

СПб ГБПОУ "Медицинский колледж  
№3"

# Процесс кровообращения. Анатомия и физиология сердца

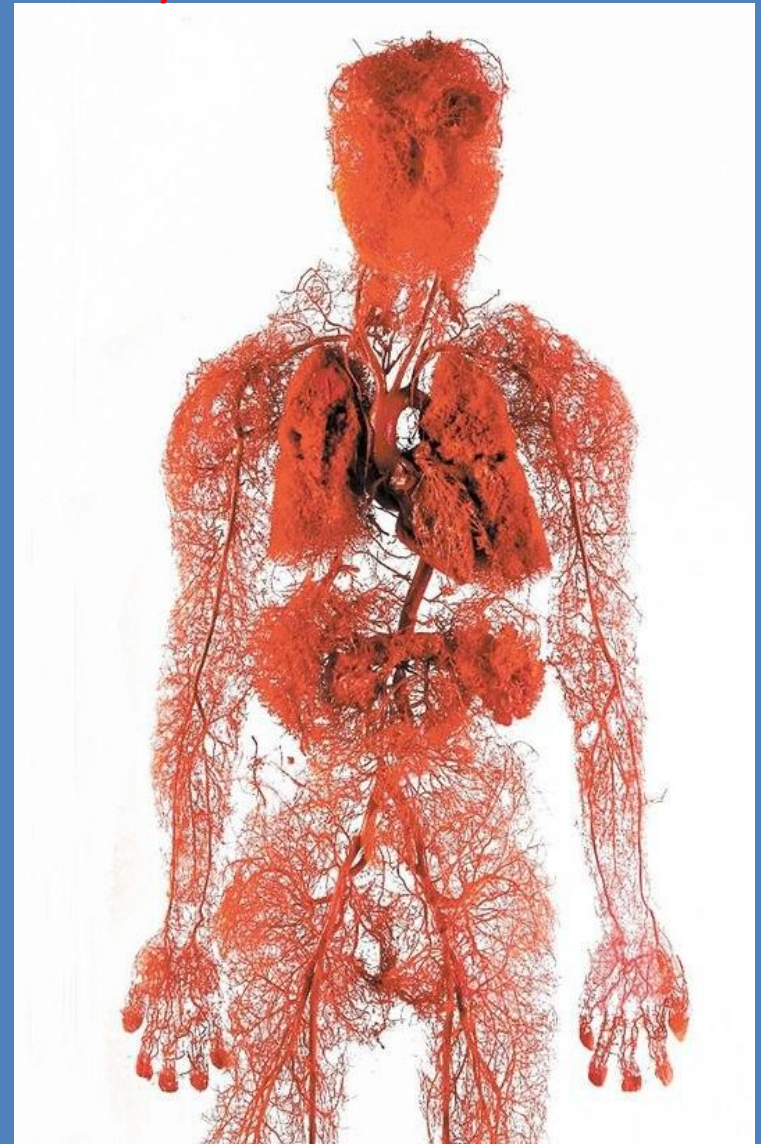


Преподаватель Цендина  
Н.В.

# Сердечно-сосудистая система (ССС)

— система органов, обеспечивающая циркуляцию крови в организме человека.

□ поддерживает гомеостаз в условиях постоянно изменяющейся внешней и внутренней среды.



## • **Функции ССС**

- 1) Доставляет  $O_2$  и питательные вещества в ткани
- 2) Удаляет  $CO_2$  и продукты метаболизма из тканей
  
- Гуморальная регуляция организма (транспорт гормонов, ферментов и других веществ)
  
- Участие
- в терморегуляции.

# СЕРДЦЕ (COR)

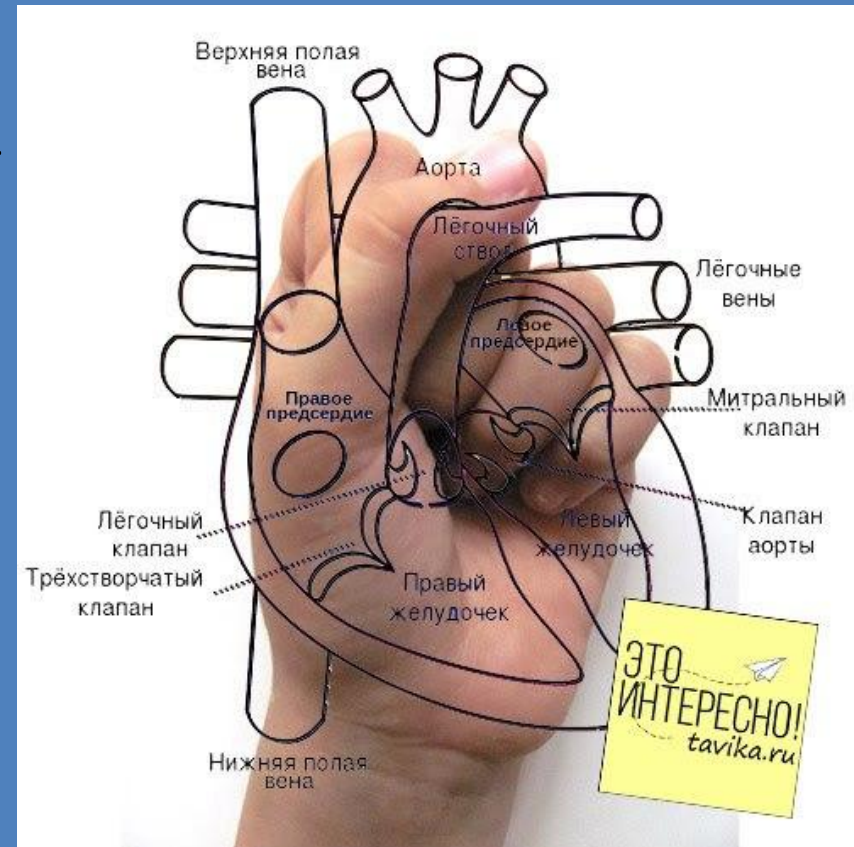
Центральный орган к/о   
непрерывное движение крови.

**Сердце** – полый фиброзно-мышечный орган размером с кулак. Форма конуса. Масса – 250-350 г.

## **Расположение**

в грудной клетке позади грудины.  
2/3 сердца находятся слева от срединной линии.

С обеих сторон - по одному легкому.



# СЕРДЦЕ (COR)

## ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ



До VII века центром кровообращения считали печень и другие органы. В 1616 году врач Уильям Гарвей заявил, что центром является сердце.



Венозная и артериальная кровь никогда не смешиваются.



Если капилляры человека расплести и вытянуть в одну линию, то ее длина составит от 40 000 до 100 000 км.



Капилляр в 50 раз тоньше человеческого волоса.



Сердце среднего взрослого человека весит 300 граммов (в среднем, как 2-3 яблока).



У мужчин сердце бьется с частотой около 70 ударов в минуту, у женщин – около 80.



За час сердце перекачивает порядка 350 литров крови.



Время прохождения крови по большому кругу кровообращения составляет 23-27 секунд.

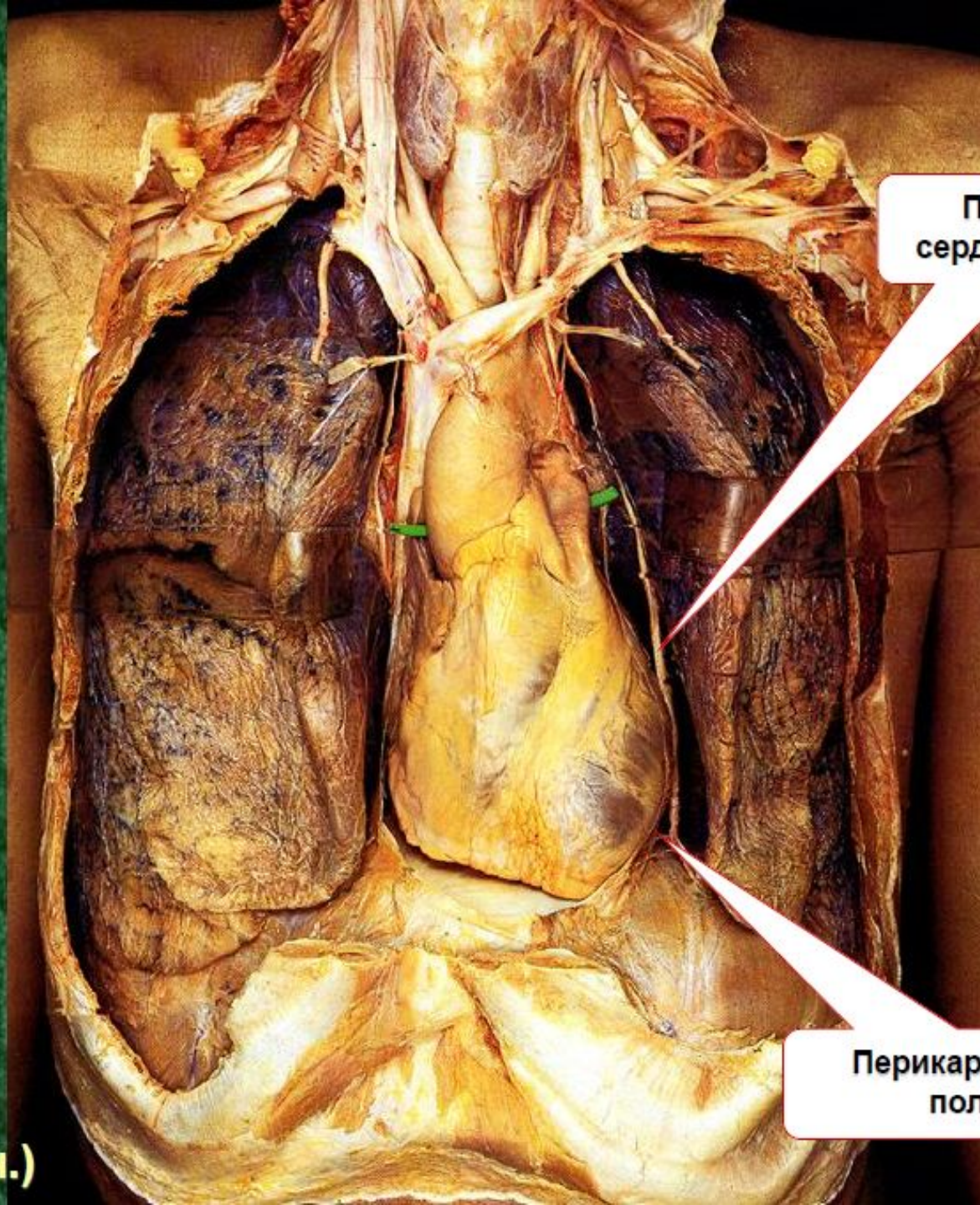


Кругооборот крови в малом круге кровообращения происходит за 4-5 секунд.



За сутки кровь человека проходит около трех тысяч кругов.





