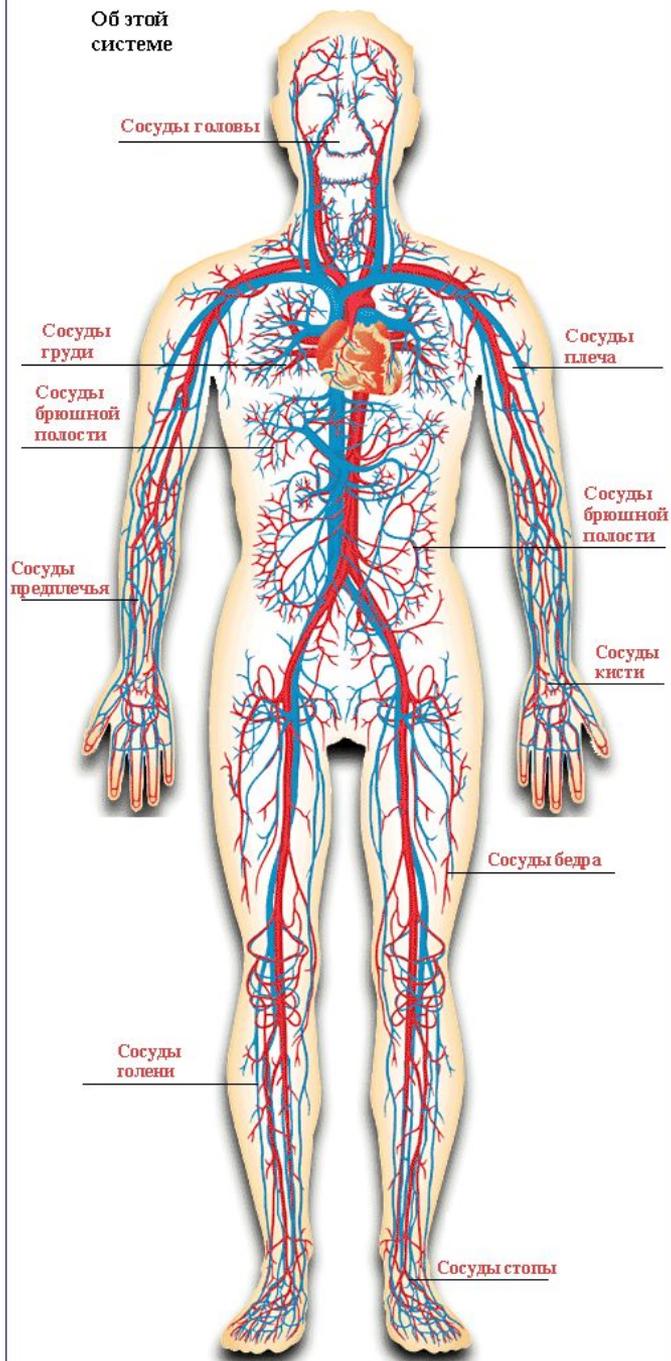


# **Анатомия и физиология сердца**



К сосудистой системе относят различного диаметра сосуды, по которым движется жидкость; сердце, способствующее продвижению этой жидкости; органы, участвующие в кроветворении (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы) – образовании основных форменных элементов сосудистой системы. К кровеносной системе относятся сердце и кровеносные сосуды, которые разделяются на артерии, вены и капилляры.

**Сердце – это центральный орган кровообращения.** Оно не только проталкивает кровь в сосуды и принимает кровь из них, но и регулирует движение жидкости в сосудах.

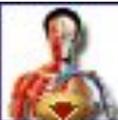
Артериями называются кровеносные сосуды, по которым кровь течет от сердца к периферии – к органам и тканям. Вены – это кровеносные сосуды, по которым кровь возвращается к сердцу. Между артериями и венами находятся тончайшие кровеносные сосуды, называемые капиллярами.

## **Функции кровеносной системы :**

1. Кровь поддерживает **постоянство внутренней среды** организма (постоянство солевого состава, осмотического давления, равновесие воды и т.п.).
2. С кровью **доставляются тканям питательные вещества**, поступающие в нее во время всасывания из желудочно-кишечного тракта
3. **Кровь транспортирует газы**: к тканям – кислород, от тканей – углекислый газ.
4. С током крови разносятся **гормоны, ферменты и другие активные химические вещества**, которые вместе с нервной системой принимают участие в регуляторных процессах организма (нейрогуморальная регуляция).
5. В кровь поступают **продукты обмена веществ**, подлежащих удалению, она переносит их к органам выделения: почкам, коже, легким.

## Функции кровеносной системы :

6. Кровеносная система принимает участие в **теплорегуляции**, способствует выравниванию температуры в различных участках тела.
7. Кровеносная система выполняет и **защитные функции**, к которым относят явления фагоцитоза, процесс свертывания крови и иммунологические реакции, связанные с образованием так называемых антител .
8. Рефлексогенная функция кровеносной системы. В стенках кровеносных сосудов имеются многочисленные **нервные окончания – рецепторы**, образующие обширные рефлексогенные зоны, сигнализирующие в ЦНС о величине кровяного давления, химическом составе крови и др.



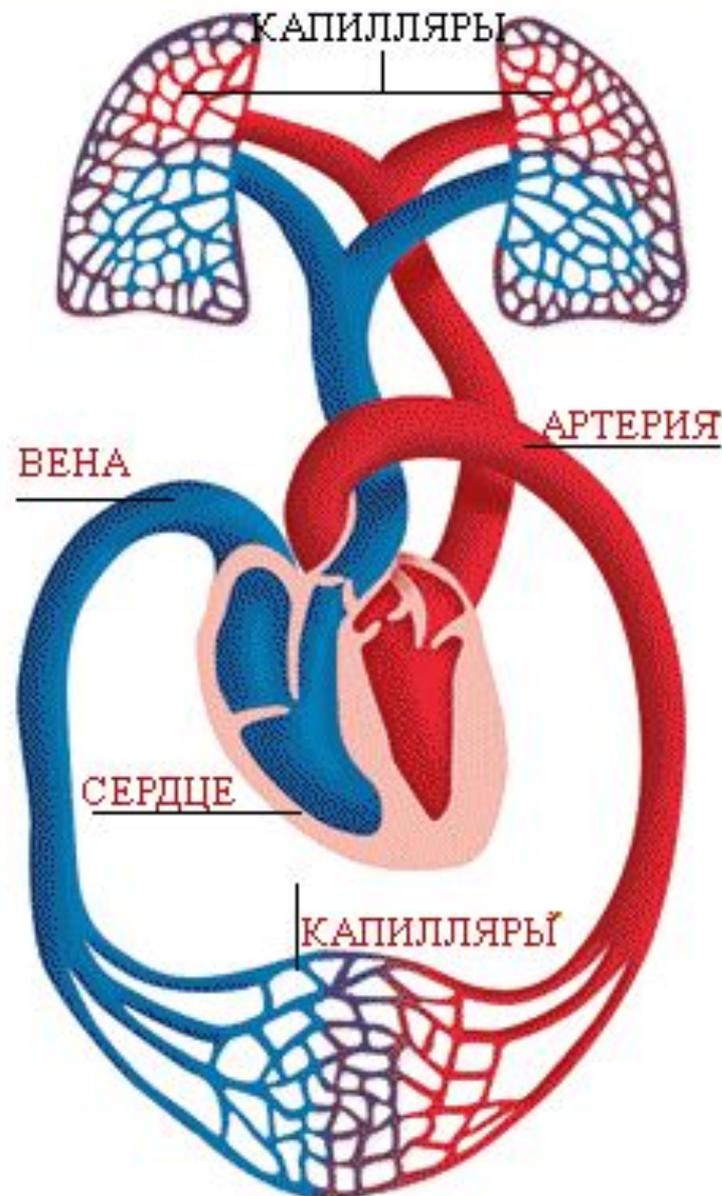
# КАК РАБОТАЕТ СИСТЕМА

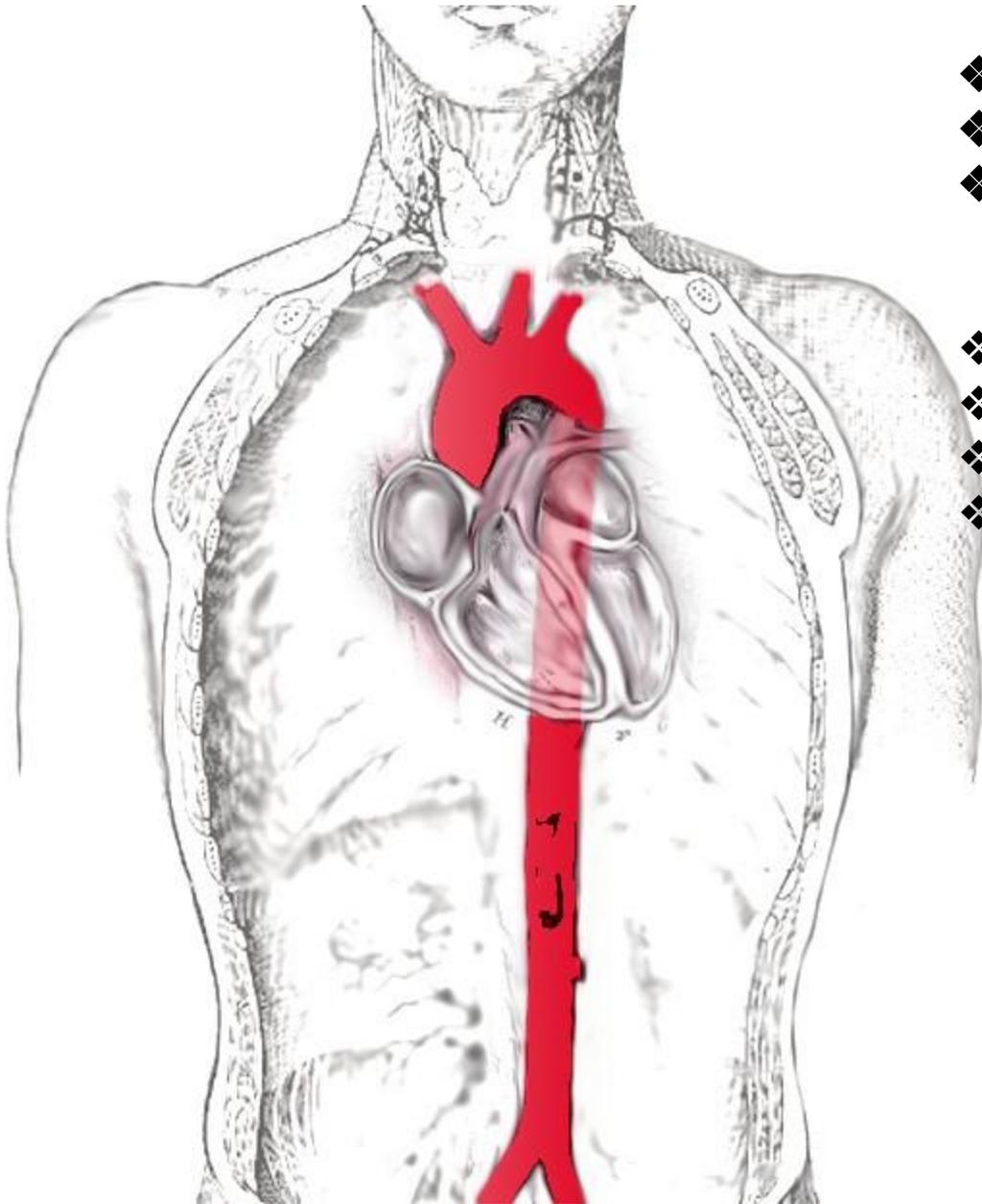
Кровь содержит питательные вещества и кислород, которыми она снабжает ткани тела. Она перемещается в теле по кровеносным сосудам, образующим кровеносную систему. Кровеносные сосуды разделяются на три группы: артерии (несут кровь от сердца), вены (несут кровь к сердцу) и капилляры (несут кровь в ткани и соединяют артерии и вены).



## КРУГИ СИСТЕМЫ

Кровь циркулирует по двум кругам: от сердца к легким и обратно, для насыщения кислородом; и от сердца к телу и обратно для насыщения кислородом тканей и органов.





## Части аорты:

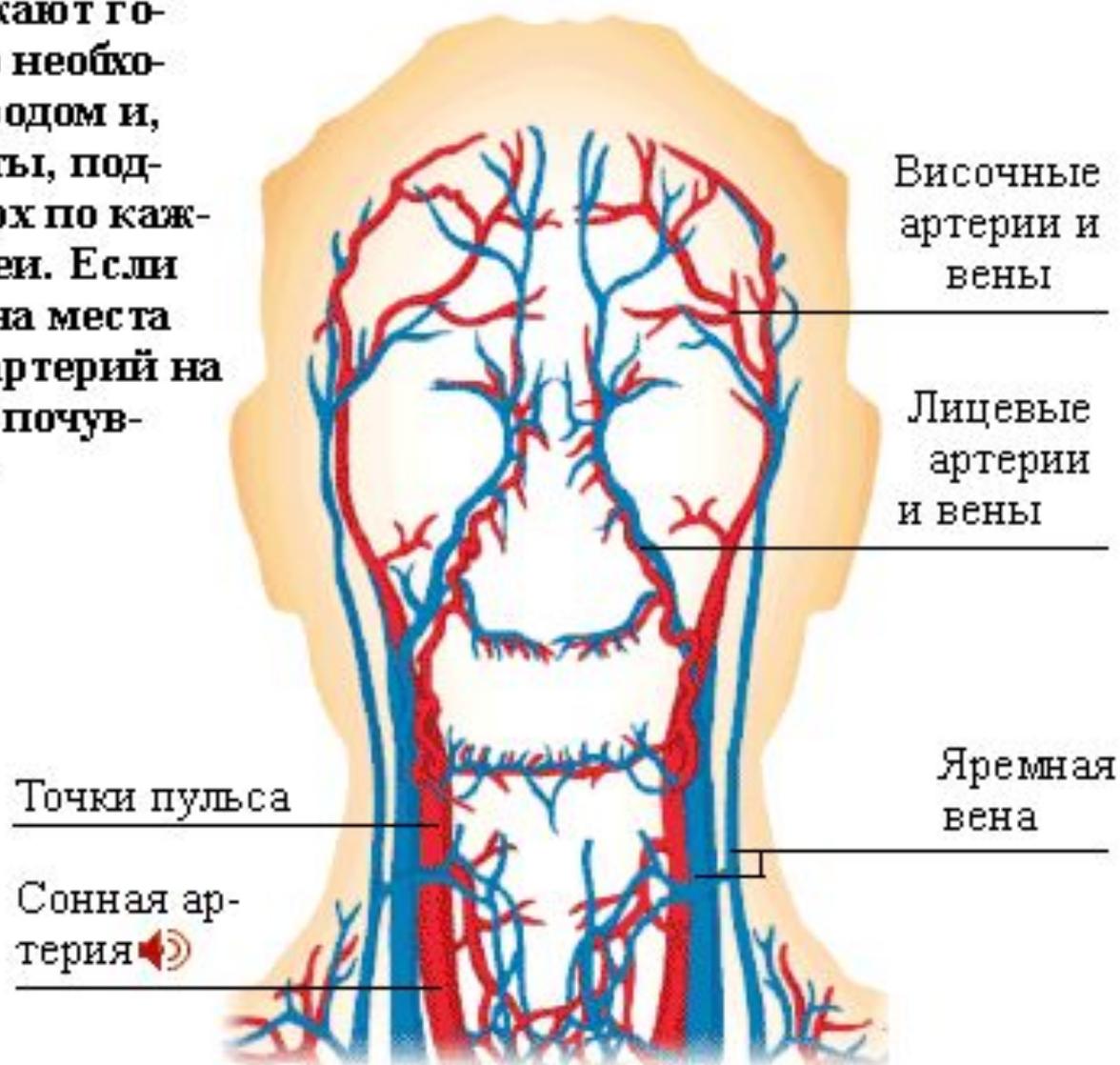
- ❖ Восходящая
- ❖ Грудная
- ❖ брюшная

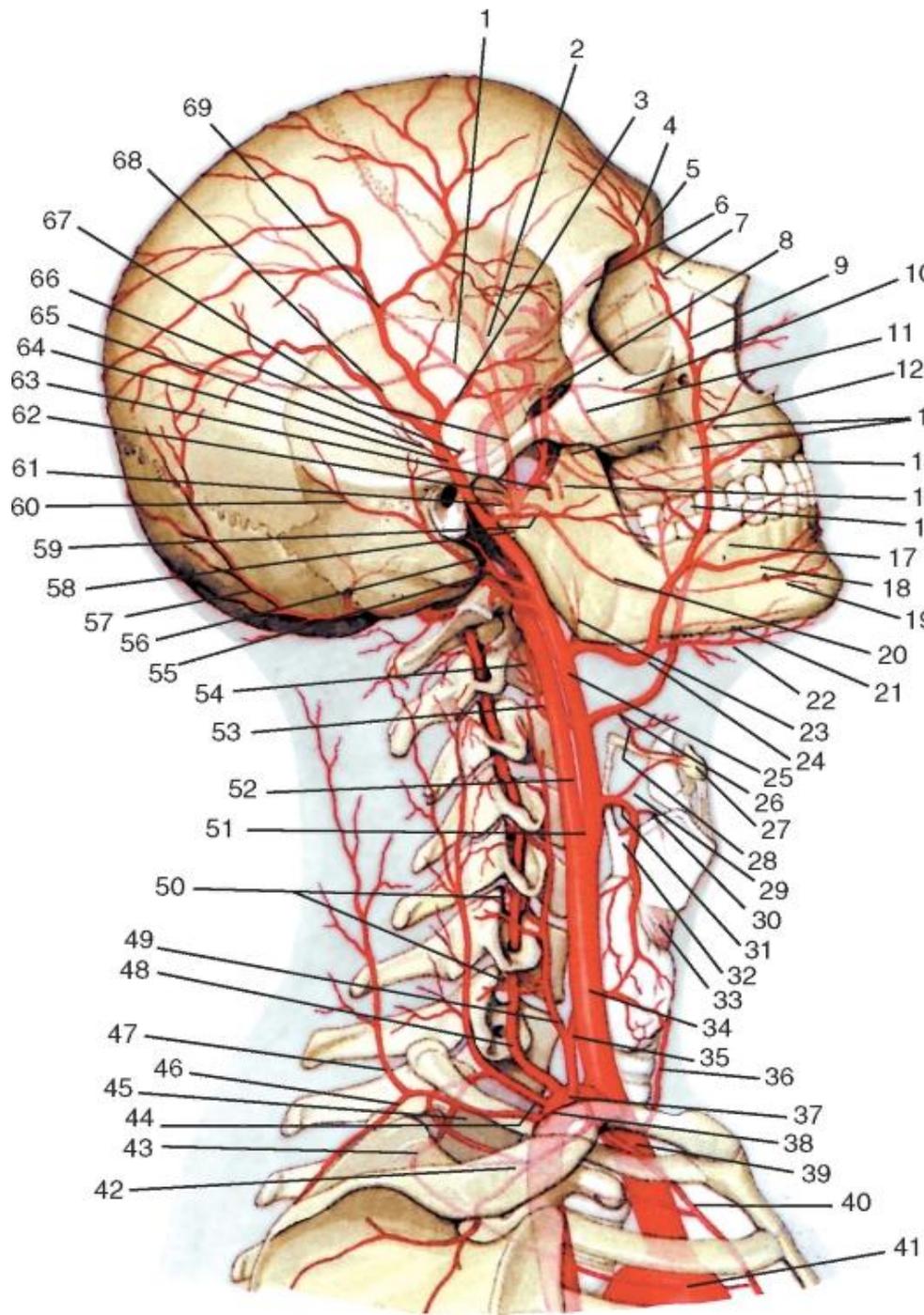
## ❖ Ветви дуги аорты:

- ❖ плечеголовной ствол,
- ❖ длиной около 3 — 4 см,
- ❖ левая сонная артерия,
- ❖ левая подключичная артерия

## — КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ГОЛОВЫ И ШЕИ —

Артерии снабжают голову жизненно необходимым кислородом и, выходя из аорты, поднимаются вверх по каждой стороне шеи. Если легко нажать на места прохождения артерий на шее, то можно почувствовать пульс.





