

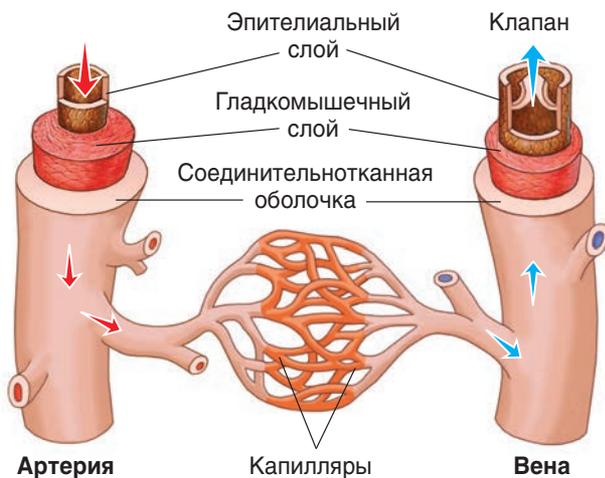
- ?** **Сложные вопросы.** 1. Какие преимущества дает разделение сердца на предсердия и желудочки? 2. Чем опасно неполное смыкание створчатых клапанов во время сокращения желудочков? 3. Благодаря какой особенности строения сердца возникающее в нем возбуждение быстро распространяется по миокарду? 4. За счет чего сердце спортсмена обладает более высокой производительностью? 5. Сколько раз за 75 лет жизни сокращается сердце? Много ли времени это занимает и какая его часть приходится на общую паузу?

§ 28. Сосудистая система

- **Вспомните.** Какие типы кровеносных систем вам известны? Какой тип кровеносной системы связан с необходимостью появления тканевой жидкости?
- **Как вы думаете?** Как можно определить наличие, силу и ритм сердечных сокращений у потерявшего сознание человека?
- **Вы узнаете** о характерных особенностях организации малого и большого кругов кровообращения.

Строение кровеносных сосудов. Кровеносные сосуды в организме человека представлены артериями, капиллярами и венами. Стенки артерий и вен имеют трехслойное строение (рис. 54). Их наружный слой образован рыхлой соединительной тканью, средний — гладкомышечной, а внутренний представлен эпителиальными клетками.

Артериями называются кровеносные сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Они имеют хорошо выраженный средний мышечный слой, что позволяет им выдерживать достаточно высокое давление.



По венам кровь движется к сердцу. Кровь в венах течет под небольшим давлением, поэтому их средняя мышечная оболочка значительно тоньше. Внутренняя поверхность многих вен имеет *полулунные клапаны*, препятствующие обратному току крови.

Капилляры соединяют артерии и вены между собой. Это самые тонкие кровеносные сосуды. Их стенка состоит

Рис. 54. Строение кровеносных сосудов

из одного слоя неплотно примыкающих друг к другу плоских эпителиальных клеток. Такое строение позволяет капиллярам решать главную задачу кровообращения — обмен газами и различными веществами между кровью и тканевой жидкостью.

► **Это интересно.** Просвет кровеносного капилляра в 10 раз меньше толщины волоса. Общее число капилляров в организме человека более 40 млрд, а длина — около 100 тыс. км. Если все капилляры вытянуть в одну линию, то ими можно обмотать земной шар по экватору 2,5 раза.

Круги кровообращения. Движение крови происходит по двум замкнутым системам сосудов — малому и большому кругам кровообращения.

Малый круг кровообращения (рис. 55) начинается от правого желудочка. Из него кровь выталкивается в *легочный ствол*, который делится на две артерии. В легких артерии ветвятся на сосуды все меньшего диаметра вплоть до капилляров. Следуя через капилляры, кровь теряет углекислый газ и насыщается кислородом (превращается в артериальную). По легочным венам артериальная кровь попадает в левое предсердие сердца, которым малый круг заканчивается.

