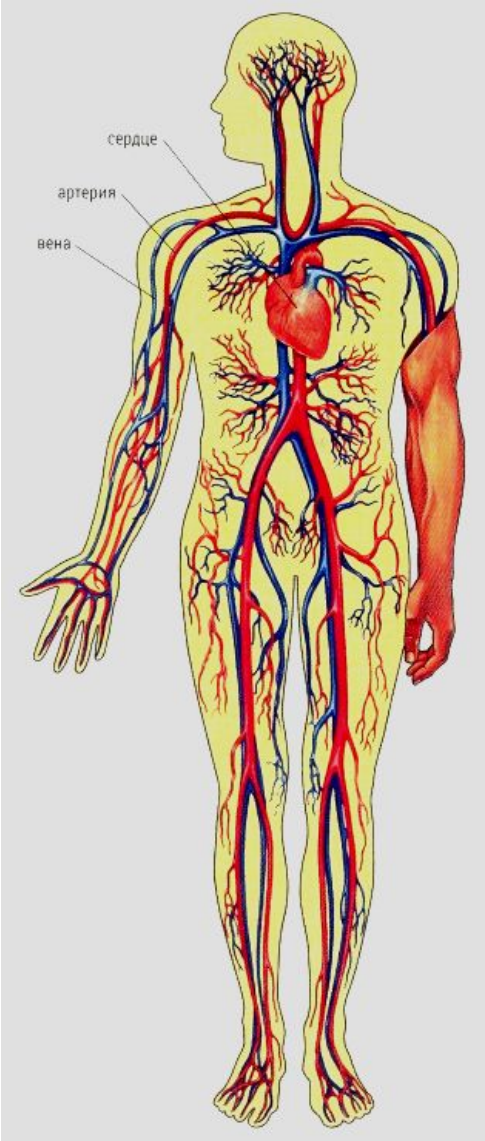


Тема: «Кровообращение, лимфообращение»

Задачи:

Изучить особенности строения кровеносной системы, закономерности движения крови и особенности строения и функции лимфатической системы.

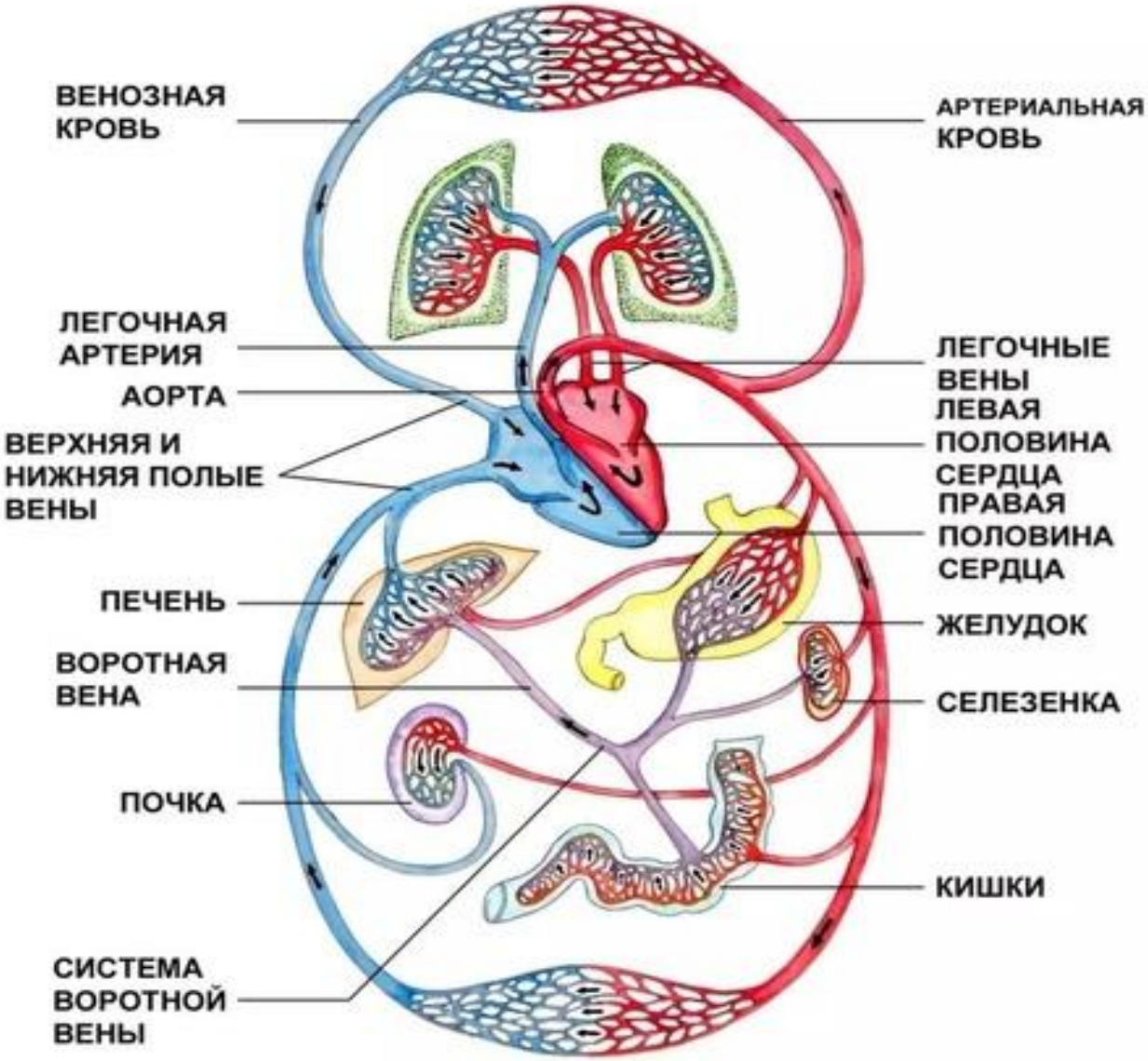
Пименов А.В.

Круги кровообращения

Минимальное время полного кругооборота составляет 20-23 сек. При этом на прохождение малого круга кровообращения приходится около 4 сек, а остальное – на прохождение большого.

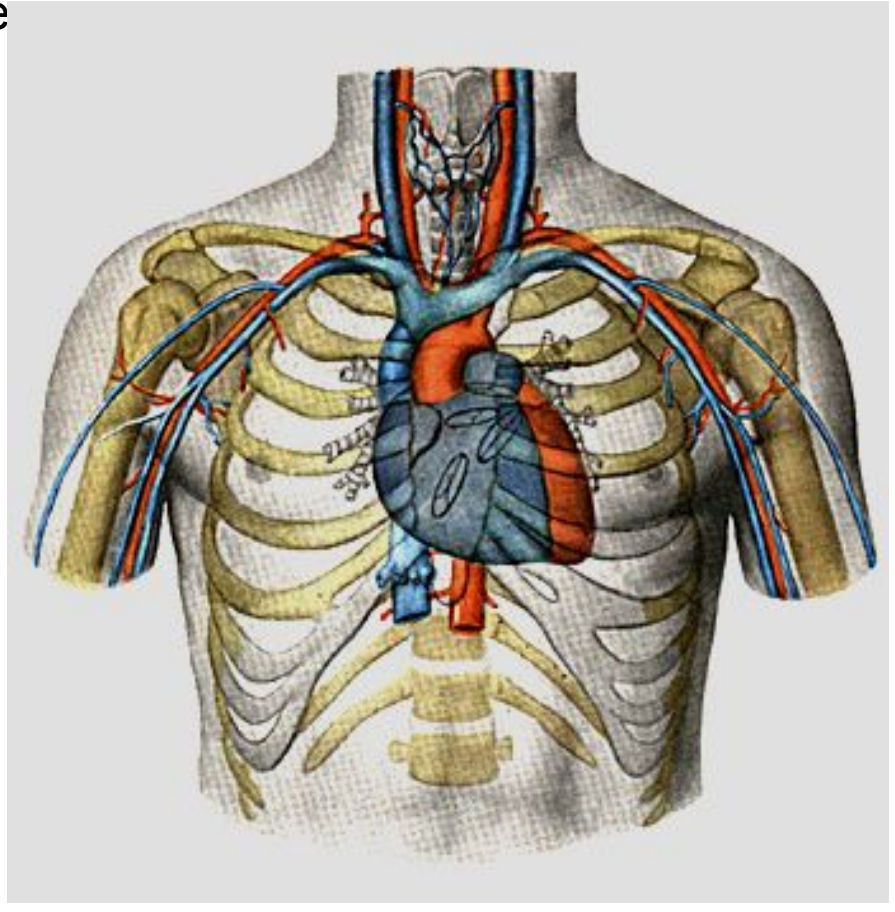
СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ



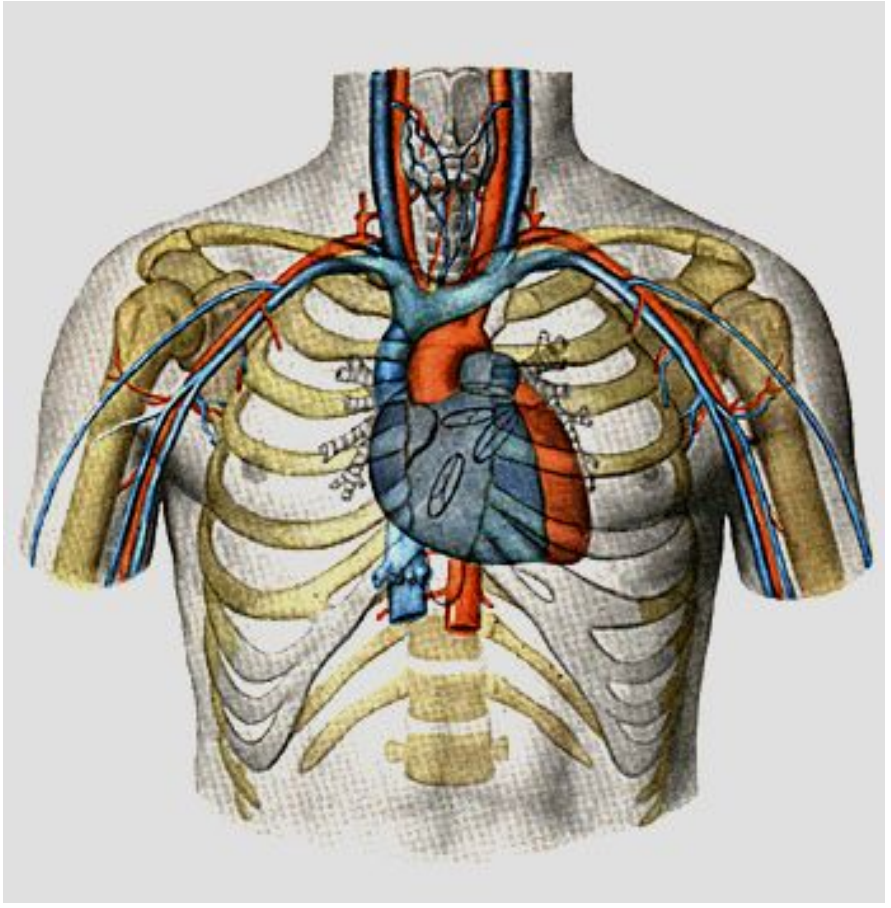
Круги кровообращения

Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке, артериальная кровь выбрасывается в *левую дугу аорты*, от которой отходят подключичные и сонные артерии, несущие кровь к верхним конечностям и голове. От них венозная кровь через *верхнюю полую вену* возвращается в правое предсе



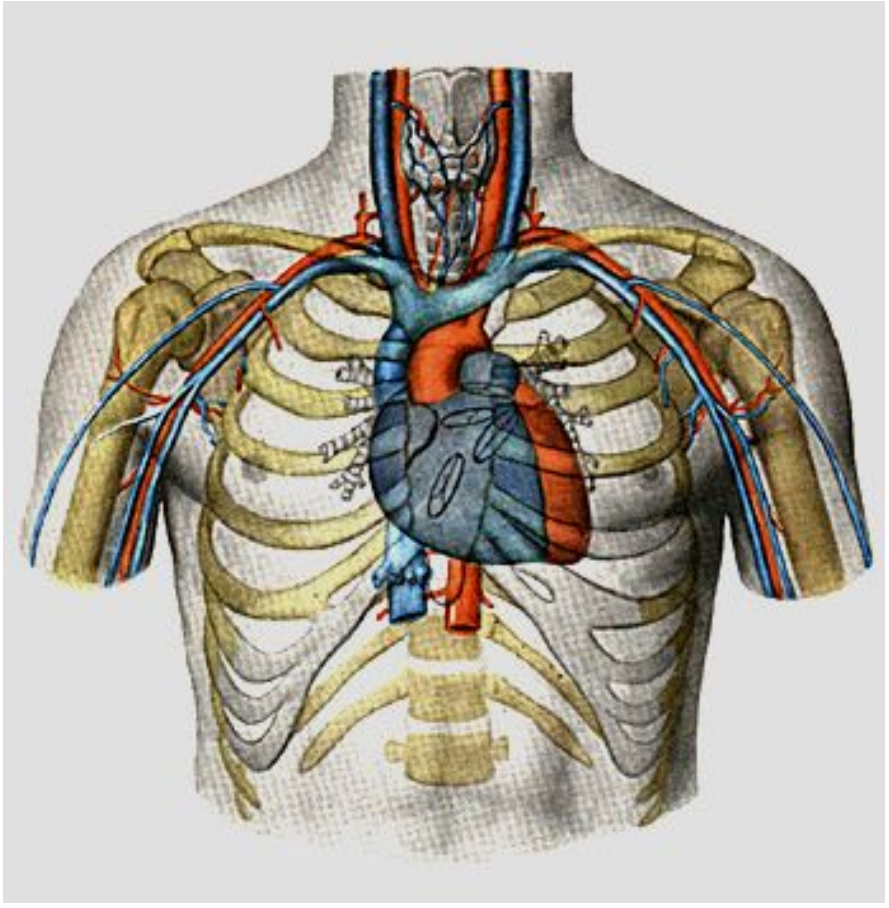
Круги кровообращения

Минутный объем крови (МОК) одинаков для правого и левого желудочков и в состоянии покоя составляет в среднем 5 л. При ритме сокращений 70-75 раз в минуту систолический объем равен 65-70 мл крови.



Круги кровообращения

Дуга аорты переходит в брюшную аорту, от нее кровь по артериям попадает к внутренним органам и венозная кровь по *нижней полой вене* возвращается в правое предсердие. Кровь от пищеварительной системы по *воротной вене* попадает в печень, *печеночная вена* впадает в нижнюю полую вену.

