Лекция №8. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

ССС включает в себя кровеносную (сердце и сосуды – в которых циркулирует кровь) и лимфатическую (капилляры, узлы, сосуды, стволы и протоки – в которой содержится лимфа) системы. Учение о ССС – ангиокардиология.

Кровеносная система является важнейшей системой, т.к. обеспечивает доставку тканям кислорода, питательных веществ, гормонов и отводит продукты метаболизма и углекислого газа (транспортная функция). У человека – это замкнутая сеть. ССС является важным звеном гомеостаза.

Лимфатическая система - выполняет дренажную функцию — отведение из тканей избытка тканевой жидкости.

В организме различают 3 круга кровообращения:

1. большой (телесный)
2. малый (легочный)
3. венечный (сердечный)

Большой круг кровообращения обеспечивает артериальной кровью все органы, ткани и клетки организма. Он начинается от левого желудочка, включает аорту, атерии, артериолы, прекапилляры и капилляры. После осуществления обмена газами в капиллярах, венозная кровь собирается в посткапилляры, венулы и вены. Заканчивается большой круг двумя полыми венами (верхней и нижней), впадающими в правое предсердие сердца.

Малый круг кровообращения осуществляет газообмен в легких. Он начинается в правом желудочке легочным стволом, который разветвляется на 2 легочные артерии, несущие венозную кровь в легкие. После газообмена артериальная кровь возвращается по 4 легочным венам в левое предсердие.

Сердечный (венечный) круг обеспечивает питание миокарда. Он начинается от луковицы аорты, включает сердечные (венечные) артерии, мелкие артериолы, капилляры. Вся венозная кровь от сердца собирается в венозный (венечный) синус, впадающий в правое предсердие.

Центральным органом сердечно-сосудистой системы является сердце. Оно выполняет роль насоса, предназначенного для циркуляции крови по сосудам.

Сердце (cardia, cor) - полый, фиброзно – мышечный орган, имеющий форму конуса, верхушка которого направлена вниз, влево и вперед, основание (место расположения крупных сосудов) – вверх, вправо и назад. Сердце расположено в грудной полости позади грудины на сухожильном центре диафрагмы.

Границы сердца:

- верхняя – верхние края хрящей 3 пары ребер
- верхушка – 5 левое межреберье на 1 – 2 см медиальнее левой среднеключичной линии
- правая граница – на 2 см за край грудины
- левая граница – по дугообразной линии от хряща 3 ребра до проекции верхушки сердца

На сердце различают:

- грудино – реберную,
- диафрагмальную,

- и 2 легочные поверхности.

Своей **передней (грудино - реберной) поверхностью** - сердце прилежит к грудной стенке и частично прикрыто легкими.

Нижняя (диафрагмальная) поверхность - соприкасается с диафрагмой в области ее сердечного вдавления.

С боков (легочная поверхность) к сердцу прилежат легкие.

Сердечная стенка имеет 3 слоя:

1. внутренний зпителтальный – **эндокард**
2. средний мышечный **– миокард**
3. наружный соединительный **– эпикард**

Эндокард - выстилает все камеры сердца, образует клапаны. Он состоит из соединительной ткани и эндотелия.

Миокард – мышечный слой – образован сердечной мышечной тканью. Мускулатура предсердий отделена от мускулатуры желудочков фиброзными кольцами - скелет сердца. Похожая ткань имеется в межжелудочковой перегородке. Миокард предсердий образован 2 слоями (поверхностный и глубокий), миокард желудочков из 3 слоев (поверхностный, средний и глубокий). Миокард левого желудочка толще миокарда правого.

Эпикард – внутренняя оболочка сердечной сумки **– перикарда**. Перикард удерживает сердце на месте (от него отходят волокна к диафрагме и грудине) – фиксирующий аппарат сердца.

Он состоит из 2 слоев:

1. наружная париентальная пластинка
2. эпикард

Между слоями перикарда имеется перикардиальная полость, содержащая небольшое количество серозной жидкости, уменьшающая силу трения в работающем сердце. Полость выстлана мезотелием. Перикард изолирует сердце от окружающих органов, защищает от окружающих органов и чрезмерного растяжения.

