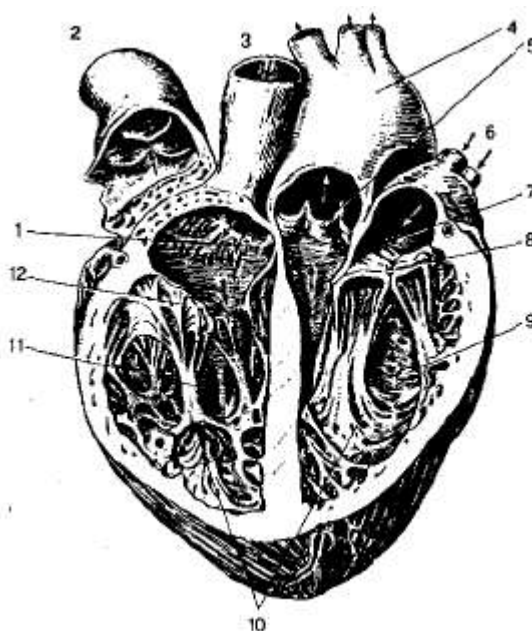


Кровообращение

Органы кровообращения. Функции крови выполняются благодаря непрерывной работе системы органов кровообращения. *Кровообращение* — это движение крови по сосудам, обеспечивающее обмен веществ между всеми тканями организма и внешней средой. Система органов кровообращения включает сердце и *кровеносные сосуды*. Циркуляция крови в организме человека по замкнутой сердечно-сосудистой системе обеспечивается ритмическими сокращениями *сердца* — ее центрального органа. Сосуды, по которым кровь от сердца разносится к тканям и органам, называют *артериями*, а те, по которым кровь доставляется к сердцу, — *венами*. В тканях и органах тонкие артерии (артериолы) и вены (венулы) соединены между собой густой сетью *кровеносных капилляров*.

Сердце. Сердце располагается в грудной полости позади грудины и окружено соединительнотканной оболочкой — *околосердечной сумкой*. Сумка защищает сердце, а выделяемый ею слизистый секрет уменьшает трение при сокращении. Масса сердца около 300 г, форма конусовидная. Широкая часть сердца — *основание* — обращена вверх и вправо, узкая — *верхушка* — вниз и влево. Две трети сердца расположены в левой части грудной полости, а треть — в правой.

Сердце человека, как и сердце птиц и млекопитающих, четырехкамерное. Оно разделено сплошной продольной перегородкой на левую и правую половины. Каждая половина, в свою очередь, подразделяется на две камеры — *предсердие* и *желудочек*. Они сообщаются между собой отверстиями, снабженными *створчатыми клапанами*. В левой половине сердца располагается двустворчатый клапан, в правой — трехстворчатый. Клапаны открываются только в сторону желудочков и поэтому пропускают кровь только в одном направлении: из предсердий в желудочки. Открываться в сторону предсердий створкам клапанов мешают сухожильные нити, отходящие от поверхности и краев клапанов и прикрепляющиеся к мышечным выступам желудочков. Мышечные выступы, сокращаясь вместе с желудочками, натягивают сухожильные нити, чем препятствуют выворачиванию створок клапанов в сторону предсердий и обратному оттоку крови в предсердия.



Продольный разрез сердца: 1 — правое предсердие; 2 — легочная артерия; 3 — верхняя полая вена; 4 — аорта; 5 — полулунные клапаны; 6 — легочные вены; 7 — левое предсердие; 8 — закрытый

двустворчатый клапан; 9 — левый желудочек; 10 — сосочковые мышцы; 11 — правый желудочек; 12 — открытый трехстворчатый клапан (стрелками показано направление тока крови).