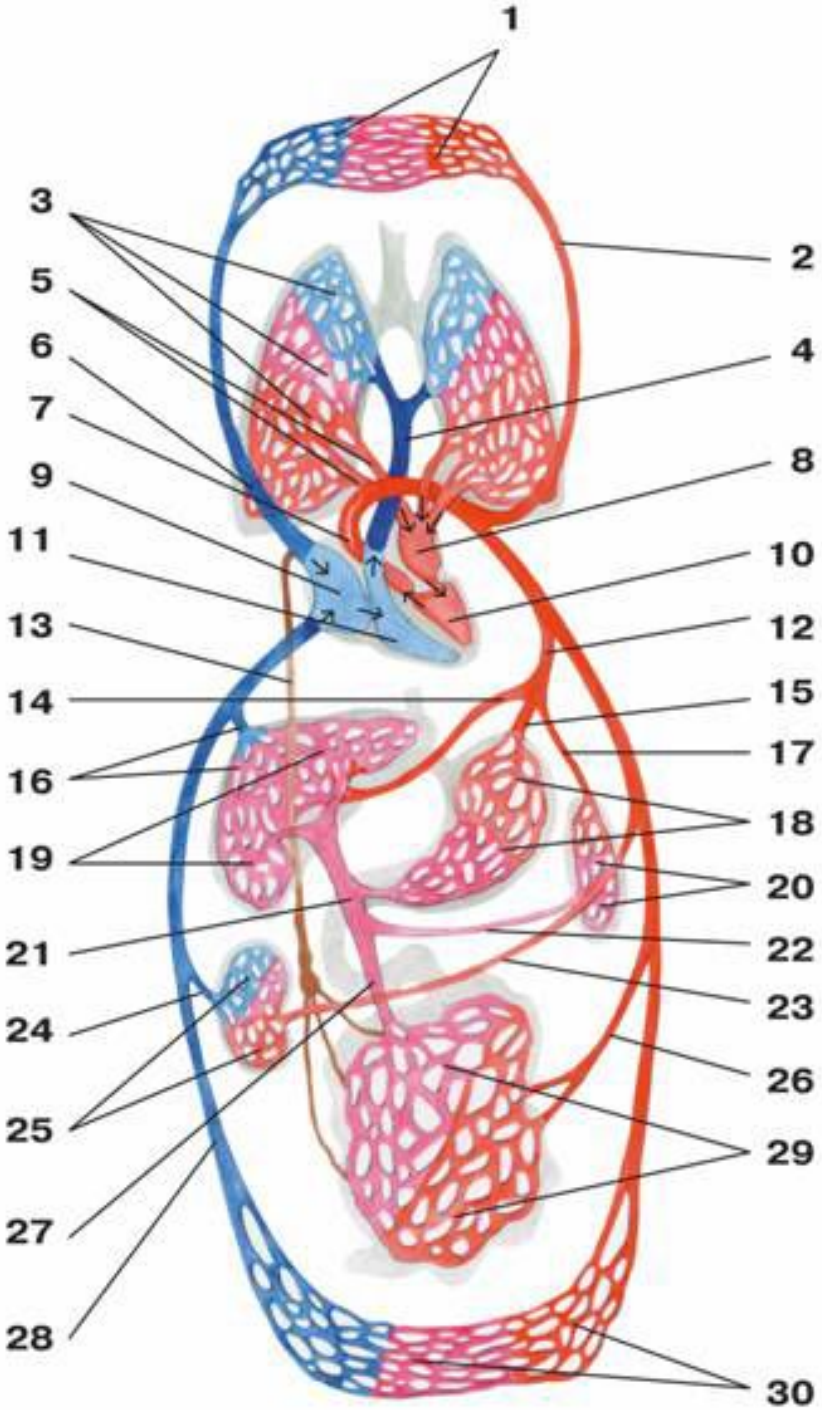


Круги кровообращения

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке, венозная кровь по *легочным артериям* попадает в капилляры, оплетающие альвеолы легких, происходит газообмен и артериальная кровь возвращается по четырем *легочным венам* в левое предсердие.

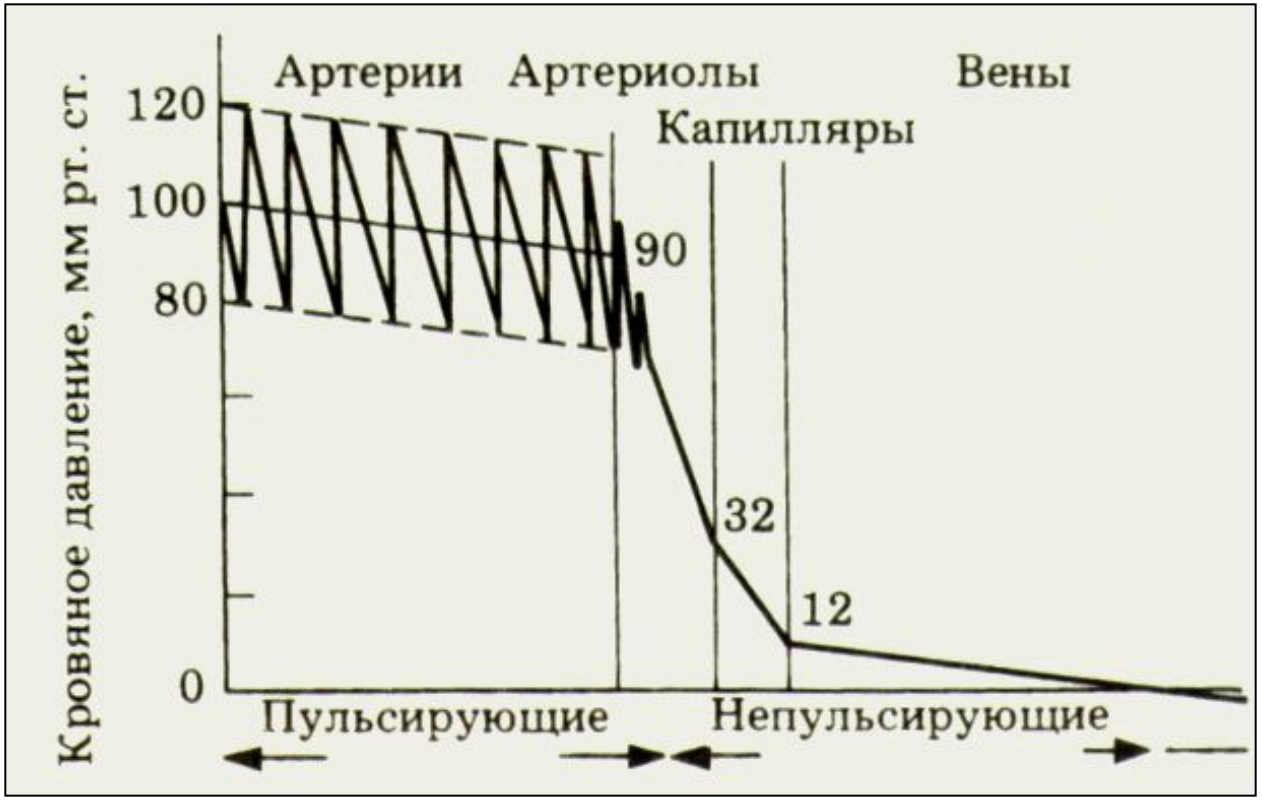
Сколько раз (в среднем) за время своего существования эритроцит проходит через правый желудочек сердца? Приведите расчеты (Ломоносова 2012).

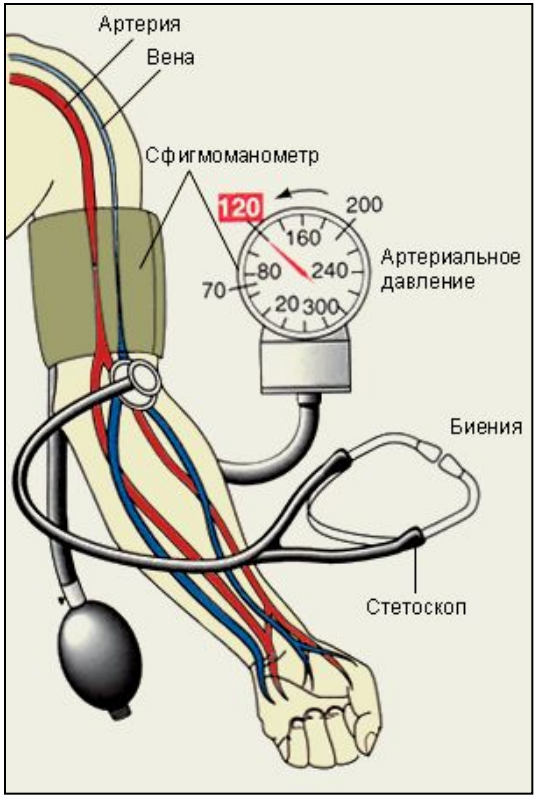
Эритроцит существует в кровотоке (время жизни эритроцита) примерно 4 месяца, потом разрушается. Для ответа можно использовать следующие данные. Объем крови равен 5 литрам, минутный объем сердца – тоже 5 литрам. То есть, кровь проходит через малый и большой круги кровообращения 1 раз за минуту. Значит, эритроцит попадает в правый желудочек в среднем 1 раз в минуту. Простой расчет показывает: 1 раз/мин * 60 мин * 24 часа * 120 суток = 172 800 раз за время своего существования.



1. Капилляры головы и верхних конечностей.
2. Подключичные и сонные артерии.
3. Капилляры легких.
4. Легочная артерия.
5. Легочные вены.
6. Верхняя полая вена.
7. Левая дуга аорты.
8. Левое предсердие.
9. Правое предсердие.
10. Левый желудочек.
11. Правый желудочек.
12. Чревный ствол.
13. Лимфатический проток.
14. Печеночная артерия.
15. Желудочная артерия.
16. Печеночная вена.
17. Селезеночная артерия.
18. Капилляры желудка.
19. Капилляры печени.
20. Капилляры селезенки.
21. Воротная вена печени.
22. Селезеночная вена.
23. Почечная артерия.
24. Почечная вена.
25. Капилляры почек.
26. Кишечная артерия.
27. Кишечная вена.

Кровяное давление. Скорость крови

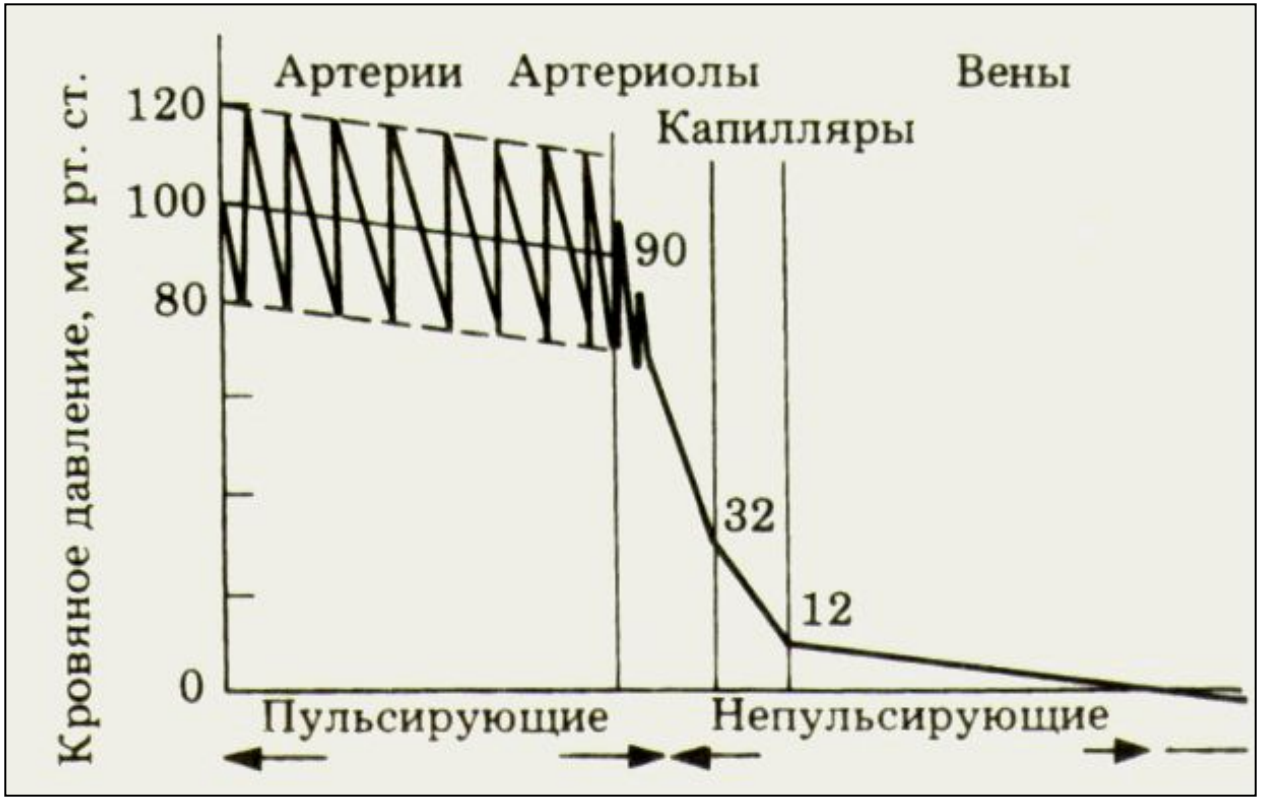


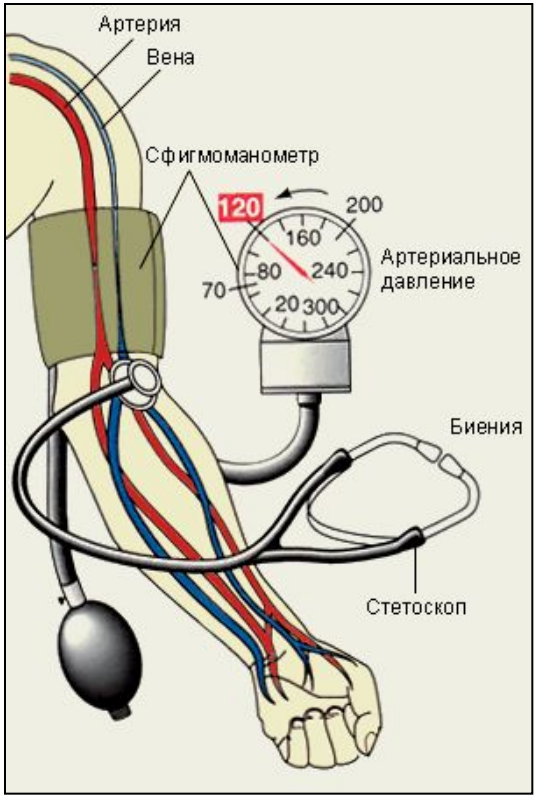


Максимальное кровяное давление создается работой сердца в аорте: P max – около 150 мм. рт. ст. Постепенно давление падает, в плечевой артерии оно составляет около 120 мм рт. ст., в капиллярах падает от 40 до 20 мм рт. ст. и в полых венах давление ниже атмосферного, P min. – до -5 мм рт. ст.

В каждом сосуде давление во время систолы (систолическое) более высокое, чем во время диастолы диастолическое).