Сердце имеет правый и левый края.

Сердце человека 4 –камерное: **2 предсердия и 2 желудочка**.

Снаружи они отделены венечной бороздой, в которой расположены сосуды и нервы. По передней и нижней поверхностям желудочков проходят передняя и задняя межжелудочковые борозды, идущие к верхушке сердца.

Передняя стенка предсердий имеет 2 расширения – правое и левое ушки, дополнительные резервуары для крови. Размеры сердца индивидуальны (сравнительно с кулаком человека) –250 – 350 гр. Камеры сердца отделены перегородками: продольная в норме не имеет отверстий, она обеспечивает не смешивание венозной и артериальной крови. Поперечная перегородка имеет предсердно – желудочковые отверстия, содержащие предсердно – желудочковые клапаны (створчатые). Они не пропускают кровь из желудочков в предсердия. Клапаны образованы эндокардом и имеют вид створок.

Правый клапан – **трехстворчатый,** левый – **митральный (двустворчатый).** Клапаны открываются в сторону желудочков. Аорта и легочный ствол у основания имеют полулунные клапаны, имеющие вид лепестков, каждый по 3. Лепестки открываются в сторону сосудов, пропуская кровь из желудочков.

Правое предсердие - собирает венозную кровь со всего тела. В него впадают верхняя и нижняя полые вены. В правое предсердие по венечному синусу течет кровь от стенок сердца. Предсердие имеет выпячивание, которое в связи с его формой называется правым ушком. В проекции правого ушка на внутренней поверхности сердца видны особые выступы, именуемые гребенчатыми мышцами. На межпредсердной перегородке находится овальная ямка, в области которой у плода расположено отверстие, сообщающее правое предсердие с левым и зарастающее после рождения. Кровь из правого предсердия через предсердно-желудочковое отверстие попадает в правый желудочек.

Правый желудочек - представляет собой полость, на внутренней поверхности которой имеются многочисленные мышечные перекладины — мясистые трабекулы. В полость желудочка выступают сосочковые мышцы, от которых идут сухожильные нити. Они фиксированы к створкам правого предсердно-желудочкового (трехстворчатого) клапана, закрывающего отверстие между правым предсердием и правым желудочком. Он состоит из трех створок, по строенных из эндокарда. Во время расслабления желудочка кровь свободно поступает в него из предсердия, прогибая внутрь створки клапана. При сокращении желудочка кровь под давлением действует на клапан, и он перекрывает предсердно-желудочковое отверстие. Сухожильные нити, прикрепленные к створкам, натягиваются и не дают им прогнуться в полость предсердия. Таким образом, венозная кровь выталкивается из желудочка в легочный ствол, идущий к легким. Отверстие, ведущее в легочный ствол, закрывает клапан легочного ствола, состоящий из трех полулунных заслонок, имеющих вид кармашков.

Во время сокращения правого желудочка полулунные клапаны открываются. Во время его расслабления кровь заполняет пространство между заслонками и стенкой легочного ствола, клапан закрывается и препятствует обратному току крови из легочного ствола в правый желудочек.

Левое предсердие - заполняется артериальной кровью, притекающей из легких по четырем легочным венам. По строению стенки оно напоминает правое и тоже имеет дополнительное пространство в виде левого ушка. Кровь из левого предсердия через предсердно- желудочковое отверстие поступает в левый желудочек.

Левый желудочек - имеет более толстую стенку по сравнению с правым. На ее внутренней поверхности имеются мышечные перекладины и сосочковые мышцы, от которых идут сухожильные нити, которые прикрепляются к краям створок левого предсердно-желудочкового (двустворчатого, митрального) клапана. Несмотря на свое название, иногда этот клапан представлен не двумя, а тремя створками. Механизм его работы такой же, как и у трехстворчатого.

Из левого желудочка выходит аорта. В отверстии, ведущем из левого желудочка в этот сосуд, расположен клапан аорты, состоящий из трех полулунных заслонок. Непосредственно над клапаном находятся два отверстия, ведущие в правую и левую венечные артерии, которые питают сердце.

Кровь от стенок сердца оттекает в венечный синус, расположенный в венечной борозде. Из синуса она поступает в правое предсердие.

