

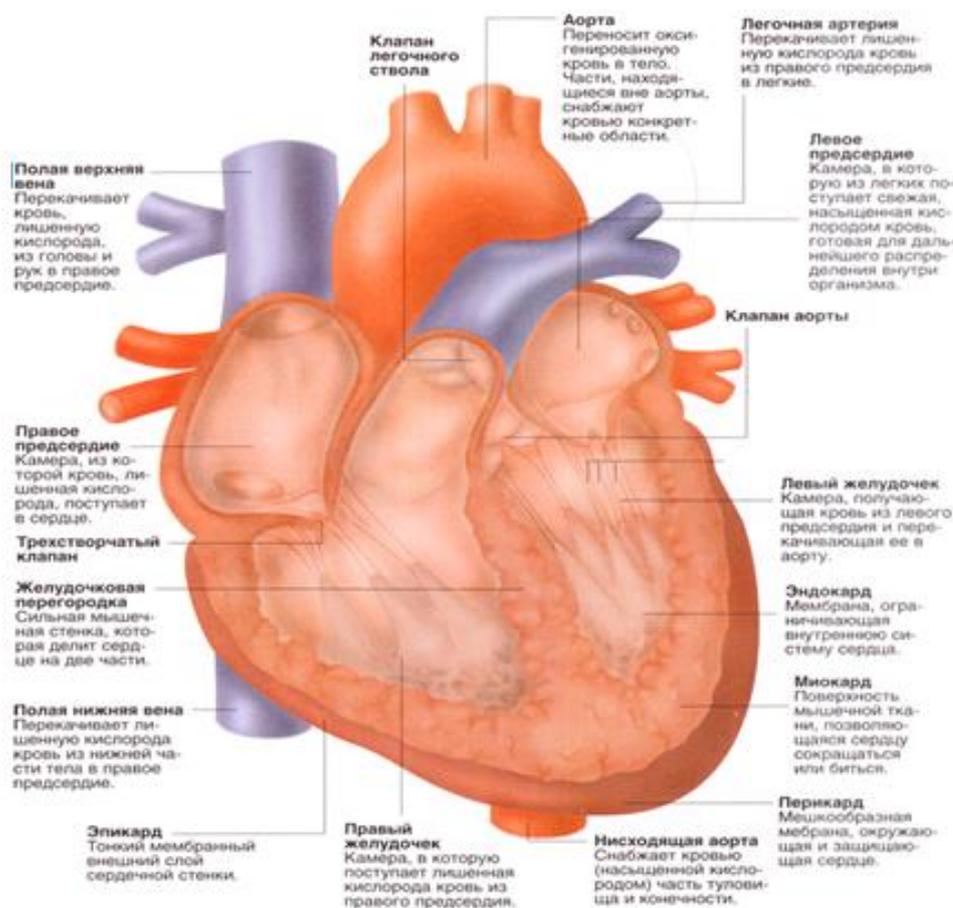
Физиология кровообращения

Центральным органом кровообращения является сердце, ритмические сокращения которого обеспечивают непрерывный ток крови в замкнутой системе сосудов, т.е. по большому и малому кругу кровообращения. Работа сердца (пульс или частота сокращений, напряжение, систолический объем, минутный объем и др. показатели) зависит от потребностей организма и регулируется сложными внутрисердечными и экстракардинальными механизмами управления.

Сердце - это полый мышечный орган весом 250-300 г находится в околосердечной сумке, образованной соединительной тканью, и состоит из четырех камер: верхняя часть - 2 предсердия (левое и правое) нижняя часть - 2 желудочка, левый и правый. Расположено в левом отделе тела (левом средостении), защищено ребрами скелета и мышцами. Сердце состоит из 3 слоев. Основная масса сердца представлена миокардом, который состоит из особых поперечнополосатых волокон, образующих своеобразную сеть. Полость сердца выстлана тонкой оболочкой - эндокардом, которая образует сердечные клапаны с сухожильными нитями, закрывающими отверстия. Наружная оболочка - перикард заключает сердце в околосердечную сумку.

Сердце имеет свое автономное кровообращение, которое носит название *коронарное кровообращение*. Артериальные сосуды, которые питают сердечную мышцу, носят название коронарных, или венечных. Они отходят от основания аорты и разветвляются в миокарде. Венозная система сердца возвращает кровь с повышенным содержанием углекислого газа, продуктами обмена веществ в правое предсердие.