Кровяное давление. Скорость крови

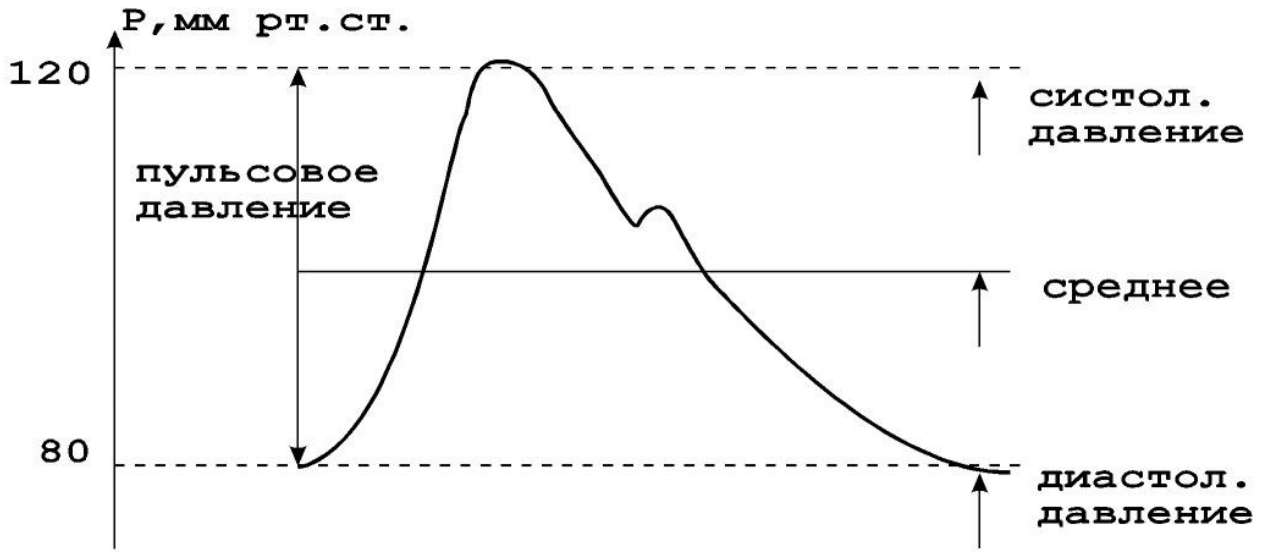




Систолическое и диастолическое в плечевой артерии – 120/80 – норма. *Гипертония* – стойкое повышенное давление, *гипотония* – пониженное.

Олимпиадникам. Левое предсердие в ответ на повышение кровяного давления выделяет предсердный натрийуретический гормон, секретируемый кардиомиоцитами. Натрий перестает реабсорбироваться в почках и активно выводится из организма вместе с избытком воды, давление понижается.

Кровяное давление. Скорость крови



Выделяют также среднее давление, которое представляет собой среднюю (не арифметическую) между систолическим и диастолическим давлениями величину.

Поскольку продолжительность диастолического давления больше, чем систолического, то среднее давление ближе к величине диастолического давления и вычисляется по формуле:

$$САД = (СД + 2ДД)/3$$

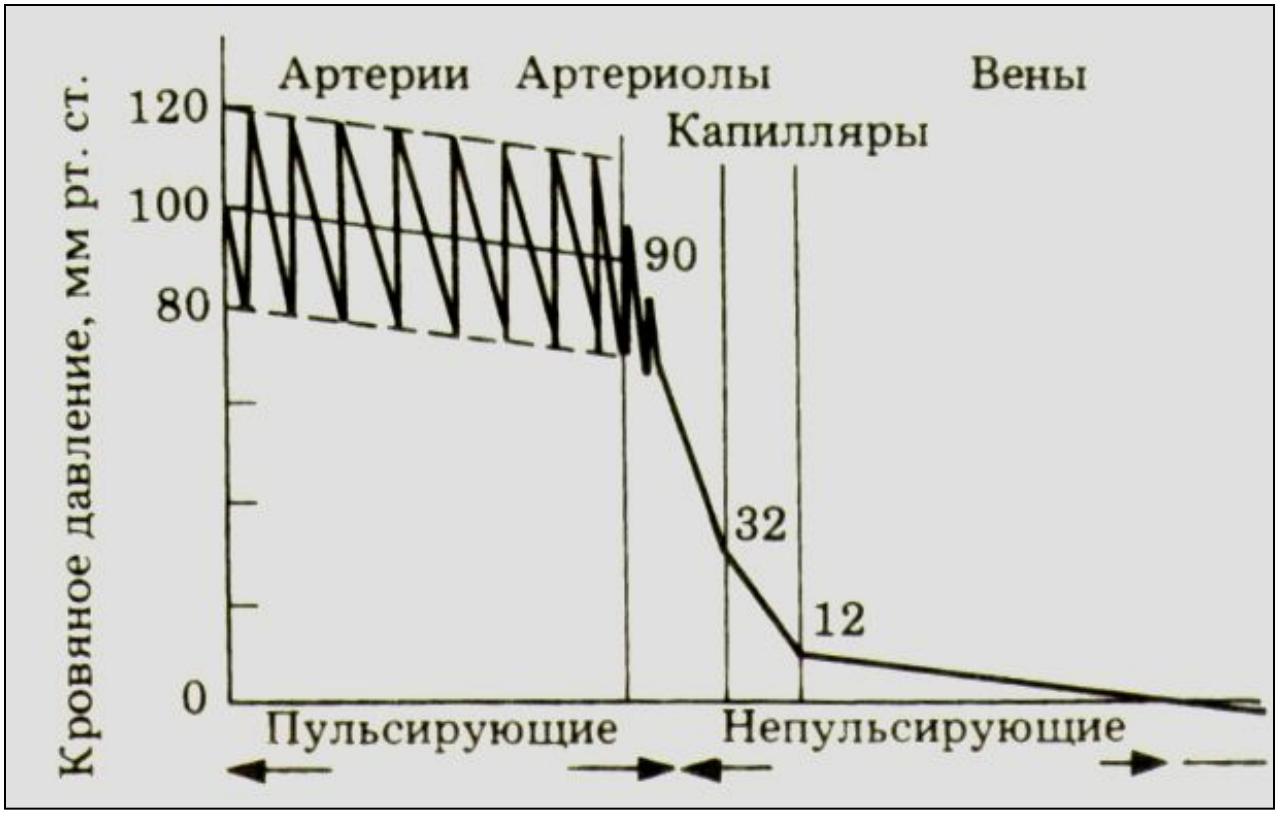
Систолическое и диастолическое в плечевой артерии – 120/80. *Каково среднее артериальное давление?*

$$САД = (СД + 2ДД)/3$$

$$(120 + 160)/3 = 93,3$$

Источник: http://meduniver.com/Medical/Physiology/358.html MedUniver

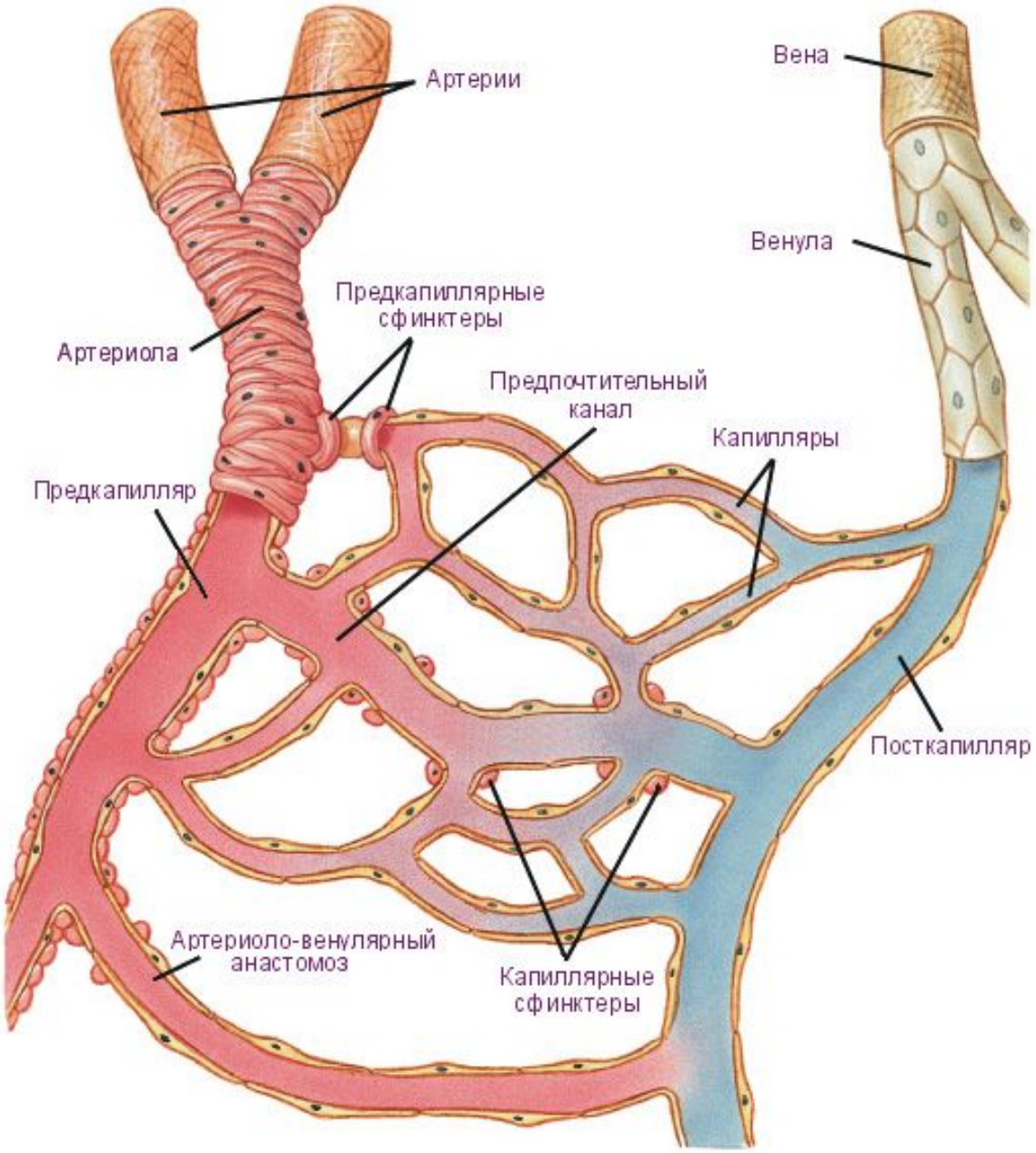
Кровяное давление. Скорость крови



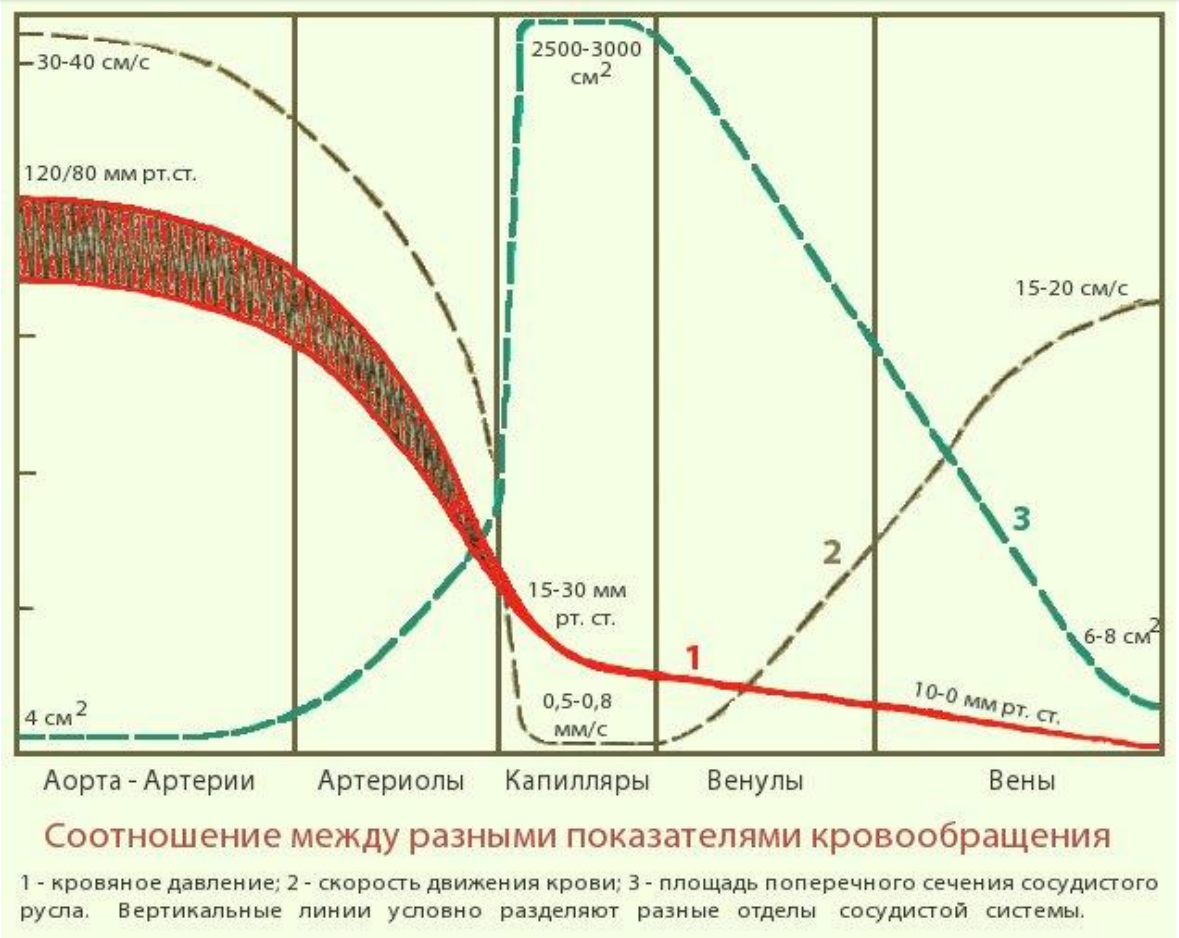
Разность давления в различных участках кровеносной системы и обеспечивает движение крови в сторону меньшего давления.

Кроме того, передвижению крови по артериям способствует пульсация стенок артерий. *Артериальный пульс* – ритмическое волнообразное сокращение стенок артерий, вызываемое выбросом порции крови в аорту. Волна сокращений движется по артериям со скоростью 10 м/с, не зависит от скорости кровотока и значительно превышает его.

Кровяное давление. Скорость крови



Кровяное давление. Скорость крови



Соотношение между разными показателями кровообращения

1 - кровяное давление; 2 - скорость движения крови; 3 - площадь поперечного сечения сосудистого русла. Вертикальные линии условно разделяют разные отделы сосудистой системы.

