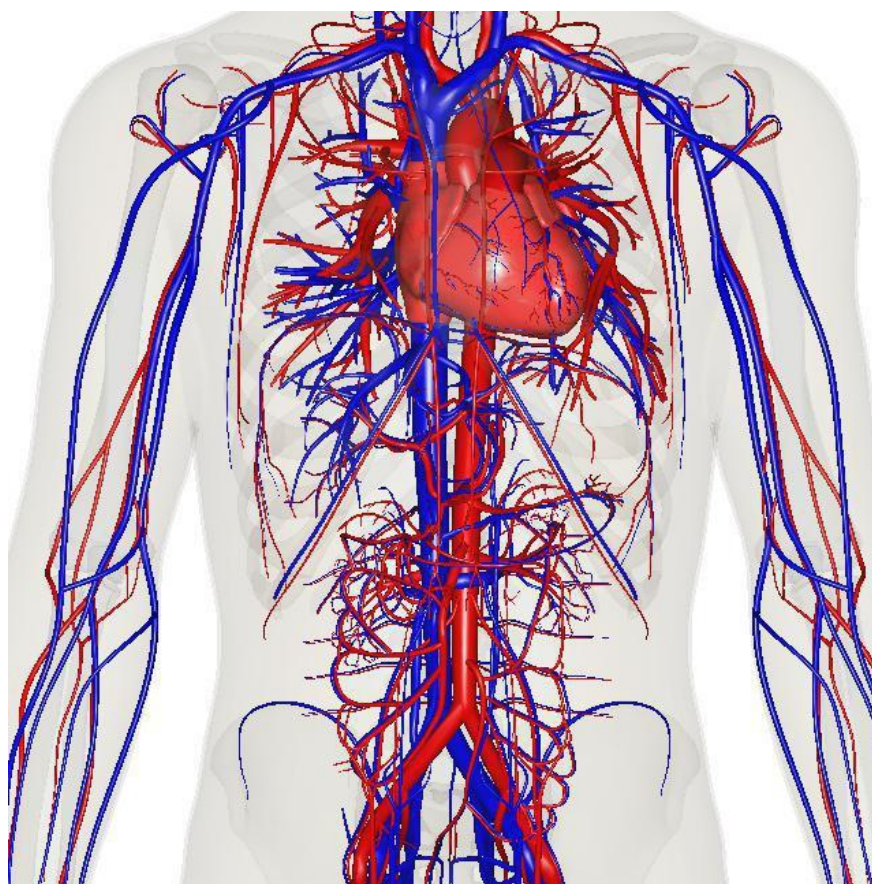


Органы кровообращения

- Общие сведения
- Что относится к органам кровообращения?
- Сердце
- Специфика деятельности сердца
- Цикл
- Сосуды
- Что такое эндотелий
- Круги кровообращения
- Малый круг кровообращения
- Большой круг кровообращения
- Движение по сосудам
- Скорость движения
- Аорта сердца
- Венозная система

Внутри тела человека располагаются органы пищеварения, кровообращения, слуха и пр. Все они участвуют в обеспечении нормальной деятельности организма. Однако считается, что ключевые задачи выполняет система органов кровообращения. Рассмотрим ее подробнее.



Общие сведения

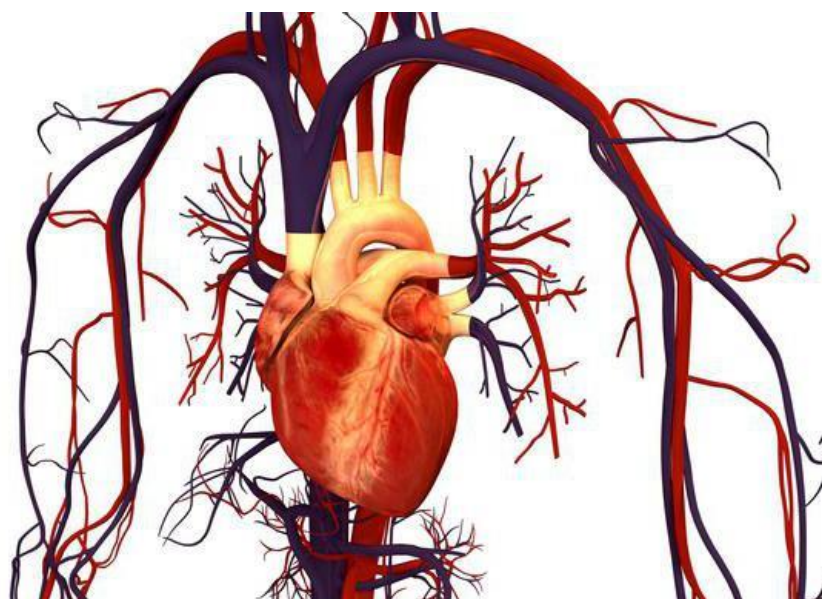
Кровообращение представляет собой непрерывное перемещение крови по замкнутой системе. Оно обеспечивает поступление кислорода к тканям и клеткам. Однако это далеко не все функции органов кровообращения. За счет их деятельности к клеткам и тканям поступают питательные элементы, витамины, соли, вода, гормоны. Они также участвуют в удалении конечных продуктов обменных процессов, поддерживают постоянную температуру тела.

