

Лекция № 19. Процесс кровообращения, его значение для организма. Кровеносные сосуды. Строение и топография сердца.

ССС (сердечно-сосудистая система) обеспечивает следующие функции:

1. транспортную — к тканям и органам по кровеносным сосудам доставляются все необходимые вещества (белки, углеводы, кислород, витамины, минеральные соли) и отводятся продукты обмена веществ и углекислый газ.

2. регуляторную - с током крови по сосудам разносятся в органы и ткани гормоны, которые являются специфическими регуляторами обменных процессов.

3. защитную - с током крови по сосудам разносятся антитела, необходимые для защитных реакций организма против инфекционных заболеваний.

В содружестве с нервной и гуморальной системами сосудистая система играет важную роль в обеспечении целостности организма.

Сосудистая система делится на кровеносную и лимфатическую. Эти системы анатомически и функционально тесно связаны, дополняют одна другую, но между ними есть определенные различия. Кровь в организме движется по кровеносной системе. Кровеносная система состоит из центрального органа кровообращения — сердца, ритмические сокращения которого дают движение крови по сосудам.

Кровеносная система включает сердце и кровеносные сосуды: артерии, капилляры и вены, образующие замкнутые системы — круги кровообращения, по которым кровь движется от сердца к органам и обратно. Сосуды, по которым кровь выносятся из сердца и поступает к органам, называются артериями, а сосуды, приносящие кровь к сердцу, — венами. В зависимости от области ветвления артерии делятся на *пристеночные* (париетальные), кровоснабжающие стенки тела, и *внутренностные* (висцеральные), кровоснабжающие внутренние органы. До вступления артерии в орган она называется *внеорганный*, войдя в него — *внутриорганный*.

Артерии имеют вид трубок, в стенках которых выделяют три слоя (оболочки): наружный, средний и внутренний. *Наружная оболочка*, или *адвентиция*, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, *средняя оболочка (медия)* гладкомышечная; *внутренняя оболочка (интима)* выстлана одним рядом эндотелиальных клеток, лежащих на внутренней эластиновой мембране. Такая же наружная эластиновая мембрана находится между наружной и средней оболочками. Эти мембраны придают стенкам артерий

прочность и упругость. Просвет артерий меняется в результате сокращения или расслабления гладкомышечных клеток средней оболочки.

Конечным звеном ветвления артерий является **микроциркулярное русло**, в состав которого входят артериола, прекапилляры (артериальные капилляры), капилляры, посткапилляры (венозные капилляры), венула, а также артериоло-венулярный анастомоз, которые соединяют артериолу с венулой. Этот анастомоз является сосудом, по которому кровь может проходить из артериальной части сосудистого русла в венозную, минуя капиллярное звено. **Капилляры** являются мельчайшими кровеносными сосудами, через стенки которых осуществляются все обменные процессы между кровью и тканями. Стенка капилляров (ее толщина около 1 мкм) состоит из одного слоя плоских эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране.

Венулы являются последним звеном микроциркуляторного русла. Сливаясь между собой, венулы образуют мелкие вены, стенки которых тоньше, чем у аналогичных артерий. У вен, так же, как и у артерий, имеется три оболочки: внутренняя, средняя и наружная. Мышечных клеток и эластических волокон в средней оболочке у вен меньше, чем у артерий. Мелкие, средние и некоторые крупные вены имеют венозные клапаны, которые обычно располагаются попарно и представляют собой складки внутренней оболочки, выступающие в просвет вены. Клапаны пропускают кровь по направлению к сердцу и препятствуют обратному ее течению. Верхняя и нижняя полые вены, вены головы и шеи, почечные вены, воротная, легочные вены клапанов не имеют.

