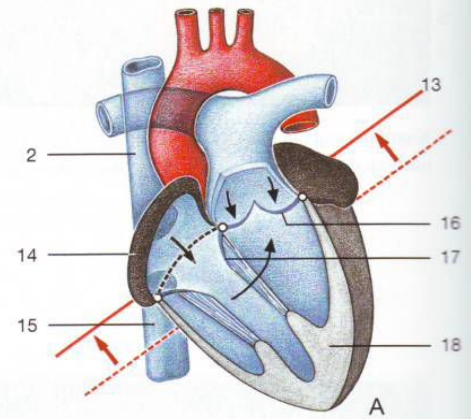


Сердце, зафиксированное в диастоле (вид спереди). Желудочки расслаблены, предсердия сокращены



Сердце, зафиксированное в систоле (передне-боковой вид). Желудочки находятся в состоянии сокращения, предсердия расширены

- 1 Восходящая часть аорты
- 2 Верхняя полая вена
- 3 Правое ушко
- 4 Правое предсердие
- 5 Венечная борозда
- 6 Правый желудочек
- 7 Легочный ствол
- 8 Левое ушко
- 9 Передняя межжелудочковая борозда
- 10 Левый желудочек
- 11 Правая легочная артерия
- 12 Терминальная борозда с синусопредсердным узлом
- 13 Линией обозначена плоскость расположения клапанов
- 14 Миокард правого предсердия
- 15 Нижняя полая вена
- 16 Клапан легочного ствола
- 17 Трехстворчатый клапан
- 18 Миокард правого желудочка



Морфологические изменения при движениях сердца. Обратите внимание на изменения положений клапанов (стрелки). Сокращенные части сердца обозначены красным.

А. Диастола, мышцы желудочков расслаблены; предсердно-желудочковые клапаны открыты, полулунные клапаны закрыты.

В. Систола, мышцы желудочков сокращены; предсердно-желудочковые клапаны закрыты, полулунные клапаны открыты.

- **Иннервация сердца**
- - чувствительная,
- -симпатическая,
- - парасимпатическая.
- 1. Чувствительные волокна от рецепторов стенок сердца и его сосудов идут в составе нервов к соответствующим центрам спинного и головного мозга.
- 2. Симпатические волокна от правого и левого симпатических стволов, проходя в составе сердечных нервов, передают импульсы, которые ускоряют ритм сердца, расширяют просвет венечных артерий.
- 3. Парасимпатические волокна проводят импульсы, которые замедляют сердечный ритм и суживают просвет венечных

- Сердце иннервируется также сердечными ветвями от правого и левого блуждающих нервов.
- Иннервация оказывает регулирующее влияние на деятельность сердца, изменяет ее в соответствии с потребностями организма.

- **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ.**
- **автоматизм, возбудимость, проводимость, сократимость.**
- 1. Автоматизм сердца
— способность к ритмическому сокращению миокарда под влиянием импульсов, которые появляются в самом органе
- В состав сердечной мышечной ткани входят типичные мышечные клетки — *кардиомиоциты* и атипичные сердечные *миоциты* - *пейсмекеры*,
- формирующие проводящую систему сердца, которая обеспечивает автоматизм сердечных сокращений и координацию сократительной функции миокарда предсердий и

- Первый синуснопредсердный узел - главный центр автоматизма сердца — пейсмейкер 1 порядка.
- От него возбуждение распространяется на рабочие клетки миокарда предсердий и по проводящим пучкам достигает 2-го узла — предсердно-желудочкового - пейсмейкер 2-го порядка, , который также способен генерировать импульсы.
- Третий уровень, который обеспечивает ритмичную деятельность сердца, расположен в пучке Гиса
- -пейсмейкер 3 порядка - и волокнах Пуркинье - проводящая система желудочков.

- В обычных условиях частоту активности миокарда всего сердца в целом определяет синусно-предсердный узел.
- Он подчиняет себе все нижележащие образования проводящей системы, навязывает свой ритм.
- Необходимым условием для обеспечения работы сердца является анатомическая целостность его проводящей системы.