Физиология сердца

Сердце обладает свойством автоматизма – работает изолированно от ЦНС. Это обеспечивается проводящей системой сердца. Внутри сердца имеется совокупность структур, способных самостоятельно формировать нервные импульсы, проводить их и передавать от одного отдела органа к другому на сердечную мышцу.

ПСС – это комплекс центров. Состоит из узлов и пучков поддерживающих ритм сердца. Данные центры построены из проводящих кардиомиоцитов:

1. синусно – предсердный узел (синусовый узел Киса – Флека) – является основным генератором импульса - **водитель сердечного ритма**, воспроизводит электрические потенциалы с частотой 60 – 80 раз в минуту, передает возбуждение на предсердия, находится в месте впадения верхней полой вены в правое предсердие (область правого ушка).
2. предсердно – желудочковый узел (узел Ашоффа – Тавары) – находится в верхней части межжелудочковой перегородки; передает импульсы от синусного узла к предсердно – желудочковому пучку Гиса, воспроизводит электрические потенциалы с частотой 40 раз в минуту.
3. пучок Гиса – расположен в межжелудочковой перегородке; от него отходят 2 ножки (правая и левая) в желудочки, которые разветвляются на волокна Пуркинье; он обеспечивает прохождение импульсов в миокард желудочков.

В случае повреждения узлов и пучков проводящей системы возникают аритмии.

К сердцу подходят симпатические и парасимпатические волокна от симпатического ствола и блуждающего нерва, через которые осуществляется нервная регуляция работы сердца.

Импульсы, проходящие по симпатическим нервам, учащают сердечные сокращения, по парасимпатическим – ослабляют вплоть до остановки.

Сердце человека работает непрерывно в течение всей жизни. В нем постоянно наблюдаются ритмичные последовательные сокращения (систола) и расслабления (диастола) предсердий и желудочков. Это обеспечивает постоянную циркуляцию крови в организме. Однотипная последовательность систолы и диастолы камер сердца называется сердечным циклом.

Сердечный цикл состоит из 3 фаз:

1. систола предсердий (0,1 сек)
2. систола желудочков (0,3 сек)
3. диастола (0,4 сек)

Весь цикл занимает 0,8 сек.

Первая фаза - называется систолой предсердий и диастолой желудочков. При сокращении предсердий открываются трехстворчатый и двустворчатый клапаны, и кровь нагнетается в желудочки, находящиеся в расслабленном состоянии. Эта фаза занимает около 0,1 с.

Вторая фаза — систола желудочков и диастола предсердий. В этот период миокард желудочков сокращается, что приводит к значительному повышению

давления в полости желудочков. Под его воздействием захлопываются трехстворчатый и двустворчатый клапаны. В дальнейшем открываются полулунные клапаны, кровь из левого желудочка выталкивается в аорту, а из правого — в легочный ствол. В это время предсердия вступают в фазу диастолы: расслабляются и начинают заполняться кровью. Продолжительность фазы — 0,3 с.

Третья фаза — общая диастола. После изгнания крови из желудочков миокард расслабляется, полулунные клапаны аорты и легочного ствола закрываются, в предсердия поступает кровь: в левое — из легочных вен, в правое — из верхней и нижней полых вен. Возникает общая для миокарда всех камер сердца пауза — диастола. В это время кровь наполняет не только предсердия, но и желудочки: под действием силы тяжести крови открываются предсердно-желудочковые клапаны и она перемещается из предсердий в желудочки. Затем весь цикл повторяется. Продолжительность фазы общей диастолы 0,4-0,6 с.

Количество сокращений сердца за 1 мин называют **частотой сердечных сокращений (ЧСС).** В среднем этот показатель составляет 60 — 90 в минуту. За один цикл сердце выталкивает 70—100 мл крови из левого желудочка в аорту и столько же из правого желудочка в легочный ствол. Это количество принято обозначать как **ударный объем (УО).** Оставшаяся кровь – резервный объем сердца. **Остаточный объем** – кровь, которая никогда не выбрасывается из сердца.