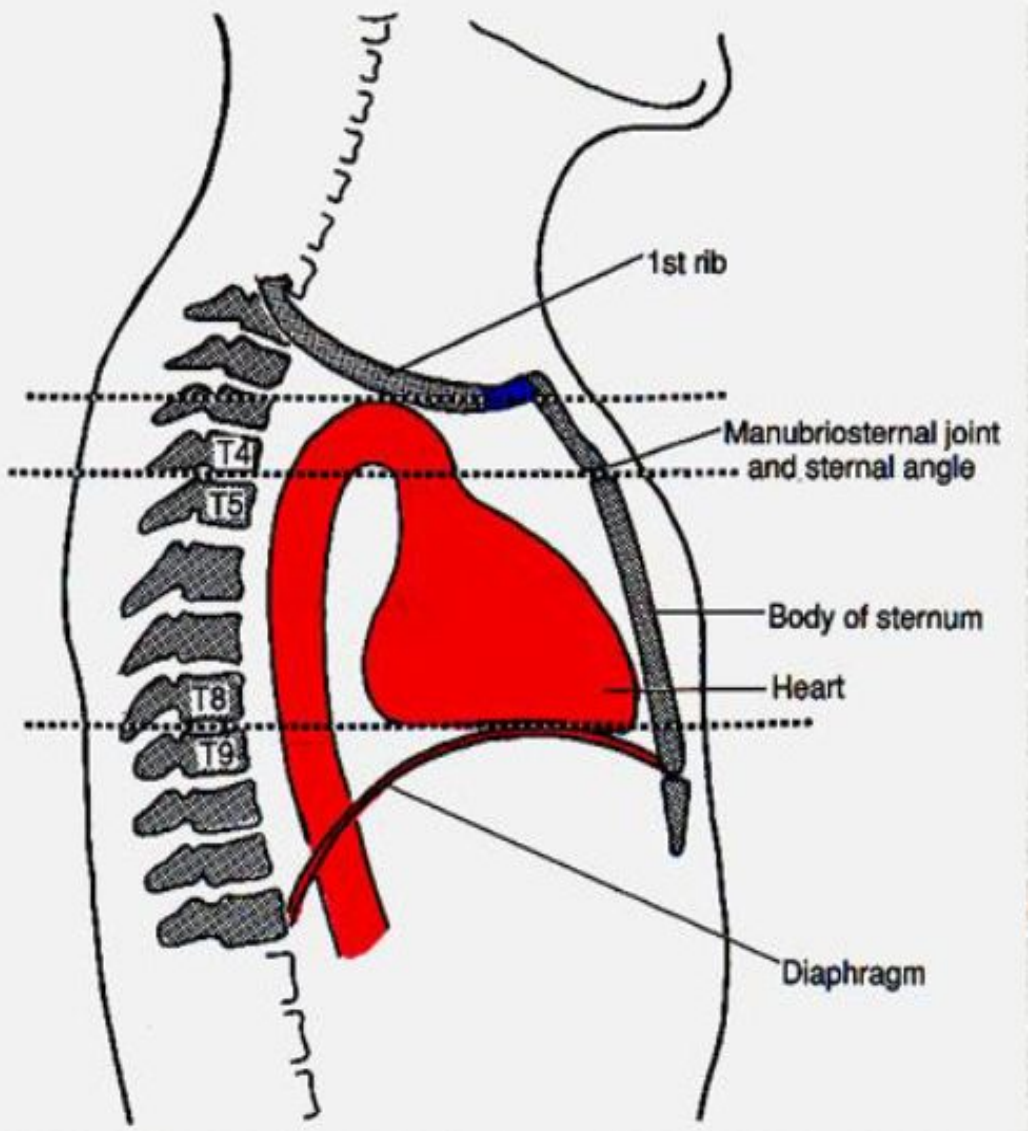
Перикард -  
сердечная сумка

Перикардальная  
полость

**СЕРДЦЕ**  
– COR  
- CARDIA (греч.)



# Топография сердца

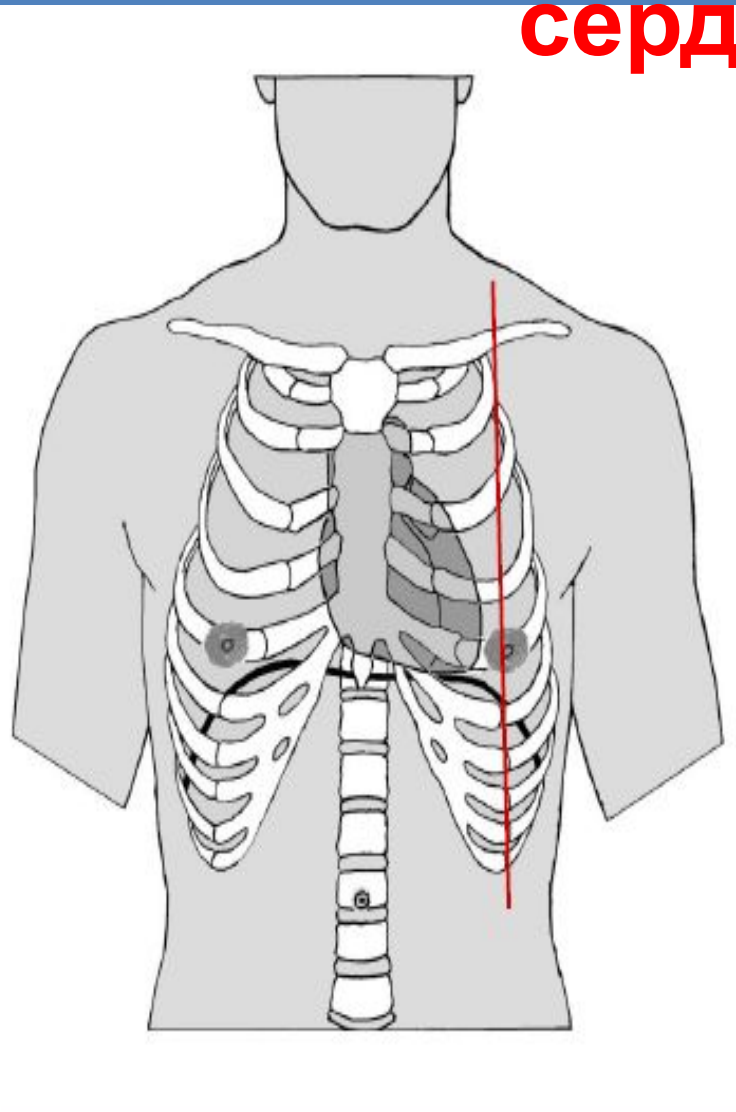


*Сердце располагается за  
грудиной в среднем  
средостении*

*на уровне:*

*Th<sub>6</sub> - Th<sub>8</sub> грудных позвонков*

# Границы сердца



## сверху

- место прикрепления 3-х ребер,

## справа

- 1-2-см вправо от грудины,

## снизу

- 5-е межреберье,

## слева

- 1-1,5 см кнутри от  
среднеключичной линии



# Строение сердца

## СЕРДЦЕ

### СЛОИ

Наружный  
(эпикард)

Средний  
(миокард)

Внутренний  
(эндокард)

### КАМЕРЫ

• Правый  
желудочек

• Правое  
предсердие

• Левый  
желудочек

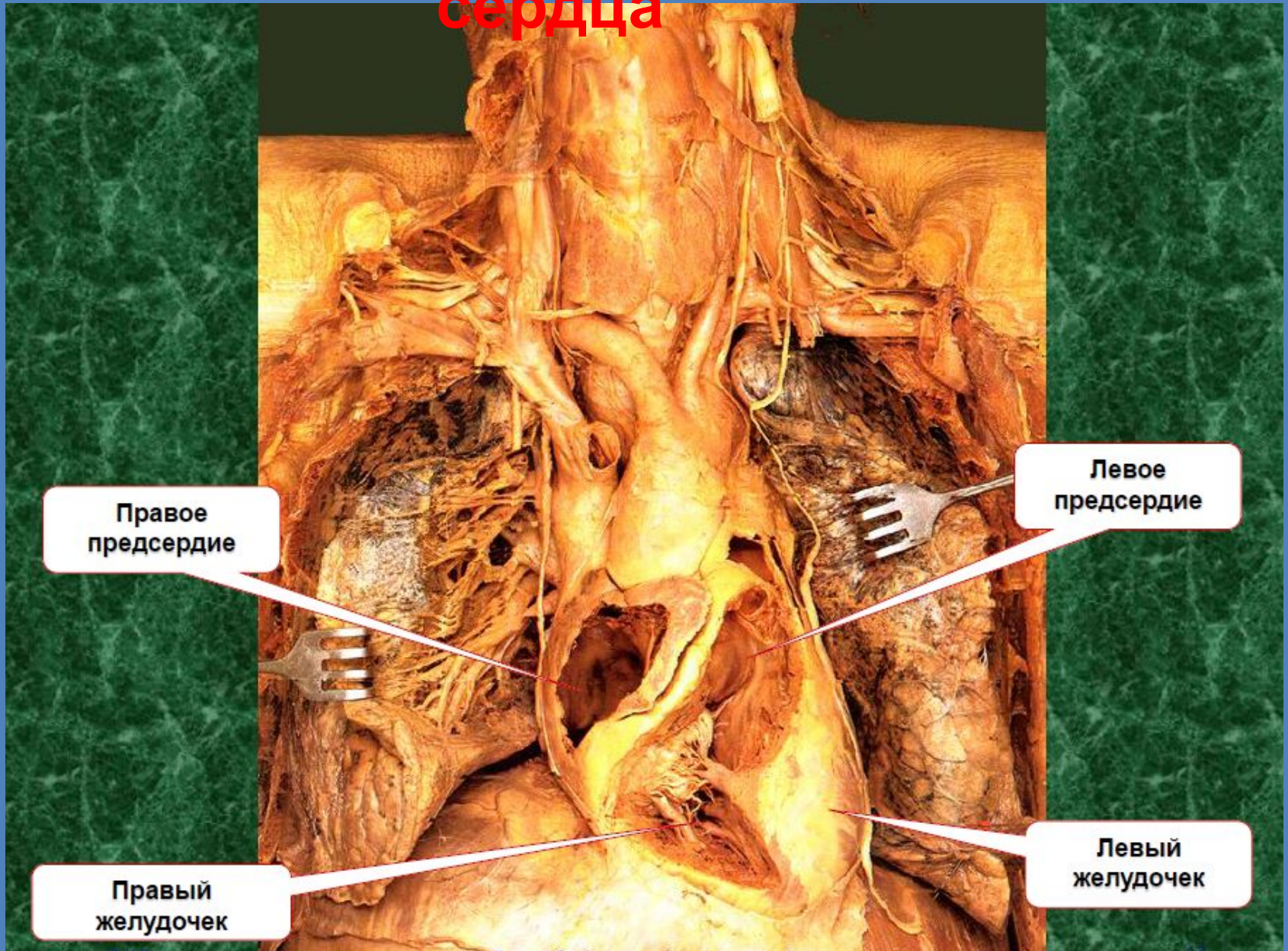
• Левое  
предсердие

### КЛАПАНЫ

• Створчатые  
(между предсердиями  
и желудочками)

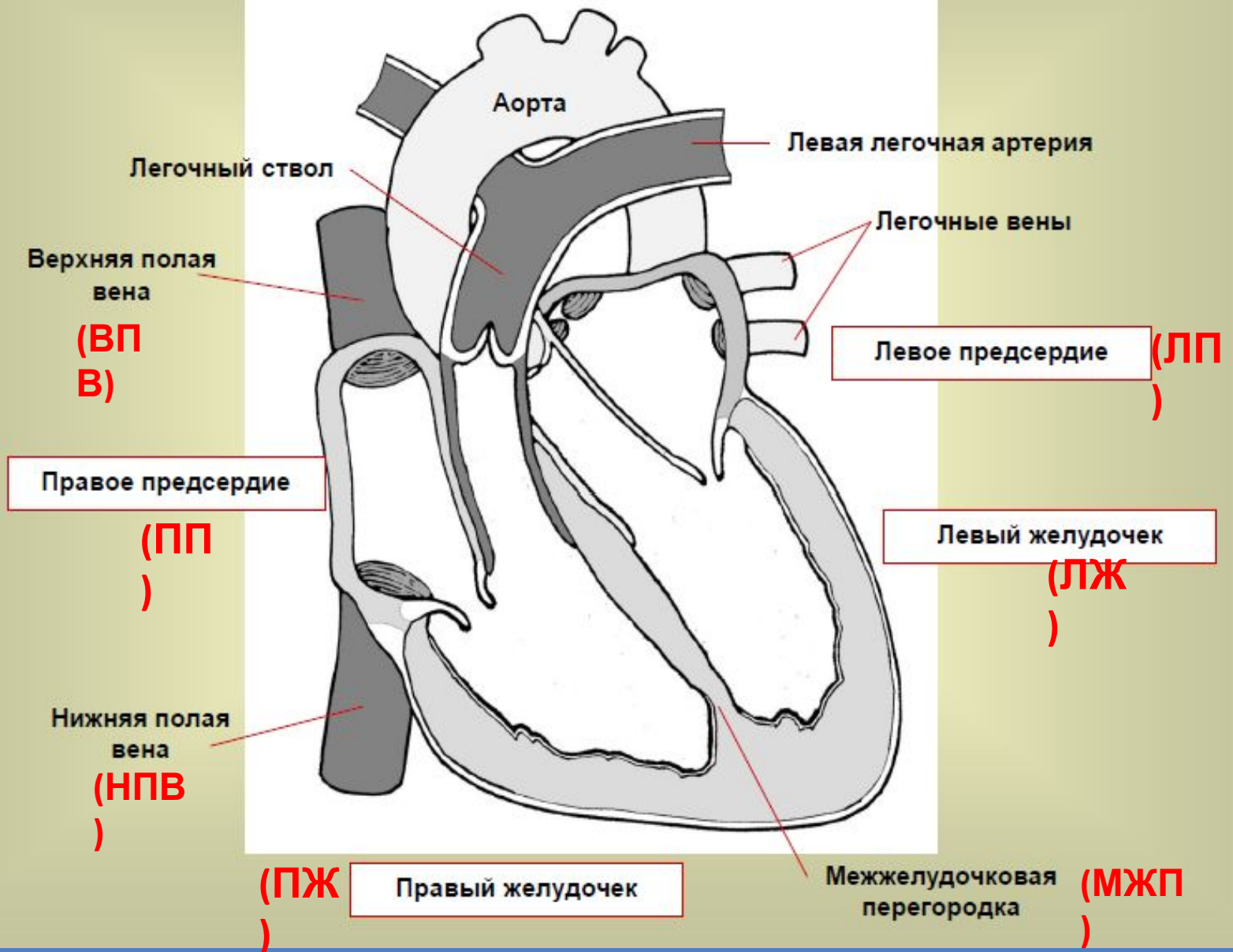
• Полулунные  
(между желудочками  
и артериями)

