

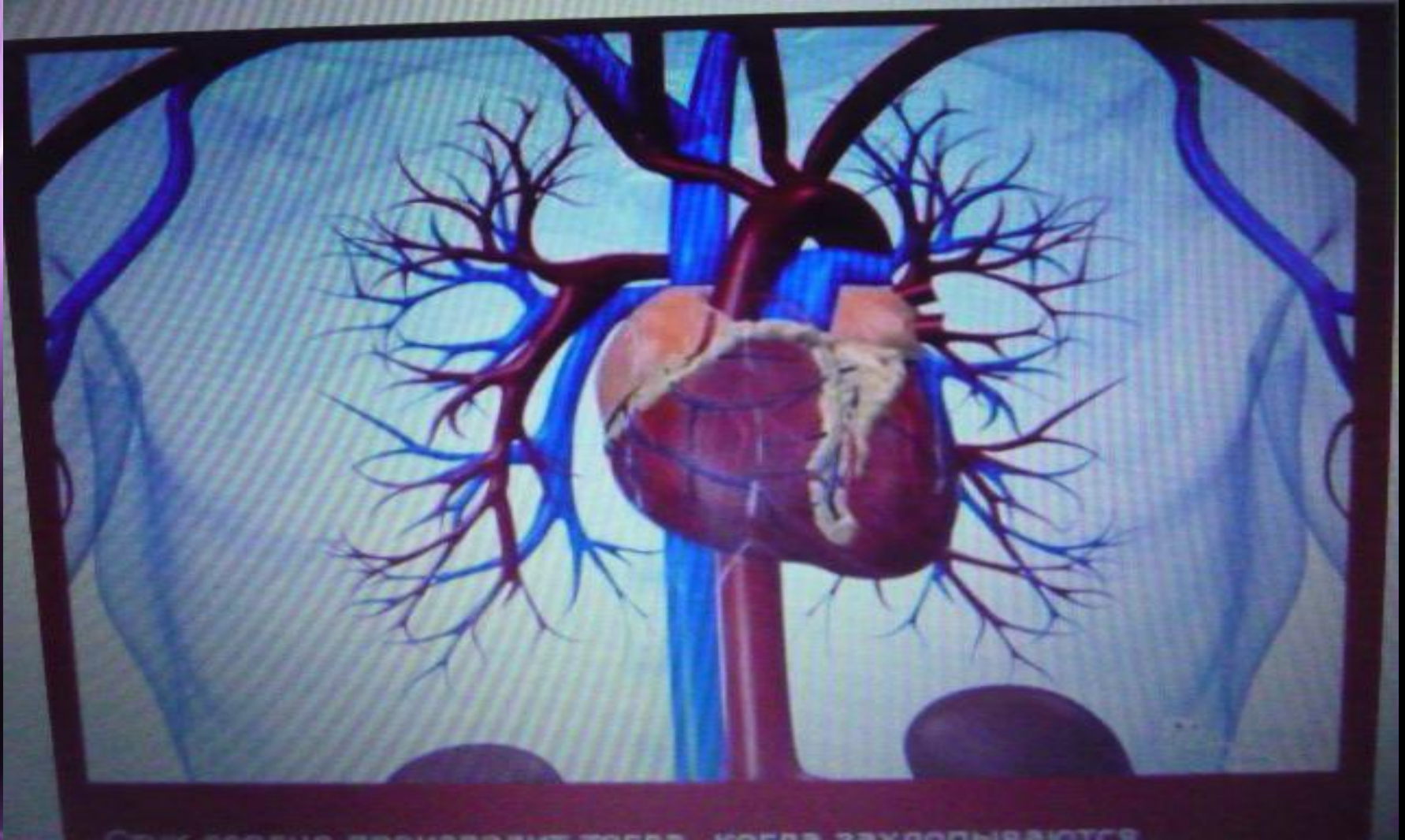
# **Строение сердца. Сердечный цикл.**

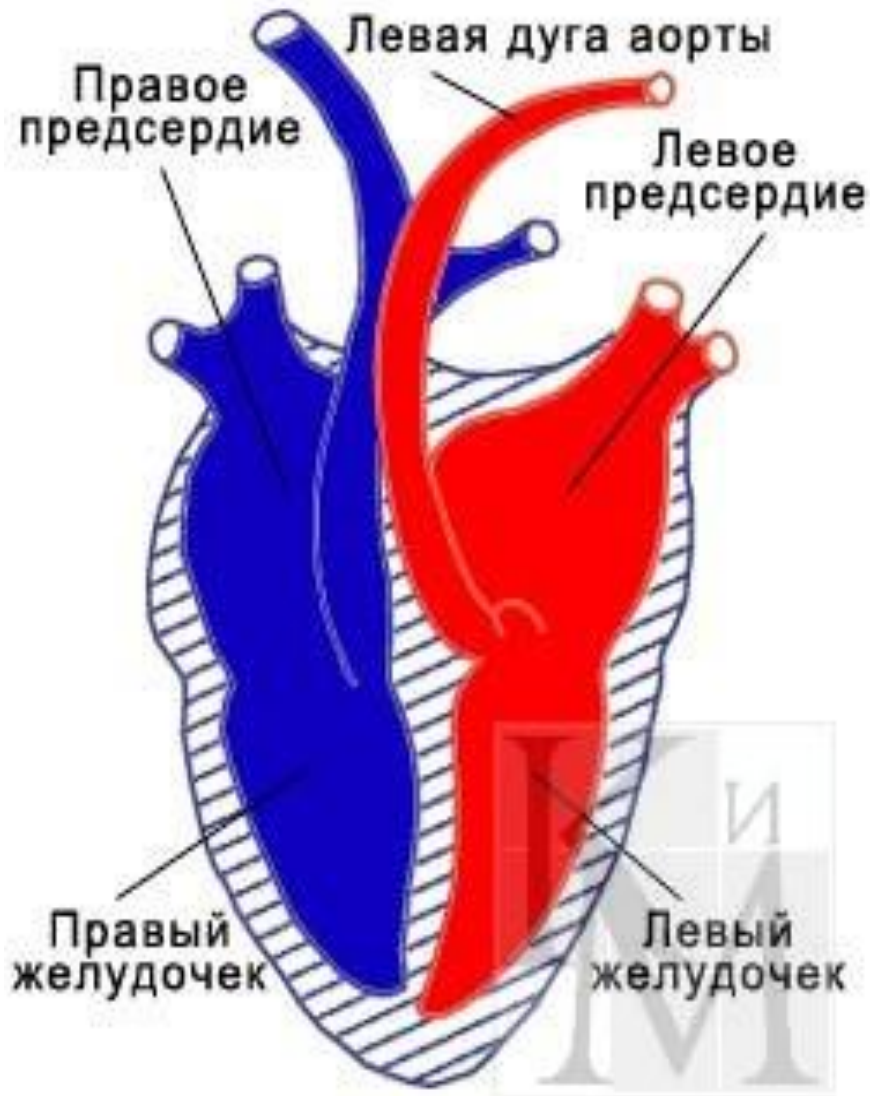
**Болит, болит, страдает, плачет  
И рвётся сердце из груди  
Его пинают словно мячик  
Но всё же бьется... Погляди**

*Уильям Гарвей – первооткрыватель кровообращения.*



Сердце человека расположено в середине между правым и левым легким, слегка смещено влево. Оно находится в околосердечной сумке. Его верхушка направлена