Количество крови, выталкиваемой сердцем за 1 мин, называют **минутным объемом кровообращения (МОК)**. В условиях физического покоя минутный объем кровообращения составляет около 4—6 л/мин. Он колеблется в зависимости от пола, возраста, физического развития и тренированности.

Более редкий ритм работы сердца (менее 60 ударов в минуту) называется **брадикардией.**

При интенсивной физической нагрузке и нервно-психическом перенапряжении частота сердечных сокращений увеличивается и составляет 90—120 и более ударов в минуту – **тахикардия.**

В покое у здорового человека частота сердечных сокращений – 60 – 90 раз в минуту. Более 90 – тахикардия, менее 60 – брадикардия.

Физиологические свойства миокарда:

1. возбудимость
2. проводимость
3. сократимость
4. рефрактерный период
5. автоматизм

Возбудимость – свойство миокарда отвечать процессом возбуждения в клетках, способность под действием раздражений (заполнение предсердий кровью) приходить в состояние возбуждения, при котором изменяется электрическая активность сердца.

Проводимость – способность миокарда распространять возбуждение от одного участка к другому. Скорость распространения возбуждения в миокарде в 5 раз меньше скорости в скелетных мышцах. Миокард менее возбудим, чем скелетные мышцы.

Сократимость – способность миокарда отвечать сокращением на пришедший импульс. Первыми сокращаются мышцы предсердий, затем желудочков.

Рефрактерный период – период покоя, невосприимчивости миокарда к действию раздражителя.

Относительный рефрактерный период – диастола.

Абсолютный – период невоспиимчивости миокарда даже к сильному раздражителю. Благодаря длительному рефрактерному периоду миокард не способен к тетаническим сокращениям, а совершает работу по типу одиночных сокращений.

Автоматизм - способность узлов проводящей системы сердца самостоятельно приходить в состояние возбуждения (генерировать импульс) через строго определенные промежутки времени.

Причины автоматизма:

1. продукты обмена веществ в миокарде (углекислый газ, молочная кислота), которые вызывают процесс возбуждения в клетках
2. нарастание диастолической деполяризации в волокнах.

Внешние проявления деятельности сердца:

1. **верхушечный толчок**: поворот сердца слева направо при сокращении, становясь более округлым; верхушка сердца при этом поднимается и надавливает на грудную стенку; прощупывается в 5 межреберье.
2. **сердечные тоны** – это звуковые явления в работающем сердце;

первый тон низкий – систолический, второй – высокий – диастолический.

3. **электрические явления**: регистрация биотоков сердца – электрокардиография, кривая – электрокардиограмма; Для этого используются специальные приборы — электрокардиографы. Данный метод исследования широко используется в диагностике различных заболеваний: нарушений ритма и проводимости, ишемической болезни сердца. Электроды накладывают на грудную клетку и конечности; при анализе определяют величину зубцов и интервалы между ними; зубцы: P, Q, R, S, T; P, R, T – положительные, направлены вверх, Q, S – отрицательные, направлены вниз; самый высокий – R; P – отражает процесс возбуждения в предсердиях (0,08 – 0,1 сек), интервал P – Q – время распространения возбуждения от предсердий до желудочков (0,12 – 0,2 сек); Q – R – S - процесс возбуждения миокарда желудочков (0,06 – 0,1 сек), T – процесс восстановления в миокарде (0,28 сек);

интервал Q – T – систола желудочков (0,35 – 0,4 сек); интервал T – P – общая пауза; P – предсердная часть ЭКГ, QRST – желудочковая часть ЭКГ. QRS – 0,10 сек; PQ –0,20 сек; QT - 0,4 сек; ST – 1мм.

Законы сердечной деятельности:

1. сердечного волокна (Франка – Старлинга) – чем более растянуто сердечное мышечное волокно, тем быстрее оно сокращается. В случае поступления в камеры сердца большого количества крови происходит некоторое растяжение стенки. Кардиомиоциты растягиваются. Во время систолы их сокращение происходит более интенсивно, чем в условиях обычного притока крови по венам. Таким образом, сила сокращений сердечной мышцы тем больше, чем большее количество крови заполняет желудочки перед систолой.
2. сердечного ритма (рефлекс Бейнбриджа) – при повышении кровяного давления в устьях полых вен происходит рефлекторное усиление частоты и силы сердечных сокращений

Оба закона проявляются одновременно – механизмы саморегуляции. Сердце может увеличивать свою активность в 5 – 6 раз, что обусловлено нервной и гуморальной регуляцией его деятельности.