Что относится к органам кровообращения?

В первую очередь это сердце. Оно считается основным органом системы. Однако его деятельность была бы бесполезной при отсутствии сосудов, присутствующих во всех тканях организма. Именно по ним с кровью переносятся питательные элементы и прочие необходимые вещества. Сосуды имеют различный размер и диаметр. Есть большие – вены и артерии, а есть маленькие – капилляры.

Сердце

Оно представлено полым мышечным органом. В сердце присутствуют четыре камеры: два предсердия (левое и правое) и столько же желудочков. Все эти пространства отделены друг от друга перегородками. Правые предсердие и желудочек сообщаются друг с другом через трехстворчатый, а левые – через двустворчатый клапан. Вес сердца взрослого составляет в среднем порядка 250 г (у женщин) и 330 г (у мужчин). Длина органа - около 10-15 см, а поперечный его размер - 8-11 см, от передней до задней стенки расстояние составляет около 6-8.5 см. Средний объем сердца мужчины – 700-900 см³, женщины – 500-600 см³.



Специфика деятельности сердца

Наружные стенки органа образованы мышцей. Ее структура сходна со строением поперечнополосатой мускулатуры. Сердечная мышца, однако, способна ритмично сокращаться вне зависимости от внешнего воздействия. Это происходит за счет импульсов, возникающих в самом органе.

Цикл

Задача сердца заключается в нагнетании артериальной крови (очищенной от углекислого газа и насыщенной кислородом (оксигенированной), в отличие от венозной **крови**), поступающей по венам. Орган сокращается примерно 70-75 раз/мин. в состоянии покоя. Это приблизительно раз в 0.8 сек. Непрерывная работа органа состоит из циклов. Каждый из них предполагает сокращение (систола) и расслабление (диастола). Всего существует три фазы деятельности сердца:

1. Систола предсердий. Она продолжается 0.1 сек.
2. Сокращение желудочков. Оно длится 0.3 сек.
3. Общее расслабление – диастола. Она продолжается 0.4 сек.

На протяжении всего цикла, таким образом, работа предсердий длится 0.1 сек., а их расслабление – 0.7 сек. Желудочки сокращаются 0.3 секунды, а отдыхают – 0.5 сек. Это обуславливает способность мышцы работать на протяжении всей жизни.

Сосуды

Высокая работоспособность сердца связана с усиленным его кровоснабжением. Оно происходит за счет сосудов, отходящих от него. Приблизительно 10% крови, поступающей в аорту из левого желудочка, проникает в артерии, питающие сердце. Почти все они несут кислород к тканям и другим элементам организма. Венозную кровь несет только легочная артерия. Стенка сосуда состоит из трех слоев:

1. Наружной соединительнотканной оболочки.
2. Средней, которая сформирована гладкими мышцами и эластичными волокнами.
3. Внутренней, образованной соединительной тканью и эндотелием.

Диаметр артерий человека находится в пределах 0.4-2.5 см. В среднем общий объем крови в них составляет 950 мл. Артерии разветвляются на более мелкие – артериолы. Они, в свою очередь, переходят в капилляры. Эти органы кровообращения считаются самыми мелкими. Диаметр



капилляров не более 0.005 мм. Они пронизывают все ткани и органы. Капилляры обеспечивают соединение артериол с венулами. Стенки мельчайших сосудов состоят из клеток эндотелия. Через них осуществляется обмен газов и прочих веществ. Вены несут кровь, обогащенную углекислым газом, содержащую продукты обмена, гормоны и прочие элементы от органов к сердцу. Стенки этих сосудов отличаются тонкостью и эластичностью. Средние и мелкие вены имеют клапаны. Они предотвращают обратный ток крови.

Что такое эндотелий

Эндотелий – однослойный пласт плоских клеток, выстилающих внутреннюю поверхность кровеносных и лимфатических сосудов, а также полостей сердца.

До недавнего времени считалось, что главная функция эндотелия – это полировка сосудов изнутри. И только после присуждения в 1998 г. Нобелевской премии в области медицины, стало ясно, что основной причиной **артериальной гипертонии** и других сердечно-сосудистых заболеваний является патология эндотелия.

Именно сейчас мы начинаем понимать, насколько важна роль этого органа. Да, именно органа, т. к. суммарный вес эндотелиальных клеток составляет 1,5 - 2 кг (как у печени!), а площадь его поверхности равна площади футбольного поля! Так каковы же функции эндотелия, этого огромного органа, распределенного по всей территории человеческого организма?

Выделяют 4 главные функции эндотелия:

Регуляция тонуса сосудов – поддержка нормального артериального давления (АД); сужение сосудов, когда необходимо ограничить кровоток – например на холоде, чтобы уменьшить теплопотерю, или расширение – в активно работающем органе (мышце, поджелудочной железе при выработке пищеварительных ферментов, печени, головном мозге и т. п.), когда необходимо увеличить его кровоснабжение.