вниз, вперед и немного влево, поэтому удары сердца прослушиваются слева.



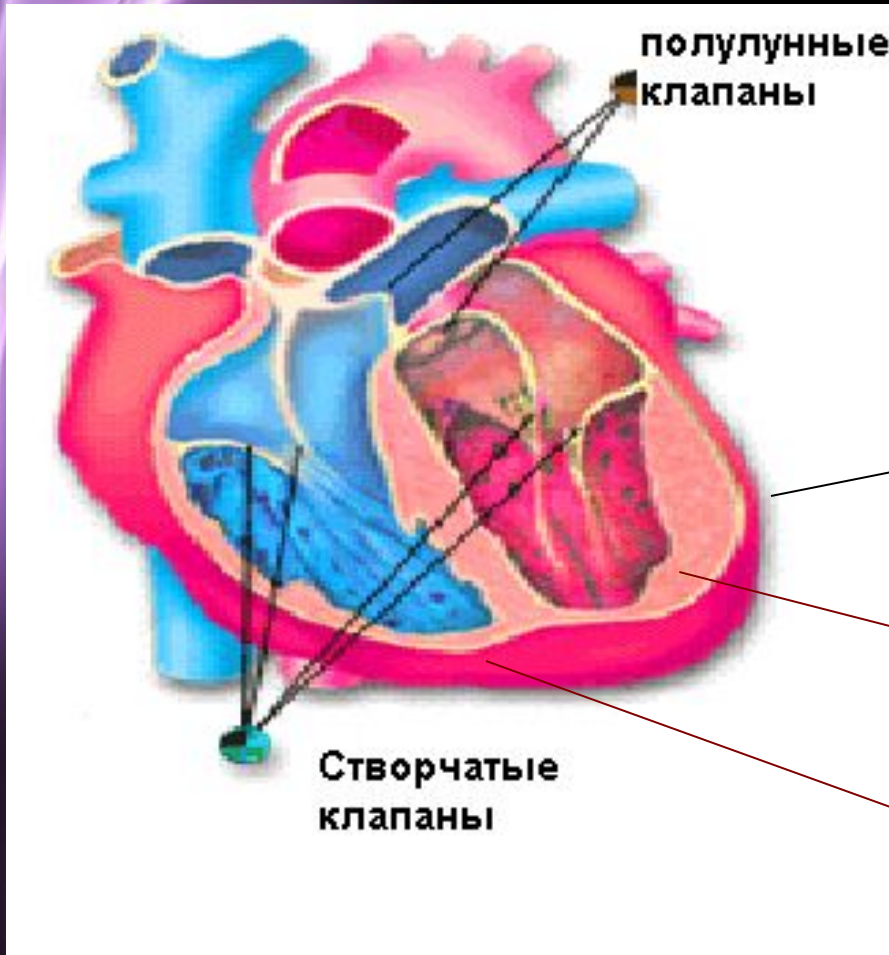


Сердце человека располагается в грудной клетке. Это четырехкамерный мышечный орган, бессленно работающий в течение всей жизни. По форме сердце напоминает уплощенный конус и состоит из двух частей — правой и левой. Каждая часть включает предсердие и желудочек. Величина сердца приблизительно соответствует величине кулака человека.