Важную роль в регуляции деятельности сердца играет нервная система, в первую очередь ее вегетативный отдел. В продолговатом мозге расположен сосудодвигательный центр, связанный с блуждающим нервом, ветви которого обеспечивают парасимпатическую иннервацию сердца. Симпатическая иннервация сердца обеспечивается волокнами симпатического ствола.

Парасимпатическая нервная система уменьшает частоту и силу сердечных сокращений, тормозит проводимость импульсов по атипичным кардиомиоцитам. **Активация симпатической нервной системы** приводит к учащению ритма, увеличению силы сокращения миокарда и повышению возбудимости и проводимости.

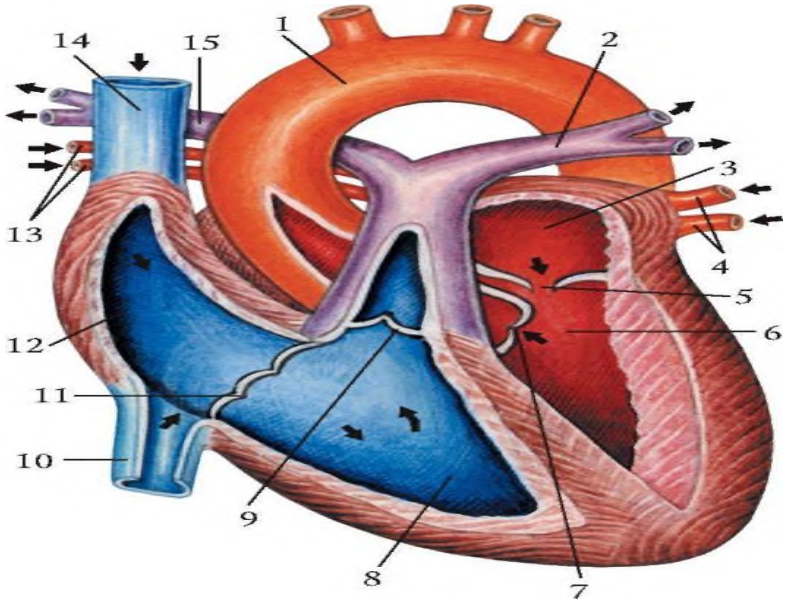
Действие на сердце адреналина, норадреналина, дофамина аналогично действию симпатической нервной системы. Гормоны щитовидной железы (тироксин, трийодтиронин) увеличивают частоту сердечных сокращений. Ацетилхолин вызывает эффекты, сходные с таковыми парасимпатической нервной системы.

Сердце чувствительно и к ионному составу плазмы крови. Ионы Ca^{2+} и K^{+} повышают возбудимость клеток миокарда. Их недостаток (в первую очередь K^{+}) приводит к различного рода аритмиям, иногда и к остановке сердца.

Приложение 1

Вопросы для фронтального опроса

1. Перечислите органы системы кровообращения.
2. Какие виды сосудов вы знаете?
3. Какие функциональные группы сосудов вы знаете?
4. Расскажите из каких слоев состоит стенка сердца.
5. Назовите фазы сердечного цикла.
6. Назовите продолжительность сердечного цикла.
7. Что такое сократимость?
8. Что такое возбудимость?



Место выхода аорты и легочного ствола из сердца и места впадения в него вен. Предсердия и желудочки вскрыты. Вид спереди.