Расширение и восстановление сети кровеносных сосудов. Эта функция эндотелия обеспечивает рост тканей и процессы заживления. Именно эндотелиальные клетки во всей сосудистой системе взрослого организма делятся, передвигаются и создают новые сосуды! К примеру, в каком-нибудь органе после воспаления часть тканей гибнет. Фагоциты съедают погибшие клетки, а в зоне поражения прорастающие клетки эндотелия образуют новые капилляры, через которые в ткань выходят стволовые клетки и частично, восстанавливают поврежденный орган. Так восстанавливаются все клетки, в том числе и нервные.



Регуляция свертывания крови. Эндотелий препятствует образованию тромбов в норме и активирует процесс свертывания крови при повреждении сосуда.

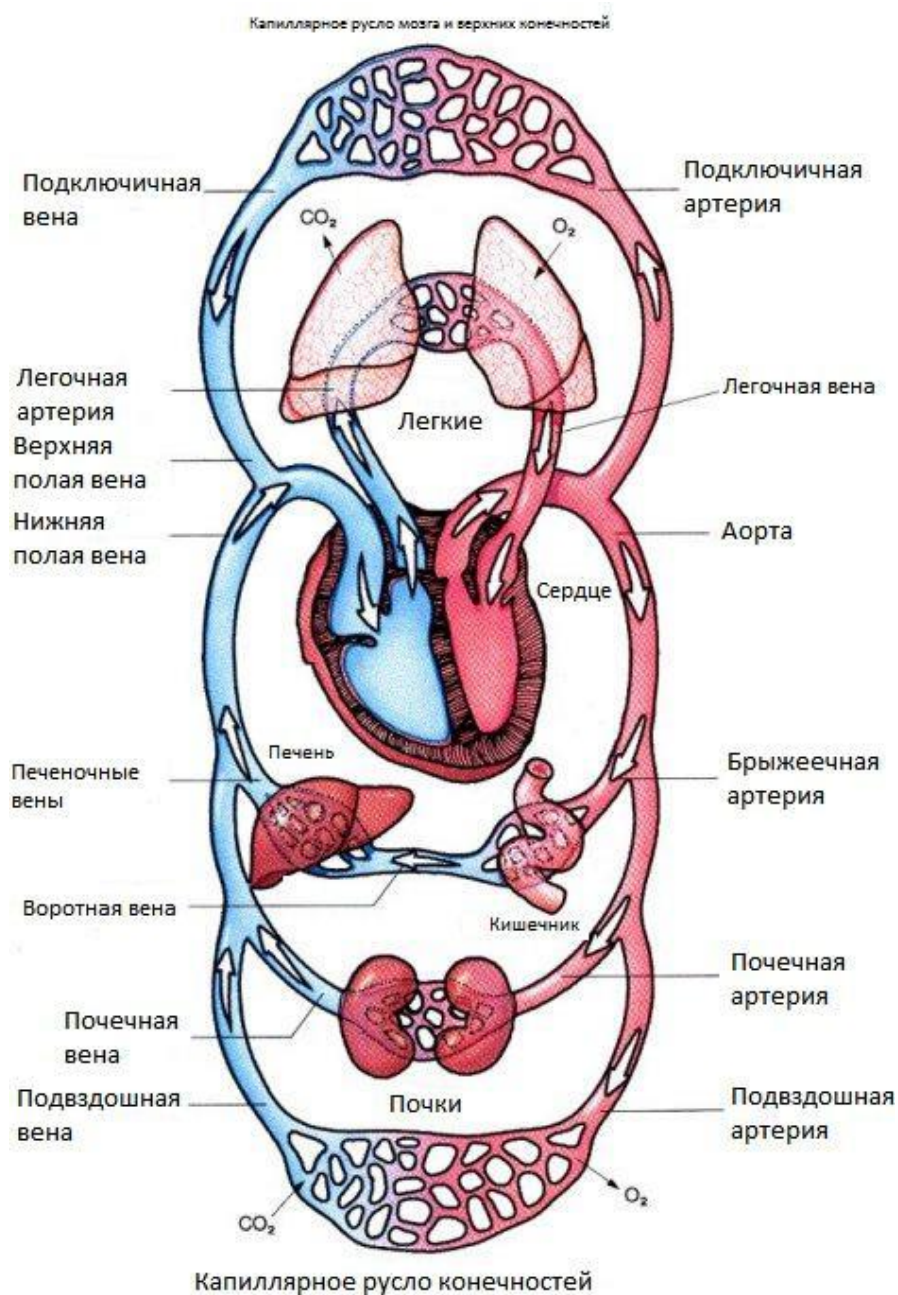
Эндотелий активно участвует в процессе местного воспаления – защитного механизма выживания. Если где-то в организме кое-что чужеродное порой начинает поднимать голову, то именно эндотелий начинает в этом месте пропускать из крови через стенку сосуда в ткань защитные антитела и лейкоциты.

Эти функции эндотелий осуществляет, выделяя разные биологически активные вещества. Но главной молекулой, вырабатываемой эндотелием, является NO – оксид азота. Именно открытие ключевой роли NO в регуляции сосудистого тонуса (другими словами – артериального давления) было удостоено Нобелевской премии в 1998 г. Здоровый эндотелий непрерывно вырабатывает NO, поддерживая нормальное давление в сосудах. Если количество NO снижается в результате недостаточности эндотелия – сосуды не могут адекватно расширяться и доставлять больше питательных веществ и кислорода в активно работающие органы.