- Если в пейсмекере 1 порядка возбудимость не возникает или блокируется его передача, роль водителя ритма берет на себя пейсмекер 2 порядка.
- Если передача возбудимости к желудочкам невозможна, они начинают сокращаться в ритме пейсмекеров 3 порядка.
- При поперечной блокаде предсердия и желудочки сокращаются каждый в своем ритме, а повреждение водителей ритма приводит к полной остановке сердца.

- **Возбудимость сердечной мышцы** возникает под влиянием электрических, химических и других раздражителей мышцы сердца.
- В основе лежит отр.эл. потенциал в возбужденном участке. Как и в любой возбудимой ткани, мембрана клеток сердца поляризована: снаружи заряжена положительно, а внутри отрицательно в результате разной концентрации Na^+ и K^+ по обе стороны мембраны.
- В состоянии покоя через мембрану кардиомио-цитов не проникают ионы Na^+ , а только ионы K^+ . Вследствие диффузии ионы K^+ , выходя из клетки, увеличивают пол. заряд на ее поверхности. Внутренняя сторона мембраны при этом становится отрицательной. Под влиянием раздражителя любой природы в клетку поступает Na^+ . В этот момент на поверхности мембраны возникает отрицательный электрический

- Под действием возникшего потенциала происходит распространение возбуждения по клеткам миокарда.
- Потенциал действия клетки рабочего миокарда во много раз продолжительнее, чем в скелетной мышце.
- Во время развития потенциала действия клетка не возбуждается на очередные стимулы.
- Эта особенность важна для функции сердца как органа, так как миокард может отвечать только одним потенциалом действия и одним сокращением на повторные его раздражения.
- Все это создает условия для ритмичного сокращения органа.

- Все это создает условия для ритмичного сокращения органа.
- Возможность вызвать возбуждение сердца эл. током нашла применение в медицине.
- Под влиянием электрических импульсов, источником которых являются электростимуляторы, сердце начинает возбуждаться и сокращаться в заданном ритме.

- 2.Проводимость сердечной мышцы заключается в том, что волны возбуждения проходят по ее волокнам с неодинаковой скоростью.
- Возбуждение по волокнам мышц предсердий распространяется со скоростью 0,8—1,0 м/с,
- по волокнам мышц желудочков — 0,8—0,9 м/с,
- по ткани сердца — 2,0—4,2 м/с.

- По волокнам скелетной мышцы возбуждение распространяется со скоростью 4,7—5,0 м/с.

• Сократимость сердечной мышцы

- Первыми сокращаются мышцы предсердий, затем сосочковые мышцы. Далее сокращение охватывает и внутренний слой желудочков, которое обеспечивает тем самым движение крови из полостей желудочков в аорту и легочный ствол.

• **СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ.**

- Сердце здорового человека сокращается ритмично в состоянии покоя с частотой 60—70 уд. в мин.
- Период, который включает одно сокращение и последующее расслабление, составляет
- сердечный цикл.
- При чсс 70 уд. в мин. полный цикл сердечной деятельности продолжается 0,8—0,86 с.

- Сокращение сердечной мышцы называется *систолой*, расслабление — *диастолой*.
- Сердечный цикл имеет три фазы: систолы предсердий, систолы желудочков и общую паузу.
- Начало цикла —
- систола предсердий - 0,1—0,16 с.
- Во время систолы в предсердиях повышается давление, что ведет к выбрасыванию крови в желудочки. Последние в этот момент расслаблены, створки атриовентрикулярных клапанов открыты и кровь переходит из предсердий в желудочки.
- Систола желудочков - 0,3 с.

- Во время систолы желудочков предсердия расслаблены.
- Оба желудочка — правый и левый — сокращаются одновременно.
- Во время систолы желудочков давление в полостях резко возрастает.
- В результате атриовентрикулярные клапаны закрываются.
- Если давление крови в желудочках превышает давление в аорте и легочной артерии, полулунные клапаны открываются, и наступает период изгнания.
- Кровь вытекает в аорту и легочный ствол, объем желудочков быстро уменьшается.

- . При падении давления в желудочках, оно становится меньше, чем в предсердиях.
- Атриовентрикулярные клапаны раскрываются и происходит наполнение кровью желудочков и наступает диастола всего сердца.
- Диастола продолжается до очередной систолы предсердий.
- Эта фаза называется
- общей паузой (0,4 с).
- Затем цикл сердечной деятельности повторяется.