В правое предсердие впадают две полые вены — нижняя и верхняя, в левое — две легочные. От правого желудочка отходит легочный ствол (артерия), от левого — дуга аорты. От аорты отходят две коронарные (венечные) артерии, питающие кровью саму сердечную мышцу. В месте отхождения из желудочков легочного ствола и аорты расположены *полулунные клапаны* в виде трех кармашков, открывающихся в сторону тока крови. Они препятствуют обратному току крови в желудочки. Таким образом, благодаря работе створчатых и полулунных клапанов в сердце ток крови осуществляется только в одном направлении: из предсердий в желудочки, а затем из них — в легочный ствол и аорту.

Стенка сердца состоит из трех слоев: *эпикарда* — наружного соединительнотканного, покрытого однослойным эпителием; *миокарда* — среднего мышечного; *эндокарда* — внутреннего эпителиального. Мышечные стенки сердца наиболее тонкие в предсердиях (2—3 мм). Мышечный слой стенки левого желудочка в 2,5 раза толще, чем правого желудочка. Клапанный аппарат сердца образован за счет выростов внутреннего слоя сердца.

Работа сердца и ее регуляция. Работа сердца слагается из ритмично сменяемых друг *друга сердечных циклов* — периодов, охватывающих одно сокращение и последующее расслабление сердца. Сокращение сердечной мышцы называется *систолой*, расслабление — *диастолой*. При частоте сокращений сердца 75 раз в минуту продолжительность сердечного цикла составляет 0,8 с. В цикле выделяют три фазы: сокращение предсердий — 0,1 с, сокращение желудочков — 0,3 с, и общее расслабление (пауза) предсердий и желудочков — 0,4 с, во время которого створчатые клапаны открыты и кровь из предсердий поступает в желудочки. Предсердия находятся в расслабленном состоянии 0,7 с, а желудочки — 0,5 с. За этот период времени они успевают восстановить свою работоспособность. Следовательно, причина утомляемости сердца заключена в ритмическом чередовании сокращений и расслаблений миокарда.

Последовательные ритмические сокращения и расслабления предсердий и желудочков и деятельность клапанов сердца обеспечивают однонаправленное движение крови из предсердий в желудочки, а из желудочков — в малый и большой круги кровообращения.

При каждой систоле желудочки сердца выбрасывают в аорту и легочную артерию по 65—70 мл крови. При частоте сердечных сокращений 70—75 ударов в минуту желудочки перекачивают соответственно по 4—5 л крови. При напряженной физической работе перекачиваемый минутный объем крови может достигать 20—30 л.

Сокращения сердца происходят в результате периодически возникающих процессов возбуждения в самой сердечной мышце. Вследствие этого сердечная мышца способна к сокращениям, будучи изолированной от организма. Это свойство получило название *автоматии*. Зона возникновения возбуждения, называемая *синусно-предсердным узлом* или *водителем ритма*, расположена в стенке правого предсердия рядом с местом впадения верхней и нижней полых вен. От нее берут начало нервные проводящие пути, по которым возникшее возбуждение проводится в левое предсердие, а затем в желудочки. Вот почему сначала сокращаются предсердия, а затем желудочки. Сердечные сокращения произвольны, т. е. человек не может волевым усилием изменить частоту и силу сокращений.

Изменение ритма работы сердца регулируется нервной и эндокринной системами. Импульсы, поступающие от симпатического отдела вегетативной нервной системы, учащают работу сердца, а

идушие от парасимпатического — замедляют ее. Гормон надпочечников адреналин учащает и усиливает деятельность сердца, а ацетилхолин замедляет и ослабляет его работу. Частоту сердечных сокращений увеличивает также гормон щитовидной железы тироксин.

Артерии. Кровоток в артериальной системе. Артерии вмещают лишь 10—15% объема циркулирующей крови. Их основными функциями являются: быстрая доставка крови к органам и тканям, а также обеспечение высокого давления, необходимого для поддержания непрерывного тока крови через капилляры.