# Камеры сердца



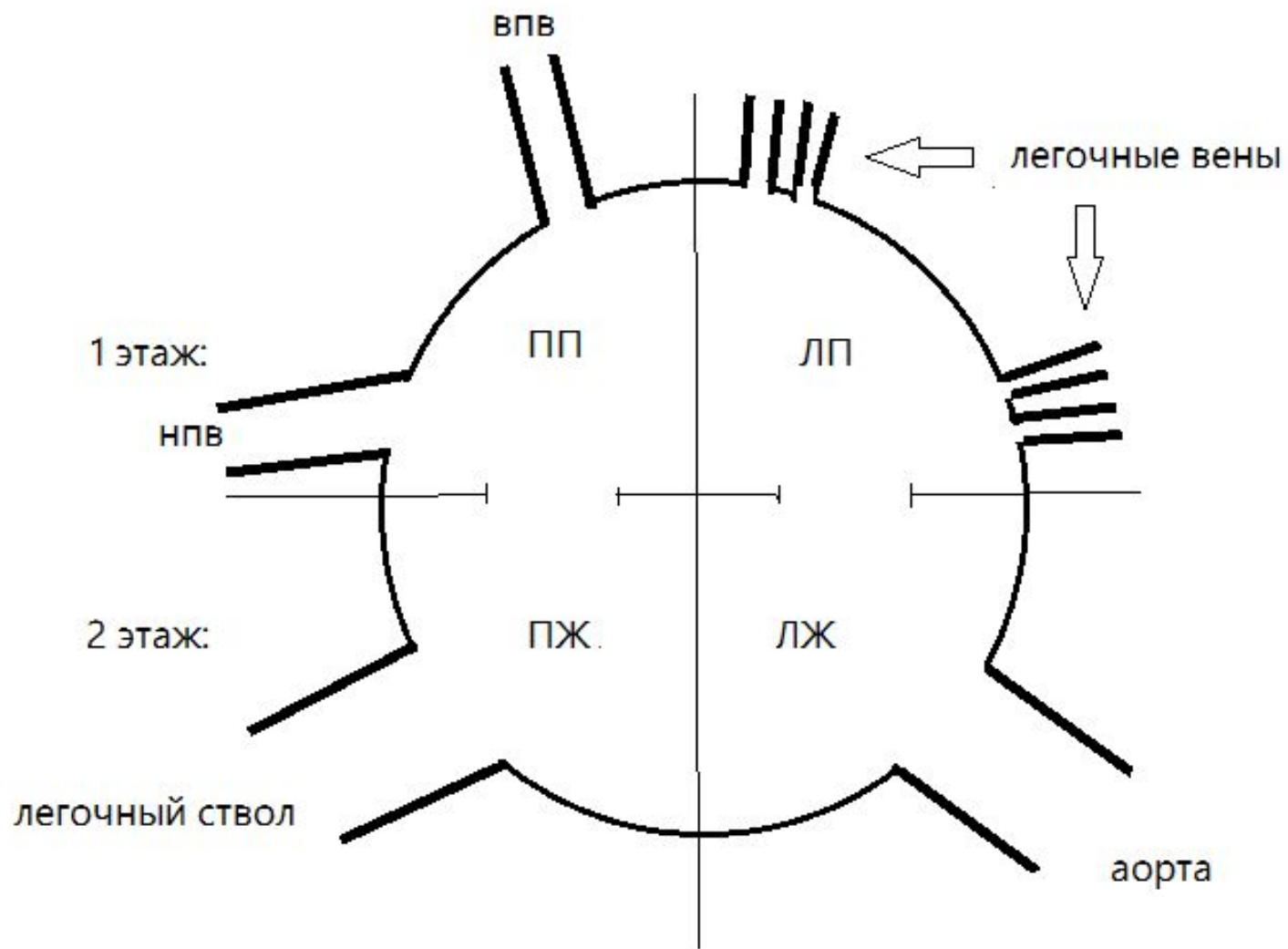


# Камеры сердца





# Строение сердца (схема)



# Строение сердца

## • Сердце

### • Правая половина

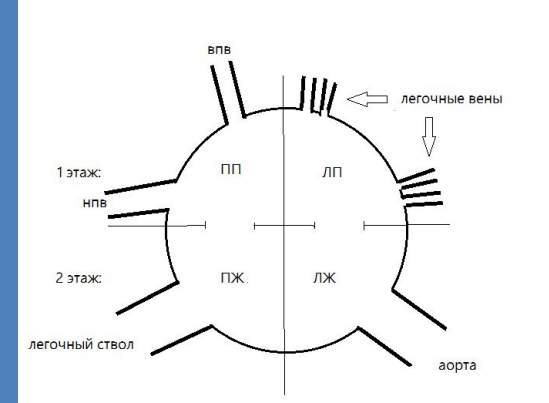
- (ПП и ПЖ)
- венозная

### • Перегородки

- (межпредсердная и межжелудочковая)

### • Левая половина

- (ЛП и ЛЖ)
- артериальная



Между предсердиями и желудочками - створчатые клапаны:  
Между ПП и ПЖ – трехстворчатый клапан,  
между ЛП и ЛЖ – двустворчатый (митральный) клапан.

В основаниях легочного ствола и аорты – полулунные клапаны.  
Клапаны образованы эндокардом. Они препятствуют обратному току крови.

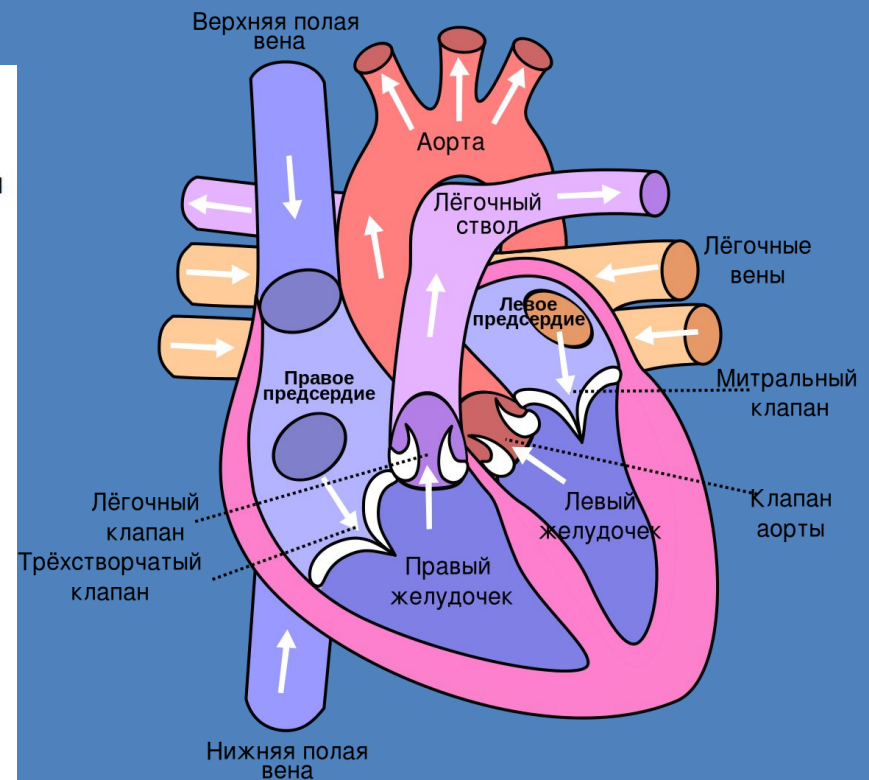
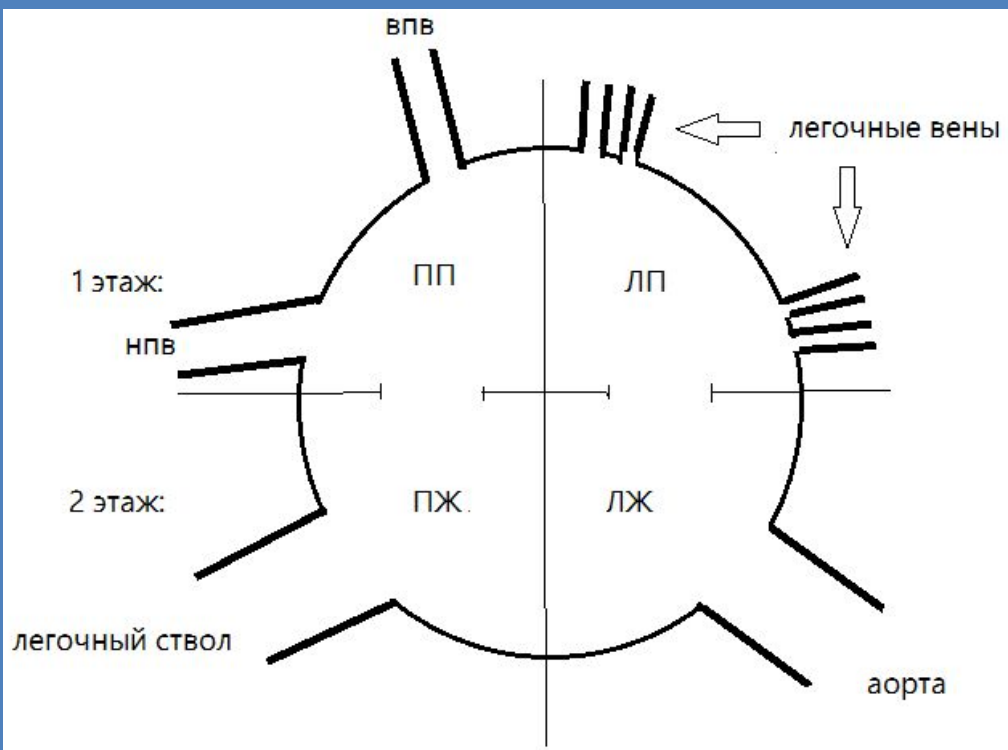
# Сосуды, входящие и выходящие из сердца:

В предсердия ВПАДАЮТ ВЕНЫ:

- в ПП - верхняя и нижняя полые вены.
- в ЛП - 4 легочные вены.

Из желудочков ВЫХОДЯТ АРТЕРИИ:

- Из ЛЖ - аорта.
- Из ПЖ - легочный ствол, который делится на правую и левую легочные артерии.





# Клапаны

- комплекс структур, включающий фиброзное кольцо, створки, хорды, папиллярные мышцы, анатомически и функционально тесно взаимосвязанный с миокардом предсердий и желудочков.