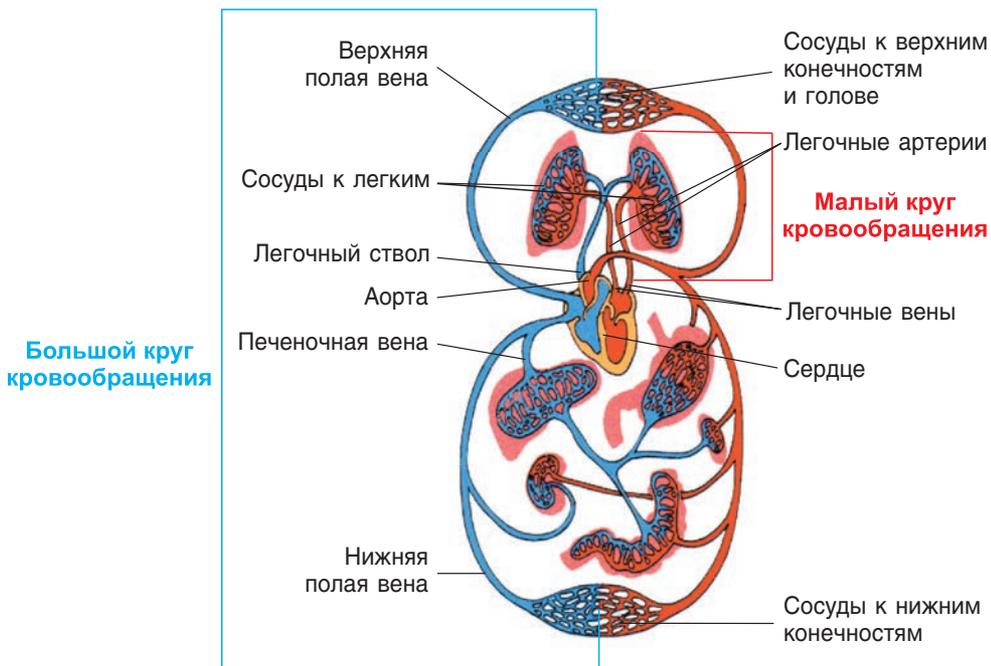


Рис. 55. Схема кругов кровообращения

Большой круг кровообращения служит для доставки кислорода и питательных веществ ко всем органам и тканям. Начинается он от левого желудочка сердца самым крупным сосудом в организме человека — *аортой*. Из аорты артериальная кровь поступает в крупные артерии. Они несут кровь к голове, верхним и нижним конечностям, туловищу и внутренним органам. Разветвляясь, артерии образуют обширные сети капилляров. Проходя по ним, кровь отдает тканям кислород и питательные вещества и отводит от них углекислый газ и конечные продукты обмена (превращается в венозную).

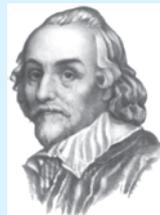
Заканчивается большой круг кровообращения *верхней и нижней полыми венами*, впадающими в правое предсердие. По верхней полой вене к сердцу притекает кровь от головы, шеи, верхней половины туловища и верхних конечностей. Нижняя полая вена несет в сердце кровь от нижней половины туловища, органов брюшной полости и нижних конечностей.

Непрерывно работающее сердце нуждается в постоянном питании. Эту задачу решает **сердечный круг кровообращения**. Он представлен выходящими из аорты артериями, которые образуют на поверхности сердца сосудистое сплетение, напоминающее корону, или венец. Поэтому их называют *коронарными* или *венечными* артериями. Все вены сердца собираются в один общий сосуд, впадающий в правое предсердие.

► **Это интересно.** У человека, находящегося в состоянии покоя, часть крови не участвует в циркуляции. Она находится в так называемых «кровеных депо» — печени, селезенке и коже. В селезенке накапливается около 500 мл крови, которая почти полностью выключена из общего кровотока. А кровь, содержащаяся в печени и подкожном сосудистом сплетении (примерно 1 л), движется в 10—20 раз медленнее, чем в других кровеносных сосудах. При мышечной работе или острой кровопотере кровь из «депо» поступает в сосудистое русло.

Движение крови по сосудам происходит в полном соответствии с физическими законами и зависит от давления, создаваемого сердцем во время сокращения, силы трения крови о стенки сосудов и некоторых других факторов.

▲ **Известные ученые.** Движение крови по сосудам исследовал английский ученый Уильям Гарвей (1578—1657). Он привел убедительные доказательства, согласно которым именно сердце перекачивает кровь, заставляя ее двигаться по замкнутому циклу. Замкнутость кровообращения Гарвей (см. рис.) объяснял соединением артерий и вен посредством мелких, неразличимых глазом трубочек (капилляров). Они были открыты после его смерти итальянским ученым М. Мальпиги.