Масса сердца в среднем около 300 г. У тренированных к мышечной работе людей размеры сердца больше, чем у нетренированных. Сердце покрыто тонкой и плотной оболочкой, образующей замкнутый мешок — околосердечную сумку. Между сердцем и околосердечной сумкой находится жидкость, увлажняющая сердце и уменьшающая трение при его сокращениях.



# Стенки сердца



наружный - эпикард

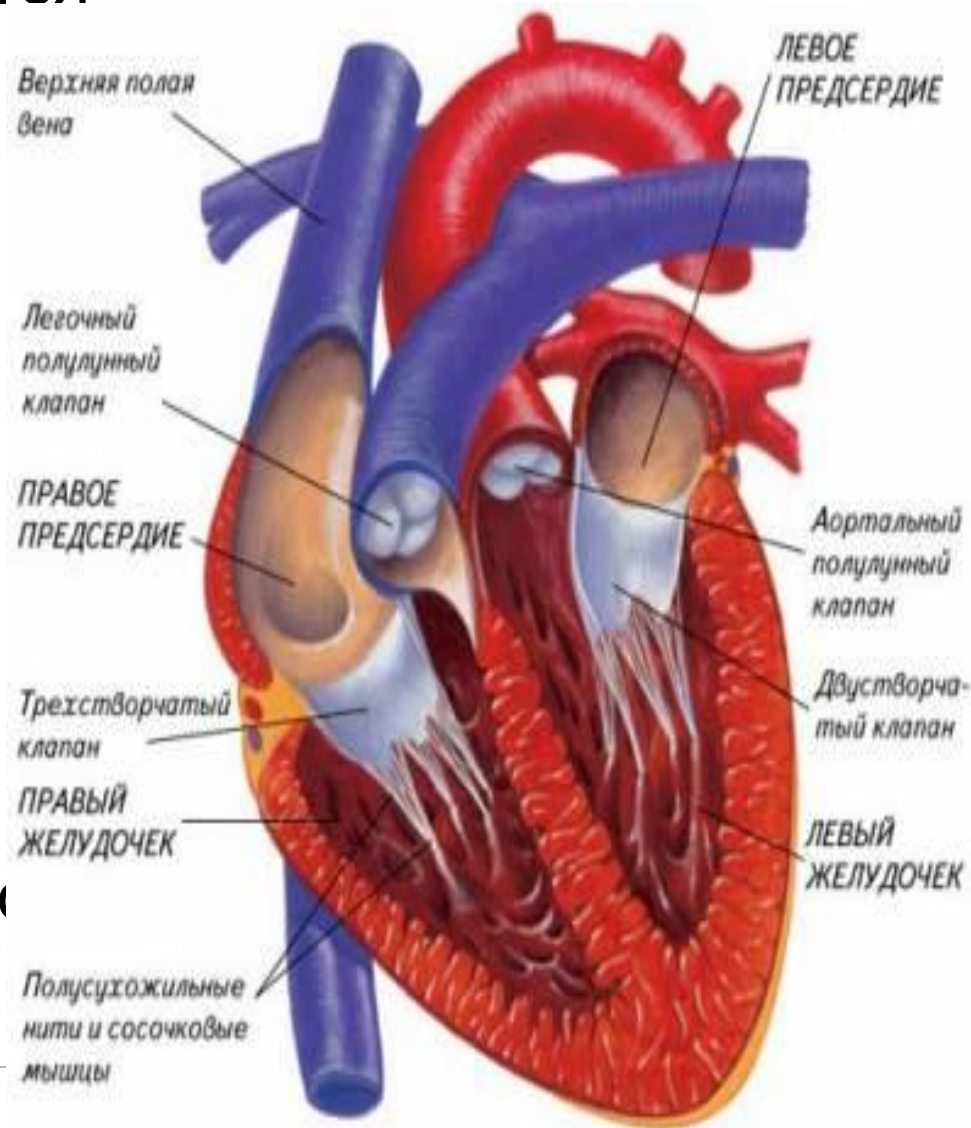
3

2  
Средний - миокард

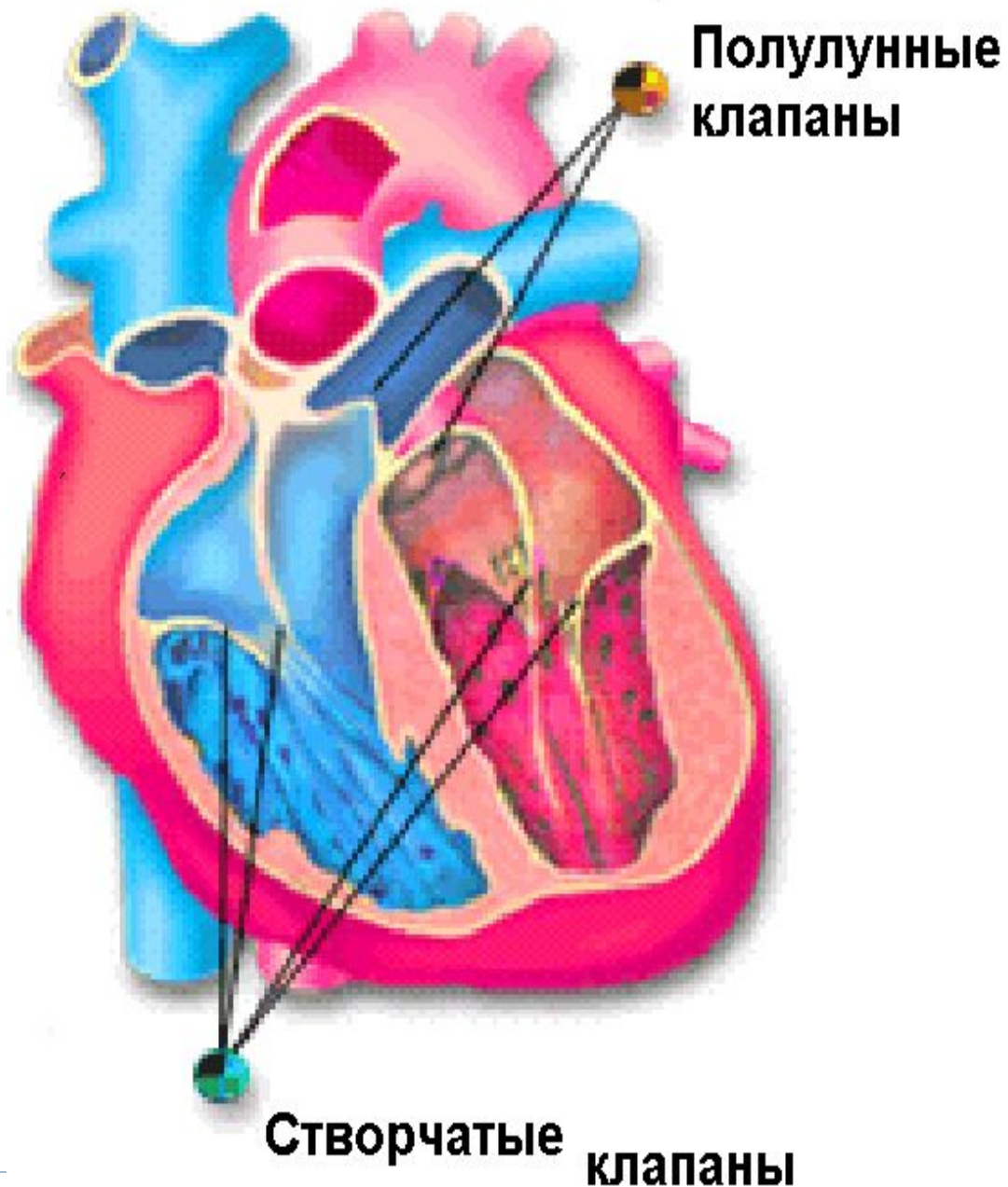
1  
Внутренний - эндокард

Мышечная стенка желудочков значительно толще стенки предсердий. Это объясняется тем, что желудочки выполняют большую работу по перекачиванию крови по сравнению с предсердиями.

Особенной толщиной отличается мышечная стенка левого желудочка, который, сокращаясь, проталкивает кровь по сосудам большого круга кровообращения.



Предсердия и желудочки соединяются между собой отверстиями. По краям отверстий располагаются створчатые клапаны сердца. На стороне клапанов, обращенной в полость желудочков, имеются специальные сухожильные нити. Эти нити удерживают клапаны от прогибания. Между левым предсердием и левым желудочком клапан имеет две створки и называется двустворчатым, между правым предсердием и правым желудочком находится трехстворчатый клапан.

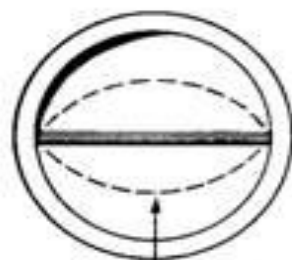


**Двустворчатый и трехстворчатый клапаны** обеспечивают ток крови в одном направлении — из предсердий в желудочки. **Каждый полулунный клапан** состоит из трех листков, напоминающих кармашки. Из-за своеобразной формы створок они названы полулунными. Свободным краем кармашки направлены в просвет сосудов. Полулунные клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении — **из желудочков в аорту и легочную артерию**