Правый фиброзный  
треугольник

Задняя стенка

Правый желудочек

Левый желудочек

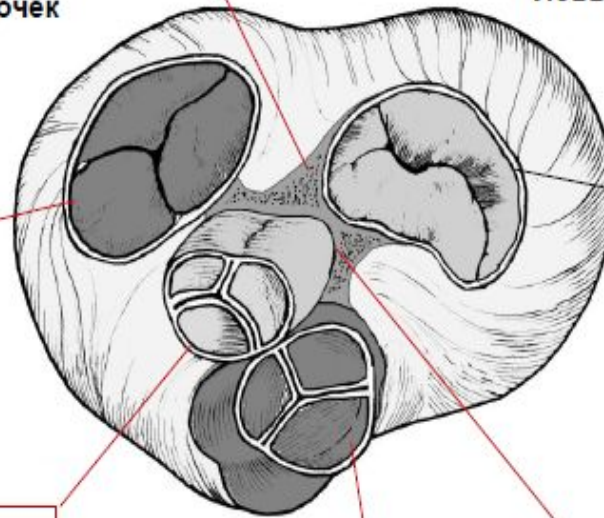
Правый  
предсердно-желудочковый  
клапан,  
3-х створчатый клапан  
*Valva atrioventricularis dextra*  
(*valva tricuspidalis*)

Левый  
предсердно-желудочковый  
клапан,  
2-х створчатый (митральный)  
клапан  
*Valva atrioventricularis sinistra*  
(*valva bicuspidalis, s. mitralis*)

Клапан аорты -  
*Valva aortae*

Левый фиброзный  
треугольник

Клапан  
легочного ствола - *Valva*  
*trunci pulmonalis*



# Клапаны сердца

- **Клапаны сердца**

- (образованы эндокардом. Препятствуют обратному току крови)

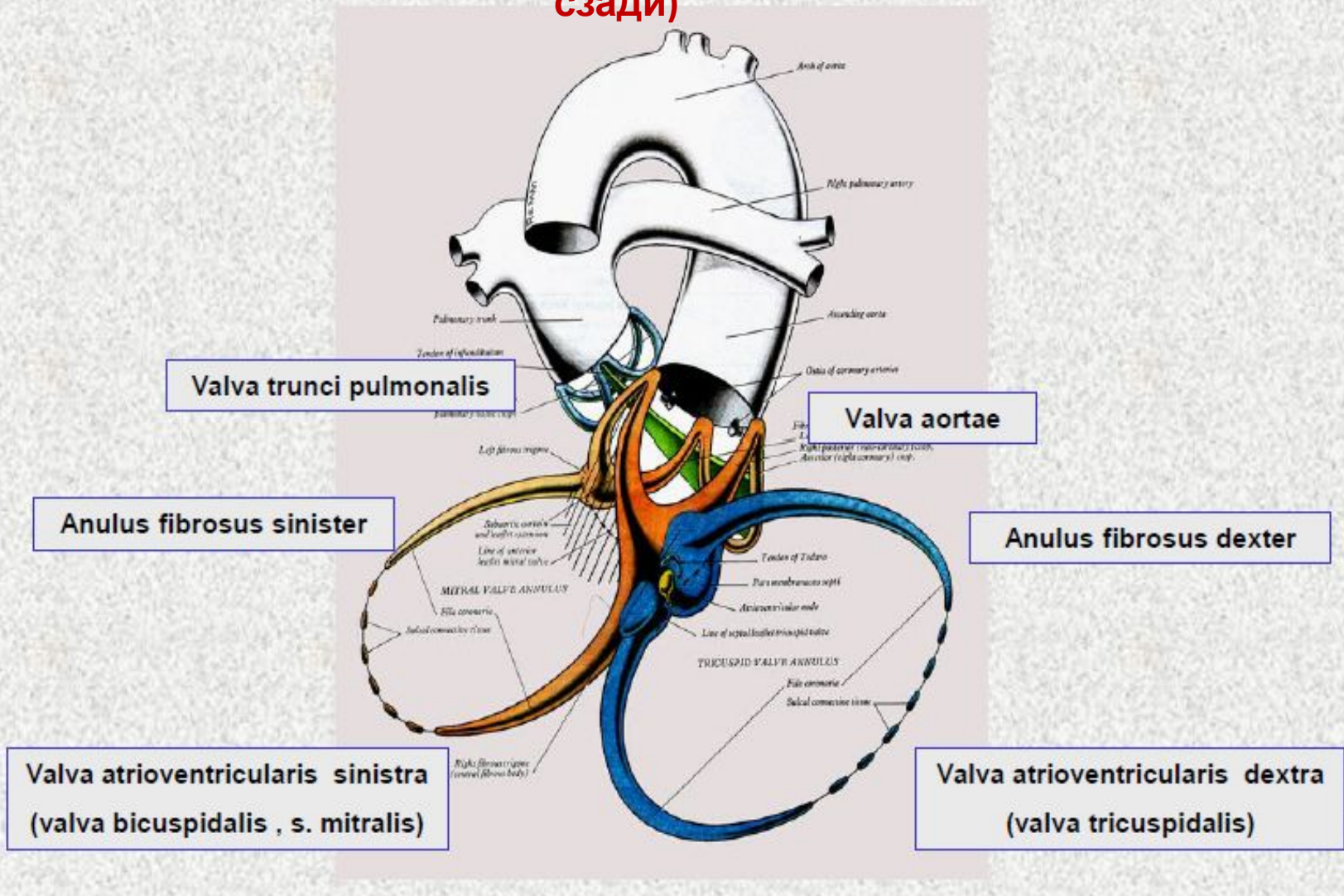
- Створчатые:

- 1. трехстворчатый между ПП и ПЖ;
- 2. двустворчатый (митральный) - между ЛП и ЛЖ

- Полулунные:

- - в основаниях легочного ствола и аорты

# ФИБРОЗНЫЙ ОСТОВ КЛАПАНОВ СЕРДЦА (вид сзади)





# Сосочковые (папиллярные)

Хордальные нити от каждой сосочковой мышцы прикрепляются и к передней и к задней створкам.

## Правое предсердие

*Ostium venae cavae sup.*

Овальная ямка

*Ostium sinus coronarii*

*Ostium venae cavae inf.*

Правый предсердно-желудочковый клапан,  
3-х створчатый клапан

*Valva atrioventricularis dextra*  
(*valva tricuspidalis*)

## Правый желудочек

*M. papillaris ant.*

*M. papillaris post.*

*M. papillaris septalis*



## Левое предсердие

*Ostia venarum pulmonalium*

Левый предсердно-желудочковый клапан,  
2-х створчатый (митральный) клапан

*Valva atrioventricularis sinistra*  
(*valva bicuspidalis, s. mitralis*)

## Левый желудочек

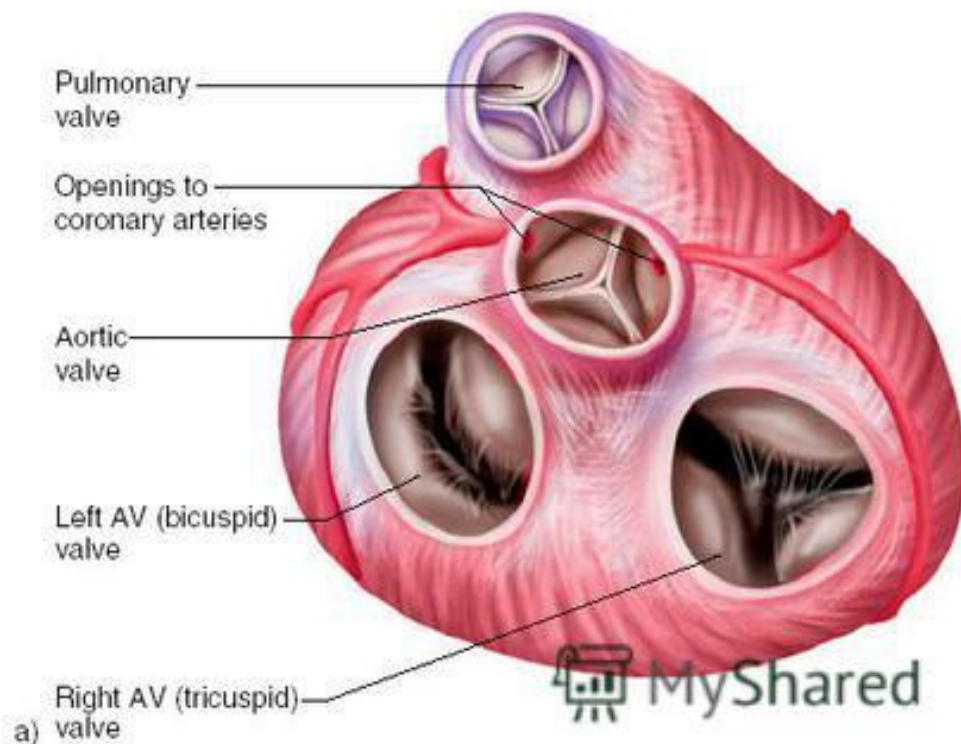
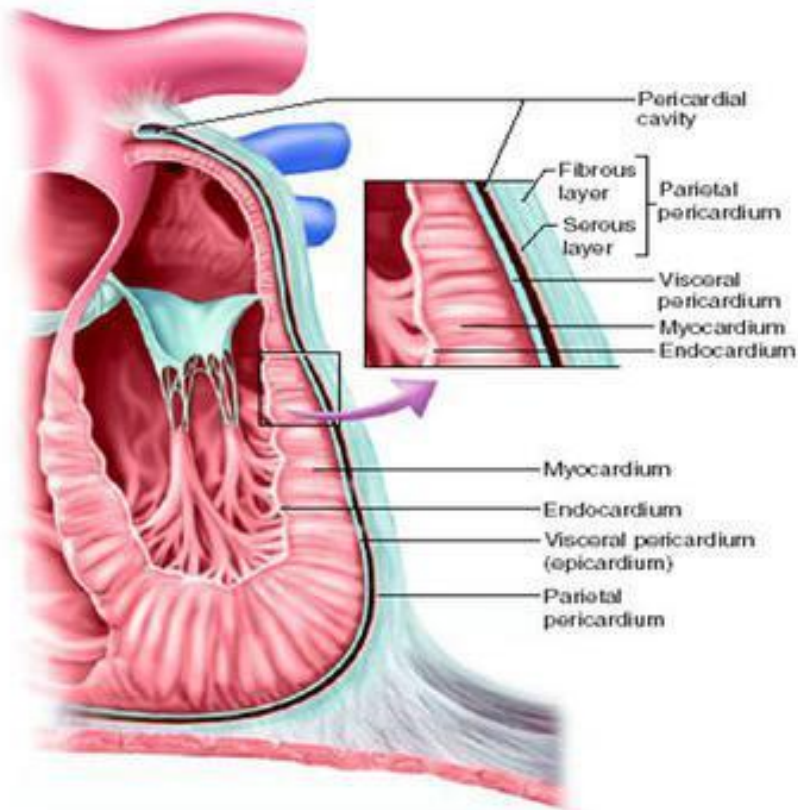
*M. papillaris ant.*

*M. papillaris post.*

Межжелудочковая перегородка

Мясистые трабекулы

# Клапанный аппарат



# Строение стенки сердца

1. **эндокард**  
(внутренний)

- поперечно-полосатой сердечной мышце, образует клапаны

2. **миокард**  
(средний)

- происходит от мезодермы, покрывает поверхность сердца, предсердия и желудочки

3. **эпикард**  
(наружный)

- состоит из внутреннего листка околосердечной сумки и внешней оболочки перикарда

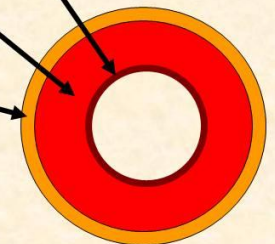


## Строение стенки сердца

**Эндокард** – внутренний слой  
(Эпителиальная ткань)

**Миокард** – средний слой  
(Мышечная ткань)

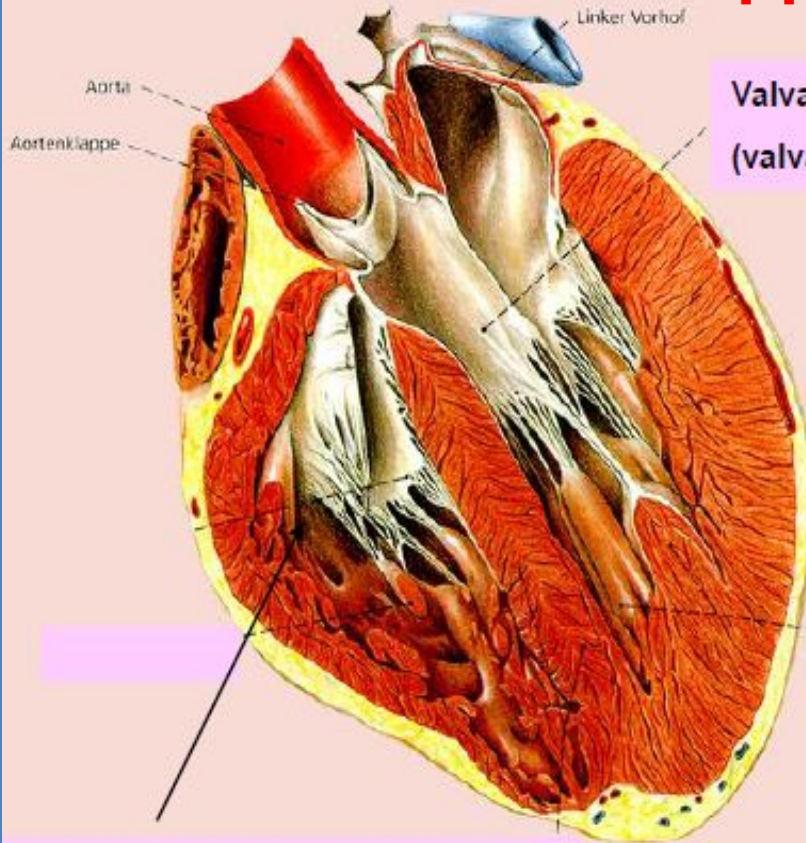
**Эпикард** – внешний слой  
(соединительная ткань)