Вены подразделяются на *поверхностные* (подкожные) и *глубокие*, которые на конечностях располагаются рядом с артериями. Эти вены попарно сопровождают артерии, их называют *венами-спутницами*. Название таких глубоких вен аналогично названиям рядом лежащих артерий. Ряд вен, расположенных в полостях тела, а также крупные вены на конечностях — непарные, одиночные. К ним относятся подмышечная и подключичная, подколennая и бедренная вены, селезеночная, верхняя и нижняя брыжеечные и др. Поверхностные вены соединяются с глубокими посредством прободающих вен, которые выполняют роль венозных **анастомозов** (соединения вен, принадлежащих разным системам). В области суставов, на поверхности полых внутренних органов, изменяющих свой объем, вены соединяются многочисленными анастомозами, образующими в совокупности венозные сплетения. Венозные анастомозы и венозные сплетения являются путями окольного (коллатерального) тока крови от органов и тканей.

Отток венозной крови от органов и частей тела осуществляется в верхнюю и нижнюю полые вены, которые впадают в правое предсердие. Притоки одной крупной (**магистральной**) вены соединяются между собой *внутрисистемными венозными анастомозами*. Между притоками различных крупных вен (верхняя и нижняя полые вены, воротная вена) имеются *межсистемные венозные анастомозы*, являющиеся коллатеральными путями тока венозной крови в обход основных вен.

Возрастные особенности кровеносных сосудов

Кровеносные сосуды к моменту рождения развиты хорошо. После рождения увеличиваются длина, диаметр, толщина стенок сосудов. Изменяются взаимоотношения кровеносных сосудов с органами, которые также растут, увеличиваясь в объеме. Изменяются уровень отхождения артерий от магистральных стволов, углы ветвления артерий и уровни слияния вен. Микроскопическое строение кровеносных сосудов наиболее интенсивно изменяется в раннем детстве (от 1 года до 3 лет). В это время в стенках сосудов оформляется средняя оболочка. Окончательные размеры и форма кровеносных сосудов складываются к 14-18 годам. Начиная с 40-45 лет внутренняя оболочка артерий утолщается, изменяется строение клеток эндотелия, в них откладываются жироподобные вещества, появляются атеросклеротические бляшки, стенки артерий склерозируются, просвет сосудов уменьшается.

Сердце (cor) — это полый мышечный орган, располагающийся в грудной полости, в среднем отделе средостения. Продольная ось сердца направлена косо сверху вниз, справа налево и сзади наперед. Вес сердца у мужчин примерно 300 г, у женщин — 250 г, что составляет 1/200 общего веса тела. Верхушка сердца обращена вниз, влево и вперед, а его основание кверху и кзади. Сердце имеет грудино-реберную (переднюю) поверхность, диафрагмальную (нижнюю) и легочные (боковые) поверхности. На поверхности сердца имеется венечная борозда, проходящая на границе между предсердиями и желудочками. На грудино-реберной поверхности сердца определяется передняя межжелудочковая борозда, а на диафрагмальной — задняя межжелудочковая борозда.

Сердце состоит из 4 камер: двух предсердий и двух желудочков — правых и левых. Предсердия принимают кровь из вен и проталкивают кровь в желудочки, из которых выходят крупные артериальные сосуды. В правое предсердие впадают верхняя и нижняя полые вены и венечный синус сердца. В левое предсердие впадают четыре легочные вены (по две от каждого

легкого). Из правого желудочка выходит легочный ствол, который делится на правую и левую легочные артерии, идущие к соответствующим легким. Из левого желудочка выходит **аорта** — самая крупная артерия человеческого тела. Через правую половину сердца проходит венозная кровь, через левую половину — артериальная. Между собой левая и правая половины сердца не сообщаются. Каждое предсердие соединяется с соответствующим желудочком посредством предсердно-желудочкового отверстия, оснащенного створчатыми клапанами. Аорта и легочный ствол у своего начала имеют полулунные клапаны. Стенки сердца состоят из трех слоев. Внутренний слой (**эндокард**) выстилает полости предсердий и желудочков, он покрыт плоскими эндотелиальными клетками. Средний слой (**миокард**) образован сердечной мышечной тканью — кардиомиоцитами. У миокарда различают два отдела: менее толстый мышечный слой у предсердий и более толстую мышечную оболочку у желудочков (особенно у левого желудочка). Мышечные слои предсердий и желудочков не соединяются между собой. Между мышечными пучками этих отделов сердца находятся фиброзные кольца, которые отделяют предсердия от желудочков и служат местом прикрепления клапанов сердца. Миокард желудочков состоит из трех мышечных слоев: наружного (продольного), среднего (кругового) и внутреннего (также продольного). У предсердий два мышечных слоя — поверхностный с поперечным расположением мышечных пучков, общих для обеих предсердий. Глубокий, продольный мышечный слой у каждого предсердия свой.

