КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Кровеносной системой называется система со­судов и полостей, по которым происходит цирку­ляция крови. Посредством кровеносной системы клетки и ткани организма снабжаются питательны­ми веществами и кислородом и освобождаются от продуктов обмена веществ. Поэтому кровеносную систему иногда называют транспортной, или рас­пределительной, системой.

Сердце и кровеносные сосуды образуют замк­нутую систему, по которой кровь движется благо­даря сокращениям сердечной мышцы и миоцитов стенок сосудов. Кровеносные сосуды представ­лены артериями, несущими кровь от сердца, вена­ми, по которым кровь течет к сердцу, и микроцир­куляторным руслом, состоящим из артериол, ка­пилляров, посткопиллярных венул и артериолове­нулярных анастомозов.

По мере отдаления от сердца калибр артерий постепенно уменьшается вплоть до мельчайших артериол, которые в толще органов переходят в сеть капилляров. Последние, в свою очередь, продолжаются в мелкие, постепенно укрупняю­щиеся вены, по которым кровь притекает к сердцу. Кровеносная система разделена на два круга кровообращения большой и малый. Первый начи­нается в левом желудочке и заканчивается в пра­вом предсердии, второй начинается в правом же­лудочке и заканчивается в левом предсердии. Кровеносные сосуды отсутствуют лишь в эпител­тальном покрове кожи и слизистых оболочек, в волосах, ногтях, роговице глаза и суставных хря­щах.

Кровеносные сосуды получают свое название от органов, который они кровоснабжают (почечная артерия, селезеночная вена), места их отхождения от более крупного сосуда (верхняя брыжеечная артерия, нижняя брыжеечная артерия), кости, к ко­торой они прилежат (локтевая артерия), направле­ния (медиальная артерия, окружающая бедро), глубины залегания (поверхностная или глубокая артерия). Многие мелкие артерии называются вет­вями, а вены - притоками.

В зависимости от области ветвления артерии делятся на париетальные (пристеночные), крово­снабжающие стенки тела, и висцеральные (внут­ренностные), кровоснабжающие внутренние орга­ны. До вступления артерии в орган она называет­ся органной, войдя в орган - внутриорганной. По­следняя разветвляется в пределах и снабжает его отдельные структурные элементы.

Каждая артерия распадается на более мелкие сосуды. При магистральном типе ветвления от ос­новного ствола - магистральной артерии, диаметр которой постепенно уменьшается отходят боковые ветви. При древовидном типе ветвления артерия сразу же после своего отхождения разделяется на две или несколько конечных ветвей, напоминая при этом крону дерева.

Стенки артерии состоят из трех оболочек: внут­ренней, средней и наружной. В зависимости от развития различных слоев стенки артерии под­разделяются на сосуды мышечного, смешанного (мышечноэластического) и эластического типов. В стенках артерий мышечного типа, имеющих не­большой диаметр, хорошо развита средняя обо­лочка. Миоциты средней оболочки стенок артерии мышечного типа своими сокращениями регулиру­ют приток крови к органам и тканям. По мере уменьшения диаметра артерий все оболочки ис­тончаются, уменьшается толщина подэндотели­ального слоя и внутренней эластической мембра­ны. Постепенно убывает количество миоцитов и эластических волокон в средней оболочке. В на­ружной оболочке уменьшается количество эласти­ческих волокон, исчезает наружная эластическая мембрана.

Наиболее тонкие артерии мышечного типа - ар­териолы имеют диаметр менее 10 мкм и переходят в капилляры. Артериолы регулируют приток крови в систему капилляров. К артериям смешанного ти­па относятся такие артерии крупного калибра, как сонная и подключичная. К артериям эластического типа относятся аорта и легочный ствол, в который кровь поступает под большим давлением и с большой скоростью из сердца.

У детей диаметр артерий относительно больше, чем у взрослых. У новорожденного артерии пре­имущественно эластического типа. Артерии мы­шечного типа еще не развиты.

Дистальная часть сердечно-сосудистой систе­мы микроциркуляторное русло, обеспечивающее взаимодействие крови и тканей. Микроциркуля­торное русло начинается самым мелким артери­альным сосудом - артериолой и заканчивается венулой. Стенка артериолы содержит лишь один ряд миоцитов. От артериолы отходят прекапилля­ры (прекапиллярные артериолы), у начала которых находятся гладкомышечные прекапиллярные сфинктеры, регулирующие кровоток. В стенках прекапилляров в отличие от капилляров поверх эндотелия лежат единичные миоциты. От них на­чинаются истинные капилляры. Истинные капилля­ры вливаются в посткапилляры (посткапиллярные венулы). Посткапилляры образуются из слияния двух или нескольких капилляров. Они имеют тон­кую адвентициальную оболочку, стенки их растя­жимы и обладают высокой проницаемостью. По мере слияния посткапилляров образуются венулы. Их калибр широко варьируется и в обычных усло­виях равен 25-50 мкм. Венулы вливаются в вены. В пределах микроциркуляторного русла встреча­ются сосуды прямого перехода крови из артерио­лы в венулу - артериоло-венулярные анастомозы, в стенках которых имеются миоциты, регулирую­щие сброс крови. К микроциркуляторному руслу относятся также и лимфатические капилляры.