# Миокар

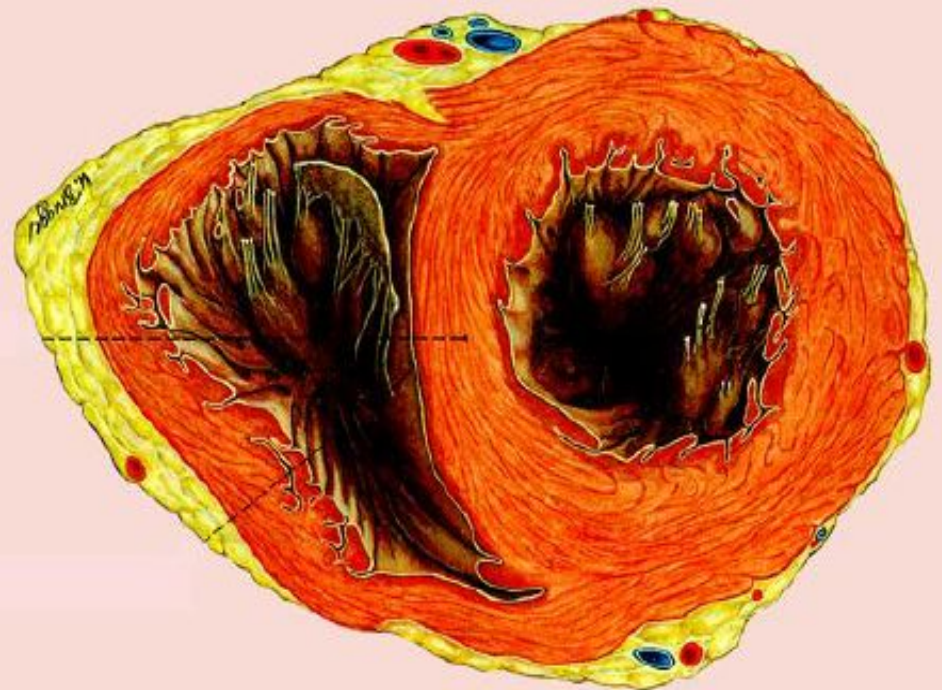
Д



Valva atrioventricularis sinistra  
(valva bicuspidalis , s. mitralis)

Mm. papillares

Valva atrioventricularis dextra  
(valva tricuspidalis)

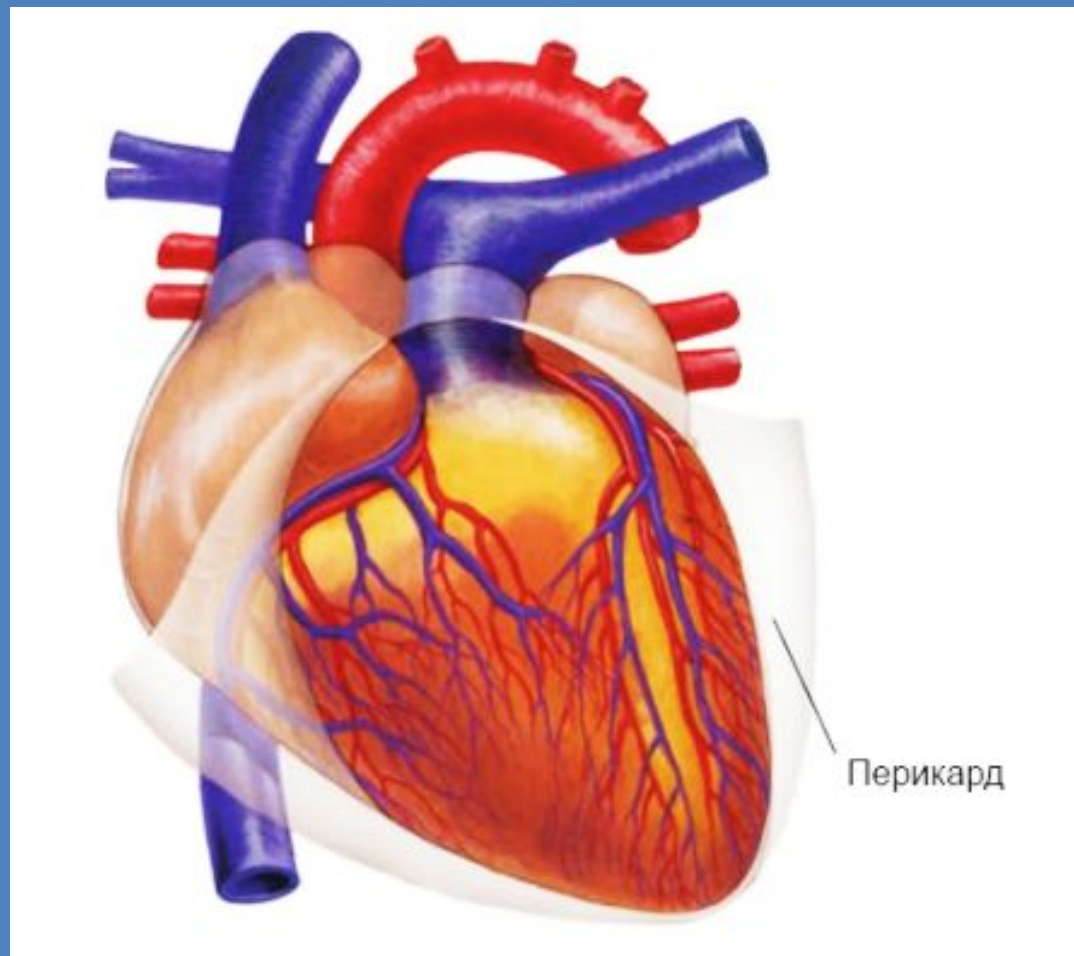


# Перикар

Перикард (2 слоя):    **Д**

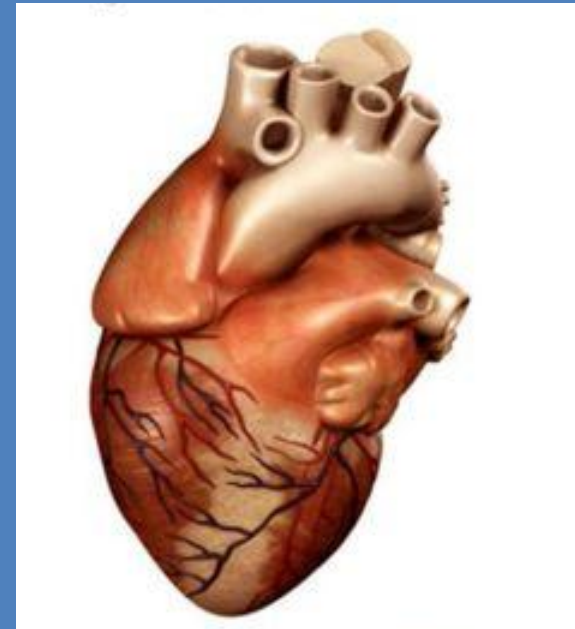
- 1) эпикард – сращен с мышечной оболочкой;
- 2) собственно перикард.

Между ними – жидкость (50 мл). Воспаление – перикардит.



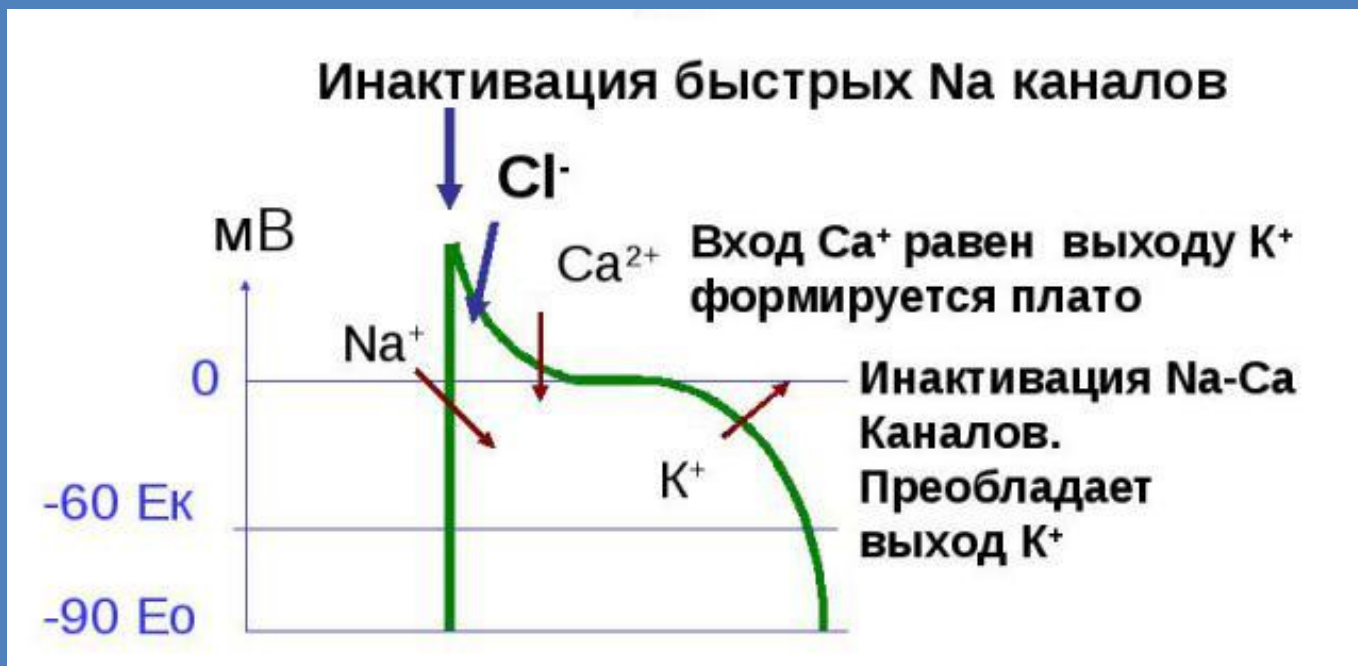
# Физиологические свойства сердечной мышцы

- Возбудимость
- Проводимость
- Сократимость
- Автоматизм
- Рефрактерность



# Возбудимос ть

- Способность отвечать на раздражение генерацией потенциала действия (ПД) за счет направленного тока ионов (Na, K, Ca)
- Связана с наличием ионоселективных каналов в мембране кардиомиоцитов.