- **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СЕРДЦЕ. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА.**
- **Появление** эл. потенциалов в сердечной мышце связано с движением ионов через клеточную мембрану.
- Основную роль при этом играют катионы натрия и калия.
- Внутри клетки калия значительно больше, чем в околоклеточной жидкости, концентрация внутриклет. натрия, наоборот, значительно меньше, чем околоклеточного.
- В состоянии покоя наружная поверхность клетки миокарда имеет пол. заряд в результате перевеса катионов натрия; внутренняя поверхность клеточной мембраны имеет отр. заряд в связи с перевесом внутри клетки анионов (Cl^- , HCO_3^- и др.). В этих условиях клетка

- Под влиянием эл. импульса наружная поверхность клеточной мембраны приобретает отр. заряд в связи с перевесом там анионов. Этот процесс называется деполяризацией.
- При смене эл. потенциала происходит реполяризация.
- Вышеперечисленные процессы происходят во время систолы.
- Если вся наружная поверхность снова приобретает пол. заряд, а внутренняя — отрицательный, то это соответствует диастоле.

- Возникнув при деполяризации, импульс вызывает возбуждение, которое охватывает весь миокард, и развивается по типу цепной реакции.
- Возбуждение сердца начинается в синусном узле, распространяется на предсердия. затем к атриовентрикуляр-ному узлу, переходит на ствол пучка Гиса, а затем на его разветвление — на правую и левую ножки.
- Последние образуют сеть волокон Пуркинье, которые широко анастомозируют друг с другом.

- Электрокардиограмма (ЭКГ) - запись суммарного эл. потенциала при возбуждении миокардиальных клеток. Метод исследования -
- электрокардиография.
- Для регистрации ЭКГ применяют три стандартных биполярных отведения — расположение электродов на поверхности тела.
- Первое отведение — на правой и левой руках,
- второе — на правой руке и левой ноге, третье — на левой руке и левой ноге. Кроме стандартных отведений, применяют отведения от других точек грудной клетки в области расположения сердца, а также однополюсные, или униполярные, отведения.

- ЭКГ состоит из пяти положительных и отрицательных колебаний — **зубцов**,
- соответствующих циклу сердечной деятельности.
- Их обозначают лат. буквами P, Q, R, S, T,
- а гр.отведения (перикардальные) - V (V1, V2 V3, V4, V5, V6).
- Три зубца (P, R, T) направлены вверх (положительные зубцы),
- два (Q, S) — вниз (отрицательные зубцы).
- Зубец P отражает период возбуждения предсердий, продолжительность его равна 0,08—0,1 с.

- Сегмент P - Q соответствует проведению возбуждения через предсердно-желудочковый узел к желудочкам - $0,12—0,20$ с.
- Зубец Q отражает деполяризацию межжелудочковой перегородки.
- Зубец R — самый высокий в ЭКГ, представляет собой деполяризацию верхушки сердца, задней и боковой стенок желудочков.
- Зубец S отражает охват возбуждением основания желудочков,
- зубец T — процесс быстрой реполяризации желудочков.
- Комплекс QRS совпадает с реполяризацией предсердий - $0,06—0,1$ с.

- Комплекс QRST обусловлен появлением и распространением возбуждения в миокарде желудочков, поэтому его называют желудочковым комплексом.
- Общая продолжительность QRST приблизительно равна 0,36 с.
- Условная линия, которая соединяет две точки ЭКГ с наибольшей разностью потенциалов, называется электрической осью сердца.

- Электрокардиография в диагностике заболеваний сердца дает возможность
- -детально исследовать изменения сердечного ритма,
- -возникновение дополнительного очага возбуждения при появлении экстрасистол,
- -нарушение проводимости возбуждения по проводящей системе сердца,
- -ишемию,
- -инфаркт миокарда.

- **ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ГЕМОДИНАМИКИ. КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ. ПУЛЬС.**
- Движение крови по сердечно-сосудистой системе определяется процессами гемодинамики, которые отражают физические явления движения жидкости в замкнутых сосудах.
- Гемодинамика определяется двумя факторами:
 - -давлением на жидкость и
 - -сопротивлением, испытываемым при трении о стенки сосудов и вихревых движениях.
- .