Обычно к капиллярной сети подходит сосуд ар­териального типа (артериола), а выходит из нее венула. В некоторых органах (почка, печень) име­ется отступление от этого правила. Так, к клубочку почечного тельца подходит артериола (принося­щий сосуд). Выходит из клубочка также артерио­ла (выносящий сосуд). В печени капиллярная сеть располагается между приносящей (междольковой) и выносящей (центральной) венами. Капиллярную сеть, вставленную между двумя однотипными со­судами (артериями, венами), называют чудесной сетью.

Капилляры делятся на: 1. Капилляры с непре­рывным эндотелием и базальным слоем. Такие ка­пилляры располагаются в коже; мышцах исчер­ченных (поперечнополосатых), включая миокард, и неисчерченных (гладких); коре большого мозга.

2. Фенестрированные капилляры, у которых неко­торые участки эндотелиоцитов истончены, имеют многочисленные округлые фенестры диаметром 60-120 нм, закрытые, за редким исключением, тонкой диафрагмой, и непрерывную базальную мембрану. Такие капилляры расположены в орга­нах, где происходит повышенная секреция или всасывание, например, в ворсинках кишечника, клубочках почки, пищеварительных и эндокрин­ных железах. 3. Синусоидные капилляры имеют большой просвет, до 40 мкм. В их эндотелиоцитах находятся поры, а базальная мембрана частично отсутствует (прерывистая). Такие капилляры рас­положены в печени, селезенке, костном мозге.

Посткапиллярные венулы диаметром 8-30 мкм, являющиеся конечным звеном микроциркулятор­ного русла, впадают в собирательные венулы (диаметром 100-300 мкм), которые, сливаясь меж­ду собой, укрупняются.

Вены также различаются по типам. Существуют два типа вен: безмышечного и мышечного типов. К венам безмышечного типа относятся вены твер­дой и мягкой мозговых оболочек, сетчатки глаза, костей, селезенки и плаценты. Они плотно сраще­ны со стенками органов и поэтому не спадают.

На внутренней оболочке большинства средних и некоторых средних вен имеются клапаны. Верх­няя полая вена, плеголовные, общие и внутренние подвздошные, вены сердца, легких, надпочечни­ков, головного мозга и его оболочек, паренхима­тозных органов клапанов не имеют. Клапаны представляют собой тонкие складки внутренней оболочки, состоящие из волокнистой соедини­тельной ткани, покрытые с обеих сторон эндоте­лиоцитами. Они пропускают кровь лишь по на­правлению к сердцу, препятствуют обратному току крови в венах и предохраняют сердце от излиш­ней затраты энергии на преодоление колебатель­ных движений крови, постоянно возникающих в венах. Венозные синусы твердой мозговой обо­лочки, в которые оттекает кровь от головного моз­га, имеют не спадающиеся стенки, обеспечиваю­щие беспрепятственный ток крови из полости че­репа во внечерепные вены (внутренние яремен­ные).

Общее количество вен больше, чем артерий, а общая величина венозного русла превосходит ар­териальное. Скорость кровотока в венах меньше, чем в артериях, в венах туловища и нижних ко­нечностей кровь течет против силы тяжести. На­звания многих глубоких вен конечностей анало­гичны названиям артерий, которые они попарно сопровождают, - вены-спутницы (локтевая артерия

- локтевые вены, лучевая артерия - лучевые ве­ны).

Большинство вен, расположенных в полостях тела, одиночные. Непарными глубокими венами являются внутренняя яременная, подключичная, подмышечная, подвздошные (общая, наружная и внутренняя), бедренная и некоторые другие. По­верхностные вены соединяются с глубокими с по­мощью прободающих вен, которые выполняют роль анастомозов. Соседние вены также связаны между собой многочисленными анастомозами, об­разующими в совокупности венозные сплетения, которые хорошо выражены на поверхности или в стенках некоторых внутренних органов (мочевого пузыря, прямой кишки).

Верхняя и нижняя полые вены большого круга кровообращения впадают в сердце. В систему нижней полой вены входит воротная вена с ее притоками. Окольный ток крови осуществляется также по коллатеральным венам, по которым ве­нозная кровь оттекает в обход основного пути. 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 анамостозы (кава-кавальные, кава-портальные, кава-кава-портальные), являющиеся коллатераль­ными путями оттока венозной крови в обход ос­новных вен. Венозные анастомозы встречаются чаще и развиты лучше, чем артериальные.