Круги кровообращения

Кровь и органы кровообращения были описаны еще в 1628 г. Сердечно-сосудистую схему млекопитающих и человека в то время изучал английский врач В. Гарвей. Он выяснил, что органы кровообращения формируют два круга – малый и большой. Они отличаются друг от друга по своим задачам. Кроме этого, существует и третий круг, так называемый сердечный. Он обслуживает непосредственно сердце. Начинается круг венечными артериями, отходящими от аорты. Заканчивается третий круг сердечными венами. Они сходятся в венечный синус, который впадает в правое предсердие. Прочие вены входят в его полость непосредственно.



Малый круг кровообращения

С его помощью взаимодействуют органы дыхания и кровообращения. Малый круг еще называют легочным. Он обеспечивает обогащение крови в легких кислородом. Начинается круг от правого желудочка. Венозная кровь движется к легочному стволу. Он разделяется на две ветви. Каждая из них несет кровь, соответственно, к правому и левому легкому. Внутри них артерии расходятся на капилляры. В сосудистых сетях, которые оплетают легочные пузырьки, кровь отдает углекислый газ и получает кислород. Она становится алой и идет по капиллярам в вены. Далее они соединяются в четыре легочных сосуда и впадают в левое предсердие. Здесь, собственно, малый круг заканчивается. Поступившая в предсердие кровь поступает через атриовентрикулярное отверстие в левый желудочек. Отсюда начинается большой круг. Таким образом, легочные артерии несут венозную, а вены – артериальную кровь.

Большой круг кровообращения

В нем задействованы все органы кровообращения, кроме легочных сосудов. Большой круг называют еще телесным. Он собирает кровь из вен верхней и нижней части туловища и распределяет артериальную. Начинается круг от левого желудочка. Из него кровь течет в аорту. Она считается самым крупным сосудом. В артериальной крови присутствуют все необходимые для жизни организма вещества, а также кислород. Аорта расходится на артерии. Они идут ко всем тканям тела, переходят в артериолы и затем в капилляры. Последние, в свою очередь, соединяются в венулы и затем в вены. Через капиллярные стенки происходит обмен газов и веществ. Артериальная кровь отдает кислород и забирает продукты обмена и углекислый газ. Венозная жидкость имеет темно-красный цвет. Сосуды соединяются в полые вены – крупные стволы. Они впадают в правое предсердие. Здесь большой круг заканчивается.

Особенности системы кровообращения

Ключевой особенностью системы кровообращения, которая состоит из двух кругов, является необходимость наличия сердца с двумя и более камерами.

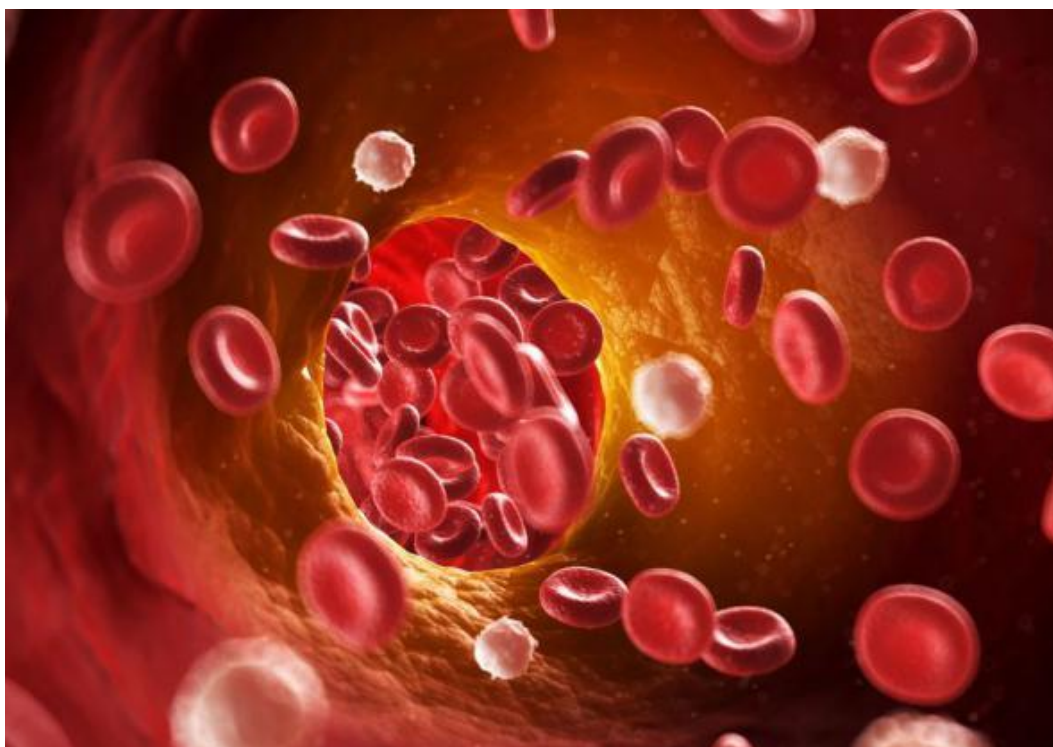
У рыб круг кровообращения один, ведь у них нет легких, а весь газообмен протекает в сосудах жабер. В итоге рыбе сердце однокамерное - это насос, проталкивающий кровь лишь в одном направлении

У земноводных и рептилий есть органы дыхания и, соответственно, круги кровообращения. Схема их работы проста: из желудочка кровь



направляется в сосуды большого круга, из артерий - в капилляры и вены. Венозный возврат к сердцу также реализован, однако из правого предсердия кровь попадает в общий для двух кругов кровообращения желудочек. Поскольку сердце у этих животных трехкамерное, то кровь из обоих кругов (венозная и артериальная) смешивается.