Максимальная скорость движения крови – в аорте, и составляет до 0,5 м/с, пульсовые волны способствуют передвижению крови по артериям («периферические сердца»). В капиллярах просвет сосудов в 1000 раз больше и скорость крови, соответственно в 1000 раз меньше и составляет 0,5 мм/с, вся кровь из капилляров большого круга кровообращения собирается в две полые вены и скорость снова увеличивается до 0,2 м/с.

Кровяное давление. Скорость крови

Задача: Общая площадь поперечного сечения всех капилляров тела человека в 800 раз больше поперечного сечения аорты. Определите скорость течения крови в капиллярах, если скорость течения крови в аорте равна 500 мм/сек.

Скорость течения крови обратно пропорциональна площади поперечного сечения в данном участке:

S капилляра – 1/800

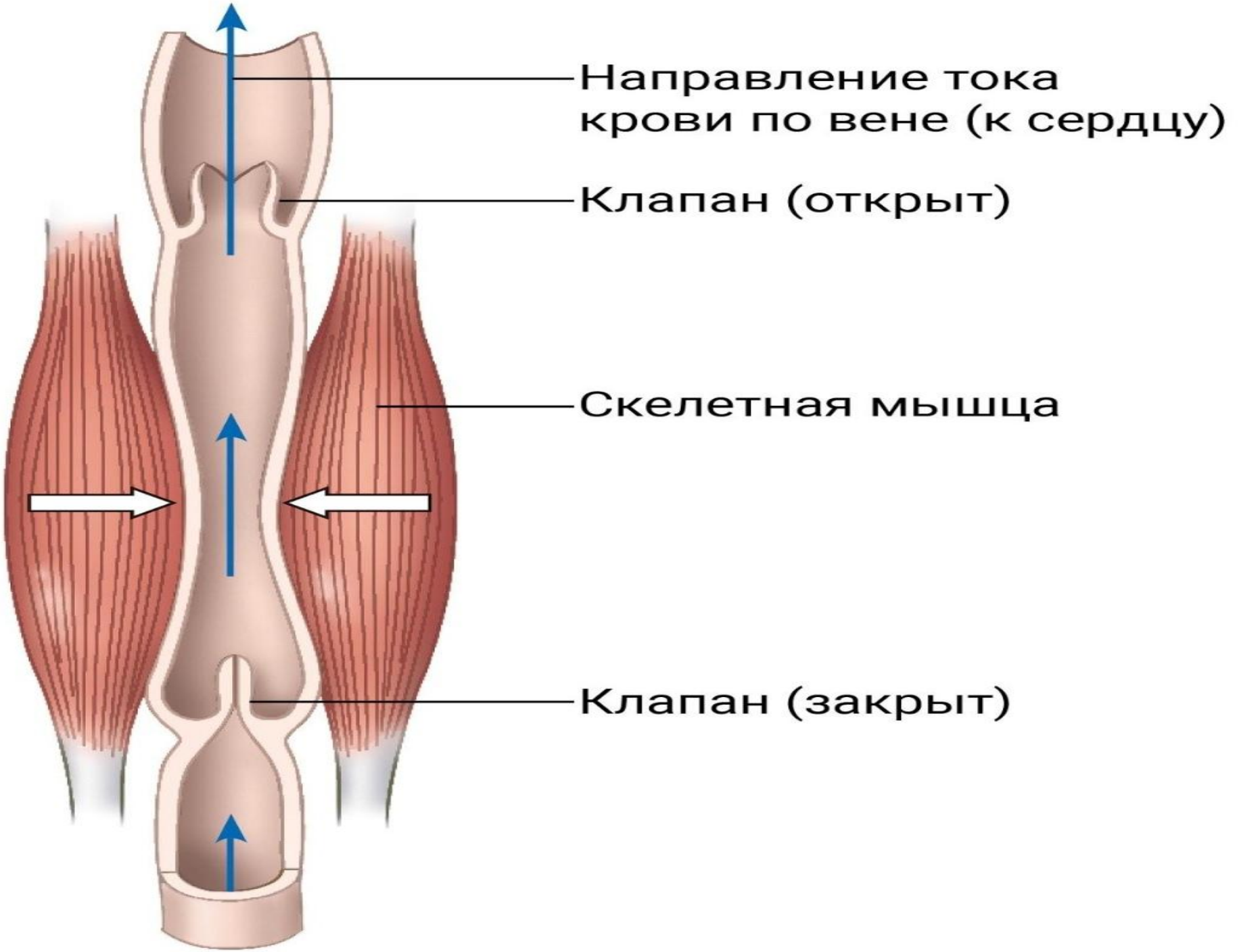
Скорость должна быть в 800 раз меньше – 500 : 800 = 0,625 мм/сек

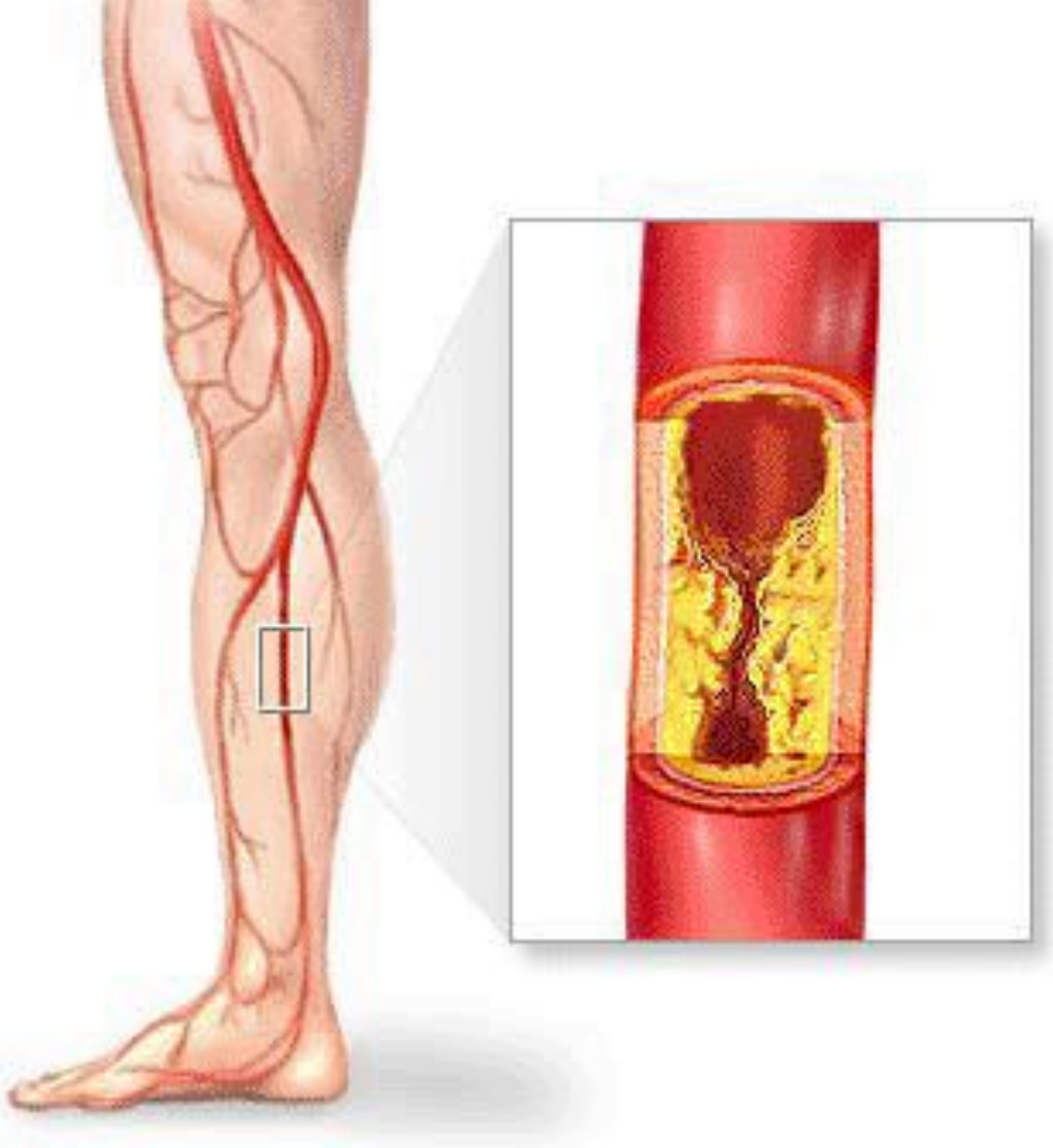
Задача: Общая площадь поперечного сечения всех капилляров в 240 раз больше площади сечения полой вены. Определите скорость течения крови в полой вене, если скорость течения крови в капиллярах равна 0,625 мм/сек.

Скорость течения крови обратно пропорциональна площади поперечного сечения в данном участке:

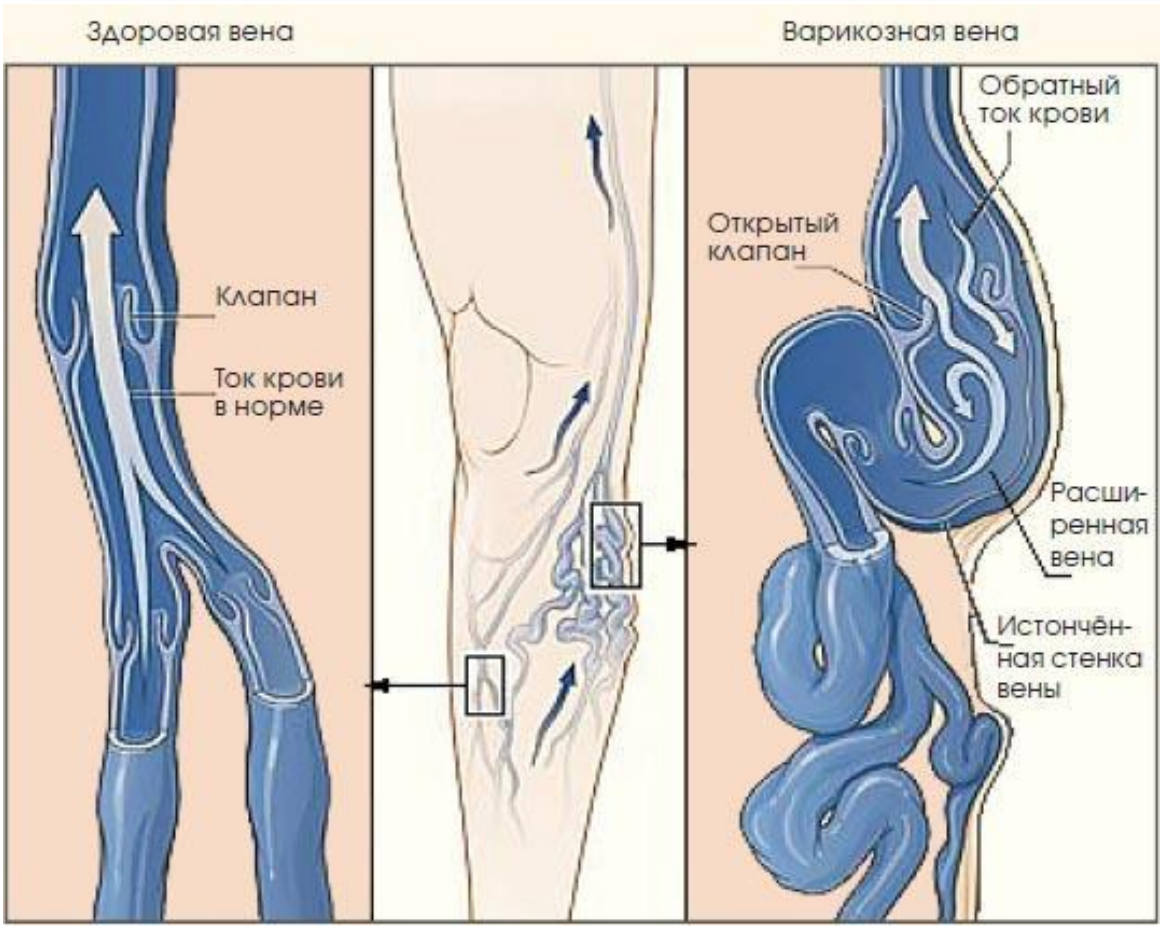
Скорость крови в капиллярах – 0,625 мм/сек

Скорость в полой вене должна быть в 240 раз больше – 0,625 * 240 = 150 мм/сек.

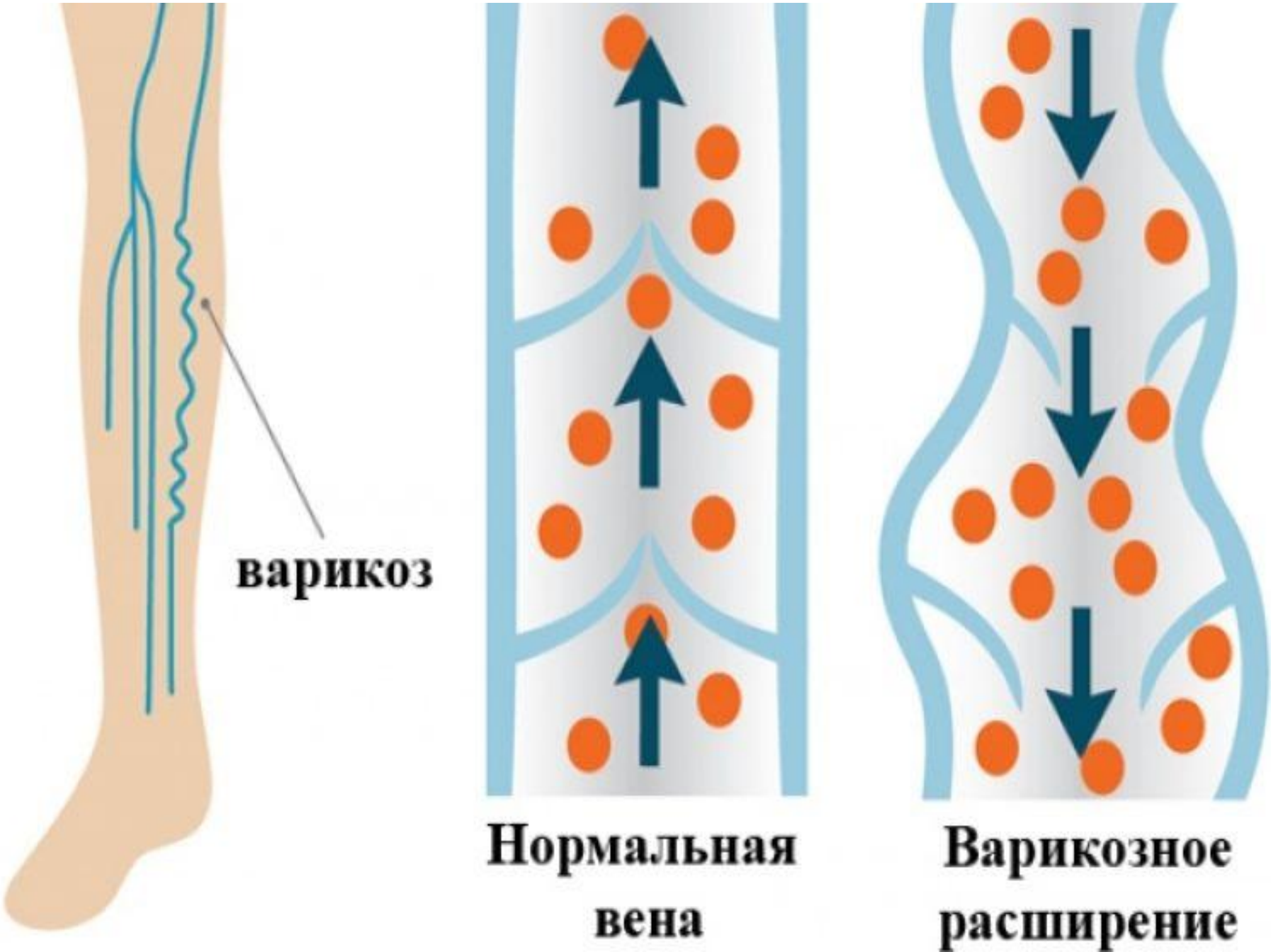

Направление тока крови по вене (к сердцу)
Клапан (открыт)
Скелетная мышца
Клапан (закрыт)