## Артерии шеи и головы отходят от:

- ❖ плечеголового ствола,
  - ❖ левой сонной артерии,
  - ❖ левой подключичной артерии
- ❖ Позвоночная артерия с обеих сторон проходит в отверстиях боковых отростков шейного отдела позвоночника

## СЕРДЦЕ

Сердце - это орган, перегоняющий кровь в легкие и клетки тела. Для прохождения

кровью нового круга по телу требуется около минуты.

Верхняя полая вена  
(несет кровь от головы в сердце)

Легочная вена  
(несет кровь от легких в сердце)

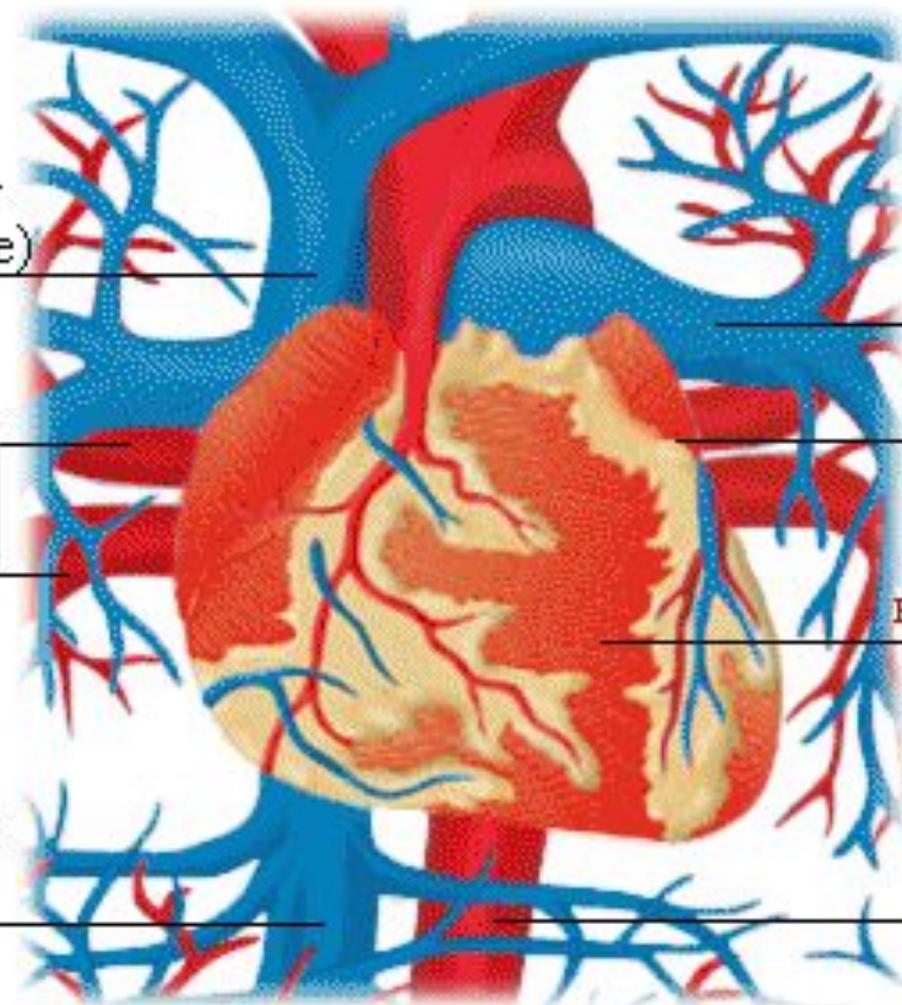
Нижняя полая вена  
(несет кровь от тела в сердце)

Легочная артерия  
(несет кровь от сердца в легкие)

Сердце

Кардиальная мышца

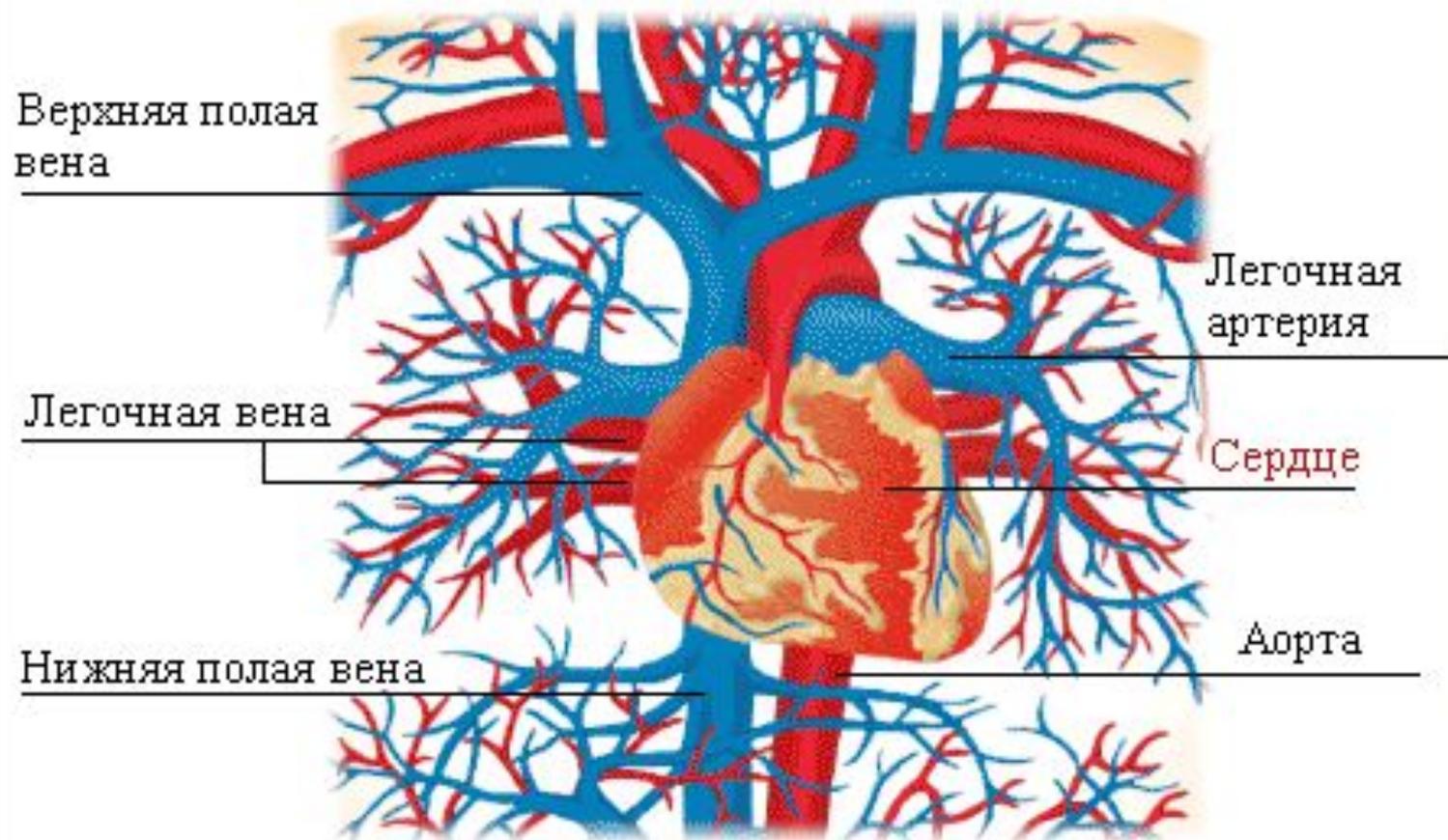
Аорта  
(несет кровь в тело)



— КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ —

Сердце гонит кровь, содержащую кислород, по всем кровеносным сосудам тела.

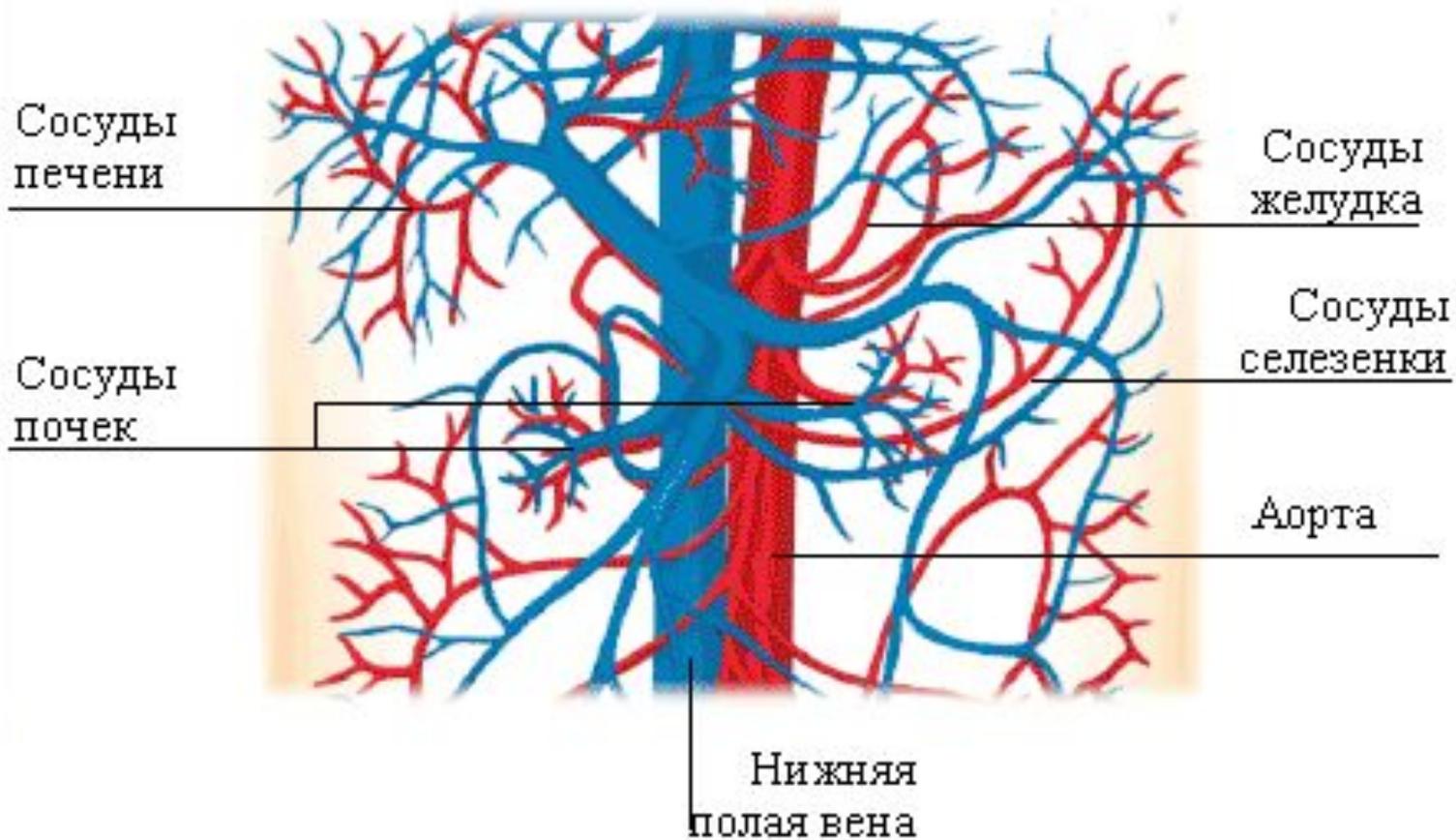
Обратно кровь возвращается в сердце по венам.



## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Кровеносные сосуды верхней части брюшной полости несут кровь в органы этой части тела.

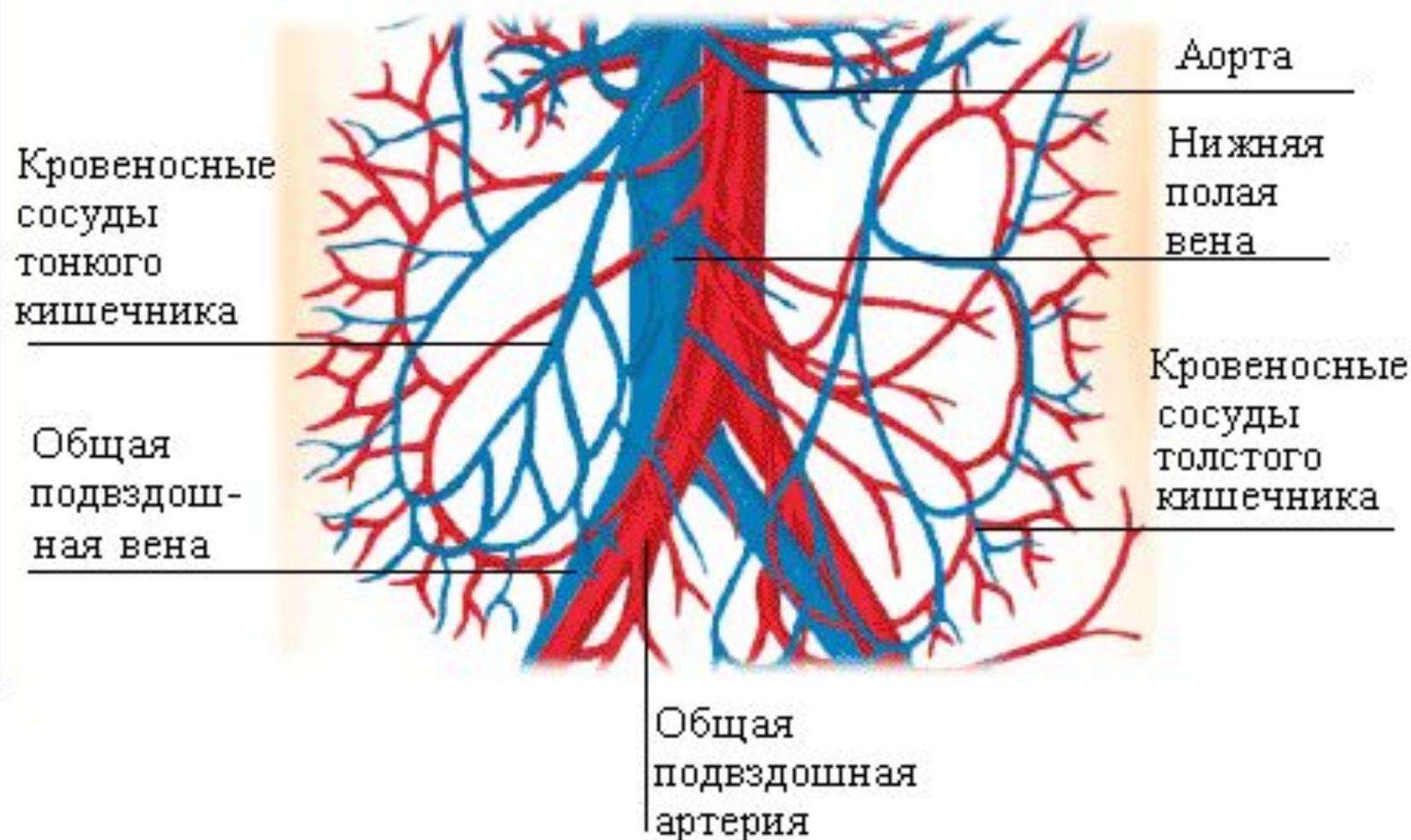
Эти органы: желудок, печень, селезенка, почки.



## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ НИЖНЕЙ ЧАСТИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Эти артерии и вены переносят кровь к и от тонкого и толстого кишечника. В ос-

новании брюшной полости главная вена и артерия распадаются на более мелкие.