У человека (и млекопитающих) сердце имеет 4-камерную структуру. В нем перегородками разделены два желудочка и два предсердия. Отсутствие смешения двух видов крови (артериальной и венозной) стало гигантским эволюционным изобретением, которое обеспечило теплокровность млекопитающих.



Движение по сосудам

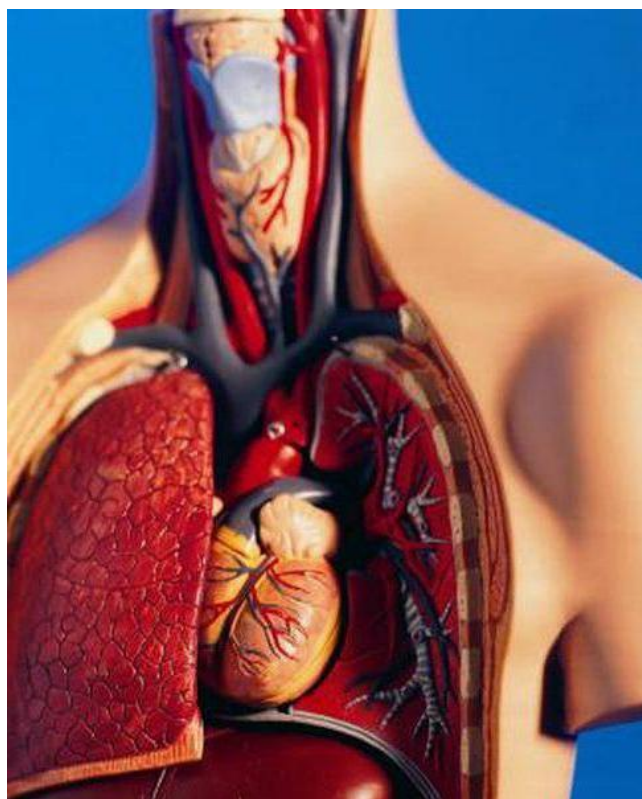
Течение любой жидкости происходит за счет разницы давления. Чем она больше, тем выше скорость. Аналогично движется кровь по сосудам малого и большого кругов. Давление в этом случае создается сокращениями сердца. В аорте и левом желудочке оно выше, чем в правом предсердии и полых венах. За счет этого жидкость перемещается по сосудам большого круга. В легочной артерии и правом желудочке давление высокое, а в левом предсердии и легочных венах – низкое. За счет разницы происходит движение в малом круге. Самое большое давление в крупных артериях и аорте. Этот показатель непостоянен. По ходу тока крови часть энергии от давления расходуется на снижение трения крови о сосудистые стенки. В этой связи оно начинает постепенно



снижаться. Особенно явно этот процесс происходит в капиллярах и мелких артериях. Это обусловлено тем, что эти сосуды оказывают самое большое сопротивление. В венах давление продолжает снижаться и в полых сосудах оно становится как атмосферное или еще ниже.

Скорость движения

Особенности органов кровообращения заключаются в их внутреннем строении и размерах. Например, если говорить о сосудах, то от ширины их русла будет зависеть скорость движения жидкости. Самой крупной, как выше было сказано, считается **аорта**. Это единственный сосуд с самым широким руслом. Сквозь нее проходит вся кровь, выходящая из левого желудочка. Это обуславливает и максимальную скорость в этом сосуде – 500 мм/сек. Артерии разветвляются на более мелкие. Соответственно, скорость в них снижается до 0.5 мм/сек. в капиллярах. За счет этого кровь успевает отдать питательные соединения и кислород и забрать продукты обмена. Движение жидкости по капиллярам обуславливается изменением просвета мелких артерий. При их расширении ток усиливается, при сужении – ослабевает. Самые мелкие органы кровообращения – капилляры – представлены в огромном количестве. У человека их насчитывается порядка 40 млрд. При этом их суммарный просвет больше аортального в 800 раз. Тем не менее скорость движения жидкости по ним



очень низкая. Вены, приближаясь к сердцу, становятся крупнее и сливаются. Суммарный их просвет уменьшается, но скорость кровотока в сравнении с капиллярами увеличивается. Движение в венах обусловлено разностью давлений. Кровоток направлен к сердцу, чему способствует сокращение скелетных мышц и деятельностью грудной клетки. Так, при вдохе разность давления в начале и конце венозной системы повышается. При сокращении скелетной мускулатуры происходит сжатие вен. Это также способствует кровотоку к сердцу.

Аорта сердца.