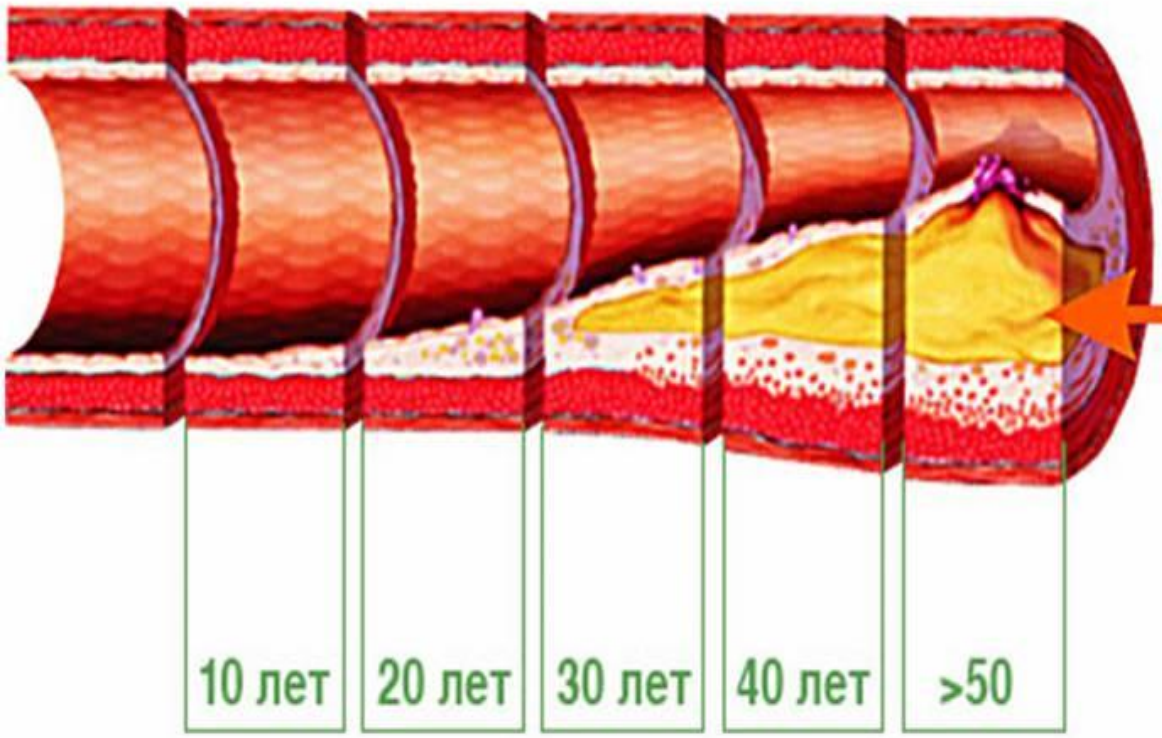
Кровяное давление. Скорость крови



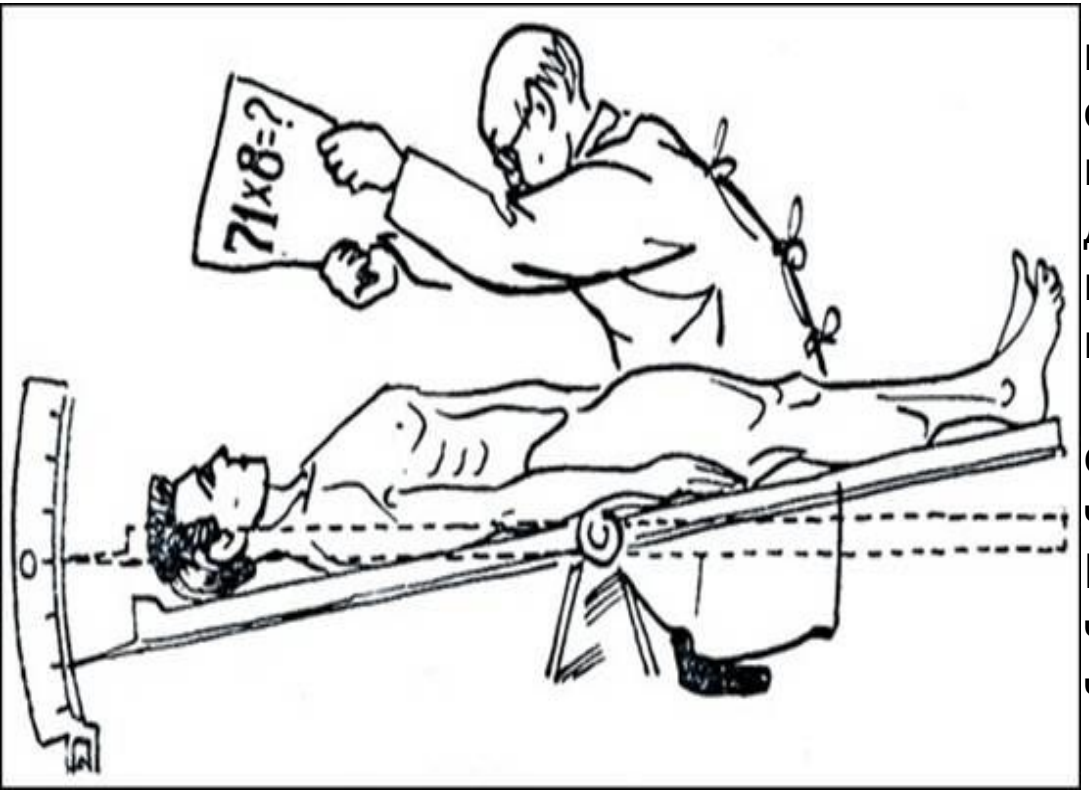
Движению крови по венам способствует разность кровяного давления, сокращение скелетной мускулатуры, окружающей вены, клапаны вен. Кроме того, при переполнении вен происходит их пульсация, но ее частота не совпадает с частотой биения сердца (не путать с артериальным пульсом). Если стенки вен слабые, возможно варикозное расширение вен.


варикоз
Нормальная вена
Варикозное расширение

Накопление холестерина в сосудистой стенке — атеросклеротическая бляшка



Регуляция просвета сосудов



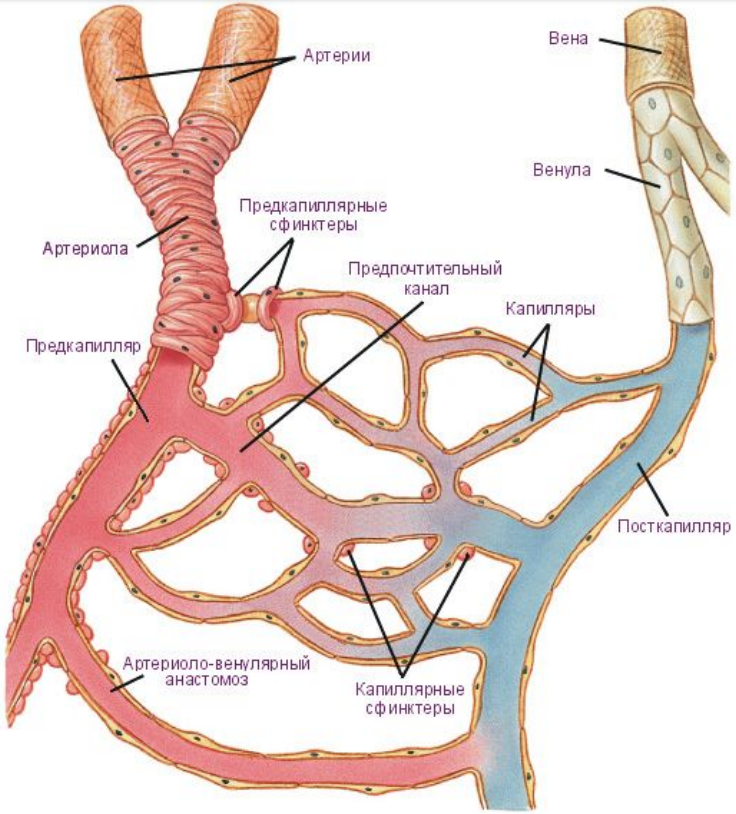
Лучше всего снабжаются кровью активно работающие органы. Дозировка поступающих питательных веществ и кислорода достигается путём уменьшения или расширения диаметра капилляров.

Благодаря тому что в них создаётся большое давление, через них проходит много крови. Если же давление крови падает, часть капилляров сужается и через них кровь не проходит.

Итальянский учёный Анджело Моссо положил человека поверх весов и уравновесил их. Когда он предложил испытуемому решить арифметическую задачу, его голова стала опускаться вниз.

Относительное постоянство артериального давления поддерживают рецепторы, расположенные в стенках кровеносных сосудов. Особенно их много в *сонных артериях* несущих кровь к головному мозгу.

Регуляция просвета сосудов

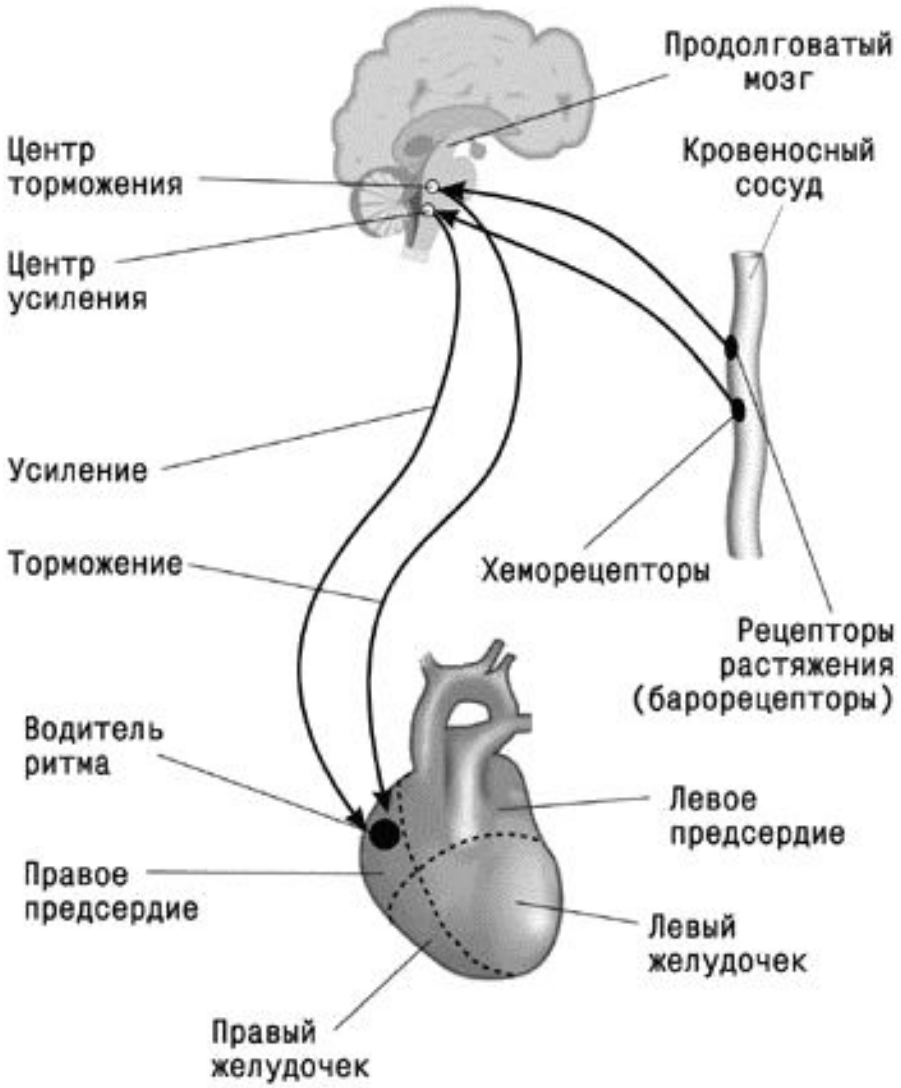


В состоянии покоя около 40% крови находится в *кровяных депо – селезенке, печени, коже.* Кровь в них или полностью выключается из циркуляции, или кровоток происходит очень медленно.

Кроме того, *в неработающем органе часть капилляров закрыта*, кровь в них не поступает.

В работающем органе они открываются, в них поступает кровь, давление в кровеносной системе падает. *В крупных артериях и в устье полых вен находятся рецепторы, регистрирующие падение давления и хеморецепторы, улавливающие изменение химического состава крови, увеличение углекислого газа в крови приводит к расширению капилляров*.