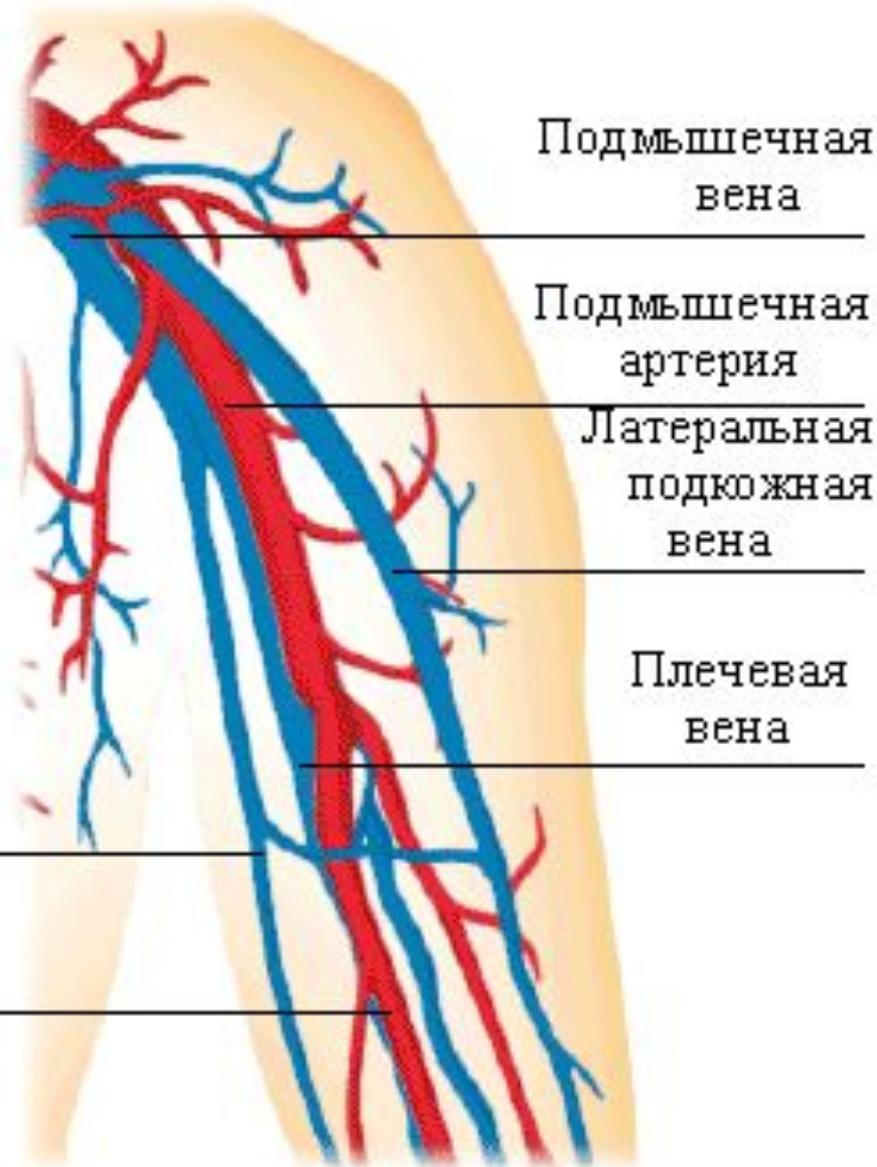


## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ПЛЕЧА

Кровеносные сосуды переносят кровь по плечу. Артерии (изображены красным) снабжают его кислородом, а вены (изображены синим) удаляют отходы и углекислый газ. Наиболее крупные сосуды плеча - подмышечные. Они разветвляются на более мелкие сосуды.

Медиальная  
подкожная вена

Плечевая  
артерия



Подмышечная  
вена

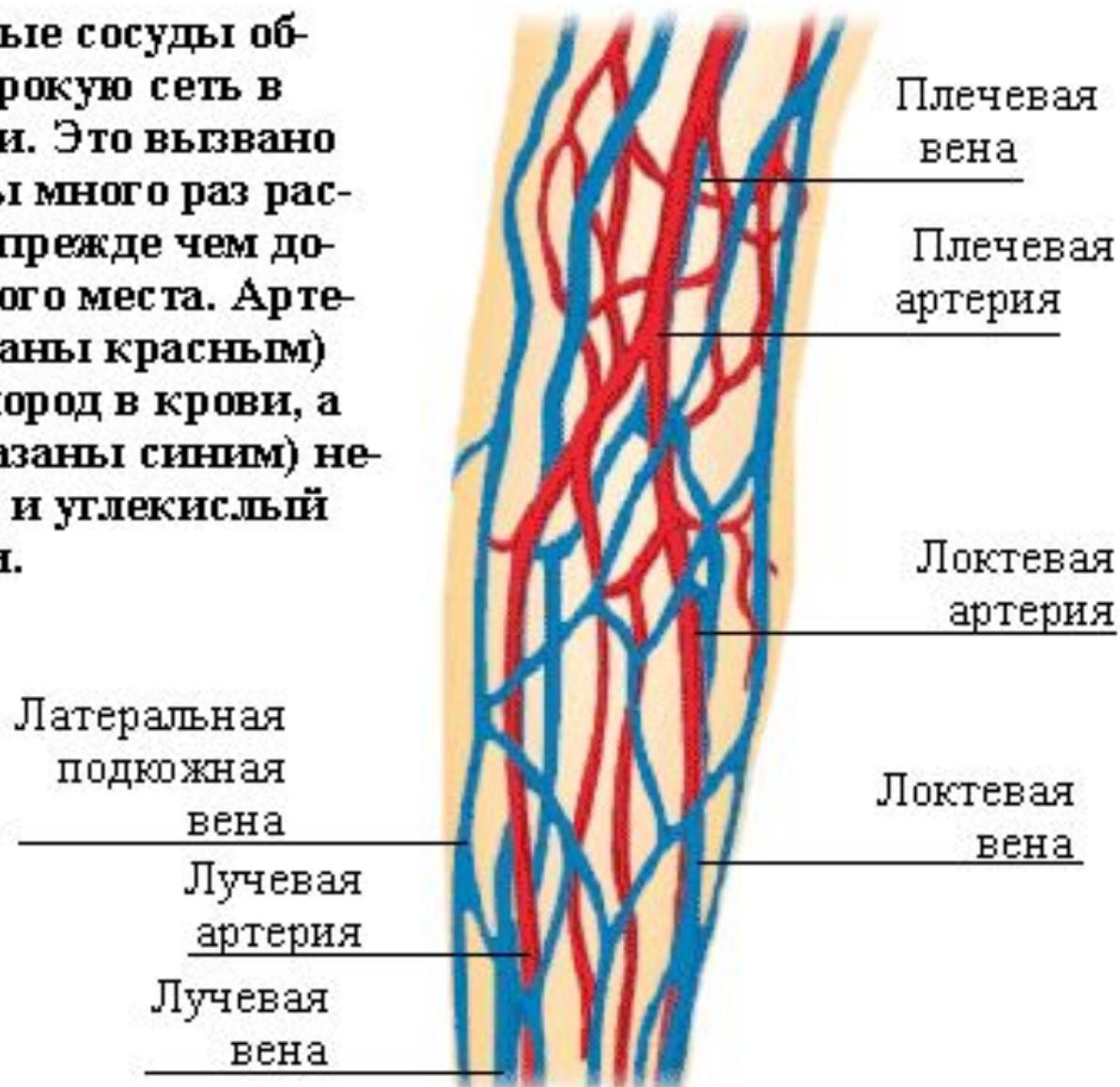
Подмышечная  
артерия

Латеральная  
подкожная  
вена

Плечевая  
вена

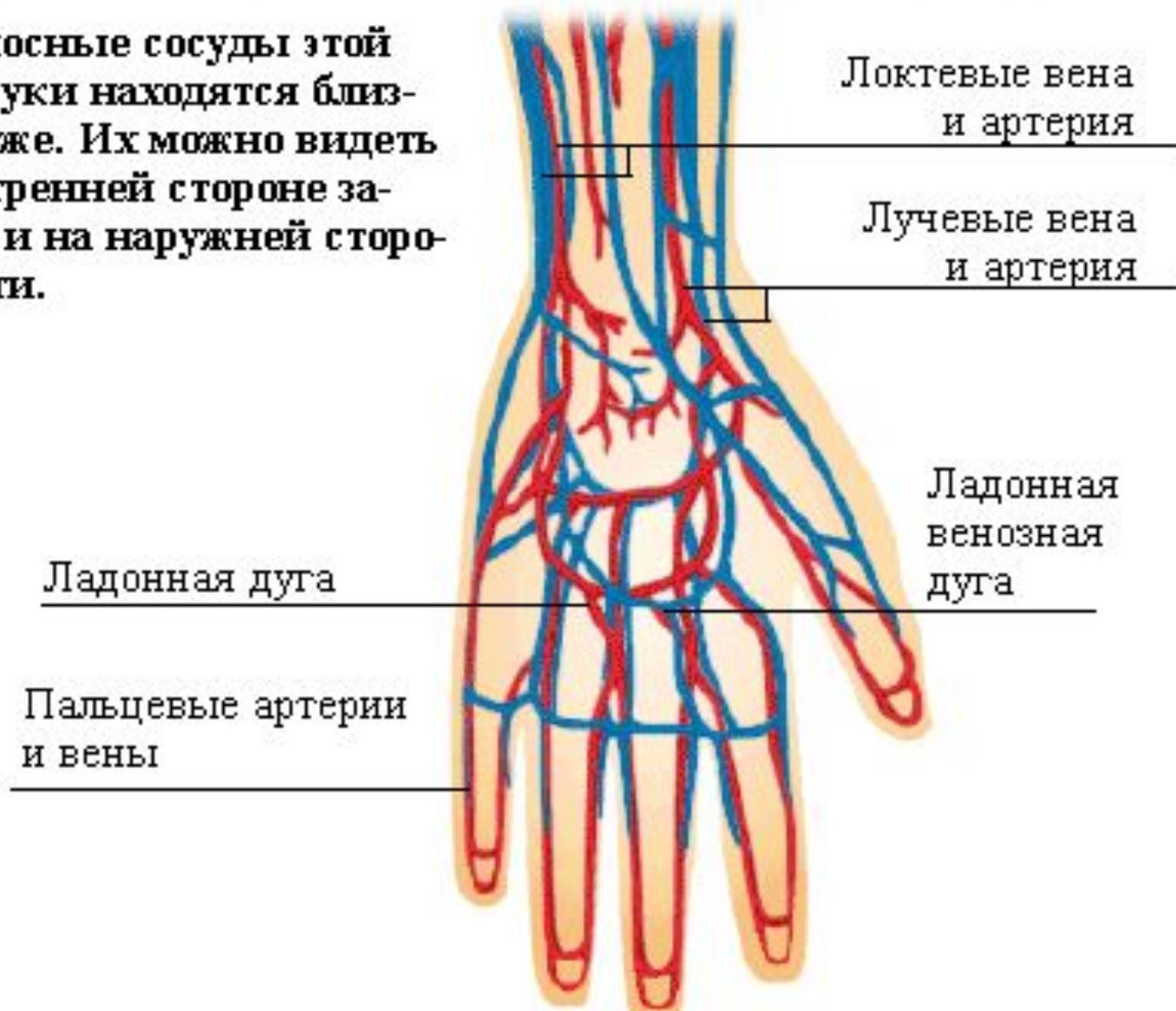
## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Кровеносные сосуды образуют широкую сеть в предплечьи. Это вызвано тем, сосуды много раз распадаются, прежде чем достигают этого места. Артерии (показаны красным) несут кислород в крови, а вены (показаны синим) несут отходы и углекислый газ в крови.



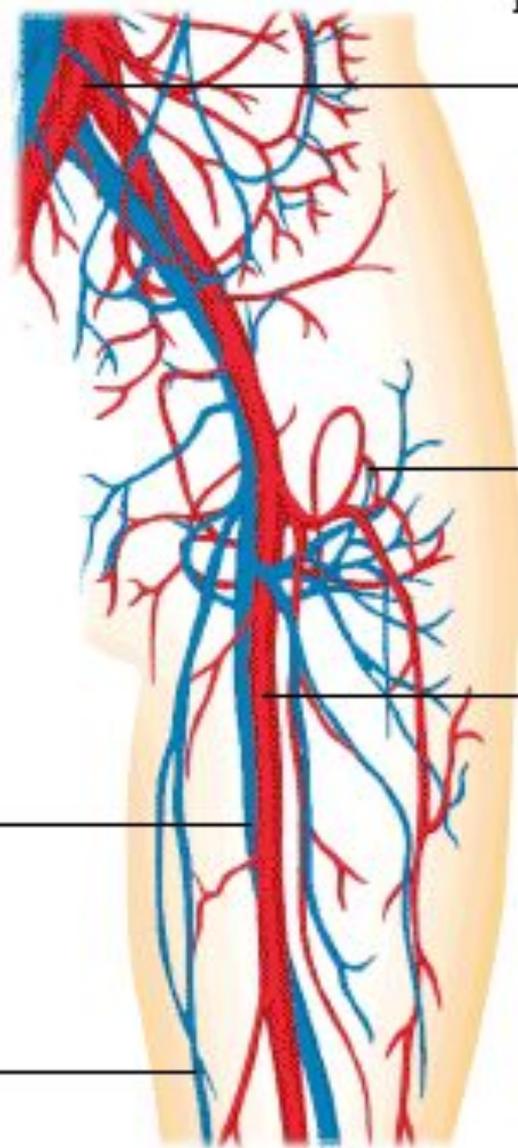
— КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ КИСТИ И ЗАПЯСТЬЯ —

Кровеносные сосуды этой части руки находятся близко к коже. Их можно видеть на внутренней стороне запястья и на наружной стороне кисти.



## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ БЕДРА

Наибольшие артерия и вена в теле - это аорта и нижняя полая вена. Последняя в тазовой области разделяется на две вены, идущие в обе ноги. В бедре есть три основных сосуда - бедренные вена и артерия и большая подкожная вена.



Разветвление  
сосудов

Разветвление  
вен и артерий

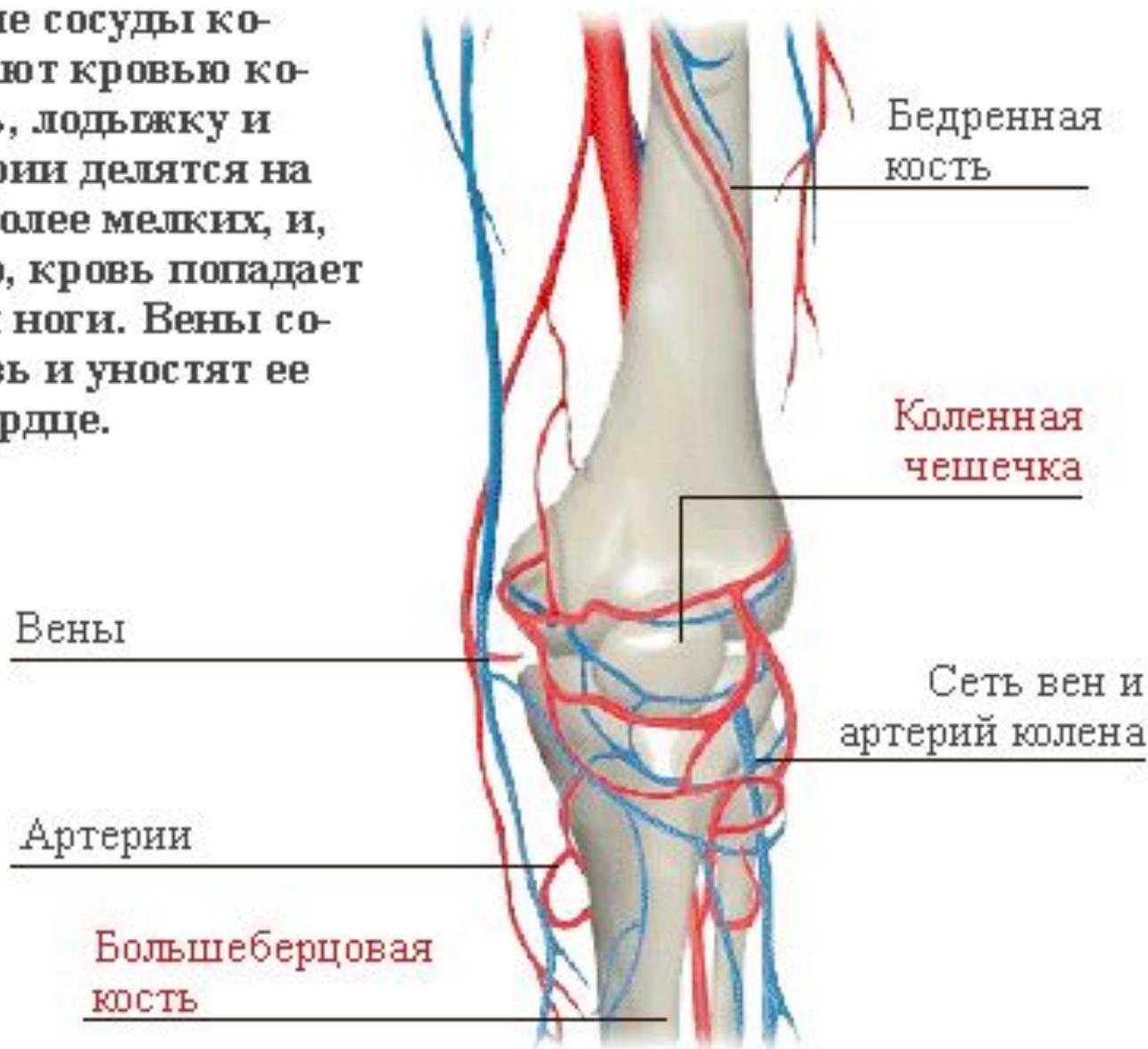
Бедренная  
артерия

Бедренная  
вена

Большая  
подкожная  
вена

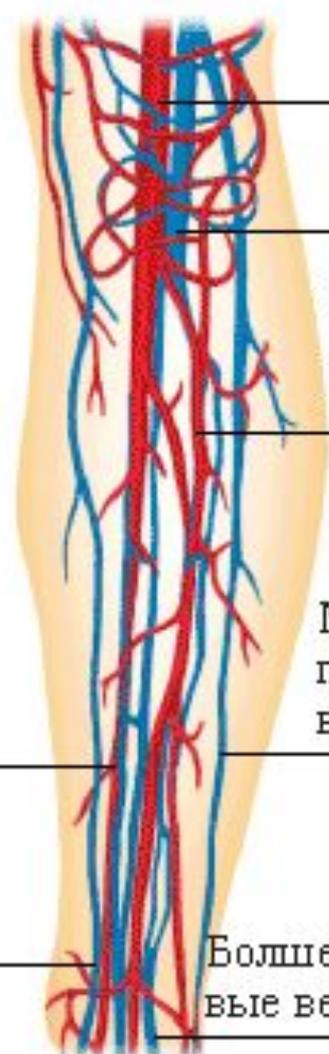
## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ КОЛЕНА

Кровеносные сосуды колена снабжают кровью колено, голень, лодыжку и стопу. Артерии делятся на несколько более мелких, и, за счет этого, кровь попадает во все части ноги. Вены собирают кровь и уносят ее обратно в сердце.



## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ГОЛЕНИ

Кровеносные сосуды, снабжающие кровью голень, включают в себя как артерии, так и вены. Артерии несут кровь в голень, а вены уносят ее обратно в сердце.



Подколенная артерия

Подколенная вена

Внутренняя большеберцовая артерия

Малая подкожная вена

Внешняя большеберцовая артерия

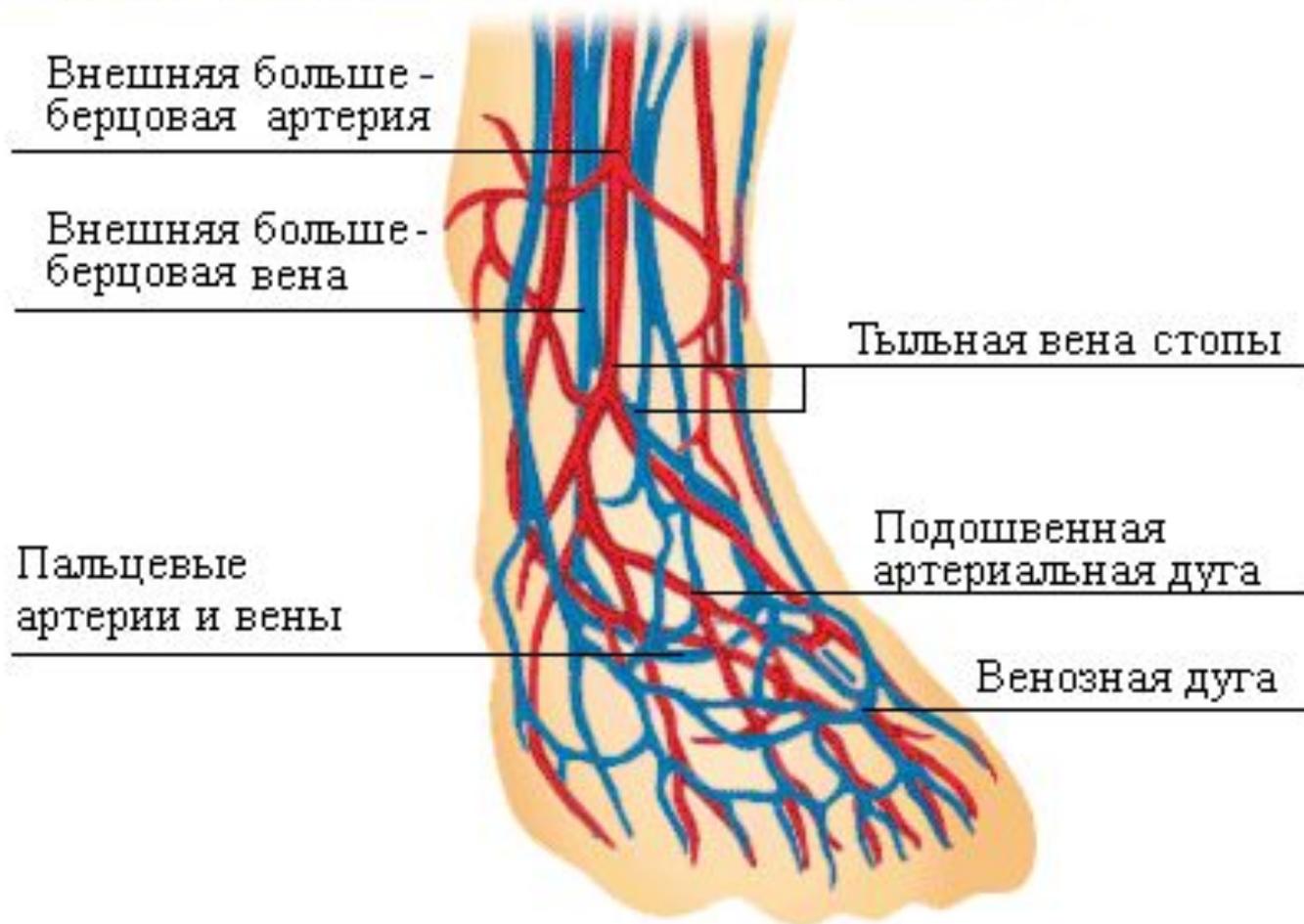
Большая подкожная вена

Большеберцовые вены

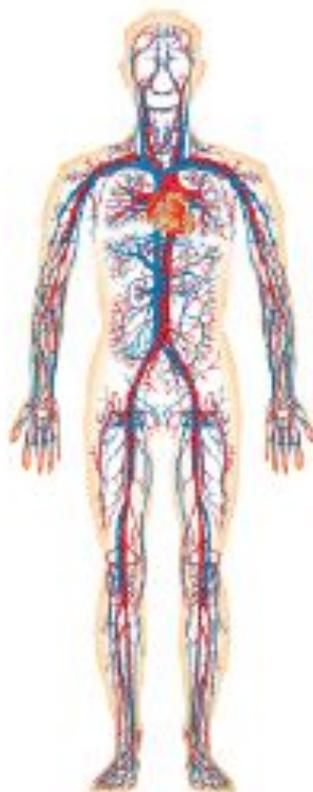
## — КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ЛОДЫЖКИ И СТОПЫ —

Кровь в лодыжку и стопу попадает по артериям и несет кислород. По венам кровь

снова переносится в сердце, унося при этом отходы и углекислый газ.



## СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМОЙ



### КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Кровеносная система связана со скелетом, гормональной, лимфатической, дыхательной и выделительной системами.

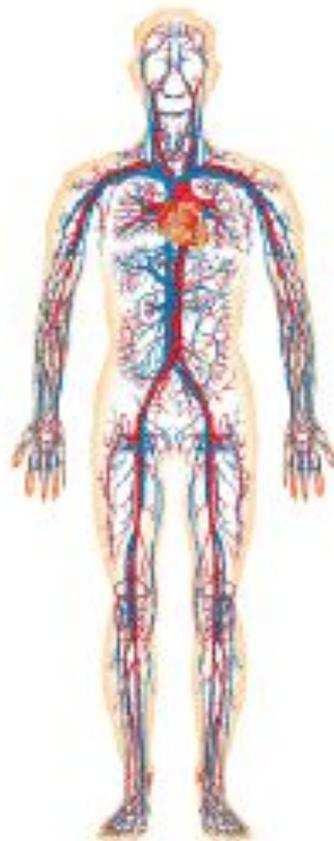
### СКЕЛЕТ

- Полости внутри костей заполнены костным мозгом, производящим различные виды кровяных телец.
- Скелет формирует основу тела, вокруг которой расположены кровеносные сосуды.

Для получения дополнительной информации о скелете щелкните мышью в рисунок



## СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМОЙ



### КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Кровеносная система связана со скелетом, гормональной, лимфатической, дыхательной и выделительной системами.

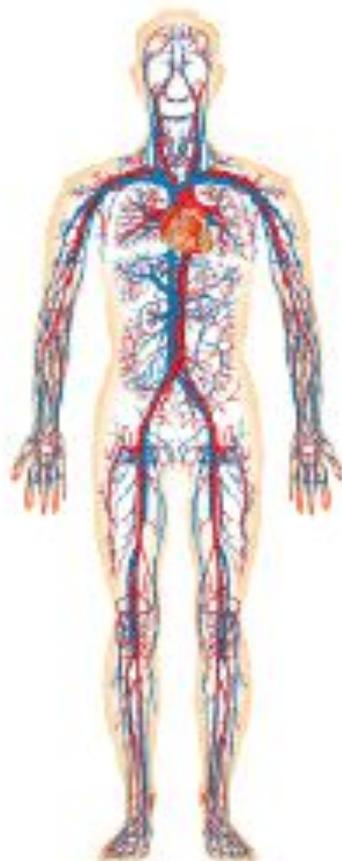
### ГОРМОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА

- Гормональная система снабжает кровь химическими веществами - гормонами.
- Гормоны переносятся по телу с помощью кровеносной системы.

Для получения дополнительной информации о гормональной системе щелкните мышью в картинку



# СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМОЙ



**КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА**  
Кровеносная система связана со скелетом, гормональной, лимфатической, дыхательной и выделительной системами.

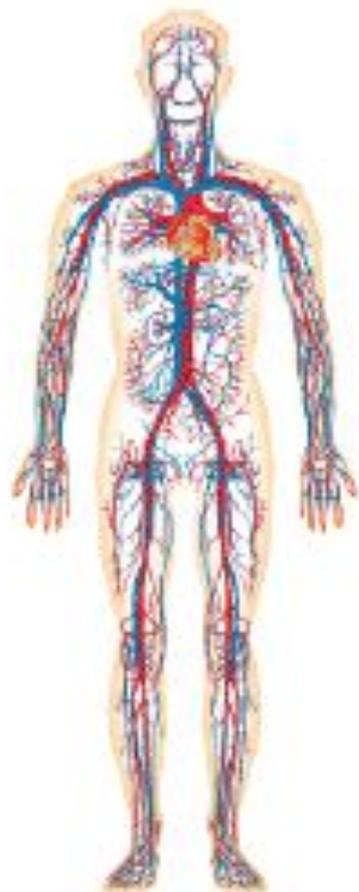
## ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

- Лимфатическая система перекачивает избыток жидкости из клеток и тканей в кровеносную систему.
- Лимфатическая система очищает жидкости тканей перед тем, как она возвращает эту жидкость в кровеносную систему.

Для получения дополнительной информации о лимфатической системе щелкните мышью в картинку



# СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМОЙ



**КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА**  
Кровеносная система связана со скелетом, гормональной, лимфатической, дыхательной и выделительной системами.

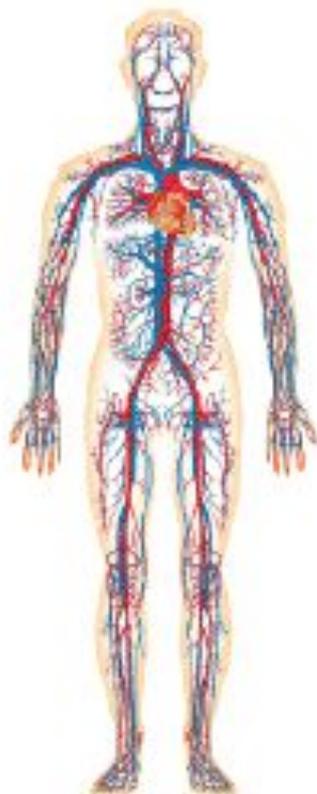
## ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

- Дыхательная система обогащает кровь кислородом.
- Дыхательная система также удаляет отходы и углекислый газ из крови и выбрасывает их в воздух.

Для получения дополнительной информации о дыхательной системе щелкните мышью в рисунок



## СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМОЙ

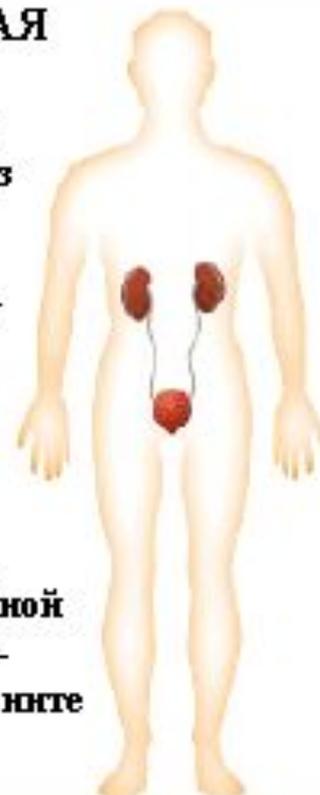


**КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА**  
Кровеносная система связана со скелетом, гормональной, лимфатической, дыхательной и выделительной системами.

### ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

- Выделительная система удаляет отходы из организма.
- Выделительная система поддерживает необходимый баланс воды и солей в организме.

Для получения подробной информации о выделительной системе щелкните мышью в картинку.





# АНАТОМИЯ СЕРДЦА

Сердце - это, проще говоря, мышечный насос, который перегоняет кровь по телу. Оно за жизнь перегоняет до 304 миллионов литров крови (80 миллионов галлонов). К сердцу присоединяются наиболее большие кровеносные сосуды. На сердце также расположены более мелкие кровеносные сосуды, снабжающие сердце кислородом и удаляющие из него углекислоту.

Легочная вена

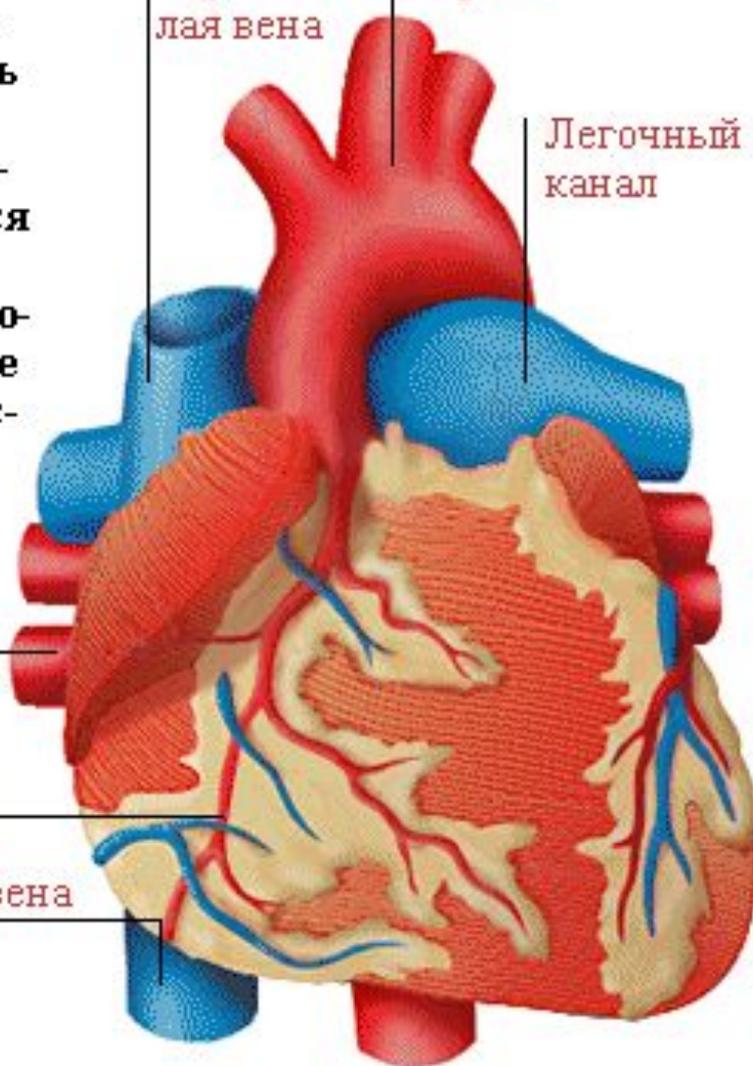
Коронарные артерии (снабжают сердце кровью)