Сокращение мышцы сердца происходит в три фазы: первая фаза — сокращение правого и левого предсердий, в результате чего кровь из предсердий поступает в желудочки. Стенки желудочков в это время находятся в расслабленном состоянии; вторая фаза — сокращение мышц обоих желудочков, при этом кровь из левого желудочка поступает в аорту, а из правого желудочка — в легочный ствол. Предсердия в это время расслабляются и принимают кровь из впадающих в них вен. Третья фаза — это общая пауза, в течение которой вся сердечная мышца находится в расслабленном состоянии. Затем все три фазы повторяются. Регуляция и координация сократительных функций сердца осуществляется его проводящей системой.

Проводящая система сердца образована атипичными мышечными клетками (сердечными кардиомиоцитами), обладающими способностью проводить раздражения от нервов сердца к миокарду предсердий и желудочков. Проводящая система сердца состоит из двух узлов (синусно-предсердного и

предсердно-желудочкового) и предсердно-желудочкового пучка, который проходит в межпредсердной и межжелудочковой перегородках. Синусно-предсердный узел расположен в стенке правого предсердия между устьями полых вен. Предсердно-желудочковый узел лежит в толще нижней части межпредсердной перегородки, у границы с желудочками.

Наружный слой сердца **эпикард** — покрывает сердце снаружи и продолжается на начальную часть аорты, легочного ствола и на конечные отделы верхней и нижней полых вен, а затем переходит в серозный перикард. *Правое предсердие* впереди и справа имеет выпячивание — *правое ушко*. На внутренней поверхности правого ушка и прилежащей к нему части передней стенки правого предсердия находятся несколько складок, в толще которых располагаются гребенчатые мышцы. На межпредсердной перегородке видно углубление — овальная ямка, здесь находилось отверстие, через которое во внутриутробном периоде предсердия сообщались друг с другом.

У *левого предсердия* впереди и слева находится выпячивание — *левое ушко*. Венозная кровь из правого предсердия поступает в правый желудочек через правое предсердно-желудочковое отверстие. В этом отверстии расположен правый предсердно-желудочковый (трехстворчатый) клапан, состоящий из трех створок (передней, задней и перегородочной). Створки образованы складками эндокарда и покрыты эндотелием. Створки своим основанием прикрепляются к фиброзному кольцу, окружающему правое предсердно-желудочковое отверстие. К створкам клапана прикрепляются сухожильные хорды, отходящие от трех сосочковых мышц. Эти сосочковые мышцы (передняя, задняя и перегородочная) расположены на внутренней поверхности правого желудочка. Сосочковые мышцы вместе с сухожильными хордами при сокращении (**систоле**) желудочка удерживают створки клапана и препятствуют обратному току крови в предсердие. Между сосочковыми мышцами внутрь желудочка вдаются мышечные складки — мясистые трабекулы, ориентированные продольно и поперечно. Из правого желудочка выходит легочный ствол, в основании которого находится клапан легочного ствола. Клапан состоит из трех полулунных заслонок (левой, правой и передней), он свободно пропускает кровь из желудочка в легочный ствол и препятствует обратному току крови.