Регуляция просвета сосудов

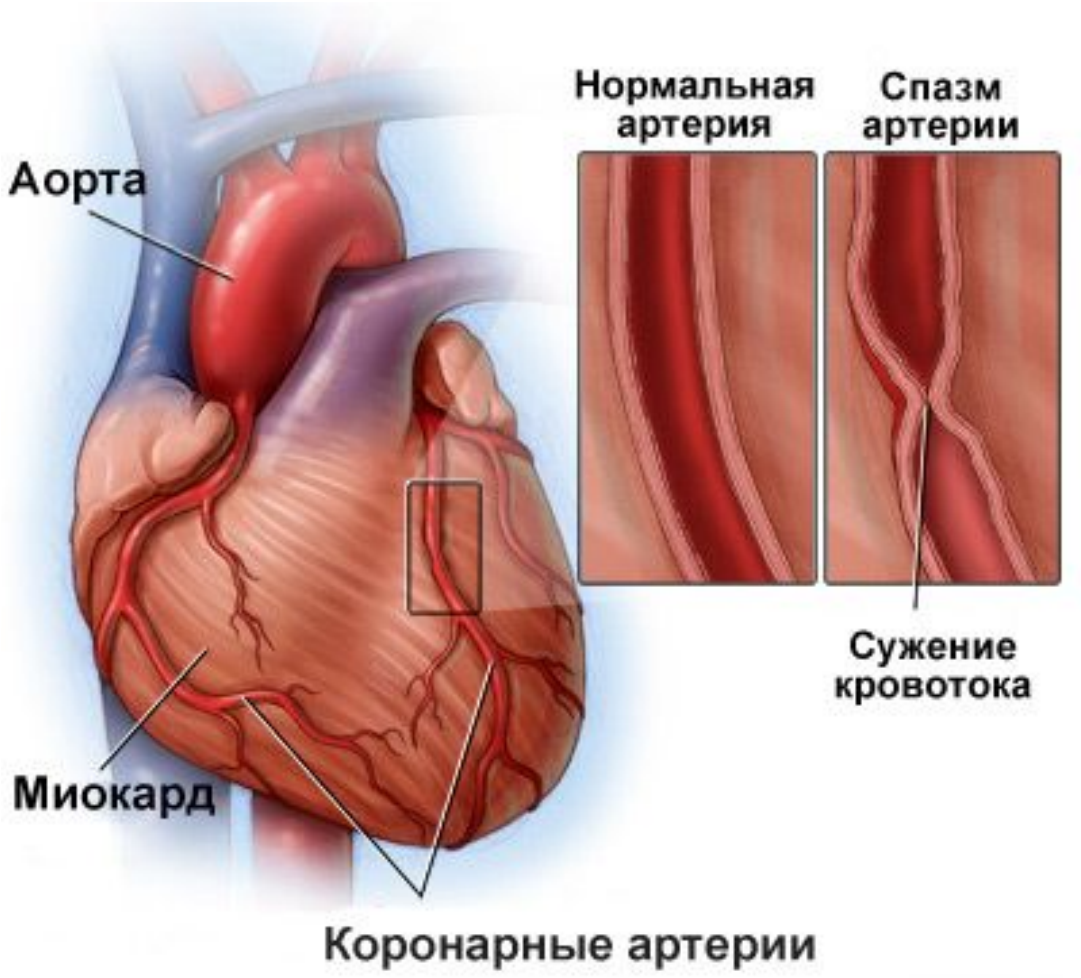


Информация о понижении давления передается в продолговатый мозг, в центр сердечно-сосудистой деятельности. Сосудодвигательные центры усиливают симпатическое влияние на сосуды кожи, кишечника и селезенку, усиливается работа сердца.

Есть *сосудосуживающие* и *сосудорасширяющие* нервы. Симпатические нервы оказывают сосудосуживающее действие на все сосуды, кроме скелетных мышц и мозга. Их перерезка (опыт Бернара) у уха кролика приводит к расширению сосудов, покраснению уха.

Гуморальная регуляция: гистамин, недостаток O_2, избыток CO_2, алкоголь – расширяют сосуды, никотин, повреждения сужают.

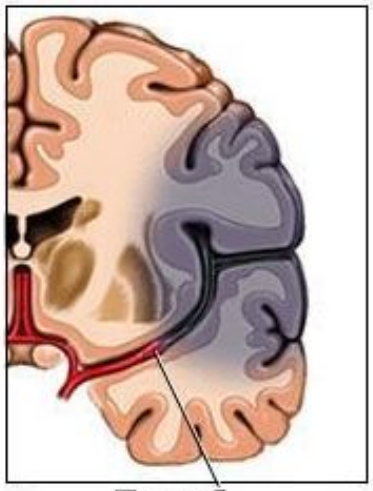
Регуляция просвета сосудов



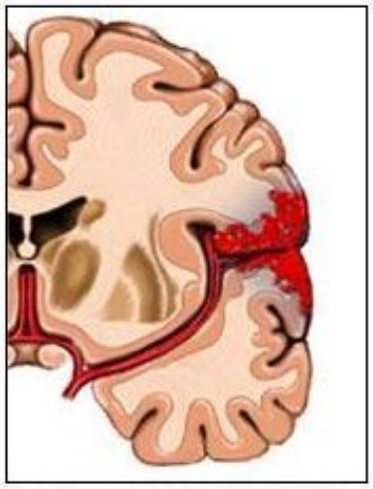
Нарушения артериального давления. Стойкое повышение артериального давления называют *гипертонией.* Оно происходит за счёт *сужения (спазма) артериол* – мелких артериальных сосудов. При этом нарушается кровоснабжение тканей и возникает угроза разрыва стенки какого-либо сосуда. Питание соответствующего участка ткани нарушается, и может развиться омертвление – *некроз.*

Если кровоизлияние произошло, например, в головном мозге или в сердце, может наступить быстрая смерть.

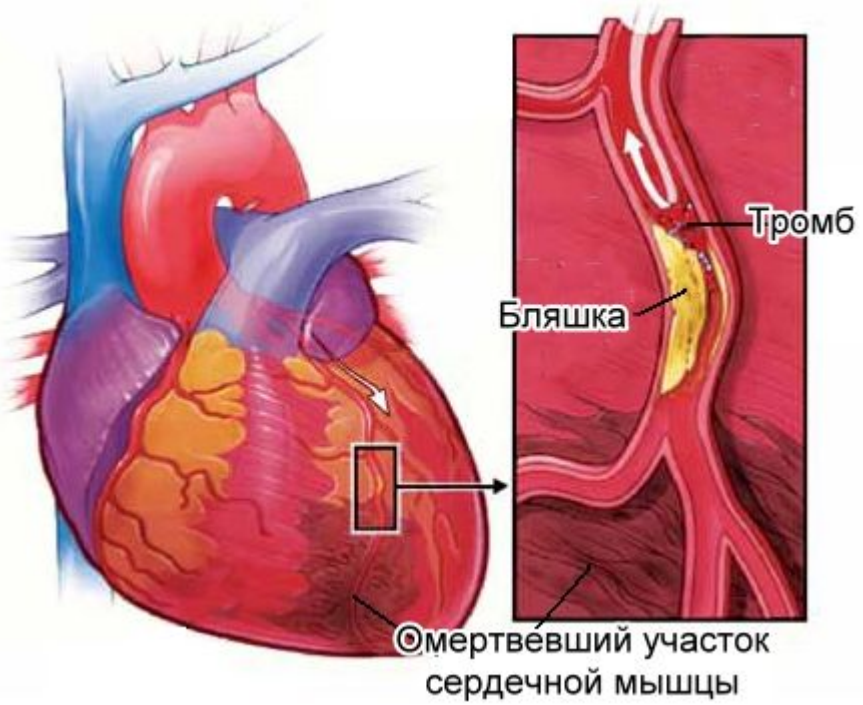
Регуляция просвета сосудов



Тромб,
ишемический инсульт



Разрыв сосуда,
геморрагический инсульт



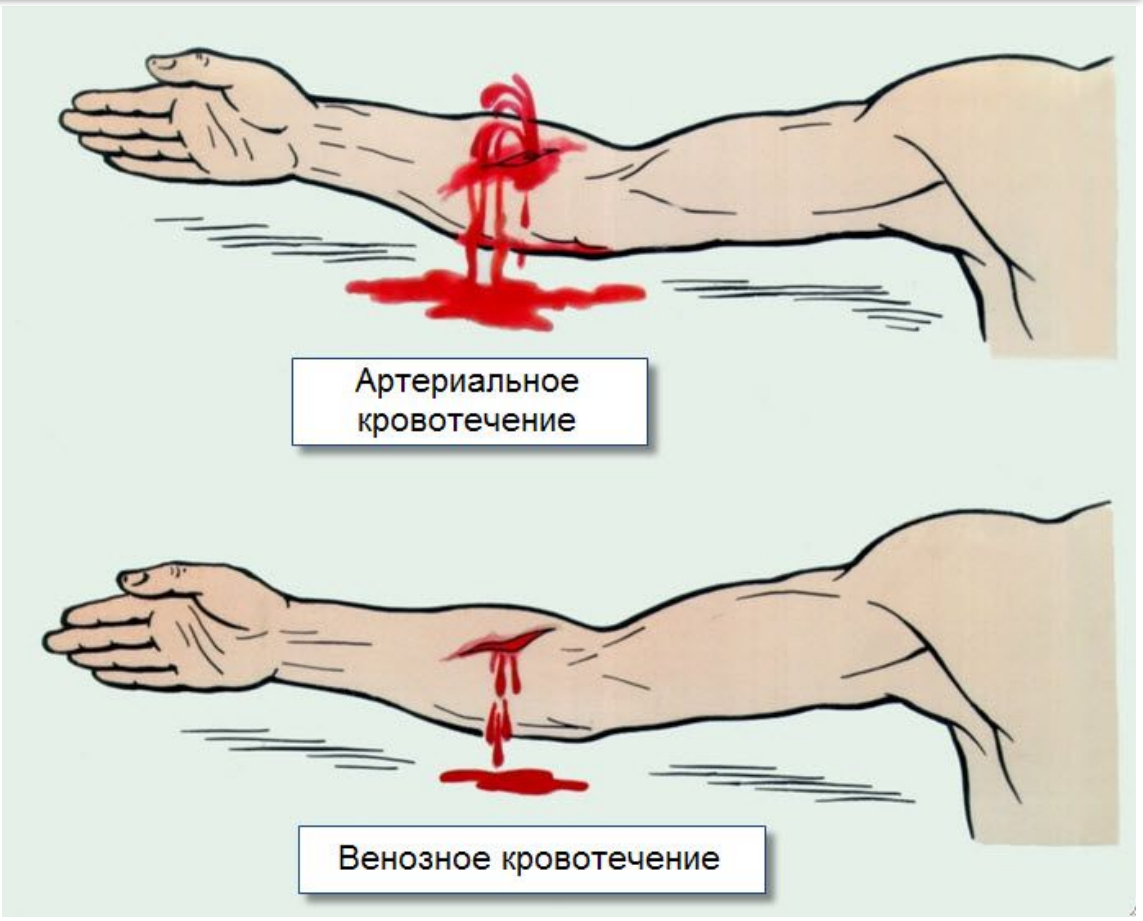
Кровоизлияние в мозг нарушает мозговое кровообращение, ткани мозга повреждаются, развивается *инсульт*. Кровоизлияние в мышцу сердца приводит к нарушению его кровоснабжения и, как следствие, к омертвлению участка мышечной ткани. Это называют *инфарктом миокарда.*

Низкое давление – *гипотония* также нарушает кровоснабжение органов и ведёт к ухудшению самочувствия.

Первая помощь при кровопотере

Умеренная степень кровопотери – потеря менее 30% объема циркулирующей крови, массивная – больше 30%, смертельная – больше 50%, абсолютно смертельная – больше 60%, если реаниматологами не будет оказана экстренная помощь.

Первая помощь при кровопотере



В зависимости от того, какой сосуд поврежден, кровотечение разделяют на капиллярное, венозное и артериальное. Для остановки *капиллярного кровотечения* полезно промыть рану пероксидом водорода, смазать поражённое место йодом или спиртовым раствором бриллиантового зелёного, после чего закрыть рану стерильной салфеткой. *Йодом можно обрабатывать только ссадины и царапины, в крайнем случае неглубокие порезы*.

Первая помощь при кровопотере

Самый яркий пример капиллярного кровотечения – пораненный палец. Кровь при капиллярном кровотечении может капать или бежать струйкой со всей поверхности раны. Для остановки капиллярного кровотечения прижмите на 5 минут к ссадине чистую марлевую салфетку. Наложите на порез или ссадину бактерицидный пластырь.

При артериальном кровотечении выше места ранения прижать пальцем артерию, остановив тем самым кровотечение. Закрыть рану стерильным бинтом или чистой тканью, если нет бинта. Наложить давящую повязку.

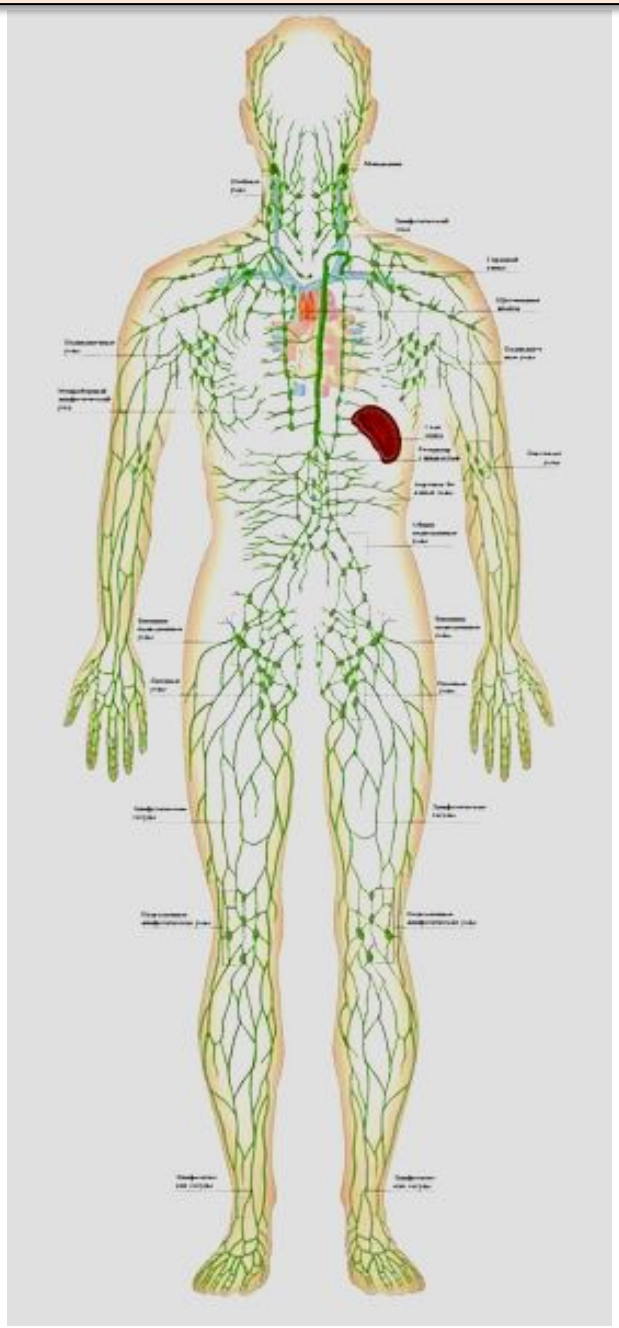
При сильном кровотечении наложить резиновый жгут выше места ранения не более чем на 2 часа в теплое время года и не более 1 часа зимой. К жгуту нужно прикрепить записку с указанием времени наложения. При ранении подколенной, локтевой, подмышечной или подключичной артерии - конечность фиксируют для сдавливания сосудов.

Первая помощь при кровопотере

Венозное кровотечение возникает при глубоких ранах, резанных или колотых. Опасна не только большая потеря крови, но и возможность попадания воздуха в кровеносные сосуды, что чревато возникновением смертельного состояния – воздушной эмболией.