Аорта является самым крупным сосудом человека. Именно она даёт начало громадному количеству артерий, которые кровоснабжают организм, принося к каждому органу достаточное количество питательных веществ и кислорода.

Что такое аорта?

Это в первую очередь самый крупный сосуд, который имеется в человеческом организме. В случае каких бы то ни было патологий, связанных с аортой, жизни человека угрожает серьёзнейшая опасность. Стоит отметить, что аорта - это непарный сосуд. В настоящее время его изучению уделяется достаточно большое внимание. Это обусловлено тем, что он обладает громадной важностью, ведь именно на него оказывается постоянная и при этом очень большая нагрузка.

- **Отдельные части аорты**

Части аорты



Как отмечалось ранее, данный сосуд является самым крупным в организме человека. Неудивительно, что медиками было принято решение условно разделить его на части. В результате аорта сердца разделяется на 3 основные отдела:

- восходящий;
- дуга аорты;
- нисходящий.

- **О восходящем отделе**

Начальной точкой самого крупного человеческого сосуда можно считать клапан аорты. Он не позволяет крови, поступившей из сердца, вернуться обратно, тем самым нарушив гемодинамику. Восходящий отдел аорты является достаточно коротким и представляет относительно небольшой интерес.

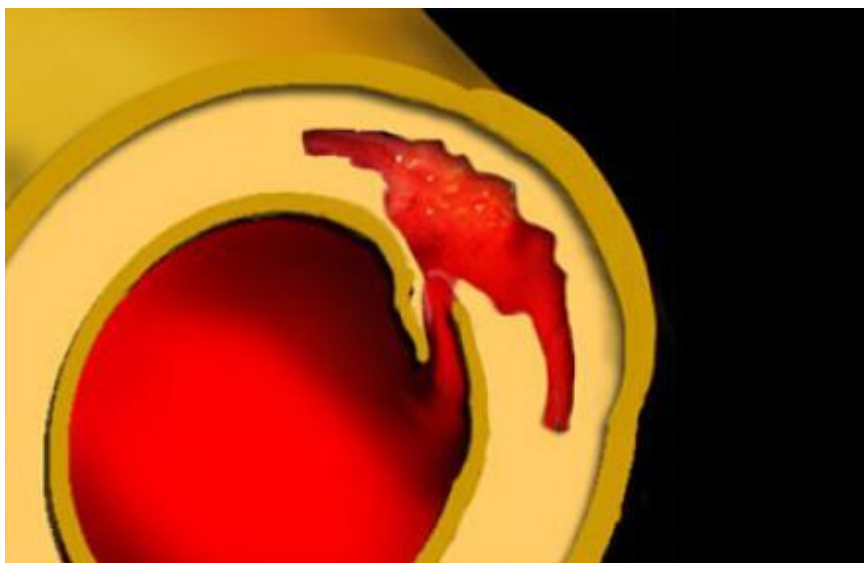


- **О дуге аорты**

Именно в него переходит восходящий отдел. В свою очередь, дуга аорты не является окончанием самого крупного сосуда. Дело в том, что она переходит в нисходящий его отдел. Дуга аорты представляет собой обращённую кверху выпуклую часть сосуда. На протяжении данного отдела от основного ствола отходят 3 крупные артерии. Речь идёт о плечеголовном стволе, левой общей сонной и левой подключичной артериях. В дальнейшем плечеголовной ствол в свою очередь разделяется на 2 крупных сосуда - правую общую сонную и правую подключичную артерии. Именно благодаря дуге аорты осуществляется кровоснабжение верхней части туловища.

- **Нисходящий отдел аорты**

Он состоит из двух основных частей - грудного и поясничного. Первый из них начинается сразу же после дуги аорты. Зачастую на данный участок оказывается очень серьёзное воздействие. Это обусловлено завихрениями потока крови, возникающими после прохождения восходящего отдела и дуги аорты.



Начинается данная часть с уровня 3-4 грудных позвонков. В дальнейшем она проходит до уровня 4-го поясничного позвонка, где происходит её бифуркация на правую и левую общие подвздошные артерии, которые отвечают за кровоснабжение обеих нижних конечностей.

На уровне бифуркации от аорты отходит и ещё один сосуд, который формально считается её непосредственным продолжением. Речь идёт о срединной крестцовой артерии. Она проходит по передней поверхности крестца.