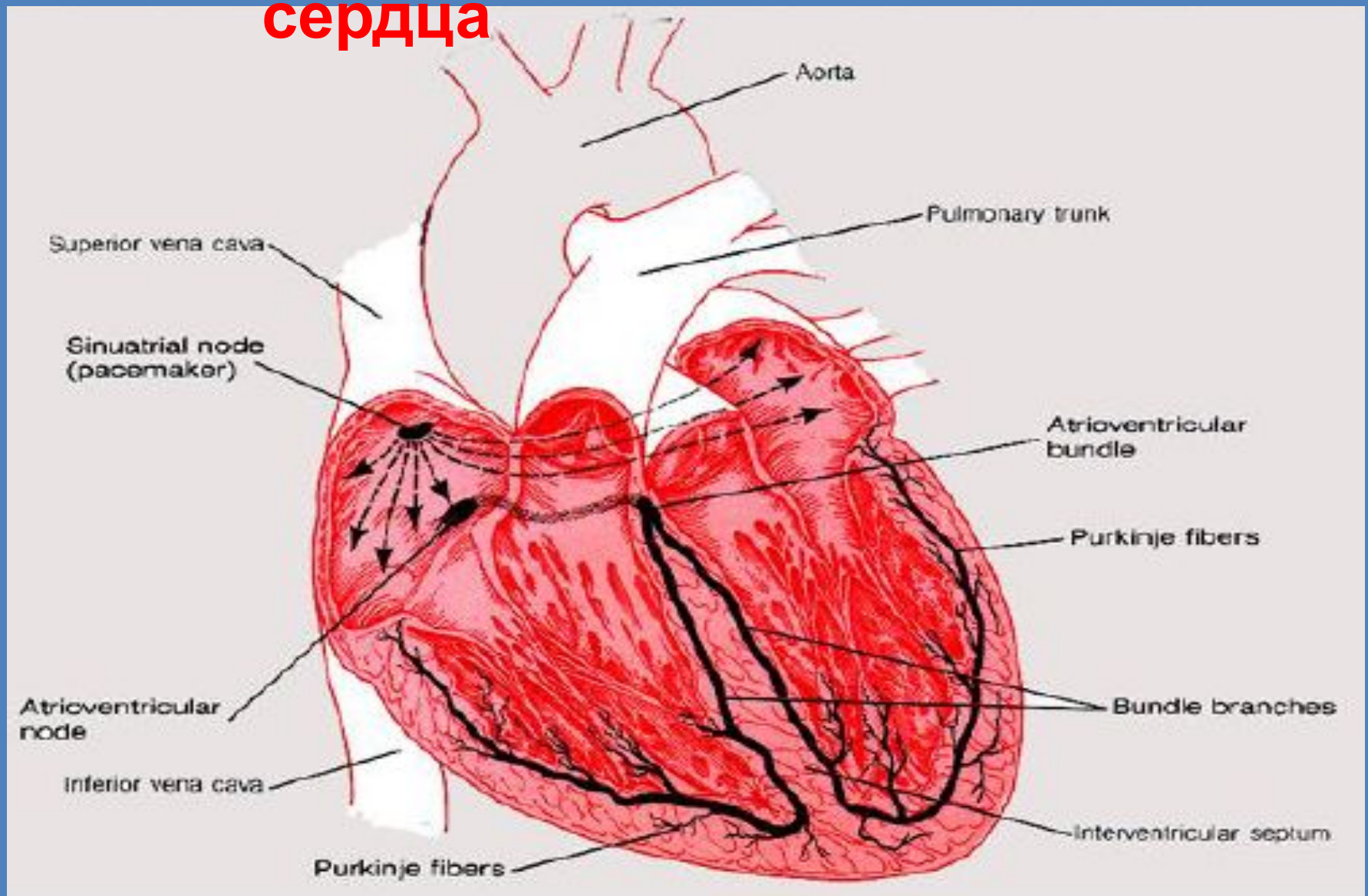




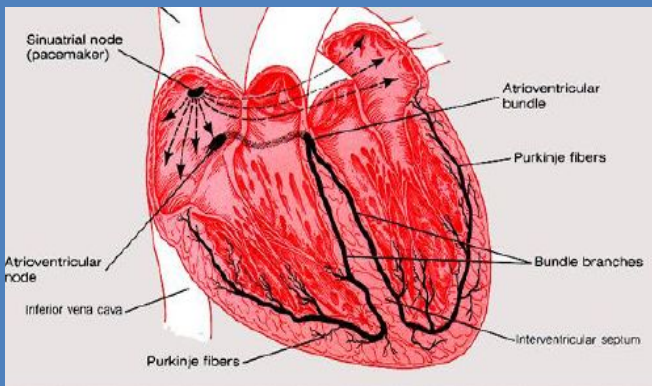
# Проводимость

- — свойство клеток миокарда и проводящей системы сердца (ПСС) распространять импульс (ПД) на окружающие их клетки.
- Проводящая система сердца (ПСС) — комплекс узлов, пучков и волокон, состоящих из *атипичных мышечных волокон* и обеспечивающих координированную работу предсердий и желудочков.

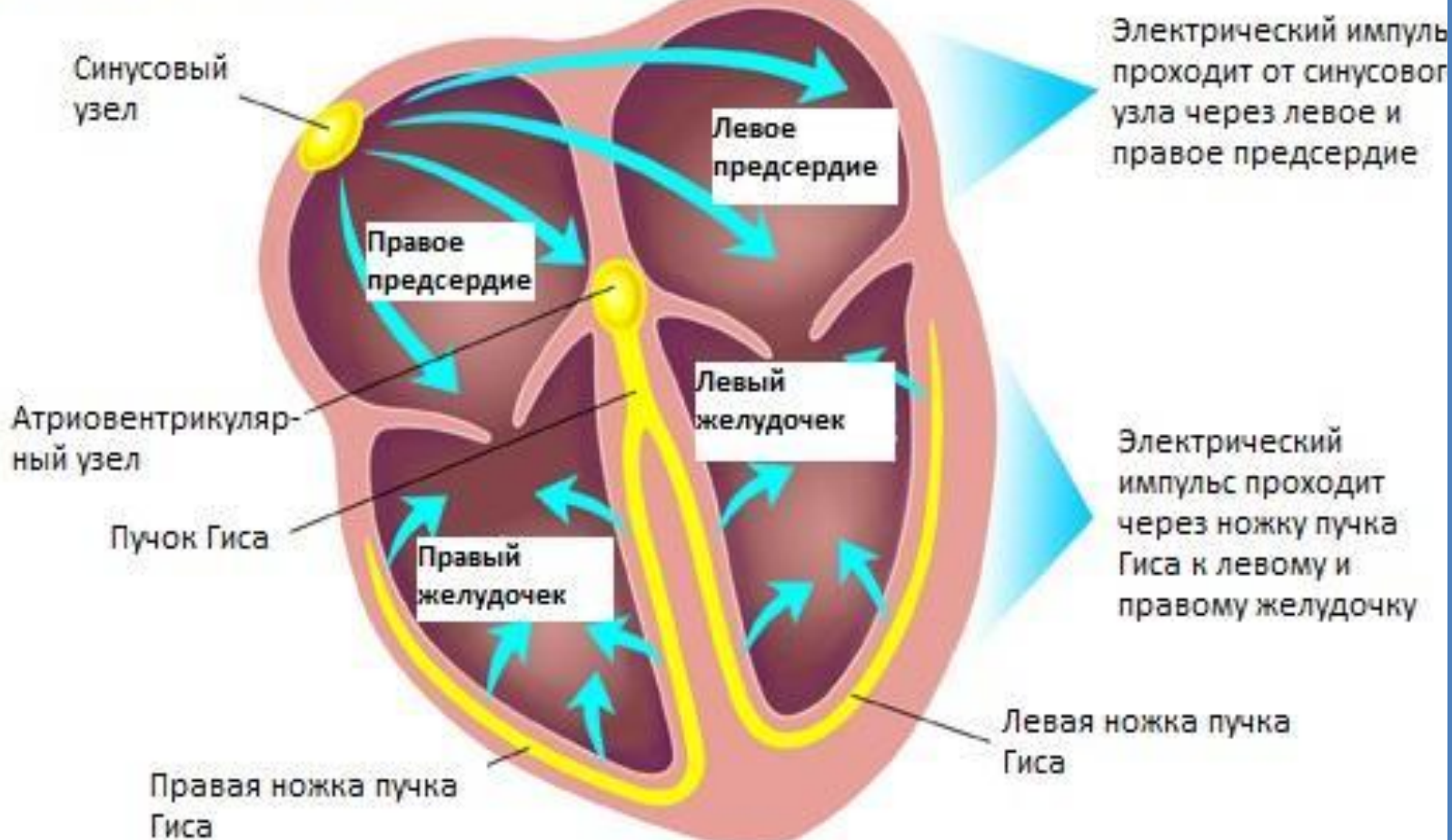
# Проводящая система сердца



# Проводящая система сердца



**Рисунок 1. Проводящая система сердца**



# • Проводящая система сердца

## • 1. Синусный узел

- ПП, на задней стенке у места впадения верхней полой вены.
- водитель ритма, частота импульсов, определяющая ЧСС (60-80 в минуту).

## • 2. Атриовентрикулярный узел

- ПП, вблизи перегородки между предсердием и желудочками.
- Передачик возбуждения. В патологических условиях (н., рубец после инфаркта миокарда) может стать водителем ритма (ЧСС = 40-60 импульсов в минуту).

## • 3. Пучок Гиса

- делится на правую и левую ножки, переходящую в волокна Пуркинье.
- между желудочками. Передачик возбуждения (ЧСС = 20-40 импульсов в минуту).



Благодаря ПСС сохраняется правильный ритм. При патологических состояниях происходит нарушение проводимости.

**Сердечный блок** (н., полная и неполная атриовентрикулярная блокада, блокада ножек пучка Гиса) – отсутствие согласованности между ритмом предсердий и желудочков или неодновременное сокращение желудочков. Это приводит к тяжелым гемодинамическим нарушениям.

**Фибрилляция** (трепетание и мерцание сердца) – некоординированные сокращения мышечных волокон сердца.

**Экстрасистолы** – внеочередные сокращения сердца.

Асистолия

*Коррекция:*

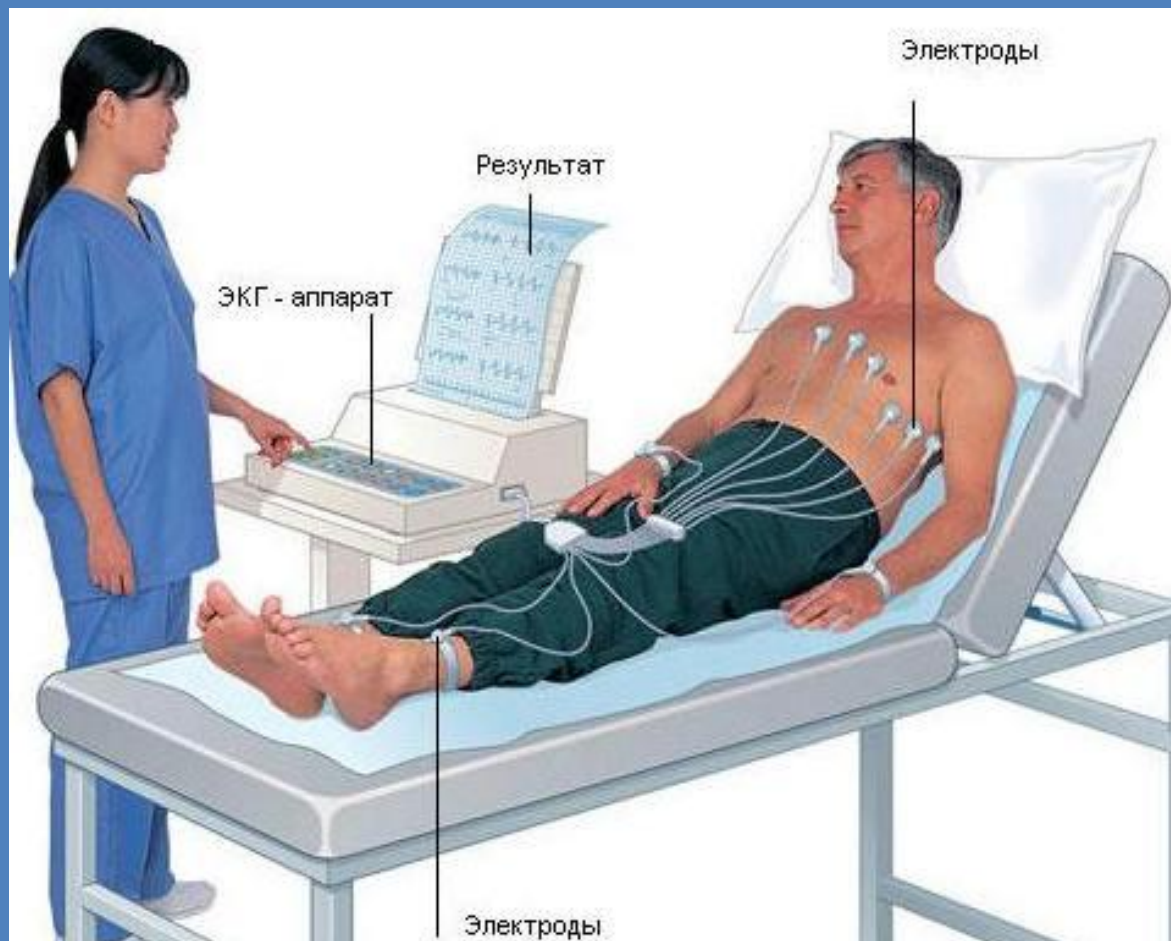
-кардиостимуляторы

- лекарства, воздействующие на проводящую систему

# Регистрация работы сердца. ЭКГ

При работе сердца создается разность потенциалов, записывается электрокардиографом.