Из сердца выходят самые крупные и важные сосуды: *аорта* из *левого желудочка* и *легочные артерии* - из *правого*. Предсердия имеют также выход в виде *легочных и полых вен*. Сообщение между предсердиями и своими желудочками осуществляется через клапаны, которые имеют определенную особенность за счет строения своих створок - они или впускают кровь, или выпускают. Обратного хода в движении нет.



Между левым желудочком и левым предсердием - **двустворчатый клапан**; между правым предсердием и правым желудочком **трехстворчатый клапан**; от аорты в левый желудочек - **полулунный клапан**. Также не сообщаются между собой предсердия и желудочки, т.е. левое предсердие не сообщается с правым предсердием. **Только предсердие и желудочки**. Хотя встречаются анатомические пороки (врожденные), когда есть определенные сообщения между двумя частями сердца или обратный кровоток. Как правило, такой порок исправляется хирургическим путем.

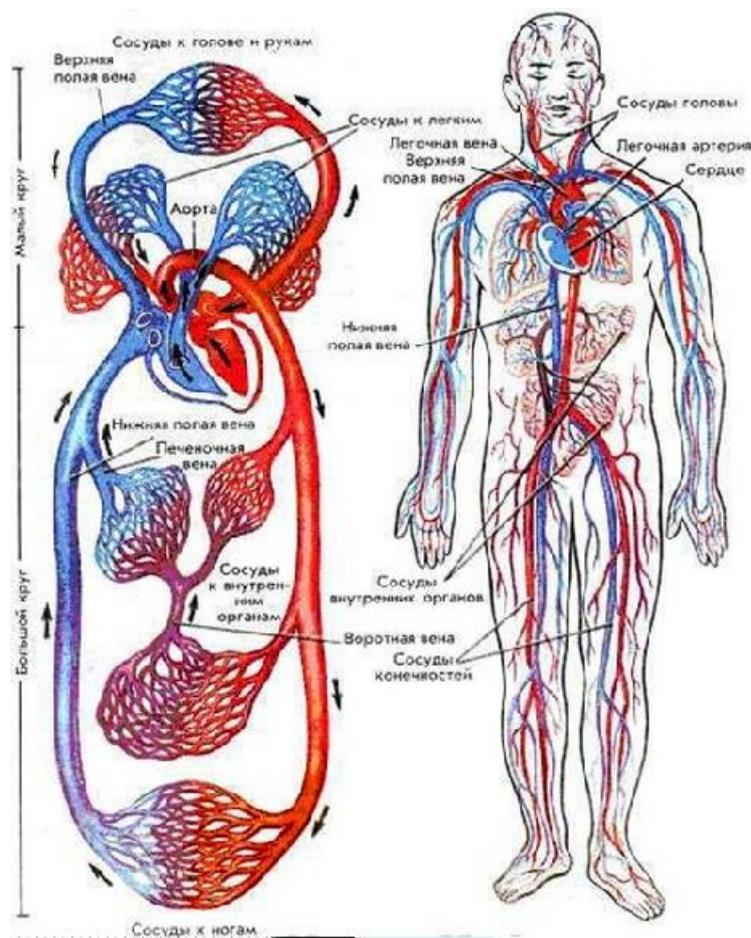
Кровеносные сосуды пронизывают все тело человека. **Артерии** - это крупные сосуды, кровь в них движется от сердца. Они имеют эластичные стенки и гладкие мышцы, поэтому при выбросе крови из сердца под давлением они растягиваются. При удалении от сердца они ветвятся и делятся на тонкие капиллярные сосуды. Через тонкие стенки капилляров растворенные в плазме крови питательные вещества, проходя тканевую жидкость, попадают в клетки органов и питают их. Собирается кровь в вены и движется к сердцу с небольшим давлением.

Сердечно-сосудистой системы (ССС) - это единая в анатомическом и генетическом отношении система, в которую входит сердце как главный орган организма, сосудистая кровеносная и лимфатическая системы. Основные функции ССС:

1) снабжение органов и тканей кислородом; 2) снабжение питательными веществами; 3) выведение из органов продуктов жизнедеятельности, т.е. шлаков, после биохимических процессов.

Непрерывное движение крови по замкнутой системе (большой, малый и коронарный круг кровообращения) осуществляется благодаря сократительной функции сердца.