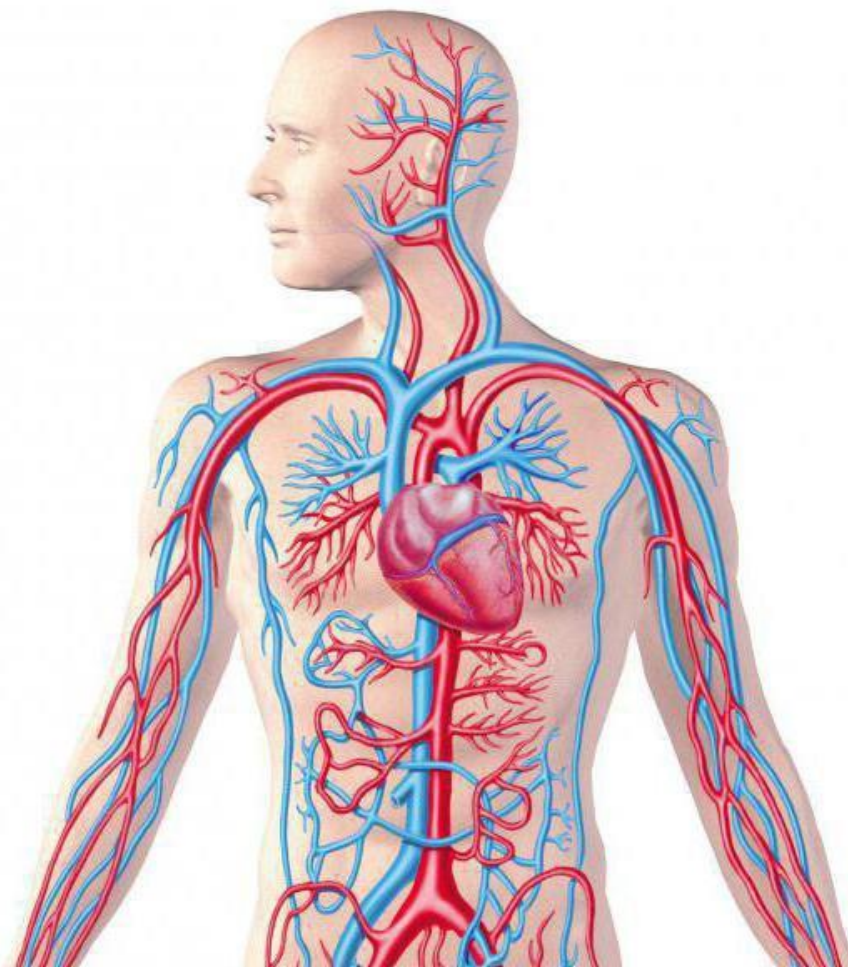


Венозная система

Венозная система - важная часть кровообращения организма человека. Благодаря ей происходит отвод шлаков и токсинов, регулируется баланс жидкости в клетках. Здесь движение крови идёт к сердцу и лёгким для обогащения кислородом обеднённой смеси.

- **Общие определения**

Артериальная и венозная система обеспечивают питание тела кислородом, минералами, полезными веществами. В крови находятся защитные клетки, позволяющие уничтожать инородные включения: бактерии, вирусы, результаты разложения. А также происходит вывод углекислого газа.



Венозная система является обратной ветвью кровотока. Через неё происходит движение к сердцу. Здесь давление в сосудах минимальное, накапливается жидкость, и как следствие, растягиваются венозные стенки.

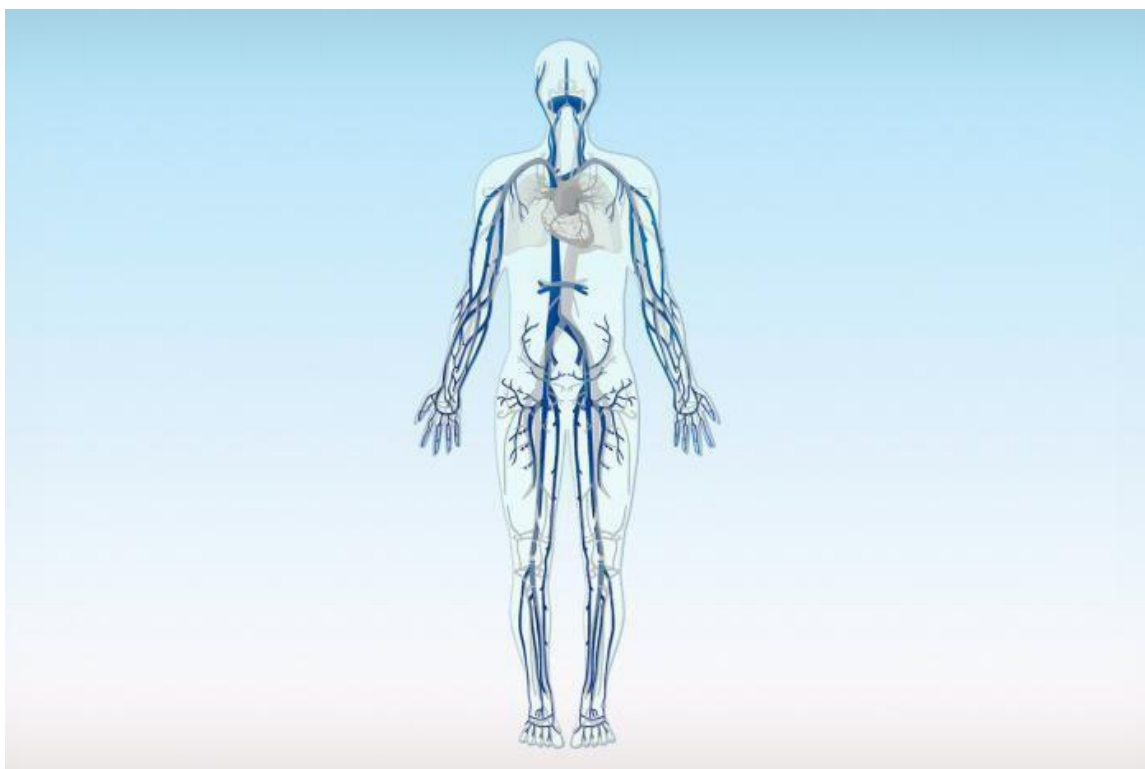


Сосуды венозной системы имеют обратные клапаны, исключая реверсное движение крови. Вены содержат огромное количество бактерий при воспалении. Поэтому застой в сосудах является причиной воспалительных процессов в большинстве случаев.