А-ДВУСТВОРЧАТЫЙ КЛАПАН

Б-ПОЛУЛУННЫЕ КЛАПАНЫ



СУЖЕННОЕ  
ОТВЕРСТИЕ



ЗАКРЫТ



ОТКРЫТ

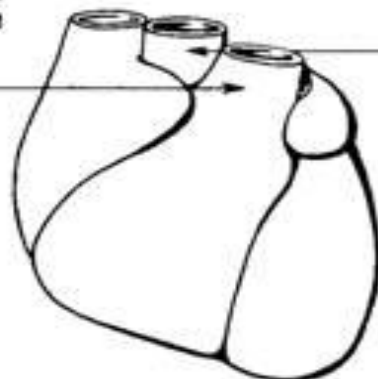
В-КЛАПАН ЛЕГОЧНОЙ  
АРТЕРИИ



Г-АОРТАЛЬНЫЙ КЛАПАН



АОРТАЛЬНАЯ  
СТВОРКА  
МИТРАЛЬНОГО  
КЛАПАНА

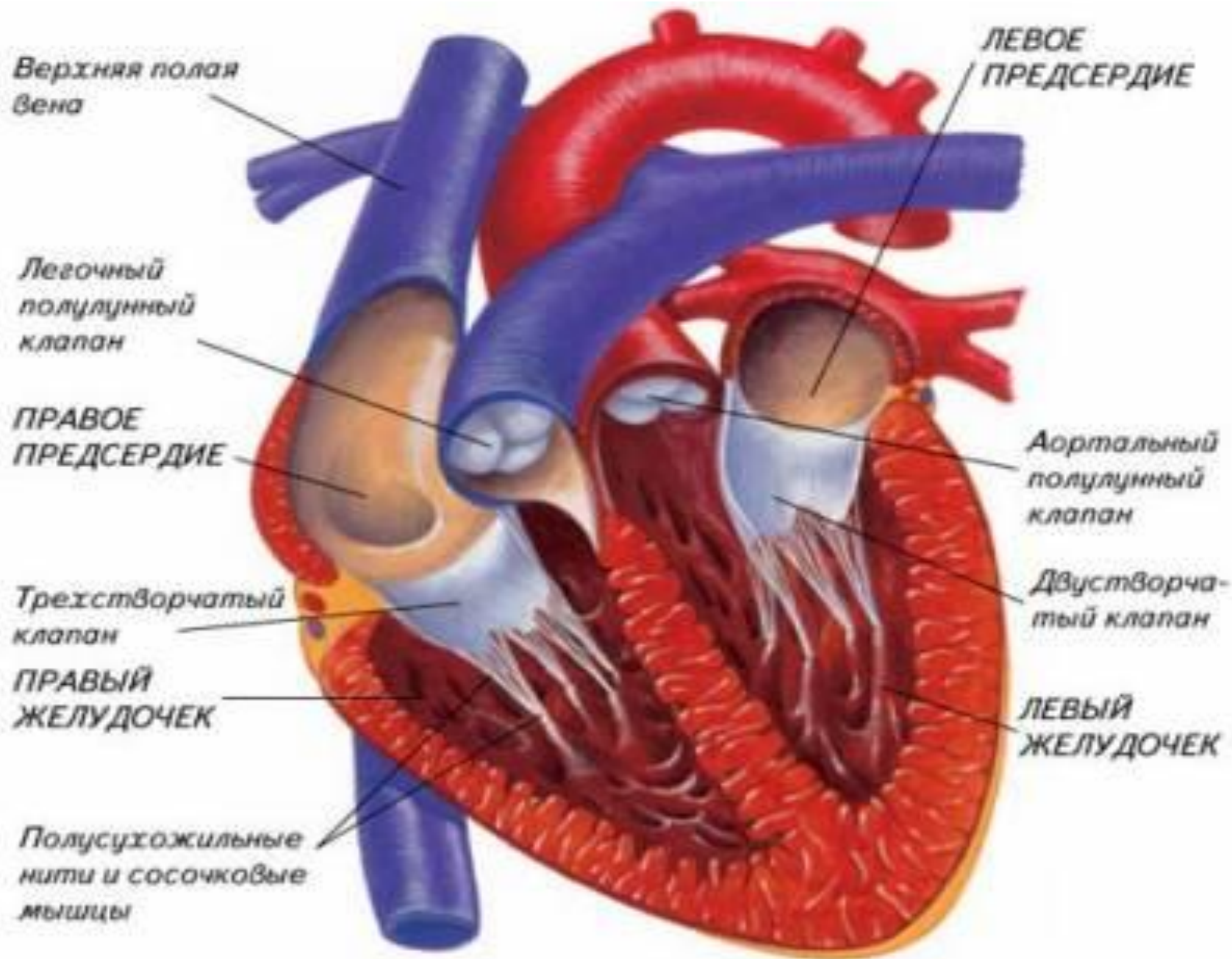


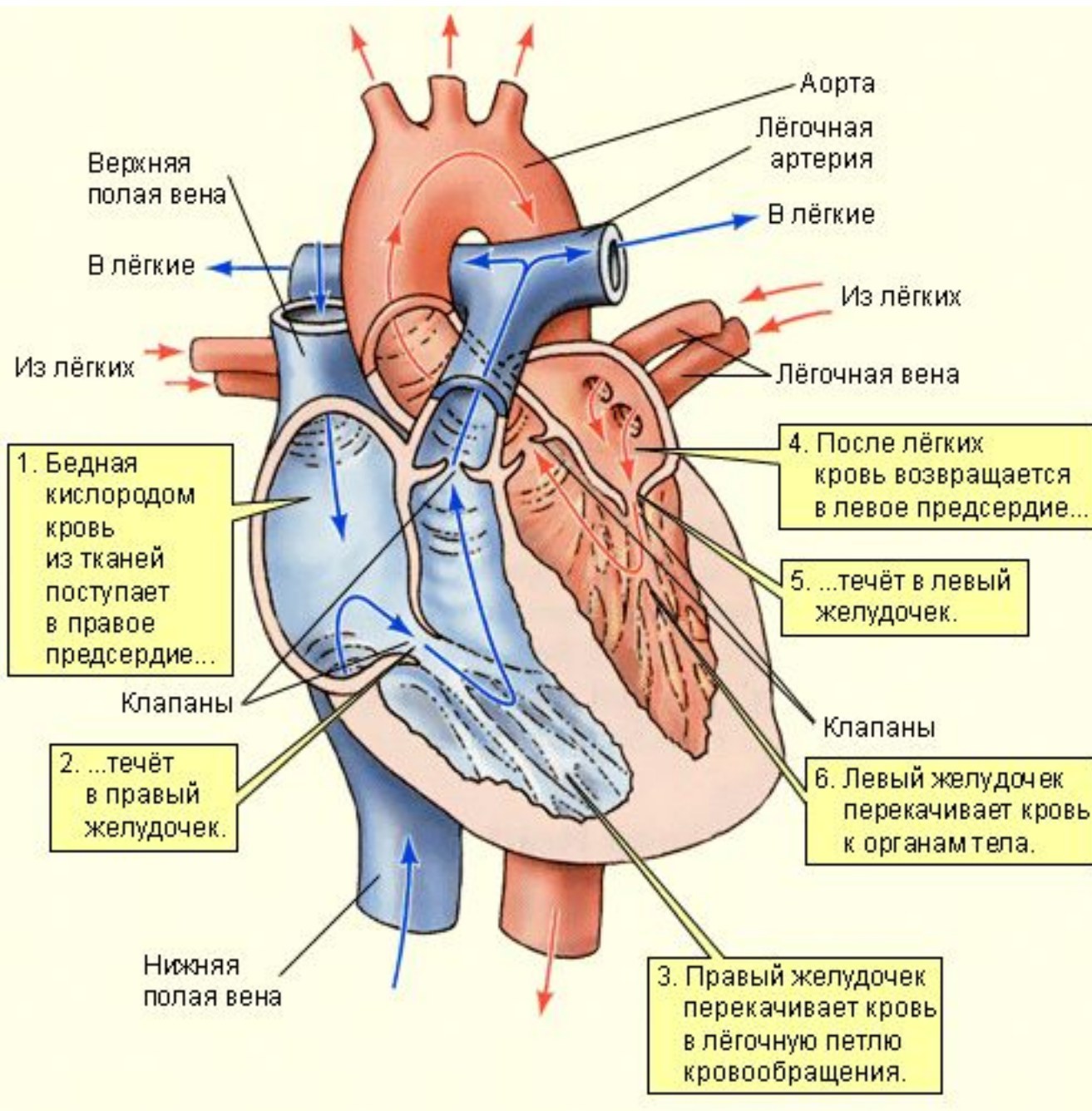
А - СИСТОЛА



Б - ДИАСТОЛА







**Миокард представлен** поперечно-полосатой мышечной тканью, состоящей из отдельных клеток – **кардиомиоцитов, соединенных между собой с помощью нексусов**, образующих мышечное волокно миокарда и обеспечивающих быстрое проведение возбуждения с одной клетки на остальные.

Основной **структурой эндокарда** сердца является сердечная мышечная ткань, в свою очередь, состоящая из клеток, формирующих и проводящих нервные импульсы- **атипической мускулатуры и клеток рабочего миокарда, обеспечивающих сокращение сердца** (кардиомиоцитов).

Рабочий миокард образован мышечными волокнами с хорошо развитой поперечно-полосатой исчерченностью.

**Рабочий миокард** обладает физиологическими свойствами: 1) возбудимостью; 2) проводимостью; 3) низкой лабильностью; 4) сократимостью;

Возбудимость – это способность поперечно-полосатой мышцы отвечать на действие нервных импульсов. Она меньше, чем у поперечно-полосатых скелетных мышц



Атипические мышечные волокна обладают слабовыраженными свойствами сокращения и имеют достаточно высокий уровень обменных процессов. Это связано с наличием митохондрий, выполняющих функцию, близкую к функции нервной ткани, т.е. обеспечивает генерацию и проведение нервных импульсов. Атипический миокард образует проводящую систему сердца. Физиологические свойства атипического миокарда: 1) возбудимость ниже, чем у скелетных мышц, но выше, чем у клеток сократительного миокарда, поэтому именно здесь