Строение артерий соответствует их функциям. Стенки как крупных артерий, так и мелких артериол состоят из трех слоев. Их полость выстилает однослойный эпителий — *эндотелий*. Средний слой представлен гладкими мышцами, способными обеспечивать расширение и сужение просвета сосудов. Внешний слой — это фиброзная оболочка. В стенке артерий много эластических волокон. Диаметр аорты составляет 25 мм, артерий — 4 мм, артериол — 0,03 мм. Скорость движения крови в крупных артериях достигает 50 см/с.

Давление крови в артериальной системе пульсирующее. В норме в аорте человека оно наибольшее в момент систолы сердца и равно 120 мм рт. ст., наименьшее — в момент диастолы — 80 мм рт. ст. Несмотря на порционность поступления крови в артерии, она безостановочно движется по сосудам благодаря эластичности стенок артерий и способности их изменять диаметр просвета сосудов. Периодическое толчкообразное расширение стенок артерий, синхронное с сокращениями сердца называется *пульсом*. Пульс можно определять на артериях, лежащих поверхностно на костях (лучевая, височная артерии). У здорового человека пульс ритмичный — 60—80 ударов в минуту. При некоторых заболеваниях у человека сердечный ритм нарушается (аритмия).

Капилляры. Кровоток в капиллярах. Капилляры — самые тонкие (диаметр 0,005—0,007 мм) и короткие (0,5—1,1 мм) кровеносные сосуды, состоящие из однослойного эпителия. Они располагаются в межклеточных пространствах, тесно прилегая к клеткам тканей и органов. Общее число капилляров огромно. Суммарная длина всех капилляров тела человека около 100 тыс. км, а их общая поверхность составляет примерно 1,5 тыс. га. На этой гигантской поверхности распластано слоем толщиной 0,007 мм примерно 250 мл крови (так как капилляры человека содержат примерно 5% общего объема крови). Малая толщина этого слоя, тесный контакт его с клетками органов и тканей, низкая скорость потока крови (0,5—1,0 мм/с) обеспечивают возможность быстрого обмена веществами между кровью капилляров и межклеточной жидкостью. В стенке капилляров имеются поры, через которые вода и растворенные в ней неорганические вещества (глюкоза, кислород и др.) могут легко переходить из плазмы крови в тканевую жидкость в артериальном конце капилляра, где давление крови составляет 30—35 мм рт. ст.

Вены. Кровоток в венах. Кровь, пройдя капилляры и обогатившись углекислым газом и другими продуктами жизнедеятельности, поступает в *венулы*, которые, сливаясь, образуют все более крупные венозные сосуды. Они несут кровь к сердцу вследствие действия нескольких факторов: 1) в начале венозной системы большого круга кровообращения давление составляет примерно 15 мм рт. ст., а в правом предсердии в фазе диастолы оно равно нулю. Эта разница способствует притеканию крови из вен в правое предсердие; 2) вены имеют полулунные клапаны, поэтому сокращения скелетной мускулатуры, приводящие к сдавливанию вен, вызывают активное нагнетание крови по направлению к сердцу; 3) при вдохе возрастает отрицательное давление в грудной полости, что способствует оттоку крови из крупных вен к сердцу.

Диаметр самых крупных *полых вен* составляет 30 мм, *вен* — 5 мм, *венул* — 0,02 мм. В венах содержится около 65—70% всего объема циркулирующей крови. Они тонкие, легко растяжимые, так как имеют слабо развитый мышечный слой и небольшое количество эластических волокон. Под действием силы тяжести кровь в венах нижних конечностей имеет тенденцию застаиваться, что приводит к варикозному расширению вен. Скорость движения крови в венах составляет 20 см/с и менее, при этом давление крови низкое или даже отрицательное. Вены, в отличие от артерий, залегают поверхностно.