Мелкие вены отводят кровь от покровов кожи, суставов, мышц. Они сливаются в более крупные сосуды, проходящие через все тело - это верхняя и нижняя полые вены. Первая собирает мелкие вены от головы, шейного отдела, верхних конечностей. Вторая соединяется с областью ног, внутренними органами пищеварения, тазобедренной областью. Пройдя через сердце, кровь возвращается в легочную артерию, где снова насыщается кислородом и здесь высвобождается углекислый газ. В этой области полностью отсутствуют частицы кислорода. Это единственный обеднённый участок кровеносной системы.

- **Назначение**

Венозная система служит для накопления крови, а также возврата обеднённых объёмов в сердце и лёгкие. Однако на этом её функции не заканчиваются. Сосуды переносят питательные вещества к тканям, выполняют функции кровообращения, немаловажное значение имеет насыщение тканей углекислотой.

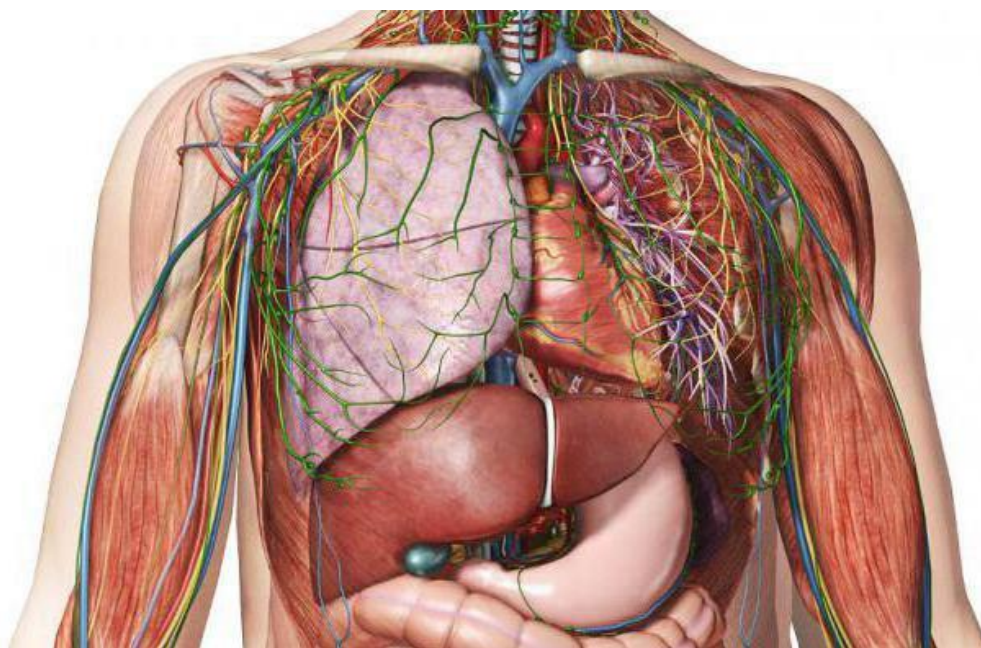


Венозная система транспортирует кровь от органов: желудка, почек, кишечника. Застой в сосудах сказывается на усвояемости пищи. Полезные вещества должны разноситься по всем участкам тела.

• Структура

Венозно-сосудистая система испытывает давление тканей от кровообращения, у неё выделяют несколько слоев:

Коллагеновый: ткани сопротивляются внутреннему давлению кровотока. Ткани мышечной защиты: сокращение и растяжение мышц помогает движению крови и одновременно защищает сосуды от внешних воздействий (температуры, давления, механических повреждений). Продольные волокна обладают эластичностью, работают постоянно при движении тела: сгибание и разгибание торса, рук или ног, при наклонах головы. Когда вены растянуты, отток затруднен, но при сокращении мышц оказывается дополнительная сила для проталкивания крови. Скорость движения по сосудам выше благодаря набору следующих факторов: сердцебиению, движению грудной клетки при дыхании, сгибании конечностей, изменению положения тела в пространстве, разжижения крови за счет пищеварения либо действия препаратов. Также кровоток увеличивается благодаря повышению окружающей тело температуры: в бане, горячей ванне.



Магистральные вены имеют значительный диаметр. Движение жидкости внутри сосудов происходит в определённом направлении благодаря наличию многочисленных клапанов. Они состоят из тканей повышенной эластичности и прочности. Выдерживают огромное количество циклов сжатия на протяжении всей жизни человека. Работа венозной системы не может быть эффективной без клапанов. В период их ослабления могут образоваться патологические состояния, называемые варикозом. Наиболее частое место его появления — это нижние конечности.