Нижняя полая вена

Верхняя полая вена

Аорта

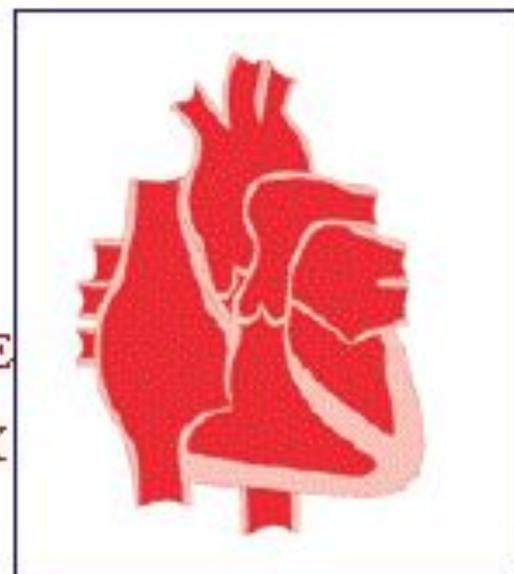
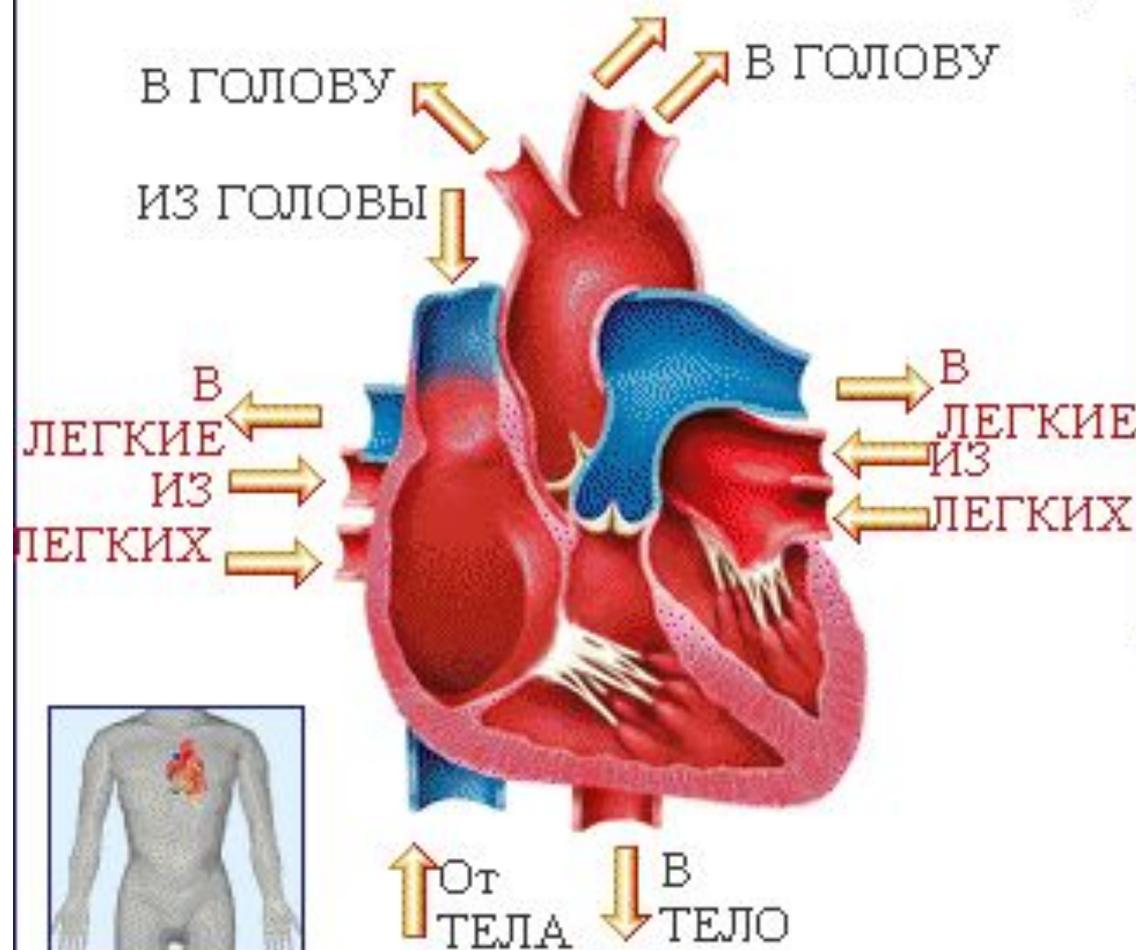
Легочный канал

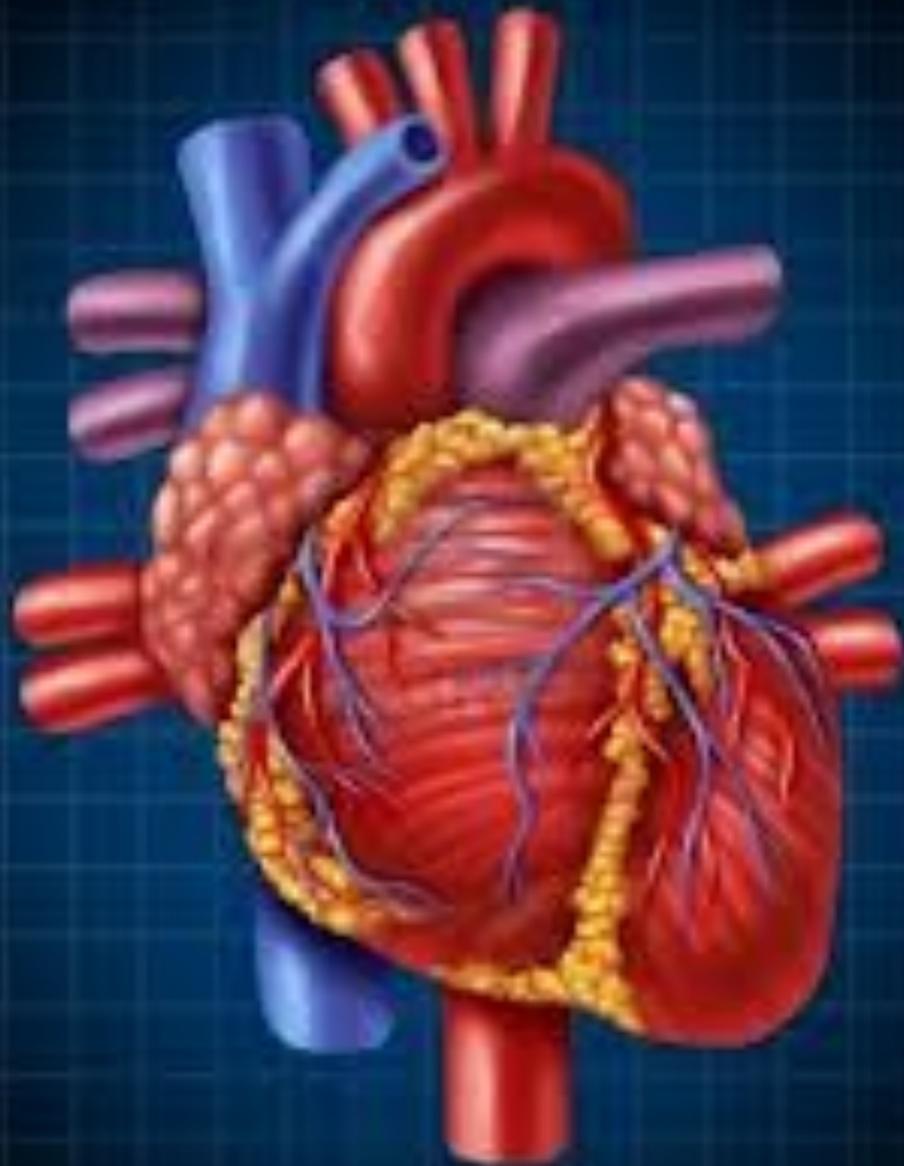


## КАК ЧАСТО БЬЕТСЯ СЕРДЦЕ

Сердце бьется чаще, чем один раз в секунду. Как только кровь попадает в сердце, то его мышца сокращается и кровь выталкивается из него.

Сердечная (кардиальная) мышца состоит из мышечной ткани особого типа и сокращается около 60-80 раз в минуту, а во время физических упражнений около 100 раз в минуту.







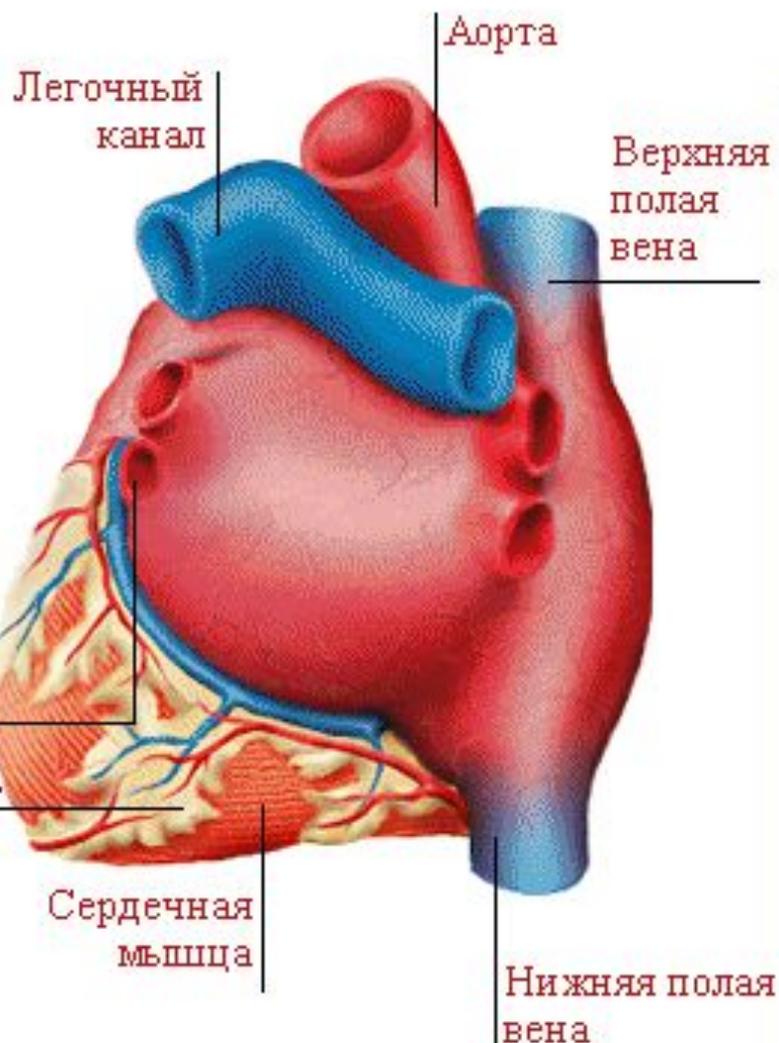
# АНАТОМИЯ СЕРДЦА

Сердце расположено между легкими и на диафрагме - куполообразной мышце, отделяющей грудную полость от брюшной. Примерно две трети сердца расположено слева и одна треть - справа относительно центральной оси тела. Сердечная (кардиальная) мышца тела постоянно сокращается, перегоняя кровь по телу. Такой тип мышц никогда не устает и находится лишь в сердце.

Легочная  
вена

Жировая ткань

Сердечная  
мышца





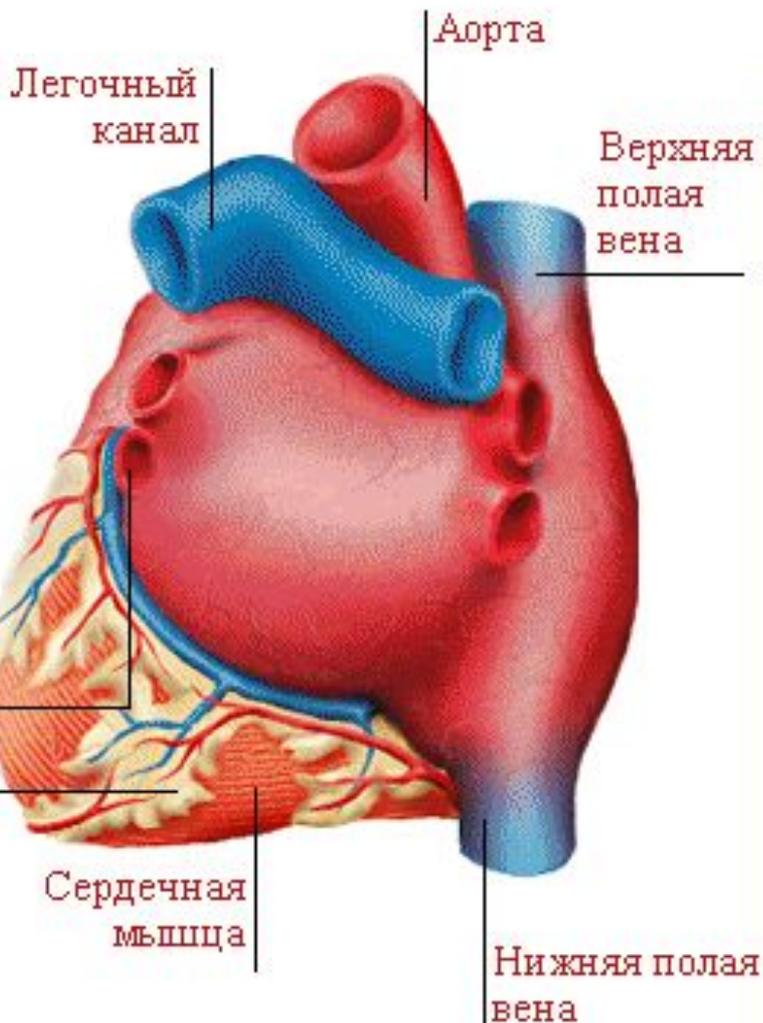
# АНАТОМИЯ СЕРДЦА

Сердце расположено между легкими и на диафрагме - куполообразной мышце, отделяющей грудную полость от брюшной. Примерно две трети сердца расположено слева и одна треть - справа относительно центральной оси тела. Сердечная (кардиальная) мышца тела постоянно сокращается, перегоняя кровь по телу. Такой тип мышц никогда не устает и находится лишь в сердце.

Легочная  
вена

Жировая ткань

Сердечная  
мышца



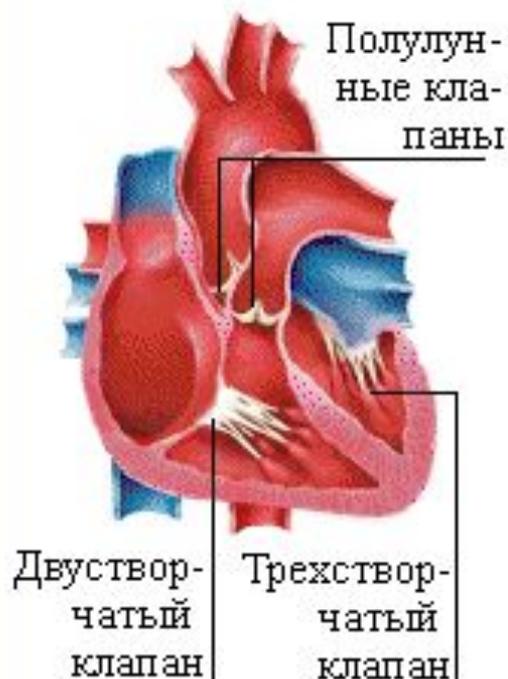


# ВИДЫ КЛАПАНОВ СЕРДЦА

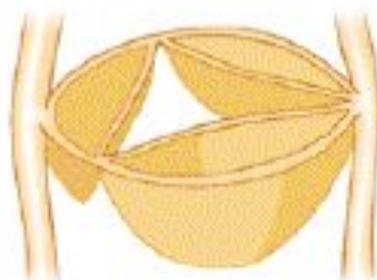
Клапаны сердца служат для предотвращения тока крови в обратном направлении. Они представляют собой отростки ткани. Если кровь течет в обратном направлении, то она

проходит через клапан и закрывает его. Двустворчатый и трехстворчатый клапаны не дают крови течь в ненужном направлении внутри сердца, полулунный клапан находится на выходах из сердца и не дает крови возвращаться в него.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ КЛАПАНОВ В СЕРДЦЕ

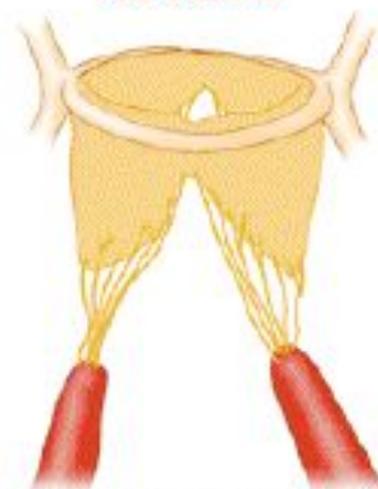


## ПОЛУЛУННЫЙ КЛАПАН



Полулунные клапаны имеют клиновидные створки, которые, наполняясь кровью, препятствуют ее возвращению назад.

## ДВУСТВОРЧАТЫЙ КЛАПАН

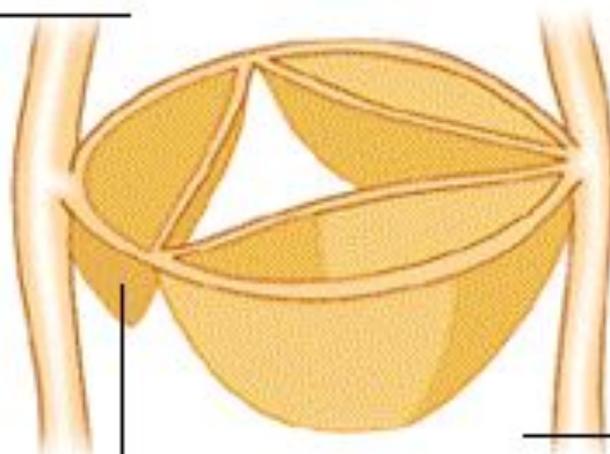


Двустворчатые клапаны имеют две конусообразные заслонки - чашечки. Эти чашечки препятствуют обратному току крови.

## ПОЛУЛУННЫЙ КЛАПАН

В сердце есть два полулунных клапана. Они находятся на выходах из сердца и предотвращают возвращение вытолкнутой крови обратно в сердце. Один из этих клапанов предотвращает обратный ток крови в легочной артерии. Другой клапан находится в аорте и служит для таких же целей, что и клапан в легочной артерии.

Артерия



Нижняя  
камера  
сердца

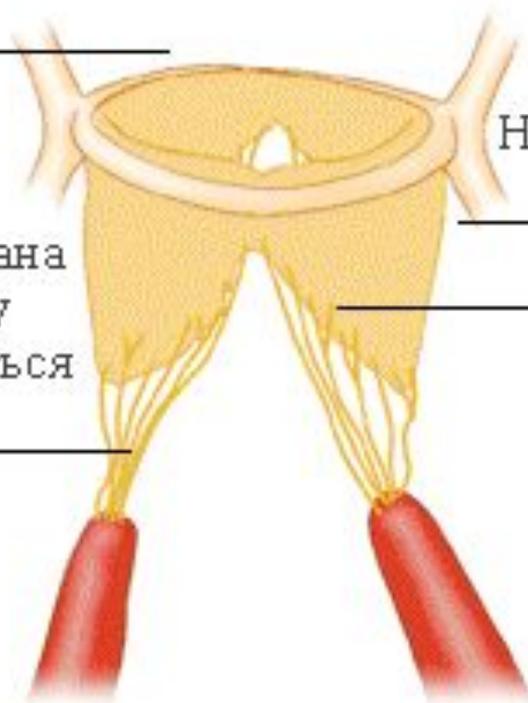
Мешочкообразные  
стенки клапана

## — ДВУСТВОРЧАТЫЙ КЛАПАН —

Внутри сердца есть два клапана, редотвращающие ток крови из нижних камер сердца в верхние. Двустворчатый клапан находится в левой половине сердца. В правой половине находится трехстворчатый клапан. Он похож на двустворчатый, однако имеет не две створки, а три.