- Силой, образующей давление в сосудистой системе, является сердце.
- У взрослого человека в сосудистую систему при каждом сокращении сердца выбрасывается 60—70 мл крови - систолический объем, или
- 4—5 л/мин - минутный объем.
- Сила, движущая кровь, — разность давлений, возникающая в начале и в конце трубки.

- Скорость кровотока в сосудистом русле разная и зависит от общей суммы площади просветов сосудов этого калибра на данном участке тела.
- Наименьшее сечение у аорты, скорость движения крови в ней самая большая — 50—70 см/с.
- Наибольшей суммарной площадью поперечного сечения обладают капилляры — в 800 раз больше, чем у аорты.
- Соответственно и скорость крови в них около 0,05 см/с.
- В артериях она составляет 20—40 см/с, в артерио-лах — 0,5 см/с.

- Уровень АД состоит из трех факторов,
- -нагнетающая сила сердца,
- -периферическое сопротивление сосудов,
- -объем и вязкость крови.

- 1.Нагнетающая сила сердца - главный фактор. При каждой систоле и диастоле в артериях кровяное давление меняется.
- Подъем его во время систолы - систолическое (максимальное) давление.
- Падение давления во время диастолы соответствует диастолическому (минимальному) давлению.

- Величина АД зависит от периферического сопротивления кровотоку и ЧСС.
- Разницу между систолическим и диастолическим давлением называют пульсовым давлением.
- Повышение АД по сравнению с нормой называется
- *артериальной гипертензией,*
- *понижение — артериальной гипотензией.*
- **2.Периферическое сопротивление** — зависит от диаметра мелких артерий и артериол. Изменение просвета артерий ведет к повышению АД , ухудшению местного кровообращения.

- 3.Объем и вязкость крови.
Значительная кровопотеря ведет к снижению АД, а переливание большого количества крови повышает АД.
- Величина АД зависит от
возраста.
- У детей АД ниже, чем у взрослых, потому что стенки сосудов более эластичны.
- В норме систолическое (максимальное) давление у здорового человека составляет 110—120 мм рт. ст., а диастолическое (минимальное) — 70—80 мм рт. ст.

- Величина кровяного давления служит важной характеристикой деятельности сердечно-сосудистой системы.
- Кровяное давление определяют двумя способами:
- прямым (кровоавым), который применяется в экспериментах на животных,
- косвенным (бескровным), с помощью сфигмоманометра
- Рива-Роччи и прослушиванием сосудистых звуков в артерии ниже манжеты (метод И. С. Короткова).

- ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ.

- **Основная функция органов дыхания** — обеспечение газообмена между воздухом и кровью путем диффузии кислорода и углекислого газа через стенки легочных альвеол в кровеносные капилляры.
- Органы дыхания участвуют в звукообразовании, определении запаха, выработке некоторых гормоноподобных веществ, в липидном и водно-солевом обмене, в поддержании иммунитета организма.

- В воздухоносных путях происходит очищение, увлажнение, согревание вдыхаемого воздуха, восприятие запаха, температурных и механических раздражителей.
- Особенности строения Д.П.
- наличие хрящевой основы в их стенках, в результате чего они не спадаются.
- Внутренняя поверхность дыхательных путей покрыта слизистой оболочкой, которая выстлана мерцательным эпителием и содержит значительное количество желез, выделяющих слизь.
- Реснички эпителиальных клеток, выводят наружу вместе со слизью и инородные тела.

- Различают дыхание:
- 1.внутреннее (клеточное, тканевое);
- 2.транспорт газов кровью или другими жидкостями тела;
- 3.внешнее (легочное).
- Все звенья газотранспортной системы организма обеспечивают концентрацию кислорода в клетках, необходимую для поддержания активности дыхательных ферментов.

- Перенос O_2 из альвеолярного воздуха в кровь и CO_2 из крови в альвеолярный воздух происходит путем **диффузии**.
- Движущей силой диффузии является разница парциального давления O_2 и CO_2 по обеим сторонам альвеолокапиллярной мембраны.
- Кислород и углекислый газ диффундируют через
 - - слой тонкой пленки фосфолипидов - сурфактанта,
 - -альвеолярный эпителий,
 - -эндотелий кровеносного капилляра.