Большой круг кровообращения обеспечивает почти все органы тела насыщенной (богатой) кислородом кровью, а также собирает венозную кровь с органов и приносит ее к сердцу. В **малом (легочном) круге кровообращения** происходит обогащение крови кислородом.



Начинается **большой круг** кровообращения с **систола (сокращения) левого желудочка** «выталкиванием» крови в самую большую артерию — аорту. Ветви аорты снабжают кровью все органы по густой сети артерий и капилляров. По ним кровь поступает ко всем тканям тела, принося кислород и питательные вещества, а из клеток в капилляры переходит углекислый газ. Кровь превращается из артериальной в венозную. Постепенно все капилляры образуют крупную венозную сеть, а затем две большие полые вены. Верхняя полая вена «собирает» кровь от головы, шеи, рук, нижняя — от всех остальных частей тела. **Обе вены впадают в правое предсердие.**

Малый круг кровообращения начинается от **правого желудочка**. Сокращаясь, он выбрасывает венозную кровь в легочную артерию, которая по двум ветвям направляется к легким. Густо распадающиеся артерии в виде капилляров оплетают легочные пузырьки, где находится атмосферный воздух. На данном этапе кровь обогащается кислородом и становится артериальной, углекислый газ из крови переходит в воздух, находящийся в легких и при выдохе выбрасывается через ротовую полость и нос. Затем кровь, обогащенная кислородом, собирается в вены. Сливаясь, они образуют **четыре легочные вены, впадающие в левое предсердие**. Оттуда и начинается большой круг кровообращения.

Сердечный цикл — это ритмическая смена трех фаз: сокращение предсердий, сокращение желудочков и общее расслабление сердца. Фаза общего расслабления (0,4 сек) позволяет сердечной мышце полностью восстановиться после всего сократительного цикла.

1 фаза **Наполнение желудочков**. Сердечная мышца расслаблена, кровь свободно заполняет желудочки.

2 фаза **Сокращение предсердий**. Вызывает активное перемещение крови в желудочки до их окончательного заполнения.

3 фаза **Сокращение желудочков**. Открываются клапан легочного ствола и аортальный клапан, и кровь поступает в легочный ствол и аорту.

4 фаза **Наполнение желудочков**. По окончании волны сокращения желудочки расслабляются и вновь принимают кровь.

Ритмические сокращения мышц сердца (систола), чередующиеся с ее расслаблением (диастола), поддерживают нормальный ток крови по сосудам.

Автоматия сократительной функции сердца — это процесс чередования фаз сердечных сокращений, которые обеспечиваются *саморегулирующейся системой сердца под названием проводящая система сердца*. Эта система представлена скоплением богатых гликогеном мышечных тканей и волокон Пуркинье, которые находятся в области *синоатриального узла (предсердно-желудочковой перегородки)* и специальных образований, находящихся в толще *мышечных стенок левого и правого желудочков*. Они носят название волокон пучка Гиса.

Функциональная способность сердца характеризуется в определенной мере количеством перемещаемой по сосудистой системе крови. **Минутный объем крови (МОК)** - количество крови, выбрасываемое сердцем за 1 мин. У здоровых людей в состоянии покоя он равен 3-4,5 литра. Выброс крови в систему большого круга кровообращения может меняться от 3 л/мин. в покое до 25-30 л/мин при тяжелой физической нагрузке. При этом следует учитывать частоту сердечных сокращений, пол, возраст, степень физической подготовленности, внешние условия и т.д. **Сердечный выброс (СВ)** - это общее количество крови, выбрасываемое сердцем в единицу времени. Объем крови, выбрасываемый за одно сокращение, называется **ударным объемом (УОС)**. В норме желудочек сердца за каждую систолу выбрасывает 50-80 мл крови. Значит, можно сказать, что МОК равен ударному объему, умноженному на частоту сердечных сокращений сердца.

Артериальное давление — наиболее важный показатель работы сердца. Величина артериального давления определяется главным образом силой сердечных сокращений, количеством крови, которое выбрасывает сердце при каждом сокращении, сопротивлением, оказываемым току крови стенками кровеносных сосудов (в особенности периферических). На величину АД влияет также количество циркулирующей крови, ее вязкость и т.д.