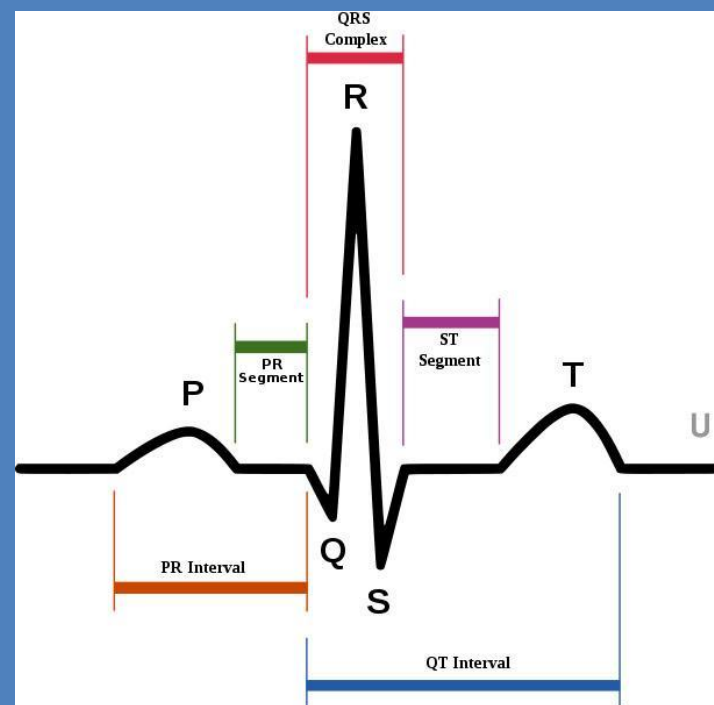
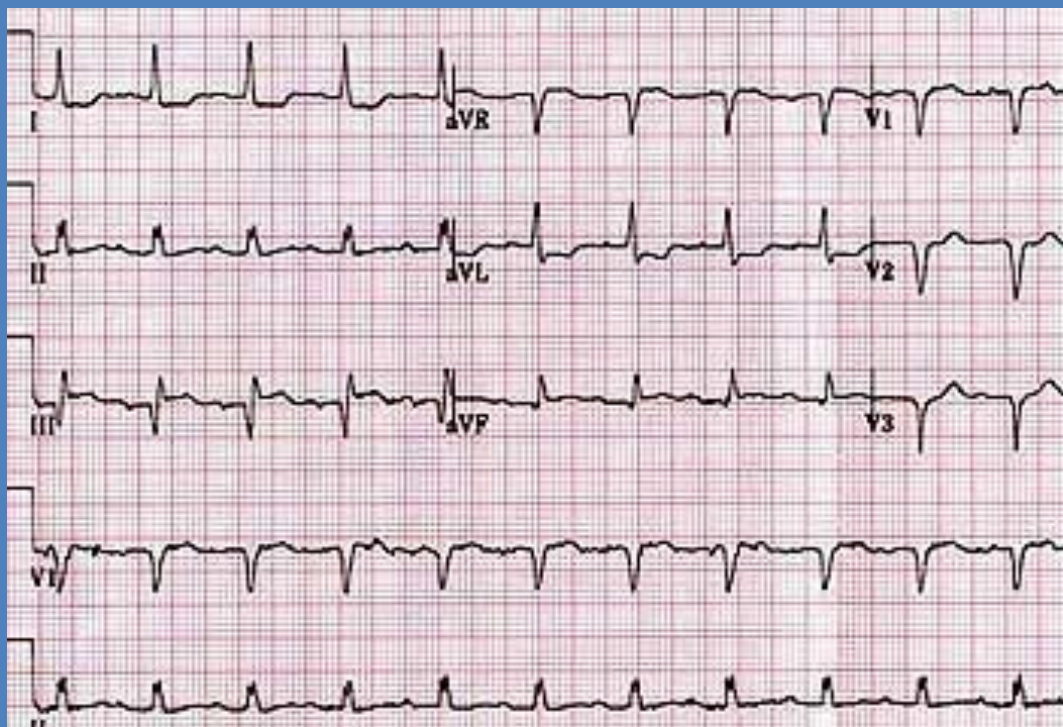
Впервые осуществил В. Эйнтховен в 1903 году, а в России – А.Ф. Самойлов.



Электроды накладываются на обе руки, ноги и переднюю поверхность грудной клетки.

ЭКГ состоит из ряда зубцов и интервалов между ними. При анализе учитывают высоту, ширину, направление, форму зубцов.

ЭКГ имеет большое значение для диагностики заболеваний сердца.





## Оценка физиологических свойств сердечной мышцы по ЭКГ.

- 1) Оценка возбудимости по амплитуде зубцов, т. к. амплитуда – результат суммарной электрической активности волокон.
- 2) Оценка проводимости – по длительности интервалов PQ и QRS.

# Автоматизм (автоматия) сердца

– способность сердца ритмически сокращаться независимо от импульсов, поступающих извне.

Автоматией обладают **только** атипические мышечные волокна сердца, образующие его ПСС.

В норме работает только СА узел. Водители ритма с более низкой автоматией находятся в заторможенном состоянии. Пробуждение других водителей ритма приводит к экстрасистолии.

**Рефракторный период** (резкое снижение сократимости ткани).

*Абсолютный* – во время этого периода, какой бы силы не наносили раздражение, она не отвечает возбуждениям – соответствует по силе систоле и началу диастолы предсердий и желудочков.

*Относительный* – возбудимость сердечной мышцы возвращается к исходному уровню.

# Работа сердца (сердечный цикл и его фазы)

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

Норма ЧСС – 60-80 ударов в минуту.

Менее 60 ударов в минуту – брадикардия.

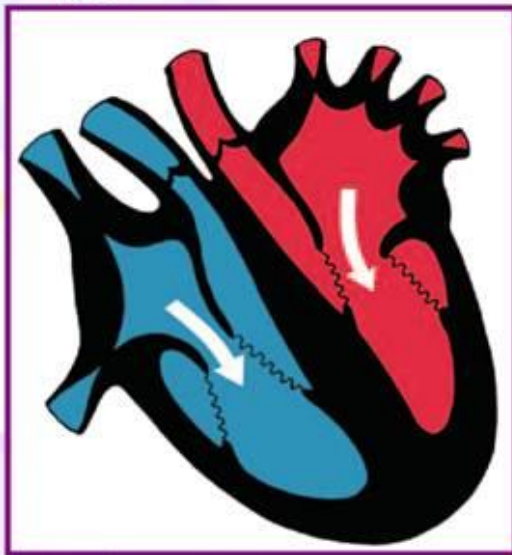
Более 80 ударов в минуту – тахикардия.



# Сердечный цикл

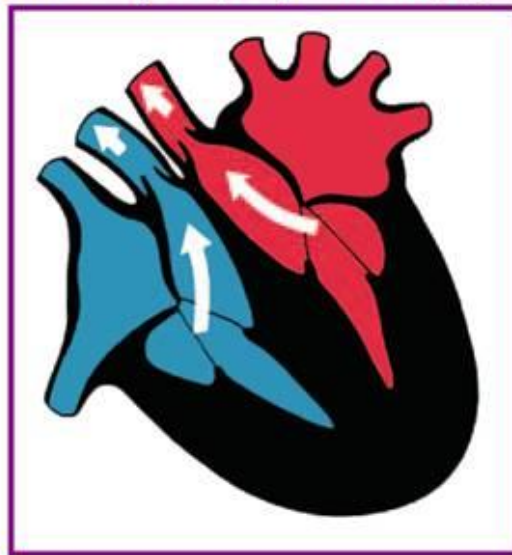
## 1. Сокращение (систола) предсердий

Длится около 0.1 с.  
Желудочки расслаблены, створчатые клапаны открыты, полулунные – закрыты. Кровь из предсердий поступает в желудочки.



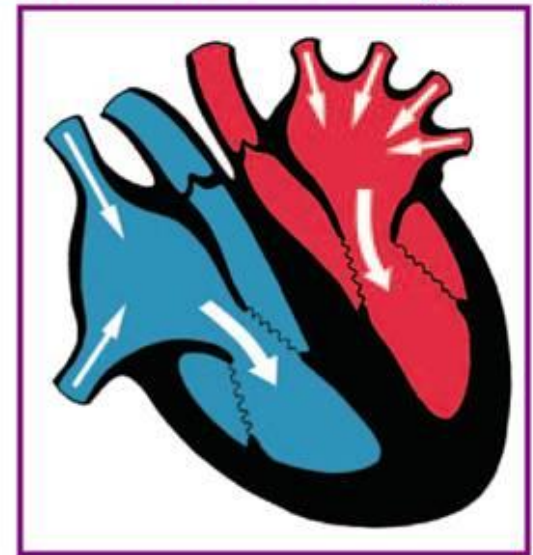
## 2. Сокращение (систола) желудочков

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.

## КЛАПАНЫ ПРИ СОКРАЩЕНИИ ЖЕЛУДОЧКОВ



# Сердечный цикл

При ЧСС 75 в минуту составляет:

Предсердий - 0,8с

Систола - 0,1с

Диастола - 0,7с

Желудочков - 0,8с

Систола - 0,33с

Диастола - 0,47с

Общая пауза - 0,37с



# Регуляция работы сердца

## Нервная регуляция

Симпатическая нервная система

*усиливает работу сердца*

Парасимпатическая нервная система

*ослабляет работу сердца*

Гуморальная регуляция активности сердца обеспечивается веществами, циркулирующими в крови

## Гуморальная регуляция

Усиливают работу сердца

*гормоны надпочечников  
(адреналин, норадреналин);*

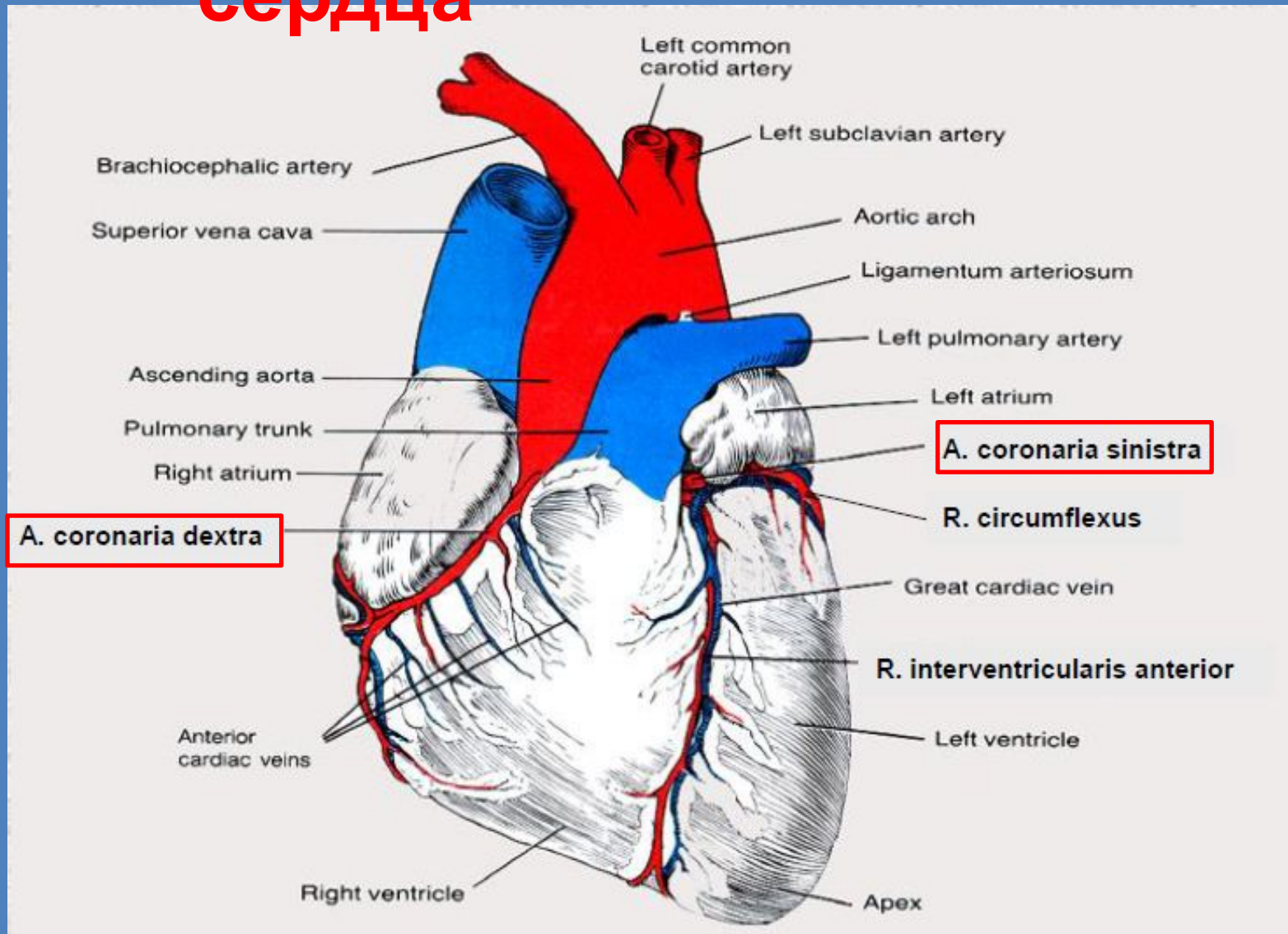
*ионы кальция*

Тормозят работу сердца

*ацетилхолин;  
ионы калия;*



# Кровоснабжение сердца



Восходящая  
аорта

**Правая венечная артерия**

Идет по предсердно-желудочковой борозде и снабжает кровью правое предсердие, правый желудочек и часть левого желудочка