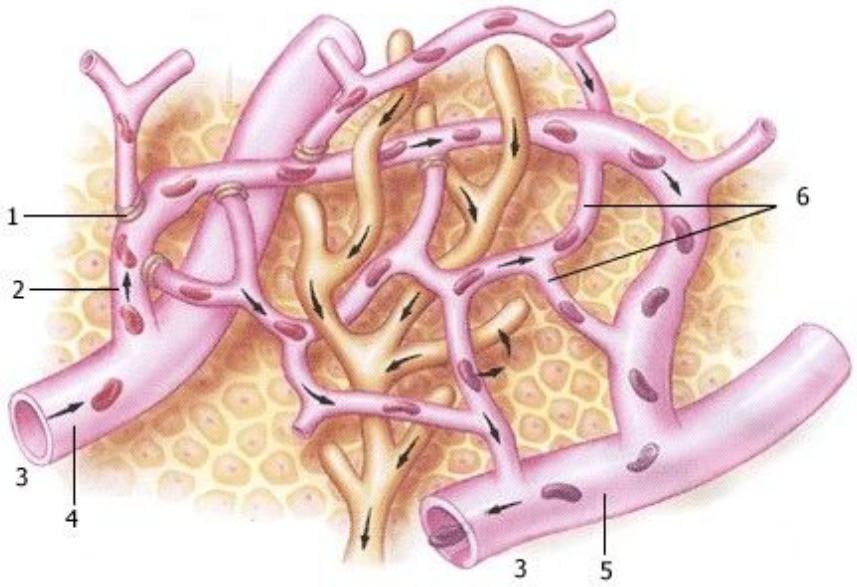
Остановить венозное кровотечение можно при помощи давящей повязки. Для этой цели на рану накладываем чистую, а в идеале стерильную марлю или бинт, но ни в коем случае нельзя накладывать вату! Поверх марли кладется давящая подушечка. Если под рукой нет специальной давящей подушки, нужно наложить нечто подходящее, например, неразвернутый бинт или хотя бы сложенный в несколько слоев чистый кусочек ткани, затем давящую повязку надлежит зафиксировать при помощи бинта.

Лимфатическая система:

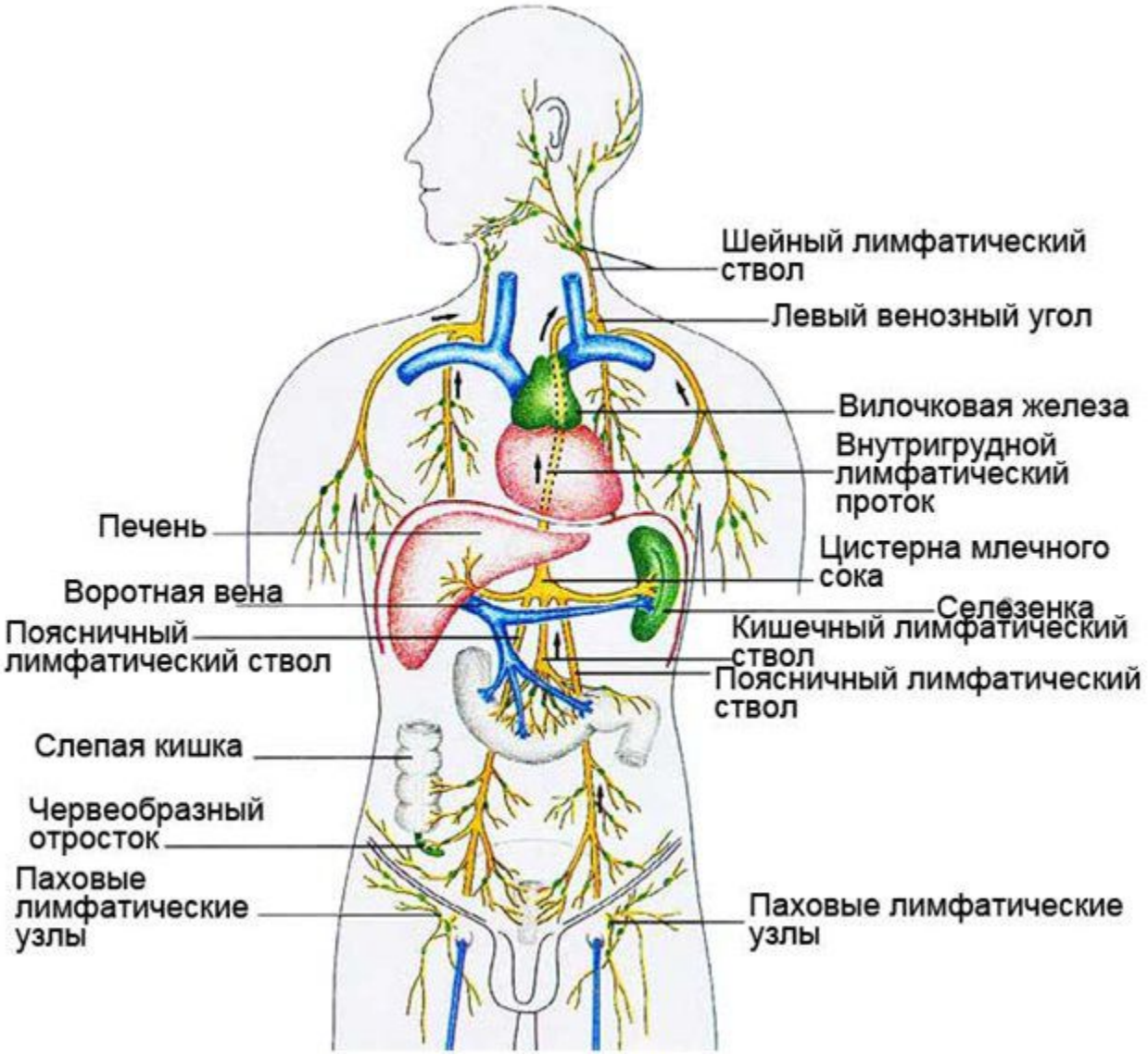


Выделяют три звена: лимфатические капилляры, сосуды и протоки. В лимфатические капилляры фильтруется тканевая жидкость, образуя лимфу. Капилляры сливаются и образуют лимфатические сосуды, снабженные клапанами.

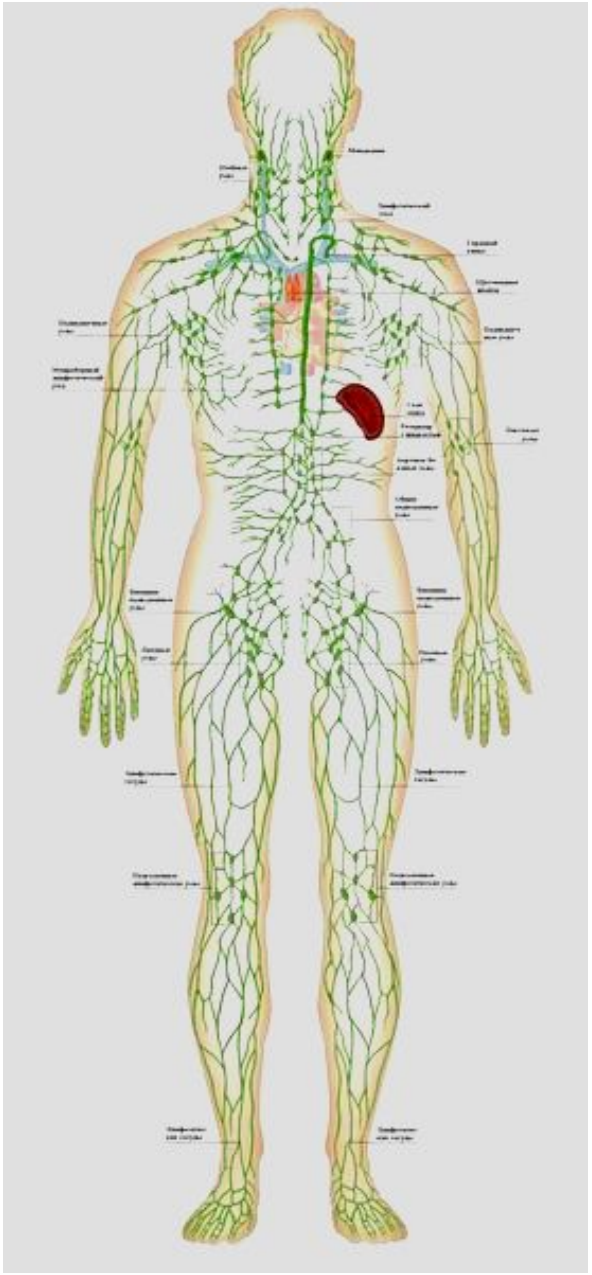
По их ходу имеются лимфатические узлы (около 460), скопления их на шее под нижней челюстью, в подмышечных впадинах, в паху, локтевых и коленных изгибах, других местах.



Лимфатическая система:



Лимфатическая система:

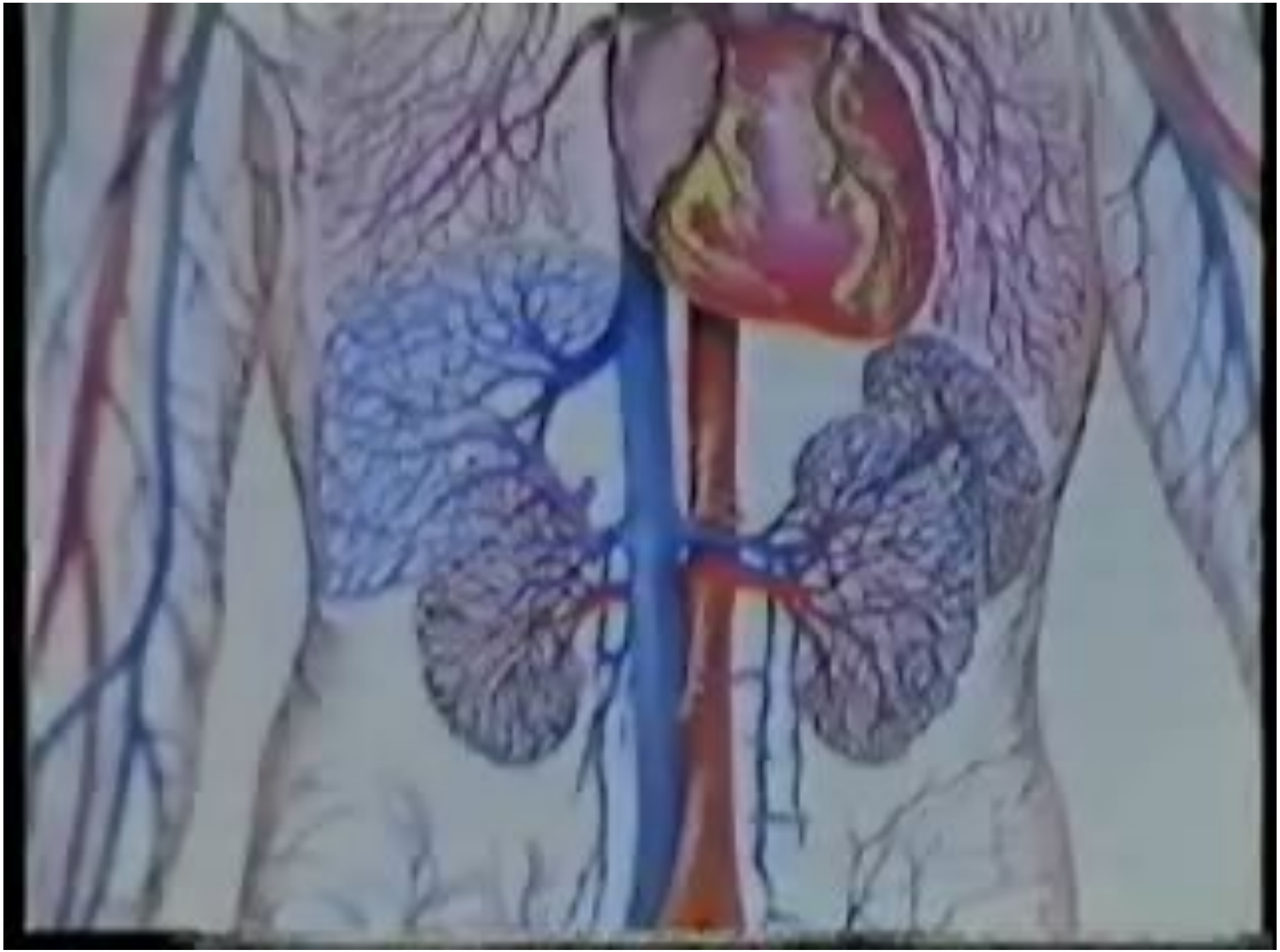


В узлах лимфа протекает по узким щелям – синусам, где задерживаются и уничтожаются лимфоцитами чужеродные тела.

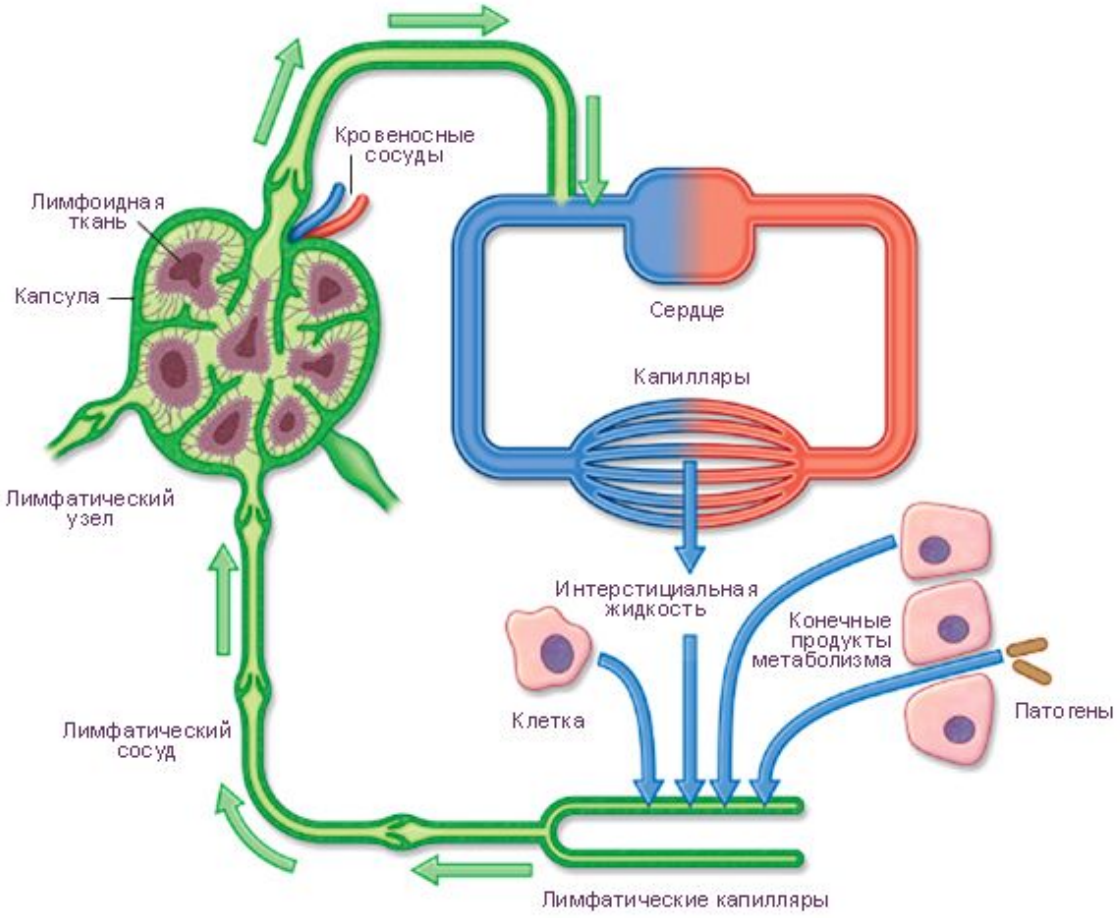
Лимфа от ног и кишечника собирается в левую-, от правой стороны тела – в правую подключичную вены.