Максимального уровня АД достигает во время сокращения (систола) левого желудочка сердца. Во время паузы между сокращениями желудочков сердца

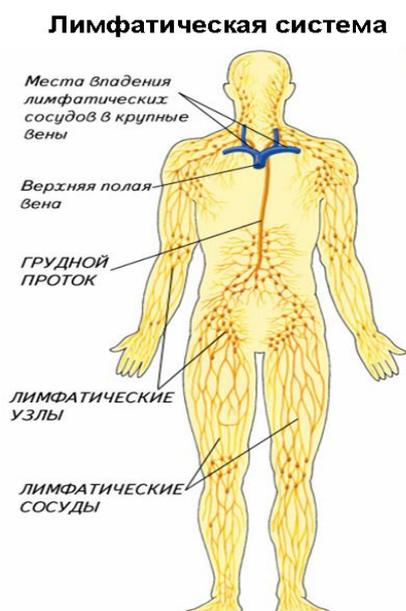
(диастолы) стенки кровеносных сосудов (аорты и крупных артерий), будучи растянутыми, начинают сокращаться и проталкивать кровь в капилляры. Давление крови постепенно падает и к концу диастолы достигает минимальной величины.

Давление, как правило, измеряют на плечевой артерии *по методу Короткова* с использованием ручных, автоматических тонометров. Разница между двумя давлениями составляет 35-40 мм рт. ст.

В норме у взрослого человека в условиях покоя *систолическое (максимальное) давление составляет 110-125 мм рт. ст., а диастолическое (минимальное) 70-85 мм рт. ст.* Ночью эти показатели наименьшие - сердечная мышца отдыхает. А вот днем, когда человек находится в движении или выполняет определенные нагрузки, систолическое давление может достигать до 150 мм рт. ст., а диастолическое до 100 мм рт. ст.

ЛИМФООБРАЩЕНИЕ

Лимфатическая система состоит из сети сосудов, проходящих по всему телу, и лимфоидных органов, таких как лимфатические узлы, миндалины и селезёнка. Как и кровеносные, лимфатические сосуды разветвляются до



лимфатических капилляров. Они забирают излишки жидкости из тканей. Эта жидкость (лимфа) перемещается по лимфатическим сосудам и в итоге попадает в подключичные вены. Это позволяет постоянно поддерживать нормальный объем и состав крови. Лимфатическая система играет основную роль в создании

иммунитета. Сеть лимфатических сосудов собирает избыточную жидкость (лимфу) из тканей и возвращает ее в кровь. Патогенные микроорганизмы при прохождении лимфы через лимфатические узлы отфильтровываются и уничтожаются.

В лимфатических узлах находятся макрофаги, которые «поедают» патогенные микроорганизмы, и лимфоциты, которые определяют и атакуют патогены - или разрушают их непосредственно, или выделяют против них антитела. Вакцины стимулируют иммунную систему таким образом, что она быстрее реагирует на вторжение патогенов, например вируса гриппа.

Лимфатические капилляры проходят через ткани примерно так же, как и кровеносные капилляры, только концы их слепо замкнуты. Излишки межклеточной жидкости попадают в капилляры через крошечные клапаны, которые работают как дверь, открывающаяся только в одну сторону. Эта жидкость, лимфа, течет в более крупные лимфатические сосуды благодаря сокращению скелетных мышц и действию клапанов, предотвращающих обратный ток лимфы. Движение лимфы направлено вверх к крупным венам в основании шеи, где лимфа вливается через сосуды в кровь.

Сократительная деятельность сердца (сила и частота сокращений) зависит от условий среды и состояния организма человека. Снабжение кровью органов и систем организма в период покоя и физических нагрузок может изменяться. Это происходит рефлекторно с участием вегетативной нервной системы. *Симпатическая система* стимулирует сердечную функцию (повышая мощность сокращения сердечной мышцы), т. е. она оказывает положительный эффект на сердечную мышцу. *Парасимпатическая система* оказывает противоположное влияние (за счет ветвей блуждающего нерва) замедляет и ослабляет его сократительную деятельность, включая возбудимость и проводимость импульсов.

При эмоциональном возбуждении и напряженной мышечной работе в деятельность сердца вступают не только условно-рефлекторные раздражители, но и гуморальная регуляция.

Гуморальная регуляция связана с гормоном надпочечников - адреналином, - солями кальция и другими веществами, которые усиливают и учащают сердечные сокращения.