происходит генерация нервных импульсов; 2) проводимость меньше, чем у скелетных мышц, но выше, чем у сократительного миокарда; 3) рефрактерный период довольно длинный и связан с возникновением потенциала действия и ионами кальция; 4) низкая лабильность; 5) низкая способность к сократимости; 6) автоматия (способность клеток самостоятельно генерировать нервный импульс).

Атипические мышцы образуют в сердце узлы и пучки, которые объединены в проводящую систему

---



**Автоматия сердца-это способность сердца сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом.** Обнаружено, что в клетках атипического миокарда могут генерироваться нервные импульсы.

Сокращения сердца происходят в результате периодически возникающих процессов возбуждения в самой сердечной мышце. Вследствие этого сердечная мышца способна к сокращениям, будучи изолированной от организма. Это свойство получило название автоматии. Зона возникновения возбуждения, называемая **синусно-предсердным узлом или водителем ритма**, расположена в стенке правого предсердия рядом с местом впадения верхней и нижней полых вен. От нее берут начало нервные проводящие пути, по которым возникшее возбуждение проводится **в левое предсердие, а затем в желудочки.** Вот почему сначала сокращаются предсердия, а затем желудочки. Сердечные сокращения произвольны, т. е. человек не может волевым усилием изменить частоту и силу сокращений



Предсердия и желудочки могут находиться в двух состояниях: сокращенном (систола) и расслабленном (диастола). Сокращение и расслабление предсердий и желудочков сердца происходят в определенной последовательности и строго согласованы во времени. Сердечный цикл состоит из сокращения предсердий, сокращения желудочков, расслабления желудочков и предсердий (общего расслабления).