Стенки левого желудочка в 2-3 раза толще стенок правого желудочка. Это связано с большей работой, производимой левым желудочком. Полость левого предсердия сообщается с левым желудочком через левое предсердно-желудочковое отверстие. В этом отверстии расположен левый предсердно-

желудочковый двухстворчатый клапан (митральный), состоящий из двух створок (передней и задней). На внутренней поверхности левого желудочка, так же, как и у правого, имеются покрытые эндокардом мясистые трабекулы и две сосочковые мышцы (передняя и задняя). От сосочковых мышц отходят тонкие сухожильные хорды, прикрепляющиеся к створкам левого предсердно-желудочкового клапана. Из левого желудочка выходит аорта, в отверстии которой находится трехстворчатый полулунный клапан, состоящий из трех полулунных заслонок (задней, передней и левой) и имеющий такое же строение и назначение, как и клапан легочного ствола. На переднюю грудную стенку границы сердца проецируются следующим образом: верхушка сердца находится в пятом левом межреберном промежутке на 1 см кнутри от левой среднеключичной линии. Верхняя граница сердца соответствует верхнему краю хрящей третьих ребер. Правая граница лежит на 1-2 см вправо от правого края грудины от III до V ребра. Нижняя граница сердца идет от хряща V правого ребра к верхушке сердца, а левая граница идет почти вертикально от хряща III левого ребра к верхушке сердца.

Сосуды сердца. Сердце получает артериальную кровь из двух венечных (коронарных) артерий — правой и левой. Обе артерии начинаются от аорты сразу над ее полулунными клапанами и проходят в венечной борозде, находящейся на границе предсердий и желудочков. Ветви венечных артерий анастомозируют между собой в венечной борозде и в области верхушки сердца. Из конечных разветвлений венечных артерий образуются капилляры, которые обеспечивают газообмен и питание стенок сердца. Из капилляров образуются вены, из венул — вены, которые, укрупняясь, формируют венечный синус, впадающий в правое предсердие. Наряду с крупными венами в стенках сердца имеются мелкие вены, впадающие непосредственно в правое предсердие и в желудочки. **Перикард (pericardium)** — это околосердечная сумка, состоящая из наружного и внутреннего слоев, в котором располагается сердце. Наружный слой перикарда фиброзный, он прикрепляется к внутренней поверхности грудины, внизу — к сухожильному центру диафрагмы, а сверху достигает начала аорты и легочного ствола. Внутренний слой перикарда серозный, он изнутри выстилает фиброзный перикард и в области основания сердца переходит в наружную оболочку сердца — эпикард. Так как серозный эпикард составляют единое целое, то эпикард называют висцеральной пластинкой серозного перикарда, а другой листок, прилежащий к фиброзному перикарду, — париетальной пластинкой. Между висцеральной и париетальной пластинками серозного перикарда

находится щелевидная перикардиальная полость, содержащая небольшое количество серозной жидкости. Эта жидкость обеспечивает скольжение пластинок сердечного перикарда при сокращениях сердца.

Возрастные особенности сердца. Сердце новорожденного имеет шарообразную форму. Поперечный размер сердца равен продольному или превышает его, что связано с недостаточным развитием желудочков и относительно большими размерами предсердий. Ушки предсердий большие, они прикрывают основание сердца. С грудной стенкой соприкасаются только желудочки. Верхушка сердца закруглена. Масса сердца у новорожденного — 20-24 г, то есть 0,8-0,9% массы тела (у взрослых — 0,5%). Объем сердца от периода новорожденное™ и до 16-летнего возраста увеличивается в 3-3,5 раза. Растет сердце наиболее быстро в течение первых двух лет жизни, затем — в 5—9 лет и в период полового созревания. С двухлетнего возраста развитие и предсердий, и желудочков происходит примерно одинаково, а после 10 лет желудочки растут быстрее, чем предсердия. Межпредсердная перегородка у новорожденного имеет отверстие, которое прикрыто со стороны левого предсердия тонкой эндокардиальной складкой. У новорожденных и детей грудного возраста сердце располагается высоко и лежит почти поперечно. Переход сердца из поперечного положения в косое начинается в конце первого года жизни ребенка. У 2-3-летних детей преобладает косое положение сердца. Нижняя граница сердца у детей до 1 года расположена на один межреберный промежуток выше, чем у взрослых; верхняя граница находится на уровне второго межреберья. Верхушка сердца проецируется в четвертом левом межреберном промежутке кнаружи от среднеключичной линии. Правая граница сердца наиболее часто располагается по правому краю грудины или на 0,5-1,0 см вправо от нее.