Верхняя камера  
сердца

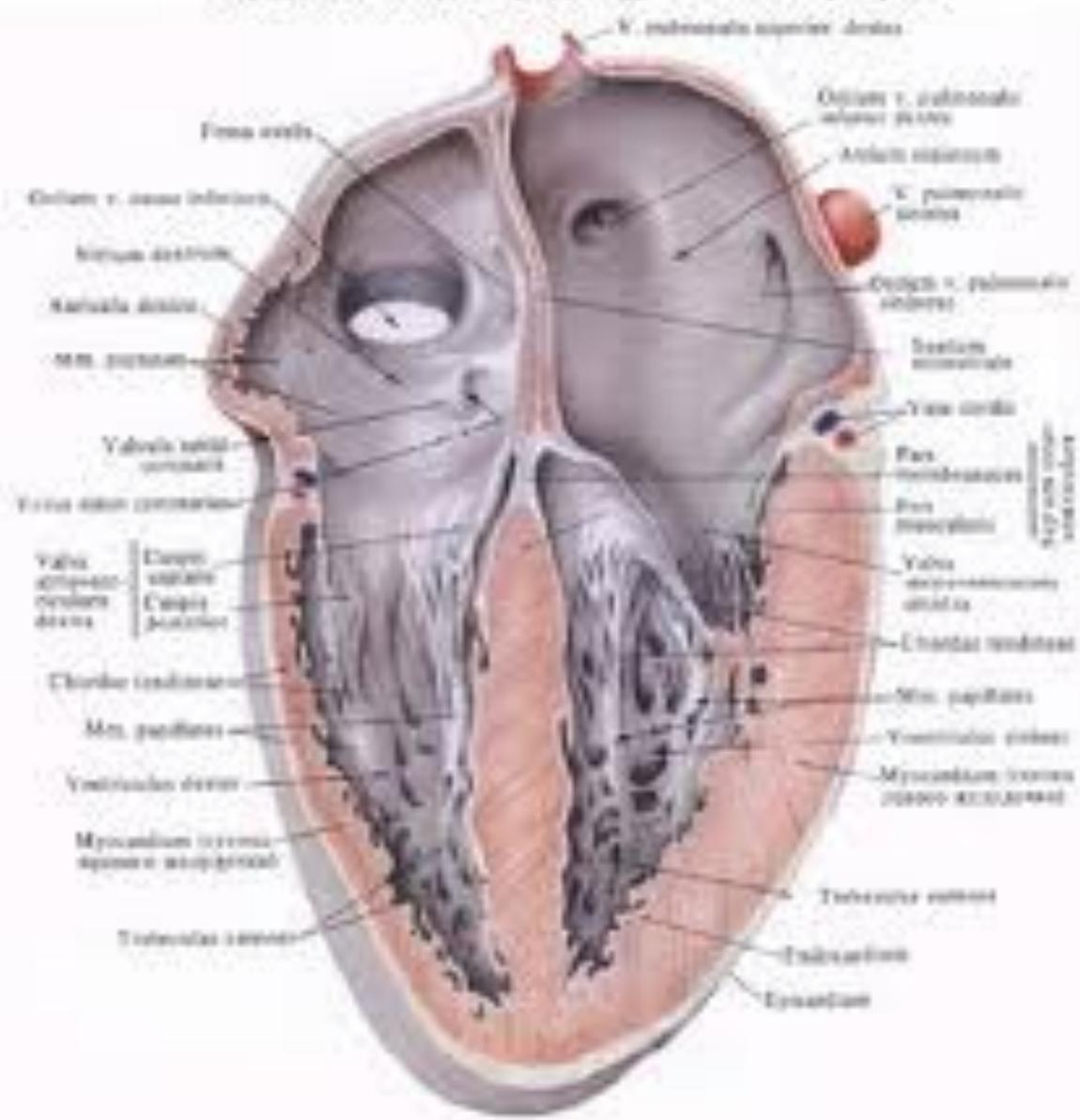
Связки клапана  
(не дают ему  
выворачиваться  
наружу)

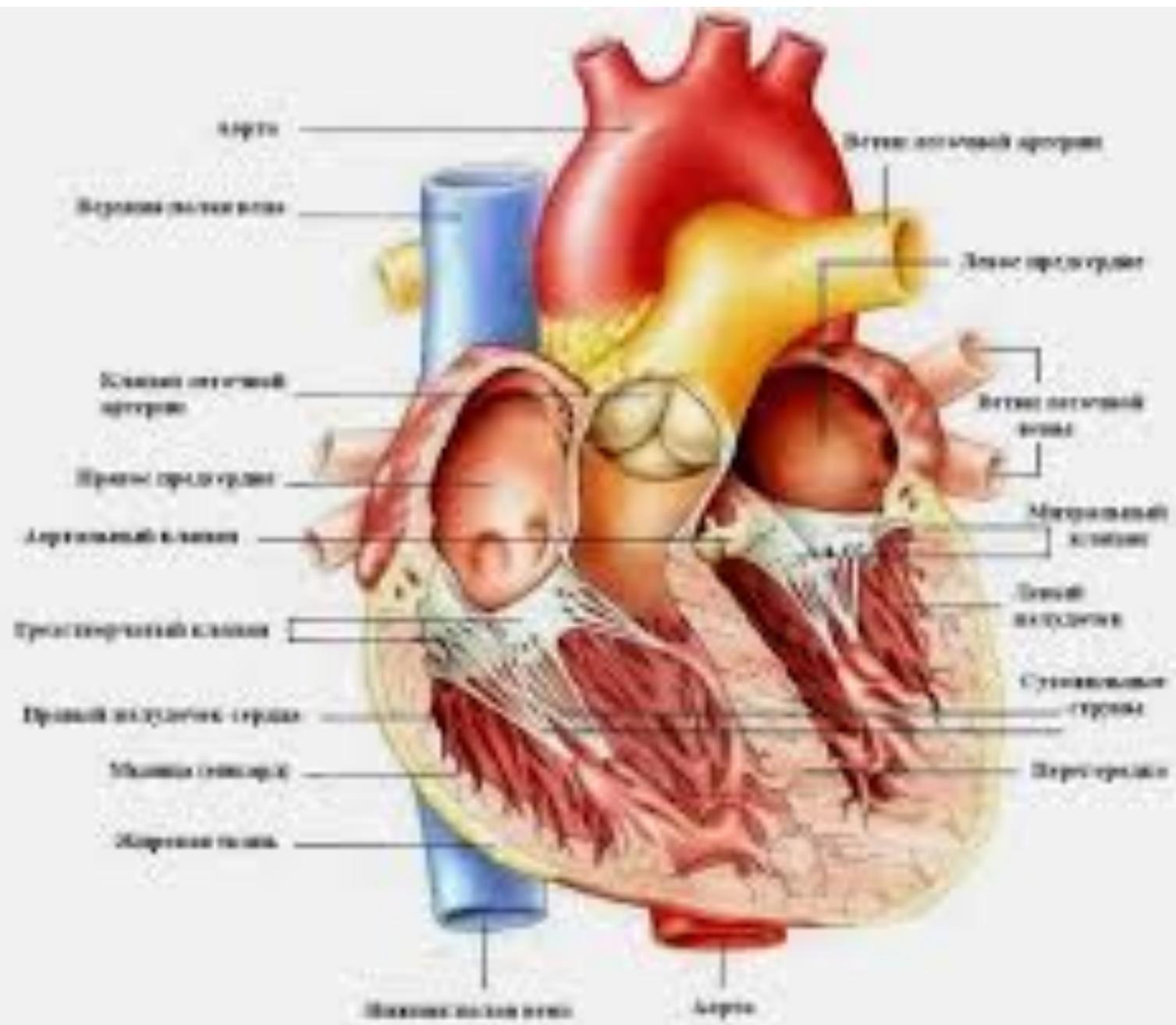


Нижняя камера  
сердца

Заслонки

Сердце, сог (вид спереди), фронтальный разрез





## Правое предсердие

Правое предсердие имеет форму куба. В правое предсердие впадают верхняя полая вена, нижняя полая вена, венечный синус, собирающий кровь от стенки сердца, а также небольшие вены сердца. На его передне-верхней стенке имеется **Дополнительная полость – правое ушко**. В перегородке между правым и левым предсердиями **находится овальная ямка**. У плода в этом месте имеется овальное отверстие, через которое кровь из правого предсердия, минуя легкие, поступает в левое предсердие. Овальное отверстие закрывается в первый год жизни, однако в 1/3 случаев оно остается в течение всей жизни

Сокращение (напряжение) стенки сердца называется **систолой**, а расслабление – **диастолой**. При систоле правого предсердия кровь из него через правое предсердно-желудочковое отверстие поступает в правый желудочек. Это отверстие закрывается правым предсердно-желудочковым клапаном (трехстворчатым), который состоит из трех створок и препятствует обратному току крови во время систолы желудочка.

## Правый желудочек

Внутренняя поверхность полости правого желудочка имеет многочисленные мясистые перекладки и конусовидные выступы, которые называются сосочковыми мышцами. От верхушки сосочковых мышц к свободному краю трехстворчатого клапана тянутся сухожильные струны, препятствующие вывертыванию трехстворчатого клапана в сторону предсердия при систоле желудочка.

Из правого желудочка выходит легочный ствол, по которому к легким течет венозная кровь. Отверстие его при диастоле (расслаблении) правого желудочка закрывается клапаном легочного ствола, состоящим из трех полулунных клапанов в виде кармашков. Этот клапан препятствует обратному току крови из легочного ствола в правый желудочек.

## Левое предсердие

В него впадают четыре легочные вены, по которым течет артериальная кровь из легких. Левое предсердие, как и правое, имеет **дополнительную полость – левое ушко с гребенчатыми мышцами**. Левое предсердие сообщается с левым желудочком левым предсердно-желудочковым отверстием. Оно закрывается левым предсердно-желудочковым клапаном, который еще называют двустворчатым, или митральным. Этот клапан состоит из двух створок.

## Левый желудочек

Строение левого желудочка сходно со строением правого желудочка: в нем также имеются мясистые перекладки и сосочковые мышцы, от которых тянутся сухожильные струны к двустворчатому клапану. Из левого желудочка выходит аорта. Отверстие в аорту закрывается клапаном аорты, имеющим такое же строение, как и клапан легочного ствола (состоит из трех полулунных клапанов).

## Стенка сердца состоит из трех слоев:

Внутренний – эндокард, средний – миокард и наружный – эпикард.

- **Эндокард** – это тонкая серозная оболочка, которая выстилает полости сердца. Она состоит из соединительной ткани, содержащей коллагеновые, эластические и гладкомышечные волокна, кровеносные сосуды и нервы. Со стороны полостей сердца эндокард покрыт эпителием.
- **Миокард** – наиболее толстый слой стенки сердца, состоящий из поперечно-полосатой сердечной мышечной ткани.

Мускулатура желудочков построена сложнее и состоит из трех слоев: наружного, среднего и внутреннего. Наружный – продольный слой, общий для обоих желудочков, в области верхушки сердца переходит во внутренний продольный слой; между наружным и внутренним слоями располагается средний круговой (циркулярный) слой, отдельный для каждого желудочка.

# Стенка сердца (продолжение)

- Эпикард. Это висцеральный листок серозной оболочки сердца, который плотно срастается с миокардом. Основу его составляет соединительная ткань, а свободная поверхность покрыта плоскими клетками – мезотелием. В области основания сердца, у начала крупных сосудов, эпикард заворачивается и переходит в пристеночный или париетальный листок серозной оболочки, который входит в состав околосердечной сумки – **перикарда**. Между этими двумя листками образуется щелевидная герметическая полость, содержащая небольшое количество (около 20 г) серозной жидкости, которая увлажняет поверхность сердца, уменьшая трение при его сокращениях.

## Перикард, или околосердечная сумка

Это замкнутый мешок, в котором расположено сердце, состоящий из двух пластинок – наружной – фиброзной и внутренней – серозной. Фиброзная пластинка переходит в наружную (адвентициальную) оболочку сосудов. **Она очень плотно отграничивает сердце от лежащих по соседству органов и препятствует чрезмерному растяжению его.** Серозная пластинка является пристеночным листком серозной оболочки сердца. Таким образом, серозная оболочка сердца построена аналогично серозным оболочкам, покрывающим легкие, органы брюшной полости, полость яичка, т. е. **она имеет два листка – висцеральный и париетальный, с заключенной между ними серозной полостью.**

# Проводящая система сердца

- ▶ синусово-предсердный узел,
- ▶ предсердно-желудочковый узел
- ▶ предсердно-желудочковый пучок.

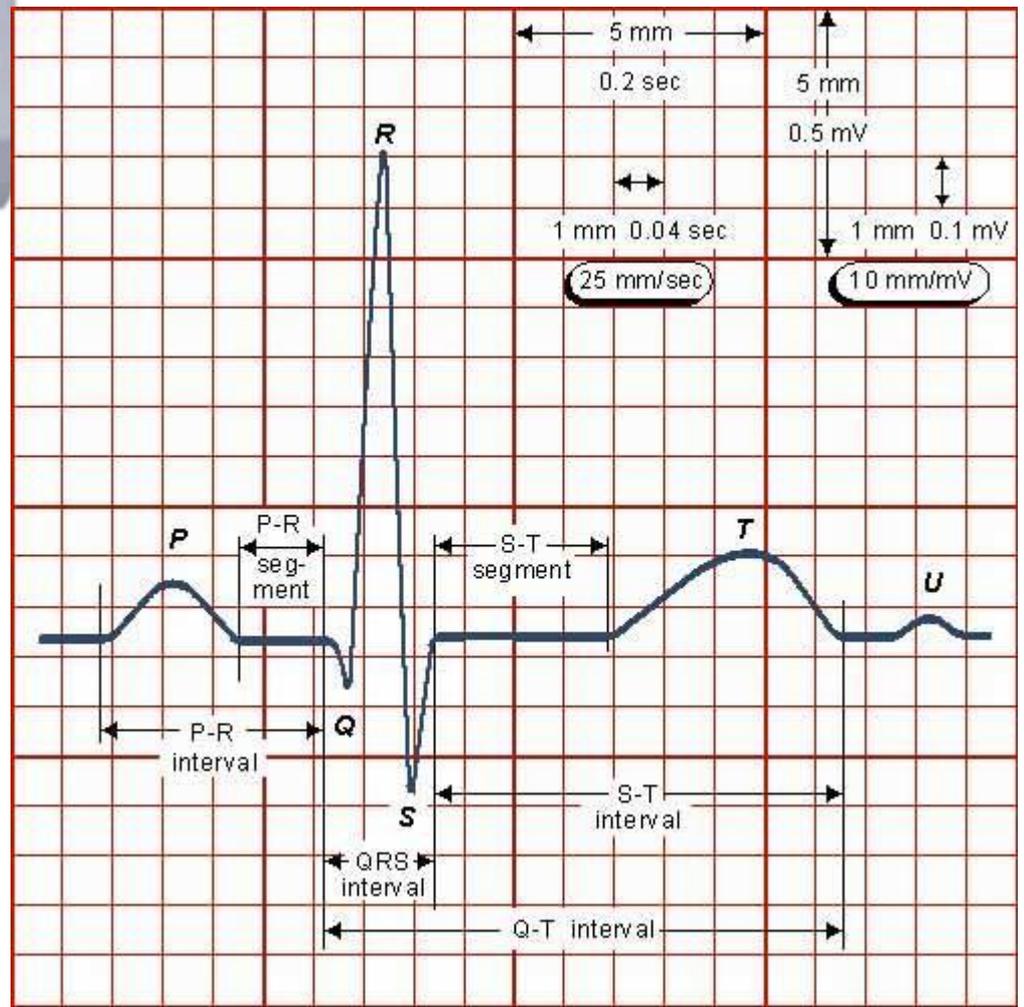
Импульсы, вызывающие сокращение сердца, возникают в синусно-предсердном узле, поэтому его называют водителем ритма сердца. Он расположен в стенке правого предсердия, между верхней поллой веной и правым ушком. Далее импульсы распространяются по предсердиям к предсердно-желудочковому узлу, который лежит в стенке правого предсердия над трехстворчатым клапаном. От предсердно-желудочкового узла импульсы идут на миокард желудочков по предсердно-желудочковому пучку, прилежащему к перегородке желудочков. Этот пучок делится на правую и левую ножки, которые разветвляются в миокарде соответствующих желудочков.



работе [сердца](#) — методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Электрокардиография представляет собой относительно недорогой, но ценный метод [электрофизиологической](#) — методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Электрокардиография представляет собой относительно недорогой, но ценный метод электрофизиологической инструментальной диагностики в [кардиологии](#).

ЭКГ — графическое представление разности потенциалов возникающих в результате работы сердца и проводящихся на поверхность тела.

Зубец Р отображает процесс охвата возбуждением миокарда предсердий, комплекс QRS — систолу желудочков, сегмент ST и зубец Т отражают процессы реполяризации миокарда желудочков. Во время реполяризации ионы диффундируют в обратном направлении для восстановления прежнего электрического заряда мембраны, после чего клетка бывает



## **Благодаря проводящей системе сердца сохраняется его правильный ритм.**

Сначала одновременно сокращаются предсердия. Ушки сердца выполняют вспомогательную гидродинамическую функцию по отношению к предсердиям. Под давлением крови открываются предсердно-желудочковые клапаны, и кровь заполняет желудочки, которые в это время находятся в состоянии расслабления. Предсердия расслабляются – сокращаются желудочки. Под напором крови, находящейся в желудочках, открываются клапаны аорты и легочного ствола, и кровь из желудочков устремляется в эти сосуды. После этого несколько десятых долей секунды длится общая пауза сердца, когда и предсердия и желудочки находятся в расслабленном состоянии, способствуя поступлению крови в сердце.