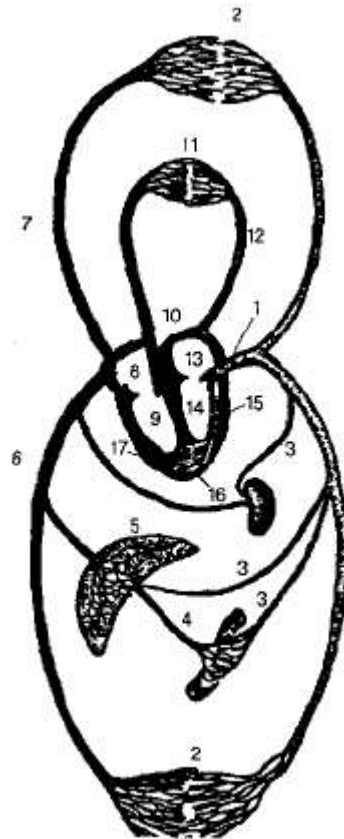
Большой и малый круги кровообращения. В теле человека кровь движется по двум кругам кровообращения — большому (туловищному) и малому (легочному).

Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке, из которого артериальная кровь выбрасывается в самую крупную по диаметру артерию — *аорту*. Аорта делает дугу влево и затем проходит вдоль позвоночника, разветвляясь на более мелкие артерии, несущие кровь к органам. В органах артерии разветвляются на более мелкие сосуды — *артериолы*, которые переходят в сеть *капилляров*, пронизывающих ткани и доставляющих им кислород и питательные вещества. Венозная кровь по венам собирается в два крупных сосуда — *верхнюю и нижнюю полые вены*, которые вливают ее в правое предсердие.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке, откуда выходит артериальный легочный ствол, который разделяется на *цвелегочные артерии*, несущие кровь к легким. В легких крупные артерии ветвятся на более мелкие артериолы, переходящие в сеть капилляров, густо оплетающих стенки альвеол, где и происходит обмен газами. Насыщенная кислородом артериальная кровь по легочным венам поступает в левое предсердие. Таким образом, в артериях малого круга кровообращения течет венозная кровь, в венах — артериальная.

Не весь объем крови в организме циркулирует равномерно. Значительная часть крови находится в *кровяных депо* — печени, селезенке, легких, подкожных сосудистых сплетениях. Значение кровяных депо заключается в возможности быстрого обеспечения кислородом тканей и органов при экстренных ситуациях.

Нервная и гуморальная регуляция движения крови. Кровь в организме распределяется между органами в зависимости от их активности. Работающий орган усиленно снабжается кровью за счет уменьшения кровоснабжения других областей тела. Сужение и расширение сосудов, благодаря которым перераспределяется кровь между органами тела человека, происходит вследствие сокращения и расслабления гладких мышц, находящихся в стенках кровеносных сосудов. К ним подходят нервные волокна от двух отделов вегетативной нервной системы. Возбуждение симпатических нервов вызывает сужение просвета сосудов; возбуждение парасимпатических нервов оказывает противоположный эффект. Гормон надпочечников адреналин оказывает сосудосуживающее действие (кроме сосудов сердца и головного мозга) и повышает артериальное давление.



Большой и малый круги кровообращения: 1 — аорта; 2 — капиллярная сеть тела; 3 — артерии органов брюшной полости; 4 — воротная вена; 5 — печень; 6 — нижняя полая вена; 7—верхняя полая вена; 8 — правое предсердие; 9 — правый желудочек; 10 — легочный ствол; 11 — капиллярная сеть легких; 12—легочные вены; 13 —левое предсердие; 14—левый желудочек; 15 —артерия сердца; 16—капилляры сердца; 17 — вены сердца.

Вредно воздействуют на работу сердечно-сосудистой системы алкоголь и никотин. Под влиянием алкоголя изменяется сила и частота сердечных сокращений, тонус и наполнение кровеносных сосудов. Никотин вызывает спазмы сосудов. Это приводит к повышению артериального давления. В крови при курении постоянно содержится карбоксигемоглобин, что ухудшает снабжение тканей кислородом, в том числе и сердца.