Продолжительность сердечного цикла зависит от частоты сокращения сердца. У здорового человека в покое сердце сокращается 60—80 раз в 1 мин. Следовательно, время одного сердечного цикла меньше 1 с. Рассмотрим работу сердца на примере одного сердечного цикла.

---

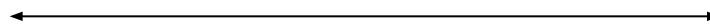
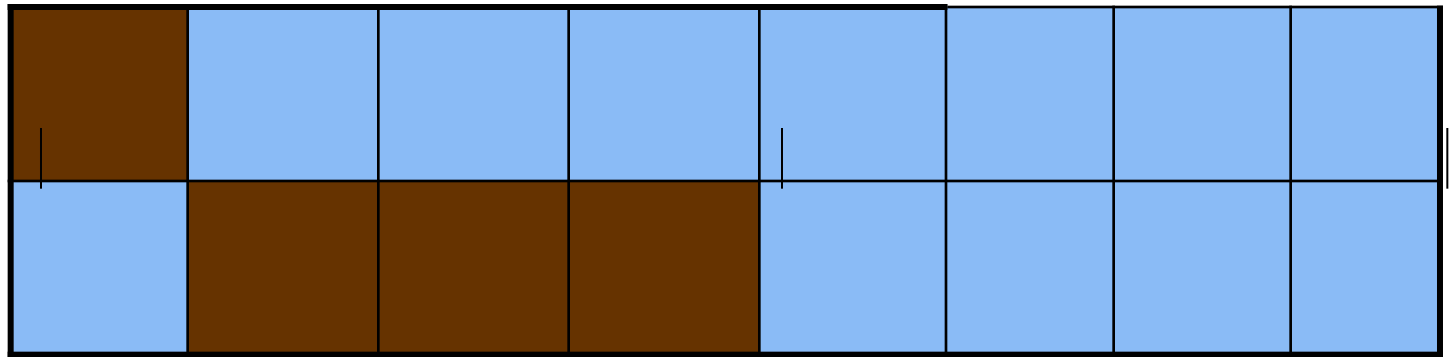
# Схема сердечного цикла.

Различают три фазы в сердечном цикле:

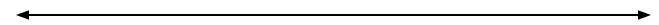
систола предсердий  
систола желудочков  
общая диастола.

Работа  
предсердий

Работа  
желудочков



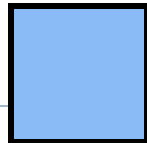
Сокращение предсердий  
и желудочков  
( 0,1 + 0,3 секунды)



Фаза общего расслабления  
( 0,4 секунды)



-Сокращение  
- (систола)



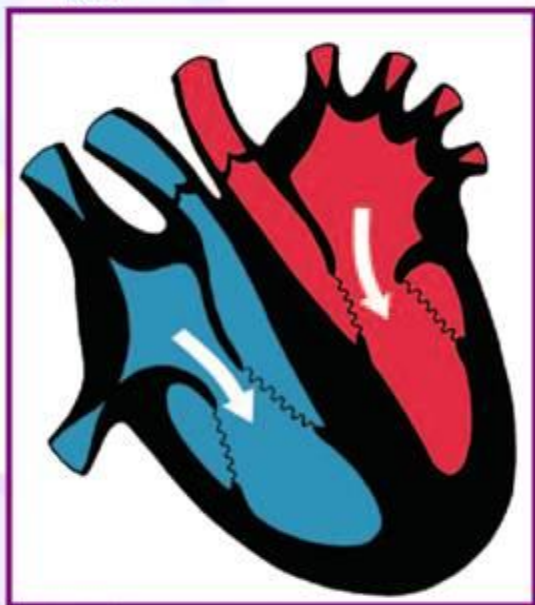
- расслабление  
(диастола)

# Сердечный цикл

## 1. Сокращение (систола) предсердий

Длится около 0.1 с.

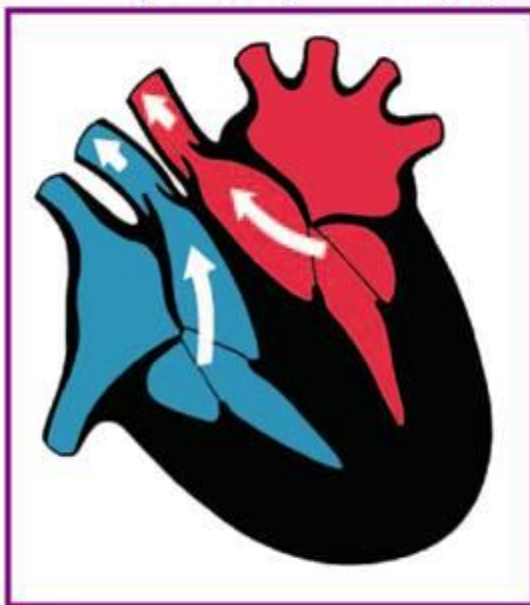
Желудочки расслаблены, створчатые клапаны открыты, полулунные – закрыты. Кровь из предсердий поступает в желудочки.