Иннервация сердца очень сложна. Она осуществляется вегетативной нервной системой – **блуждающим и симпатическими нервами, в составе которых имеются как чувствительные, так и двигательные волокна.** В стенке самого сердца находятся нервные сплетения, состоящие из нервных узлов и нервных волокон. Двигательные (эфффективные) нервы сердца И.П. Павлов подразделял по функции на четыре: замедляющий, ускоряющий, ослабляющий и усиливающий деятельность сердца. Эти нервы относятся к вегетативной нервной системе.

**Количество крови, протекающей через большой круг кровообращения (БКК), практически равно количеству крови, протекающей через малый круг кровообращения.**

### **Коронарные сосуды:**

- плотность капиллярной сети в 3-4 раза больше, чем в скелетной мышце (3500-4000 кап/мм<sup>2</sup>)**
- в покое потребляет 10% от общего потребления кислорода организмом
- в покое используется половина диффузионной площади капилляров (50% резерв)
- резерв увеличения кровотока – в 4 раза (за счет увеличения объема крови и количества капилляров)
- кровоснабжается в основном в диастолу
- высокий метаболизм (КУК ~ 75%, в основном аэробное получение АТФ)

Кровяное давление (КД) – гидростатическое давление в сосудах, которое создается в результате постоянного циклического выброса крови сердцем в большой и малый круги кровообращения.

## Виды КД:

а) систолическое  $P_c$  – максимальное давление в магистральных артериях во время систолы желудочков.

б) диастолическое  $P_d$  – минимальное давление в магистральных артериях в конце диастолы желудочков.

в) пульсовое давление – разность между  $P_c$  и  $P_d$ , регистрируемая на протяжении от аорты (легочной артерии) до артериол.

г) среднее артериальное давление – постоянное неп пульсирующее АД, обеспечивающее такой же гемодинамический эффект, как и реальное пульсирующее давление, это давление, усредненное по времени сердечного цикла.

д) центральное венозное давление –  $p$  в верхних и нижних полых венах.

Значение КД: это движущая сила, обеспечивающая кровоток.

# Круги кровообращения

## I. Большой круг.

Начинается аортой из левого желудочка и заканчивается верхней и нижней полыми венами, впадающими в правое предсердие.

Через стенки капилляров происходит обмен веществ между кровью и тканями. Артериальная кровь отдает тканям кислород и забирает углекислоту, становясь венозной.

## II. Малый круг.

Начинается из правого желудочка легочным стволом и заканчивается четырьмя легочными венами, впадающими в левое предсердие.

В капиллярах легкого венозная кровь обогащается кислородом и становится артериальной.

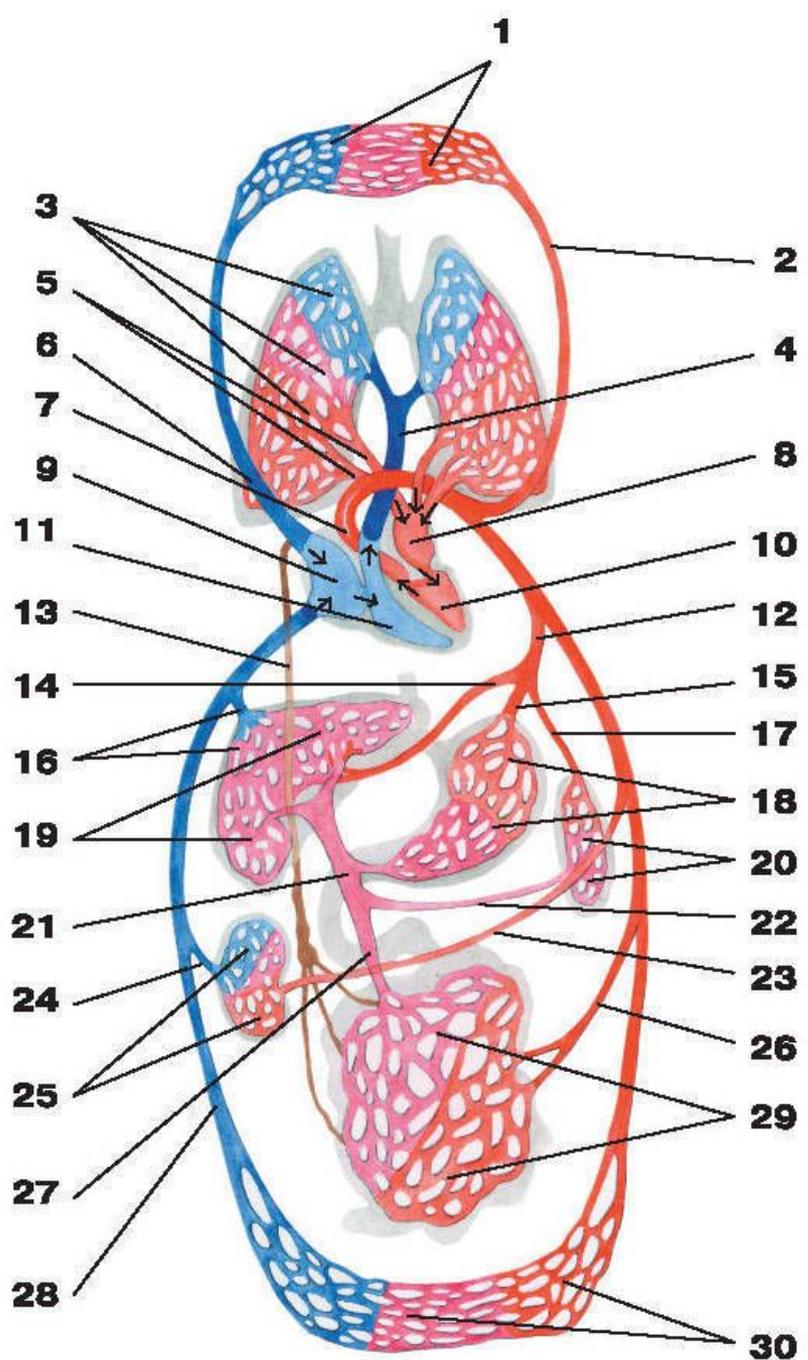
## III. Венечный круг.

Включает сосуды самого сердца для кровоснабжения сердечной мышцы.

Начинается выше луковицы аорты левой и правой венечными артериями.

Впадают в венечный синус, который впадает в правое предсердие.

Протекая по капиллярам, кровь отдает мышце сердца кислород и питательные вещества, а получает углекислоту и продукты распада, и становится венозной.



**Малый круг  
кровообращен  
ия**

**Большой круг  
кровообращения**

# Основные физиологические свойства сердечной мышцы

1. Возбудимость.
2. Проводимость (1-5 м/с).
3. Сократимость.

Норма сердечных сокращений у здорового человека – 60-80 ударов в минуту.

Менее 60 ударов в минуту – брадикардия.

Более 80 ударов в минуту – тахикардия.

Работа сердца – это ритмические сокращения и расслабления предсердий и желудочков.



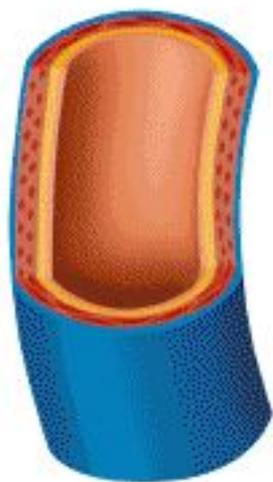
## КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ

Кровеносные сосуды - это трубочки, переносящие кровь.

Они бывают трех типов: артерии, вены и капилляры. Кровь выходит из сердца в артерии и возвращается в него по венам.

Капилляры же, омывая ткани, соединяют артерии и вены. Кровь делает прохождение через сердце два раза по двум замкнутым кругам: от сердца в легкие и обратно, от сердца в тело и обратно.

### ВЕНА



Вены переносят небогатую кислородом кровь от тела в сердце. Их стенки тоньше, чем у артерий.

### АРТЕРИЯ



Артерии переносят богатую кислородом кровь от сердца в тело. Их стенки толстые и прочные.

### КАПИЛЛЯР



Капилляры переносят кровь в ткани тела, поставляя кислород в клетки.



**Рис. 1. Структура артериальной стенки**

# Артерии

• Артерии — сосуды, обеспечивающие продвижение крови от сердца к микроциркуляторному руслу. По величине диаметра они подразделяются на артерии малого, среднего и крупного калибра. Стенка всех артерий состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной. Тканевый состав и степень развития этих оболочек в артериях разного калибра неодинаковы, что связано с гемодинамическими условиями и особенностями функций, выполняемых сосудами тех или иных отделов артериального русла. По количественному соотношению эластических и мышечных элементов в средней оболочке сосуда различают артерии эластического, смешанного (мышечно-эластического) и мышечного типов.

# Артерии

• Артерии эластического типа (аорта и легочная артерия) выполняют транспортную функцию и функцию поддержания давления крови в артериальной системе во время диастолы сердца. Стенка их испытывает ритмические изменения кровяного давления. Кровь в эти сосуды поступает под высоким давлением (120-130 мм рт. ст.) и со скоростью около 1 м/с. В этих условиях вполне оправдано сильное развитие эластического каркаса стенки, который позволяет растягиваться сосудам во время систолы и принимать исходное положение во время диастолы. Возвращаясь в исходное положение, эластичная стенка таких сосудов способствует тому, что последовательно выбрасываемые из желудочков сердца порции крови превращаются в непрерывный кровоток.

# Артерии

• **Артерии смешанного (мышечно-эластического)** типа характеризуются примерно равным количеством мышечных и эластических элементов в составе средней оболочки. Между гладкими миоцитами лежат густые сети эластических фибрилл. На границе внутренней и средней оболочек отчетливо выражена внутренняя эластическая мембрана. В наружной оболочке содержатся пучки гладких мышечных клеток, а также коллагеновых и эластических волокон. К артериям данного типа относятся сонная, подключичная и другие.

• **Артерии мышечного типа** выполняют не только транспортную, но и распределительную функции, регулируя приток крови к органам в условиях разных физиологических нагрузок (это, так называемые, органые артерии).

• **Артерии мышечного типа содержат в средней оболочке гладкие миоциты.** Это позволяет артериям регулировать приток крови к органам и поддерживать нагнетание крови, что важно для кровоснабжения органов, расположенных на большом удалении от сердца. Артерии мышечного типа могут быть крупного, среднего и малого калибров. Внутреннюю оболочку стенки этих артерий образуют эндотелий, лежащий на базальной мембране, подэндотелиальный слой и внутренняя эластическая мембрана, однако в мелких артериях внутренняя эластическая мембрана выражена слабо.

# Артериолы

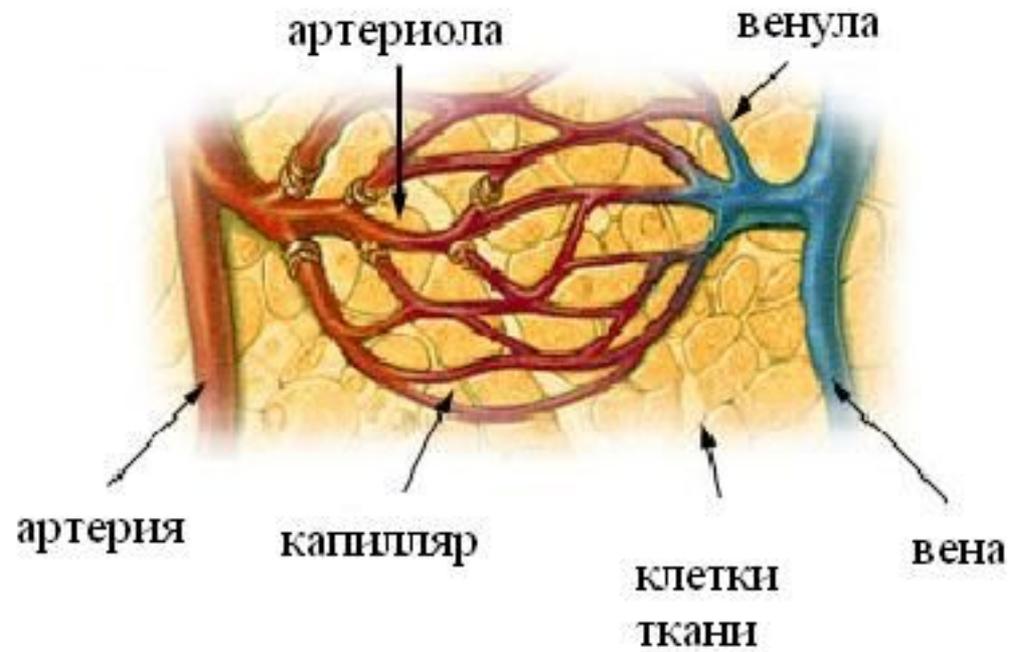
• Артериолы — мелкие сосуды диаметром 50-100 мкм, постепенно переходящие в капилляры. Основная функция артериол — регулирование притока крови в основное обменное звено МЦР — гемокапилляры. В их стенке еще сохраняются все три оболочки, свойственные более крупным сосудам, хотя они и становятся очень тонкими. Внутренний просвет артериол выстлан эндотелием, под которым лежат единичные клетки подэндотелиального слоя и тонкая внутренняя эластическая мембрана. В средней оболочке спиралевидно располагаются гладкие миоциты. Они образуют всего 1-2 слоя. Гладкие мышечные клетки имеют непосредственный контакт с эндотелиоцитами, благодаря наличию перфораций во внутренней эластической мембране и в базальной мембране эндотелия

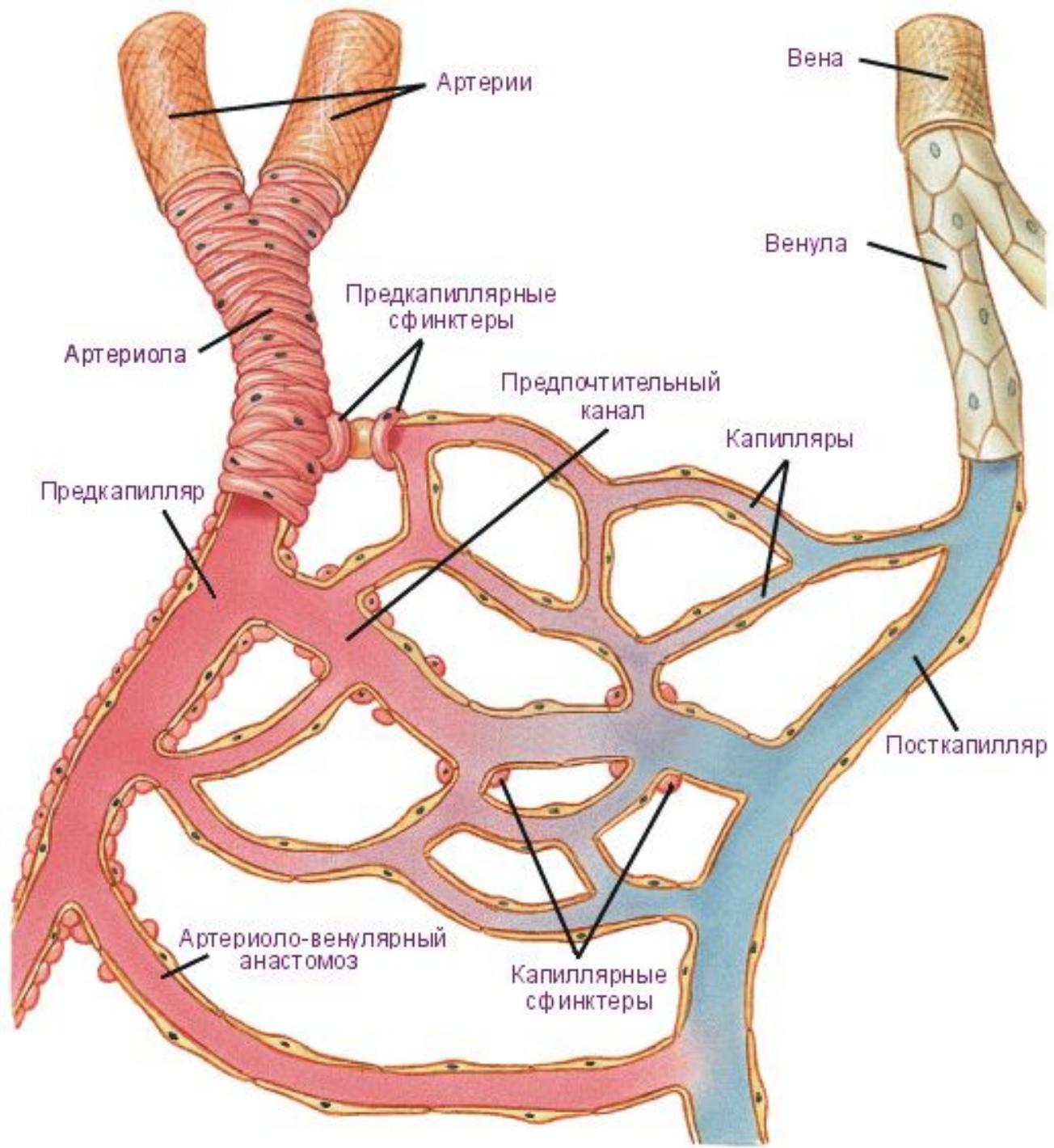
# Капилляры

• **Прекапилляры (прекапиллярные артериолы)** — тонкие микрососуды (диаметром около 15 мкм), отходящие от артериол и переходящие в гемокапилляры. Их стенка состоит из эндотелия, лежащего на базальной мембране, гладкомышечных клеток, расположенных поодиночке и наружных адвентициальных клеток. В местах отхождения от прекапиллярных артериол кровеносных капилляров имеются гладкомышечные сфинктеры. Последние регулируют приток крови к отдельным группам гемокапилляров и при отсутствии выраженной функциональной нагрузки на орган большая часть прекапиллярных сфинктеров закрыта.