Уровень *артериального давления* меняется в зависимости от фазы сердечного цикла. Во время систолы желудочков он максимальный, а во время диастолы — минимальный. Величину артериального давления измеряют в плечевой артерии с помощью механического или электронного прибора — тонометра (рис. 56). У здорового взрослого человека максимальное (систолическое) давление равно 110—120 мм рт. ст., а минимальное (диастолическое) — 70—80 мм. Повышение давления в сосудистой системе получило название **гипертензии**, а снижение — **гипотензии**.



Рис. 56. Тоннометр

Пульс. Во время изгнания крови из левого желудочка давление в аорте резко возрастает. Возникающие в результате этого колебания стенки аорты распространяются далее и затухают на уровне капилляров. Периодические колебания стенок сосудов, вызванные изменениями давления крови в течение одного сердечного цикла, называются **артериальным пульсом**. Пульс можно прощупать в местах, где крупные артерии близко подходят к коже. Легче всего его найти на шее, предплечьях, висках, запястье (рис. 57).

У здоровых взрослых людей частота пульса соответствует частоте сердечных сокращений и равна 60—80 ударам в минуту. Пульс позволяет также судить о скорости, силе и ритме сердечных сокращений.

Несмотря на то что кровь поступает в аорту и легочную артерию порциями, по сосудам она течет непрерывной струей. Это обусловлено упругостью стенок артерий и значительным сопротивлением току крови в мелких сосудах.

Наибольшая скорость тока крови отмечается в аорте (0,5 м/с), а наименьшая — в капиллярах (0,5 мм/с). Столь медленное течение крови в капиллярах имеет большой физиологический смысл. Как вы думаете какой?

Возвращению крови к сердцу способствуют сокращения скелетных мышц. Они сдавливают вены,



Рис. 57. Определение пульса

обеспечивая тем самым продвижение крови по направлению к сердцу. Весомый вклад в венозный возврат крови также вносит присасывающее действие грудной клетки.

■ **Повторим главное.** Стенки артерий и вен состоят из трех слоев, а стенка капилляра образована всего одним слоем клеток. ◆ Обмен веществами между кровью и тканями осуществляется на уровне капилляров. ◆ Движение крови происходит по двум замкнутым системам — малому и большому кругам кровообращения. ◆ Динамику кровообращения определяют давление, создаваемое сердцем во время его сокращения, и сопротивление сосудов.

? **Ключевые вопросы.** 1. Как строение кровеносных сосудов связано с их функциями? 2. Опишите движение крови по малому кругу кровообращения. 3. Назовите ключевые «станции» на пути следования крови по большому кругу кровообращения. 4. Какую функцию выполняет сердечный круг кровообращения? 5. Что такое артериальное давление? От чего оно зависит? 6. Как возникает пульс? Почему кровь течет по артериям непрерывной струей?

Сложные вопросы. 1. Артерии залегают несколько глубже вен. Какое значение имеет подобное расположение кровеносных сосудов? 2. Могут ли капилляры менять свой диаметр? Обоснуйте свой ответ. 3. Почему в венах нижних конечностей есть клапаны, а в венах головного мозга и шеи их нет? 4. Почему во время выполнения фигур высшего пилотажа летчик может потерять сознание? 5. В период внутриутробного развития между предсердиями имеется отверстие — овальное окно. Почему оно открыто у плода и закрывается после рождения?

§ 29. Регуляция кровообращения.

Первая помощь при кровотечениях

- **Вспомните.** Из каких отделов состоит автономная нервная система? Какое влияние эти отделы оказывают на работу сердца?
- **Как вы думаете?** В связи с чем кровотечения представляют смертельную угрозу жизни человека?
- **Вы узнаете** о нейрогуморальном механизме регуляции деятельности сердца и сосудистого тонуса; о приемах оказания первой помощи при кровотечениях.

Как вы уже знаете, сердце сокращается под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Наличие автоматии позволяет сердцу относительно самостоятельно определять частоту и силу своих сокращений. Несмотря на способность к саморегуляции, сердце является послушным