Малый, или легочный, круг кровообращения начинается в правом желудочке сердца, откуда выходит легочный ствол, который делится на пра­вую и левую легочные артерии, а последние раз­ветвляются в легких на артерии, переходящие в капилляры. В капиллярных сетях, оплетающих альвеолы, кровь отдает углекислоту и обогащает­ся кислородом. Обогащенная кислородом артери­альная кровь поступает из капилляров в вены, ко­торые, слившись в четыре легочные вены (по две с каждой стороны), впадают в левое предсердие, где и заканчивается малый (легочный) круг крово­обращения.

Большой, или телесный, круг кровообращения служит для доставки всем органам и тканям тела питательных веществ и кислорода. Он начинается в левом желудочке сердца, куда из левого пред­сердия поступает артериальная кровь. Из левого желудочка выходит аорта, от которой отходят ар­терии, идущие ко всем органам и тканям тела и разветвляющиеся в их толще вплоть до артериол и капилляров. Последние переходят в венулы и далее в вены. Через стенки капилляров осуществ­ляется обмен веществ и газообмен между кровью и тканями тела. Протекающая в капиллярах арте­риальная кровь отдает питательные вещества и кислород и получает продукты обмена и углеки­слоту. Вены сливаются в два крупных ствола - верхнюю и нижнюю полые вены, которые впадают в правое предсердие сердца, где и заканчивает­ся большой круг кровообращения. Дополнением к большому кругу является третий (сердечный) круг кровообращения, обслуживающий само сердце. Он начинается выходящими из аорты венечными артериями сердца и заканчивается венами серд­ца. Последние сливаются в венечный синус, впа­дающий в правое предсердие, а остальные наи­более мелкие вены открываются непосредственно в полость правого предсердия и желудочка.

Ход артерий и кровоснабжение различных ор­ганов зависят от их строения, функции и развития и подчиняются ряду закономерностей. Крупные артерии располагаются соответственно скелету и нервной системе. Так, вдоль позвоночного столба лежит аорта. На конечностях кости соответствует одна магистральная артерия. Например, вдоль плечевой кости лежит одноименная артерия, вдоль лучевой и локтевой располагаются также одноименные артерии. Соответственно принципам двусторонней симметрии и сегментарности в строении тела человека большинство артерий парные, а многие артерии, кровоснабжающие ту­ловище, сегментарные.

Артерии идут к соответствующим органам по наиболее короткому пути, т.е. приблизительно по прямой линии, соединяющей основной ствол с ор­ганом. Поэтому каждая артерия кровоснабжает близлежащие органы. Если во внутриутробном периоде орган перемещается, то артерия, удлиня­ясь, следует за ним к месту его окончательного расположения (например, диафрагма, яичко). Ар­терии располагаются на более коротких сгиба­тельных поверхностях тела. Вокруг суставов об­разуются суставные артериальные сети. Защиту от повреждений, сдавлений выполняют кости ске­лета, различные борозды и каналы, образован­ные костями, мышцами, фасциями.

Артерии входят в органы через ворота, распо­ложенные на их вогнутой, медиальной или внут­ренней поверхности, обращенной к источнику кровоснабжения. При этом диаметр артерий и ха­рактер их ветвления зависят от размеров и функ­ций органа.

В трубчатых органах артерии ветвятся кольце­образно, продольно или радиально. В органы, со­стоящие из волокон (мышцы, связки, нервы), арте­рии входят в нескольких местах и разветвляются по ходу волокон.

Для кровоснабжения организма важную роль играет коллатеральное кровообращение по ана­стомозам и по окольным путям (в обход основного пути кровотока). Коллатеральные сосуды встре­чаются как в системе артерий - артериальные кол­латерали, так и в системе вен - венозные колла­терали.

Артерии претерпевают существенные измене-

ния в течение онтогенеза человека. После его ро­ждения увеличивается их просвет и толщина сте­нок, достигая окончательных размеров примерно к 14-18 годам. Начиная с 40-45 лет внутренняя обо­лочка артерий утолщается, изменяется строение эндотелиоцитов, появляются атеросклеротические бляшки, стенки склерозируются, просвет сосудов уменьшается. Эти изменения в значительной сте­пени зависят от характера питания и образа жизни человека. Так гиподинамия, потребление большо­го количества животных жиров, углеводов и пова­ренной соли способствуют развитию склеротиче­ских изменений. Правильное питание, системати­ческие занятия физкультурой и спортом замедляют этот процесс.

1

1