• **Гемокапилляры.** Наиболее тонкостенные сосуды микроциркуляторного русла, по которым кровь транспортируется из артериального звена в венозное. Из этого правила есть исключения: **в клубочках почек гемокапилляры располагаются между приносящими и выносящими артериолами. Такие атипично расположенные кровеносные капилляры образуют сети, называемые чудесными.** Функциональное значение гемокапилляров чрезвычайно велико. Они обеспечивают направленное движение крови и обменные процессы между кровью и тканями.

## Сосуды микроциркуляции





# Посткапилляры и вены

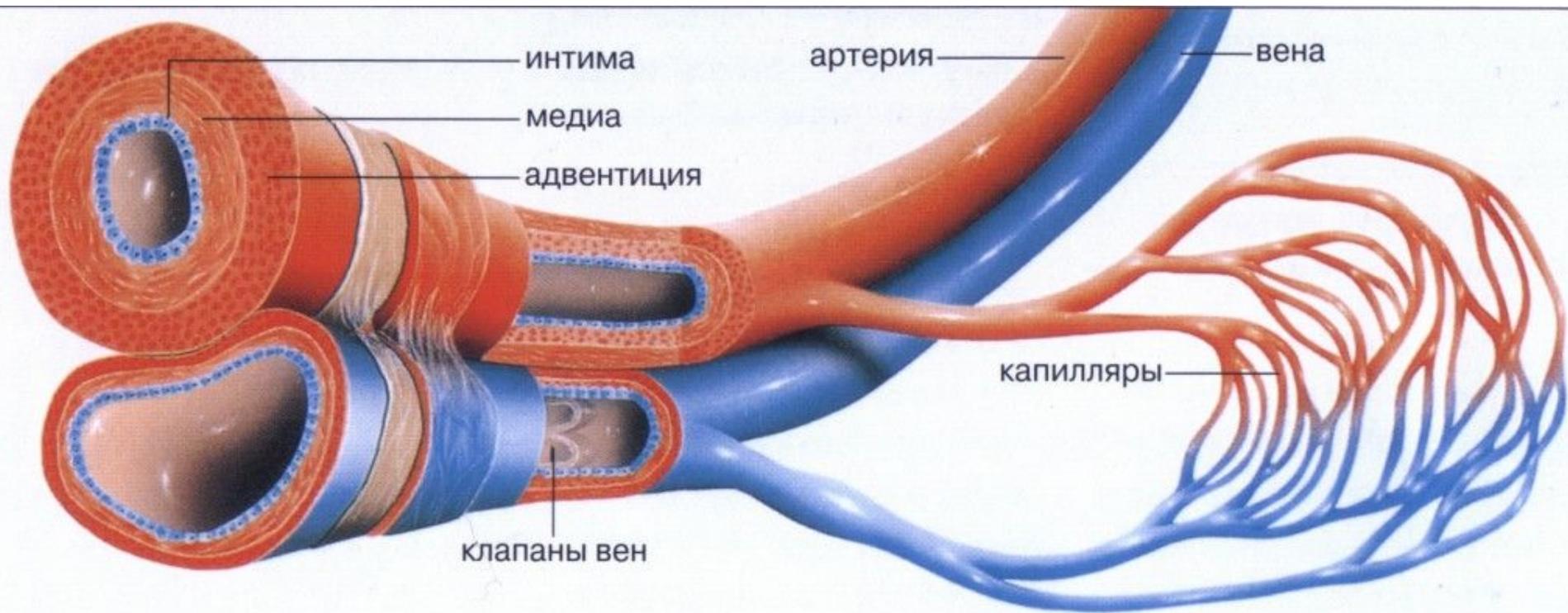
• Посткапилляры, или посткапиллярные вены, — это сосуды диаметром около 12-30 мкм, образующиеся при слиянии нескольких капилляров. Посткапилляры по сравнению с капиллярами имеют больший диаметр и в составе стенки чаще встречаются перициты. Эндотелий фенестрированного типа. На уровне посткапилляров происходят также активные обменные процессы и осуществляется миграция лейкоцитов.

• Вены образуются при слиянии посткапилляров. Начальным звеном венозного отдела МЦР являются собирательные вены. Они имеют диаметр около 30-50 мкм и не содержат в структуре стенки гладких миоцитов. Собирательные вены продолжают в мышечные, диаметр которых достигает 50-100 мкм. В этих венах имеются гладкомышечные клетки (численность последних увеличивается по мере удаления от гемокапилляров), которые ориентированы чаще вдоль сосуда.

# ВЕНЫ

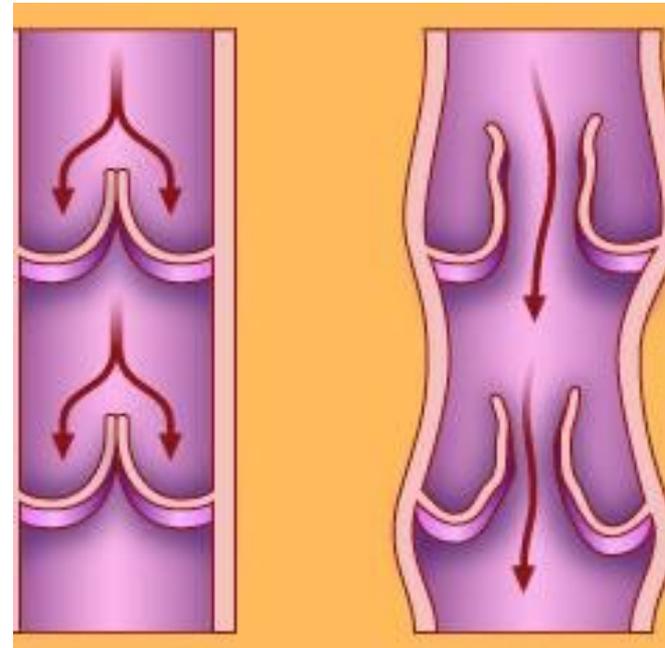
•Вены в целом сходны по строению с артериями, однако особенности гемодинамики (низкое давление и медленное движение крови в венах) придают структуре их стенки ряд особенностей. По сравнению с артериями одноименные вены имеют **большой диаметр (в венозном звене сосудистого русла находится около 70% всей крови), тонкую, легко спадающуюся стенку, слабо развитый эластический компонент, более слабо развитые гладкомышечные элементы в средней оболочке, хорошо выраженную наружную оболочку.**

•Вены, расположенные ниже уровня сердца, имеют **полулунные клапаны**. Границы между оболочками в венах менее отчетливы по сравнению с артериями. Внутренняя оболочка вен состоит из эндотелия и подэндотелиального слоя. Внутренняя эластическая мембрана слабо выражена. Средняя оболочка вен представлена гладкими мышечными клетками, которые не образуют сплошного слоя, как в артериях, а располагаются в виде обособленных пучков, отделенных прослойками волокнистой соединительной ткани. Эластических волокон мало.



Стенки кровеносных сосудов состоят из трех слоев.  
Особенно важную функцию выполняют эти слои артерий.

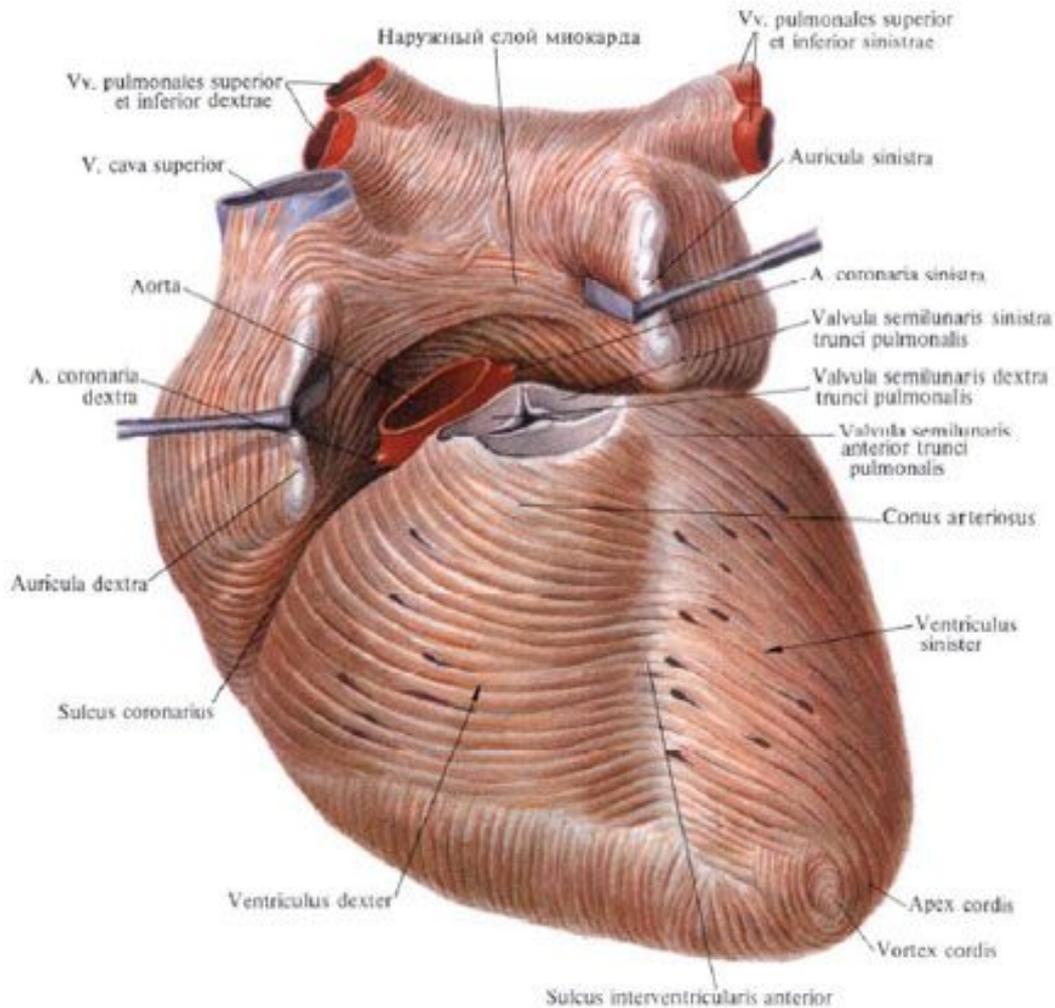
# Недостаточность венозных клапанов



# сердце

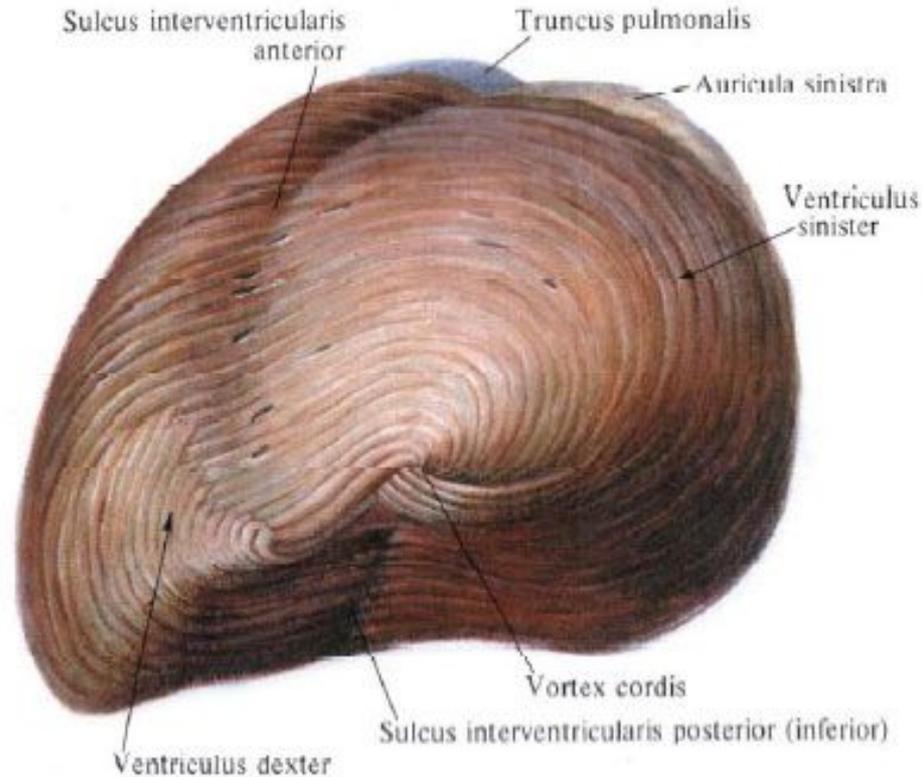
- При этом сердечная мышца представляет собой особый вид поперечно-полосатой мышечной ткани, встречающейся исключительно в сердце.
- Сердце человека, сокращаясь в среднем 72 раза в минуту, на протяжении 66 лет совершит около 2,5 миллиардов сердечных циклов. Масса сердца у человека зависит от пола и обычно достигает 250—300 грамм (9—11 унций) у женщин и 300—350 грамм (11—12 унций) у мужчин.

## Мышечный слой предсердий и желудочков, вид спереди



В мускулатуре сердца различают два отдела: мышечные слои предсердия и мышечные слои желудочков. В предсердиях различают поверхностный и глубокий мышечные слои: поверхностный состоит из циркулярно или поперечно расположенных волокон, глубокий - из продольных, которые своими концами начинаются от фиброзных колец и петлеобразно охватывают предсердие.

Мышечный слой желудочков, вид со стороны верхушки сердца,  
арех cordis (эпикард удален)



Мускулатура желудочков очень сложная. В ней можно различить три слоя: тонкий поверхностный слой слагается из продольных волокон, волокна идут косо вниз, на верхушке сердца они образуют завиток, загибаясь здесь петлеобразно в глубину и составляя внутренний продольный слой. Волокна среднего слоя, расположенные между продольными наружным и внутренним, идут более или менее циркулярно, причем в отличие от поверхностного слоя не переходят с одного желудочка на другой, а являются самостоятельными для каждого желудочка.

# СЕРДЦЕ

- Сердце человека сокращается за сутки примерно 100 тыс. раз, перекачивая ни много ни мало — около 14 т крови. А за 70 лет сердце перекачивает примерно 360 тыс. т крови! За эти годы оно совершает около 2,5 млрд. сокращений и выполняет работу, равнозначную поднятию 10 т груза на высоту 16 км.
- Работоспособность для органа с такой небольшой массой поистине удивительная. По-видимому, этот орган должен быть признан одним из самых совершенных «механических» устройств, когда-либо созданных природой. Самая надежная современная пружина выдерживает не более 100 млн. сжатий и расслаблений.

**Сосудодвигательный центр** – это совокупность нервных образований, расположенных в спинном, продолговатом мозге, гипоталамусе и коре больших полушарий. Основным сосудодвигательным центром находится в продолговатом мозге и состоит из двух отделов: **прессорного и депрессорного**. Раздражение первого отдела приводит к сужению сосудов, второго – к их расширению.

Свое влияние сосудодвигательный центр осуществляет через симпатические нейроны спинного мозга, затем к симпатическим нервам и сосудам и обуславливает их **постоянное тоническое напряжение**. Тонус же сосудодвигательного центра продолговатого мозга зависит от нервных импульсов, идущих к нему от различных рефлексогенных зон.

**Рефлексогенные зоны** – участки сосудистой стенки, содержащие наибольшее количество рецепторов.

Механорецепторы – барорецепторы, воспринимающие колебания АД 1-2 мм.рт.ст.

Хеморецепторы – воспринимают изменение химического состава крови ( $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $CO$ ).

Волюморецепторы – воспринимают изменение ОЦК.

Осморецепторы – воспринимают изменение осмотического давления крови.

## Рефлексогенные зоны:

1. Аортальная (дуга аорты).
2. Синокаротидная (общая сонная артерия).
3. Само сердце.
4. Устья полых вен.
5. Область сосудов малого круга кровообращения.

Изменение давления, химического состава чутко воспринимается рецепторами, и информация поступает в ЦНС.

## Депрессорный рефлекс

Возникает в связи с повышением АД крови в сосудах. При этом возбуждаются барорецепторы дуги аорты и каротидного синуса, от них возбуждение депрессорному нерву поступает в сосудодвигательный центр продолговатого мозга. Это приводит к снижению активности прессорного центра и усилению тормозящего влияния волокон блуждающего нерва. В результате происходит расширение сосудов и брадикардия.

## Прессорный рефлекс

Наблюдается при снижении АД в сосудистой системе.

В этом случае функция импульсов, идущих от аортальных и каротидных зон по чувствительным нервам, резко уменьшается, что приводит к торможению центра блуждающего нерва и увеличению тонуса симпатической иннервации. При этом АД повышается, сосуды суживаются.

Значение рефлексов: Поддерживают постоянный уровень АД в сосудах и предупреждают возможность его чрезмерного повышения. Их называют “обуздывателями кровяного давления”.

# Гуморальные вещества, оказывающие влияние на сосуды:

- 1) сосудосуживающие – адреналин, норадреналин, вазопрессин, ренин;
- 2) сосудорасширяющие – ацетилхолин, гистамин, ионы K, Mg, молочная кислота.

Микроциркуляторное русло – это кровообращение в системе капилляров, артериол и венул.

Капилляр – это конечное звено микроциркуляторного русла, здесь совершается обмен веществ и газов между кровью и клетками тканей организма через межклеточную жидкость.

Капилляр – это тонкая трубка длиной 0,3-0,7 мм.

Длина всех капилляров – 100 000 км. В покое функционирует 10-25% капилляров. Скорость кровотока – 0,5-1 мм/сек. Давление на артериальном конце – 35-37 мм.рт.ст., на венозном – 20 мм.рт.ст.