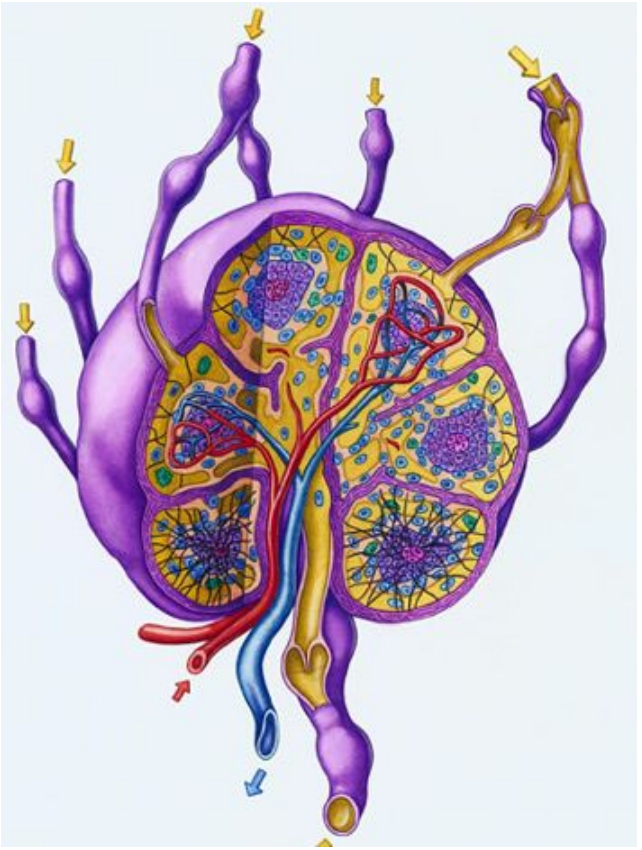
Лимфа не содержит эритроцитов, тромбоцитов, но в ней много лимфоцитов.

Свертывается медленно, движется за счет сокращения стенок крупных лимфатических сосудов, наличия клапанов, сокращения скелетных мышц, присасывающего действия грудного лимфатического протока при вдохе.



Лимфатическая система:





Функции: дополнительная транспортная система, содержит много лимфоцитов и отвечает за иммунитет. Пройдя через лимфатические узлы очищенная от микроорганизмов лимфа возвращается в кровь.

Подведем итоги:

Время полного кругооборота крови в кругах кровообращения? В малом круге?
Минимальное время полного кругооборота составляет 20-23 сек. При этом на прохождение малого круга кровообращения приходится около 4 сек, а остальное – на прохождение большого.
Какими сосудами начинается и заканчивается малый круг кровообращения?
Начинается легочной артерией, заканчивается легочными венами.
Какими сосудами начинается и заканчивается большой круг кровообращения?
Начинается левой дугой аорты, заканчивается полыми венами.
Давление в аорте в момент сокращения желудочков получило название:
Систолическое, верхнее давление.
Давление в аорте в момент расслабления желудочков называется:
Диастолическое, нижнее давление.
Где самое низкое давление в кровеносной системе? Чему оно равно?
В полых венах, - 0,3 мм.рт.ст.
Где в кровеносной системе максимальная скорость? Какова максимальная скорость тока крови?
В аорте. Максимальная скорость – 0,5 м/сек.

Подведем итоги:

Где в кровеносной системе минимальная скорость? Какова минимальная скорость тока крови?

Минимальная скорость крови в капиллярах, равна 0,5 мм/сек.

Какова скорость пульсовой волны? Каково значение пульса?

10 м/сек, ускоряет движение крови по сосудам.

Какие органы можно считать депо крови?

Печень, селезенка, кожа.

Как угольная и молочная кислоты, гистамин и недостаток кислорода влияют на просвет кровеносных сосудов?

Расширяют просвет.

Движению крови по венам в одном направлении способствуют:

Разность давления, сокращение мышц, работа клапанов в венах, венозный пульс.

Как никотин одной выкуренной сигареты влияет на просвет кровеносных сосудов? Кровяное давление?

Сужает просвет сосудов на 30 минут, давление повышается.

Что происходит в сердце при инфаркте миокарда?

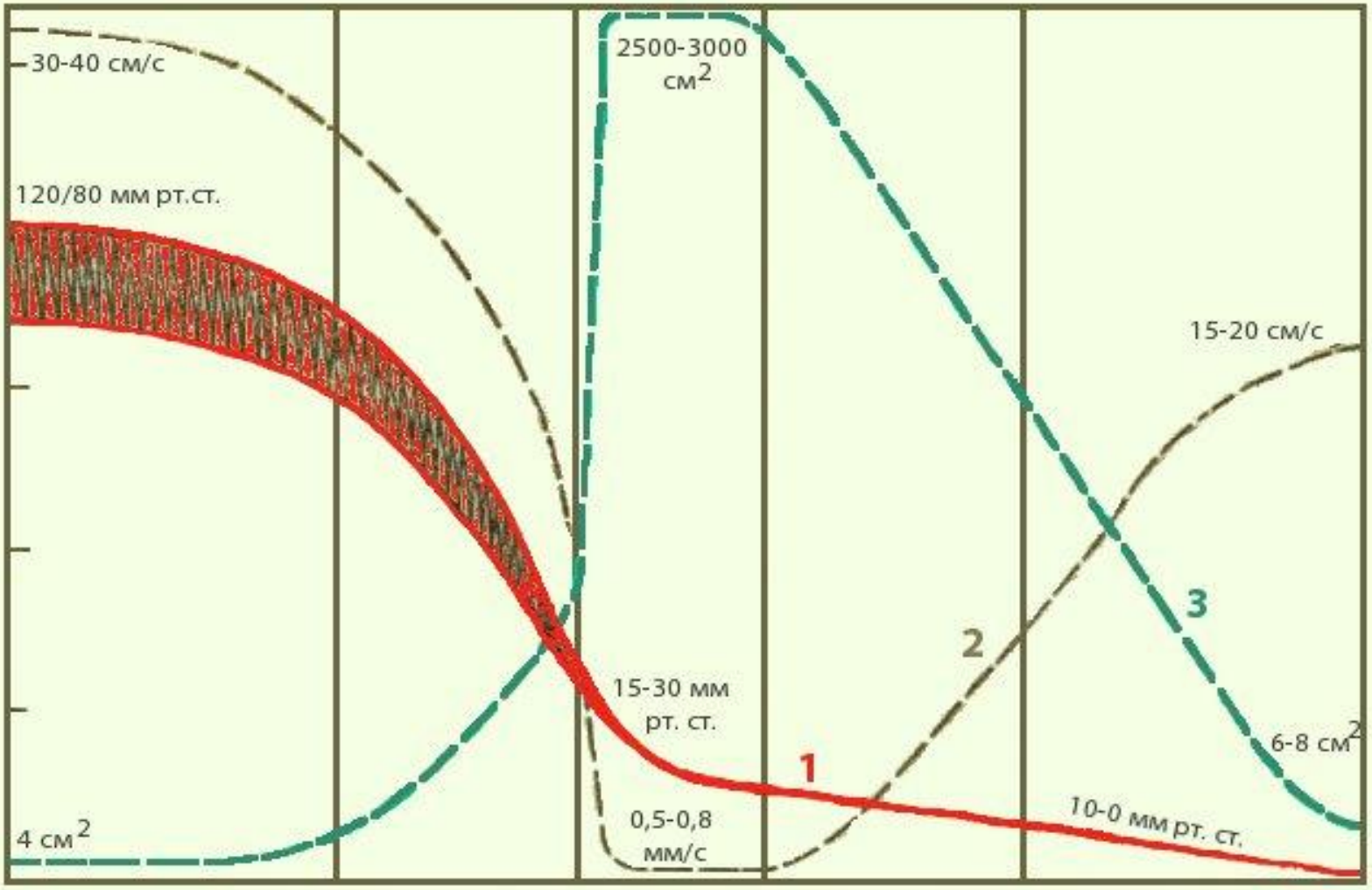
В результате тромба или разрыва коронарных сосудов отмирает часть мышечных клеток, кардиомиоцитов.

Подведем итоги:

Какие звенья выделяют в лимфатической системе?
Лимфатические капилляры, сосуды, протоки и лимфатические узлы.
Особенности лимфатических сосудов?
Имеют клапаны, способны к сокращению.
Куда попадает лимфа от ног и кишечника и правой половины тела?
Лимфа от ног и кишечника собирается в левую-, от правой стороны тела – в правую подключичную вены.
Какие форменные элементы находятся в лимфе?
Лимфа не содержит эритроцитов и тромбоцитов, но в ней много лимфоцитов.
Какие функции выполняет лимфатическая система?
Это дополнительная транспортная система, содержит много лимфоцитов и отвечает за иммунитет.

Олимпиадникам. Определите, во сколько раз увеличится сопротивление стенок артерии, движению крови, если диаметр артерии уменьшится в 2 раза.
Сопротивление сосуда движению крови обратно пропорционально четвертой степени его диаметра. Так как диаметр артерии уменьшился в 2 раза, то сопротивление увеличится 2^4 – в 16 раз.

Поясните рисунок:



Соотношение между разными показателями кровообращения

1 - кровяное давление; 2 - скорость движения крови; 3 - площадь поперечного сечения сосудистого русла. Вертикальные линии условно разделяют разные отделы сосудистой системы.

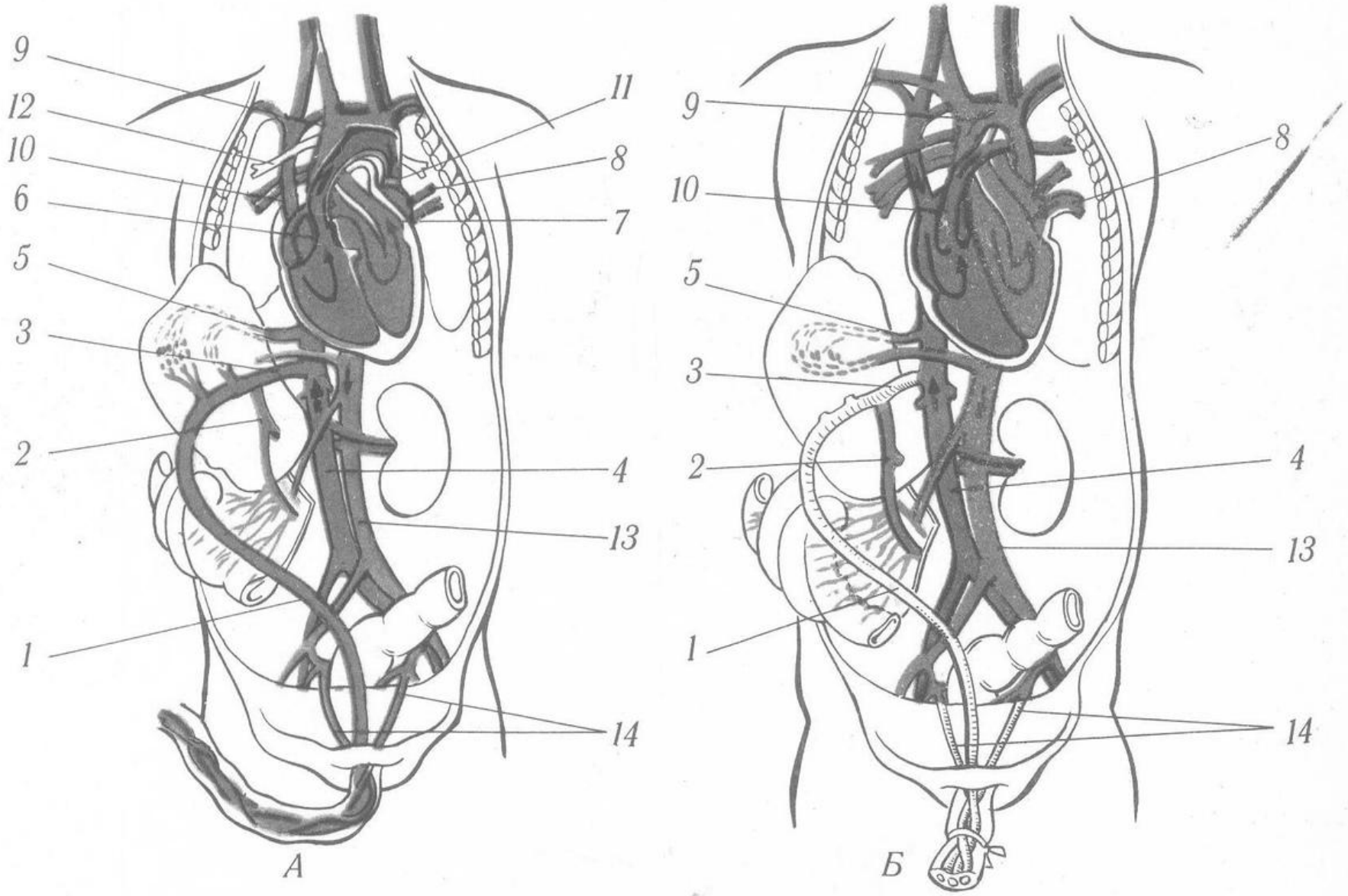


Рис. XI. Схема кровообращения плода (*а*) и новорожденного (*б*):

1 — пупочная вена; *2* — воротная вена; *3* — венозный (аранциев) проток; *4* — нижняя полая вена; *5* — печеночная вена; *6* — левое предсердие; *7* — правое предсердие; *8* — легочные вены; *9* — аорта; *10* — легочный ствол; *11* — артериальный (боталлов) проток; *12* — легкое; *13* — нисходящая аорта; *14* — пупочные артерии.