- . Время прохождения крови через капилляры легких - 1 с,
- Напряжение газов в артериальной крови, которая оттекает от легких, соответствует парциальному давлению в альвеолярном воздухе.
- Если вентиляция легких недостаточная и в альвеолах увеличивается содержание CO_2 , то уровень концентрации CO_2 сразу же повышается в крови, что приводит к учащению дыхания.

- В легких кровь из венозной превращается в артериальную, богатую O_2 и бедную CO_2 .
- Артериальная кровь поступает в ткани, используется O_2 и образуется CO_2 .
- В тканях напряжение O_2 близко к нулю,
- а напряжение CO_2 около 60 мм рт. ст.
- В результате разности давления
- CO_2 из ткани диффундирует в кровь,
- а O_2 — в ткани.
- Кровь становится венозной и по венам поступает в сердце, затем - в легкие, где цикл обмена газов повторяется вновь.

- Человек в состоянии покоя вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха
- дыхательный объем воздуха
- Если после спокойного вдоха сделать усиленный дополнительный вдох, в легкие может поступить еще 1500 мл воздуха - резервный объем вдоха.
- После спокойного выдоха при максимальном напряжении дыхательных мышц можно выдохнуть еще 1500 мл воздуха
- - резервный объем выдоха.
- После максимального выдоха в легких остается около 1200 мл воздуха — остаточный объем.

- **Жизненная емкость легких** — это в сумме дыхательный объем воздуха, резервный объем вдоха и резервный объем выдоха
- $(500 + 1500 + 1500)$.
- Жизненную емкость легких и объем легочного воздуха измеряют при помощи специального прибора — спирометра (или *спирографа*).

- В регуляции дыхания участвуют нервные и гуморальные механизмы, которые создают оптимальные условия для газообмена.
- Аппарат регуляции дыхания
- - ДЦ в продолговатом мозге.
- - хеморецепторы и механорецепторы, обеспечивающие работу ДЦ в соответ.
- с потребностями организма в обмене газов.
- - дыхательные нейроны - нервные клетки, импульсная активность которых изменяется в соответствии с фазами дыхательного цикла.
Различают *инспираторные нейроны*, которые активны только в фазе вдоха, и *экспираторные*, активные во время выдоха

- Активность дых. нейронов зависит от импульсов хемо-и механорецепторов ДС.
- Основным регулятором активности центрального дых. механизма является сигнализация о газовом составе крови, которая поступает от хеморецепторов.
- Главный стимул, который управляет дыханием, — высокое содержание
- CO_2 (гиперкапния) в крови и в неклеточной жидкости мозга.
- Чем сильнее возбуждение артериальных хеморецепторов, тем интенсивнее происходит вентиляция.

- Управление процессами, происходящими в организме, обеспечивается
- 1.нервной системой,
- 2. эндокринной системой - железами внутренней секреции, которые не имеют выводных протоков и выделяют в кровь и лимфу—гормоны, оказывающие
- регуляторное действие на организм.

- *Гормоны* - сильнодействующие агенты.
- - ускоряют рост и формирование органов и систем,
- - регулируют обмен веществ,
- - регулируют поддержание гомеостаза,
- - регулируют выработку половых кл.,

- Лимф.кап. начинаются в тк.ж-ти слепо, в которые тк. жидкость поступает в виде лимфы.
- Лимфа – прозрачная бесцветная ж-ть, состав которой зависит от органа или ткани.
- Лимф.кап. – лимф.сосуды, которые проходят через лимф. узлы – два лимф.протока:
- 1.грудной л.проток – от тела ниже диафрагмы и левой половины выше диафрагмы.
- 2.правый л.проток - от правой половины тела выше диафрагмы.
- Оба протока впадают в

- Лимфатический узел – состоит из ретикулярной ткани, которая образует 3 зоны:
- 1. корковую – отлов М.
- 2. паракортикальную – дозревание Т- лимфоцитов.
- 3. мозговую – созревание В- лимфоцитов под влиянием Т-л.
- В-л. становятся способными к иммунному ответу.
- Регулирует иммунитет
вилочковая железа – тимус.