## 2. Сокращение (систола) желудочков

Длится около 0.3 с.

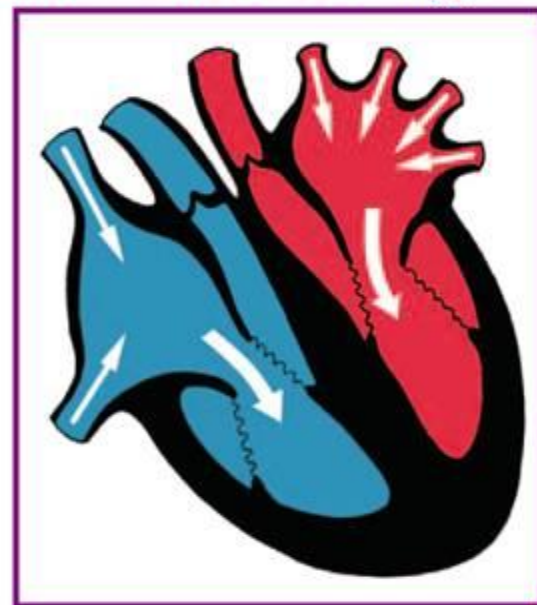
Предсердия расслаблены, створчатые клапаны закрыты, полулунные клапаны открыты. Кровь из желудочков поступает в легочную артерию и аорту.



## 3. Пауза. Расслабление предсердий и желудочков (диастола)

Длится около 0.4 с.

Створчатые клапаны открыты, полулунные закрыты. Кровь из вен попадает в предсердие и частично стекает в желудочки.



**Оптимальный режим работы сердца:**

предсердия работают 0.1 с и отдыхают 0.7 с, а желудочки работают 0.3 с и отдыхают 0.5 с.

В особенностях сердечного цикла заключена способность сохранения рабочей активности сердца в течение всей жизни. Вспомним, что из общей продолжительности сердечного цикла 0,8 с на сердечную паузу приходится 0,4 с. Такого интервала между сокращениями достаточно для полного восстановления работоспособности сердца.



Во время каждого сокращения желудочков в сосуды выталкивается определенная порция крови. Ее объем составляет 70—80 мл. За 1 мин сердце взрослого человека, находящегося в покое, прокачивает 5—5,5 л крови. За сутки сердце перекачивает около 10 000 л крови, а за 70 лет — примерно 200 000 000 л крови. При физической нагрузке количество крови, перекачиваемой сердцем за 1 мин у здорового нетренированного человека, увеличивается до 15—20 л. У спортсменов эта величина достигает 30—40 л/мин. Систематические тренировки приводят к увеличению массы и размеров сердца, повышают его мощность.

---



# регуляция работы сердца

нервная

гуморальная

## нервная регуляция

парасимпатическая  
замедляет работу  
сердца

симпатическая  
усиливает работу  
сердца

## гуморальная регуляция

усиливает работу  
сердца

тормозит работу  
сердца

гормон надпочечников адреналин,  
ион Ca, тироксин

ацетилхолин, ион K

# Давление

Вена - капилляр - артерия - аорта.

**Максимальное давление в аорте (150 мм рт.ст):** туда выбрасывается кровь при сокращении левого желудочка сердца. Потом, по мере продвижения по кровеносному руслу, давление падает из-за действия силы трения (поскольку кровь - вязкая жидкость, и имеет место трение о стенки сосудов). **В верхней и нижней полых венах (на входе в правое предсердие) давление отрицательное (ниже атмосферного).**

Уменьшение давления крови в сосудах по мере продвижения ее по кровеносному руслу - одна из причин, обуславливающих движение крови в организме, в т.ч. и против силы тяжести (снизу вверх). Т.к. по законам движения жидкости вообще и по законам гемодинамики в частности, кровь (как и любая жидкость) движется из области высокого давления в область низкого давления.

## Скорость движения крови.

Аорта 500 мм\сек-вены 200мм\сек- капилляры 0.5 мм\сек

Подобно тому как река течет быстрее в своих суженных участках и медленнее там, где она широко разливается, кровь течет быстрее там, где суммарный просвет сосудов самый узкий (в артериях), и медленнее всего там, где суммарный просвет сосудов самый широкий (в капиллярах).

В кровеносной системе самой узкой частью является **аорта, в ней самая большая скорость течения крови**. Каждая артерия уже аорты, но суммарный просвет всех артерий человеческого тела больше, чем просвет аорты. Суммарный просвет всех капилляров в 800—1000 раз больше просвета аорты. Соответственно и скорость движения крови в капиллярах в тысячу раз медленнее, чем в аорте. В капиллярах кровь течет со скоростью 0,5 мм/сек, а в аорте — 500 мм/сек. Медленный ток крови в капиллярах способствует обмену газов, а также переходу питательных веществ из крови и продуктов распада из тканей в кровь. Общий просвет вен уже, чем суммарный просвет капилляров, поэтому скорость движения крови в венах больше, чем в капиллярах, и составляет 200 мм/сек.

---