1 - аорта; 2 - левая легочная артерия; 3 - левое предсердие;
4 - левые легочные вены; 5 - правое предсердно-желудочковое отверстие;
6 - левый желудочек; 7 - клапан аорты; 8 - правый желудочек;
9 - клапан легочного ствола; 10 - нижняя полая вена;
11 - правое предсердно-желудочковое отверстие; 12 - правое предсердие;
13 - правые легочные вены; 14 - верхняя полая вена;
15 - правая легочная артерия.
Стрелками показано направление тока крови

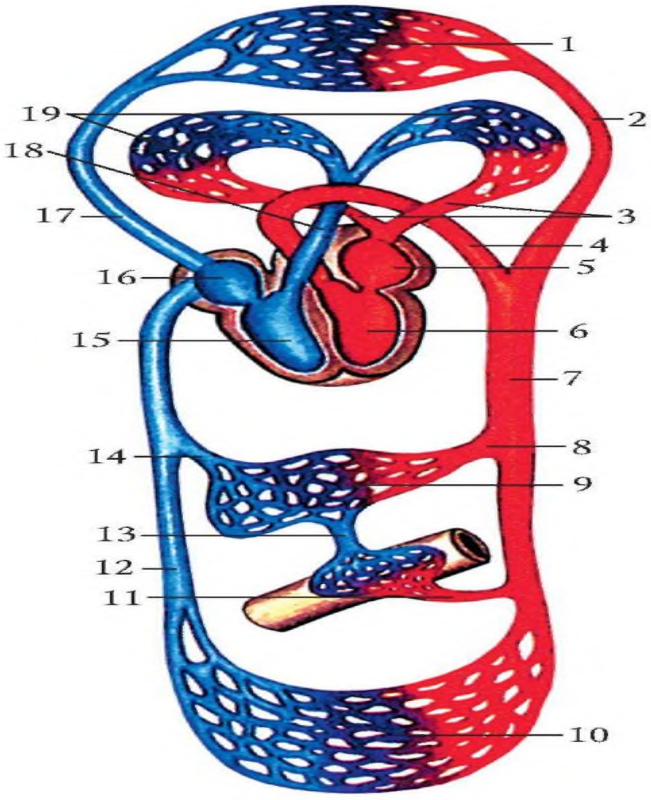
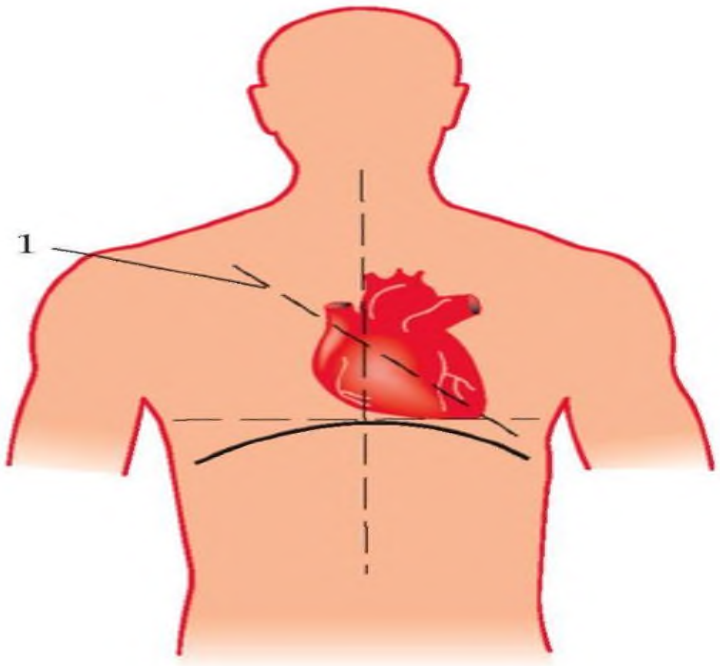


Схема большого и малого круга кровообращения

1 - капилляры головы, верхних отделов туловища и верхних конечностей;
2 - общая сонная артерия; 3 - легочные вены; 4 - дуга аорты; 5 - левое предсердие;
6 - левый желудочек; 7 - аорта; 8 - печеночная артерия; 9 - капилляры печени;
10 - капилляры нижних отделов туловища, нижних конечностей;
11 - верхняя брыжеечная артерия; 12 - нижняя полая вена; 13 - воротная вена;
14 - печеночные вены; 15 – правый желудочек; 16 - правое предсердие;
17 - верхняя полая вена; 18 - легочный ствол; 19 - капилляры легких



Положение сердца в грудной полости
и ось сердца (1)
Вид спереди