**Левая венечная артерия**

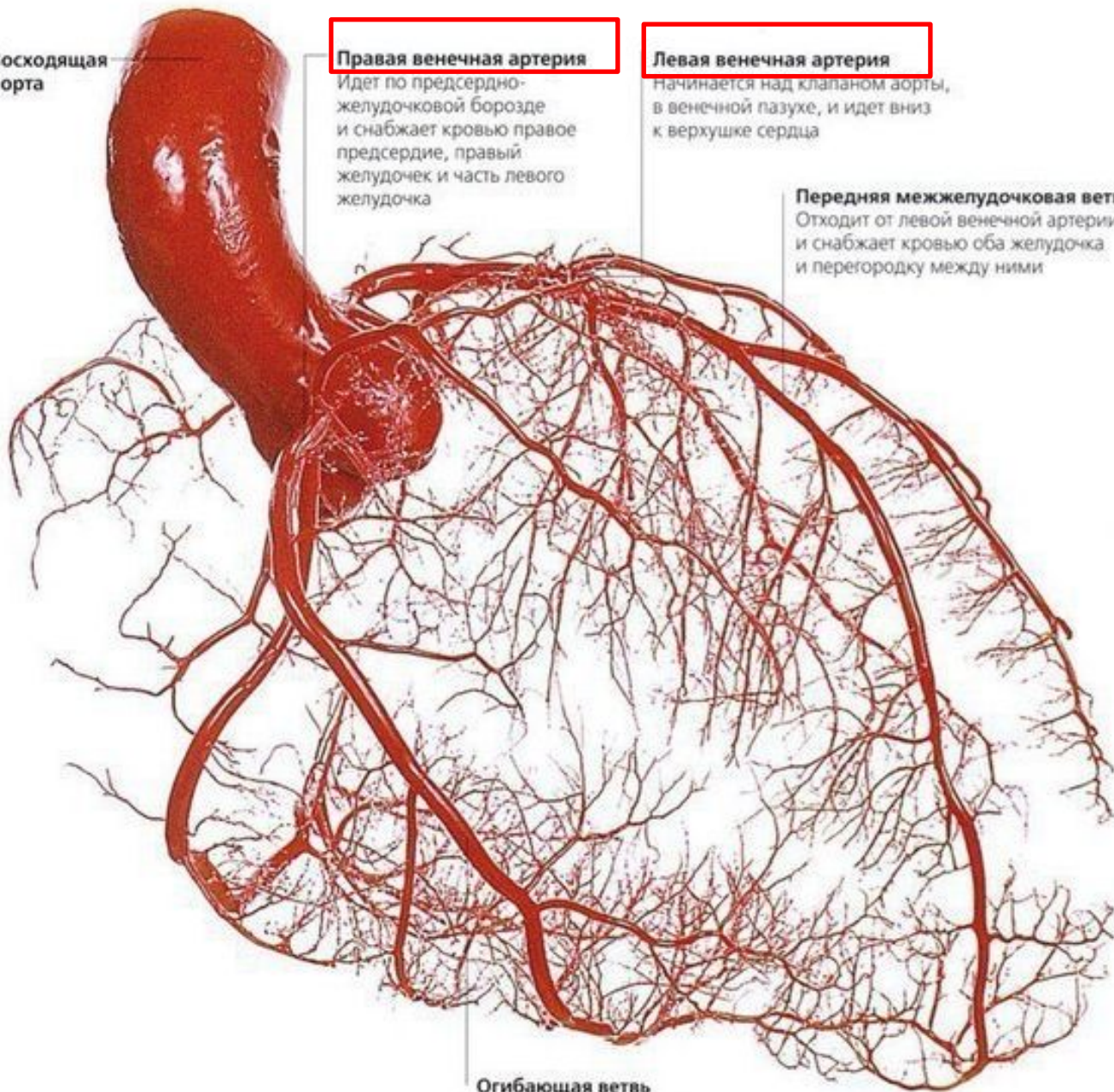
Начинается над клапаном аорты, в венечной пазухе, и идет вниз к верхушке сердца

**Передняя межжелудочковая ветвь**

Отходит от левой венечной артерии и снабжает кровью оба желудочка и перегородку между ними

**Огибающая ветвь**

Идет к верхушке сердца, снабжая кровью правую границу и прилежащие области



# Виды кровеносных сосудов, особенности их строения и функции

Магистральные сосуды:

артерии, вены.

Микроциркуляторное русло (МКЦР):

артериолы, прекапилляры,  
капилляры, посткапилляры, венулы.





# Артери и

- сосуды, несущие кровь **ОТ** сердца, независимо от того, какая это кровь.

## Строение:

- Внутренняя оболочка - эндотелий.
- Средняя оболочка - гладкомышечная.
- Наружная оболочка - адвентиция.

У большинства между оболочками - эластическая мембрана, придает эластичность, упругость.





# Вен ы

– сосуды, несущие кровь **К** сердцу, независимо от того, какая она.

Состоят из трех оболочек:

- Внутренняя оболочка – эндотелий.
- Средняя оболочка – гладкомышечная.
- Наружная оболочка – адвентиция



# Особенности строения

## вен

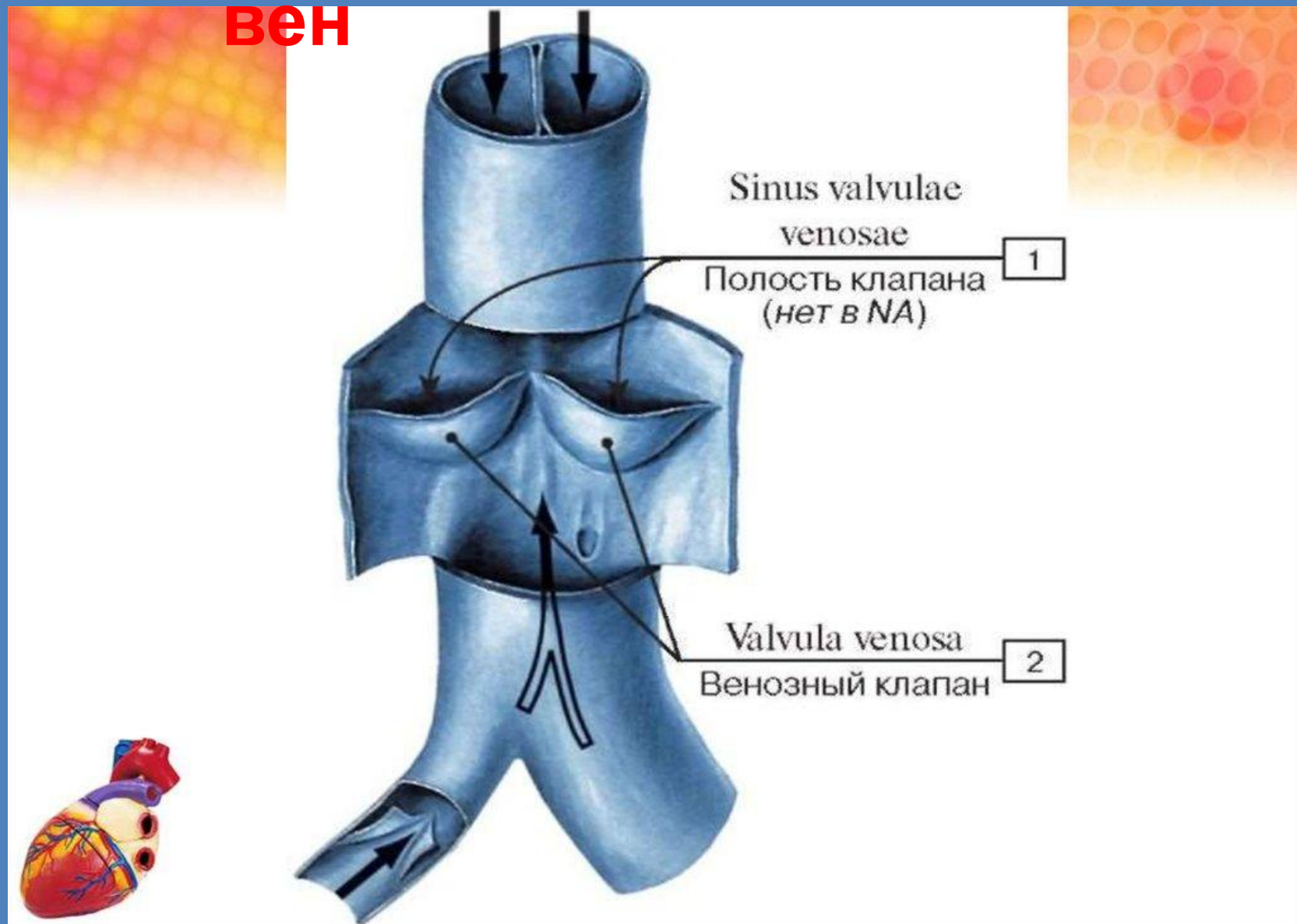
### *Особенности строения вен:*

- Стенки тоньше и слабее.
- Эластические и мышечные волокна развиты слабее, поэтому стенки могут спадаться.
- Наличие клапанов (полулунные складки слизистой оболочки), препятствующих току крови. Клапанов не имеют: полые вены, воротная вена, легочные вены, вены головы, почечные вены.



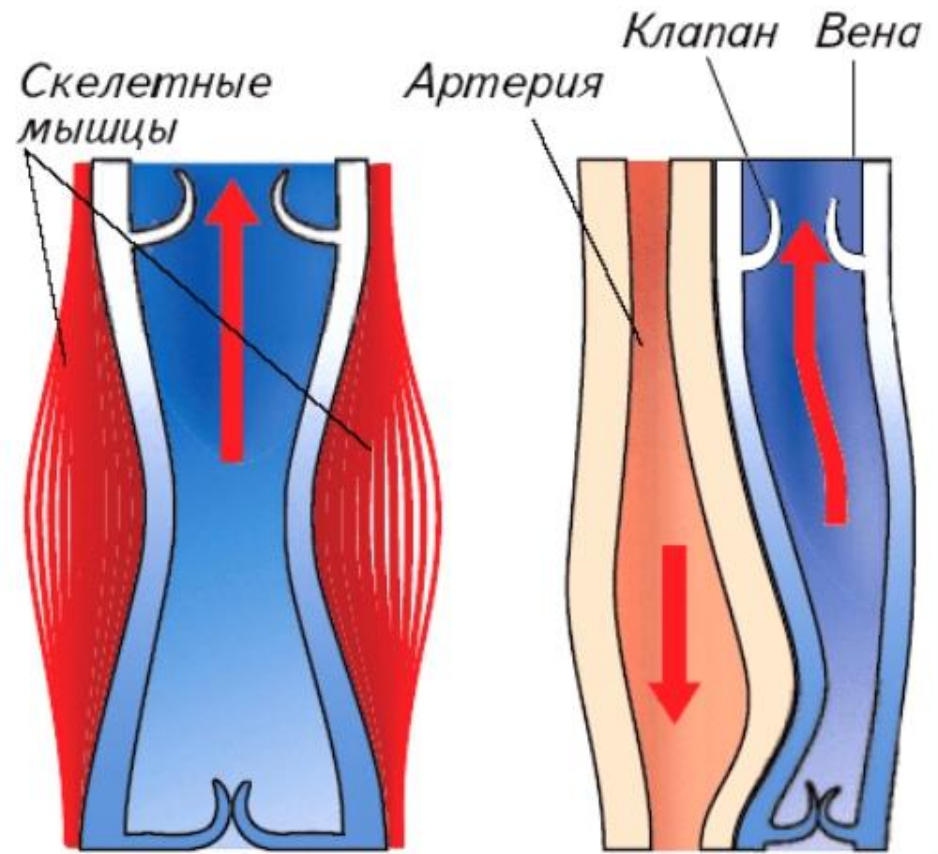
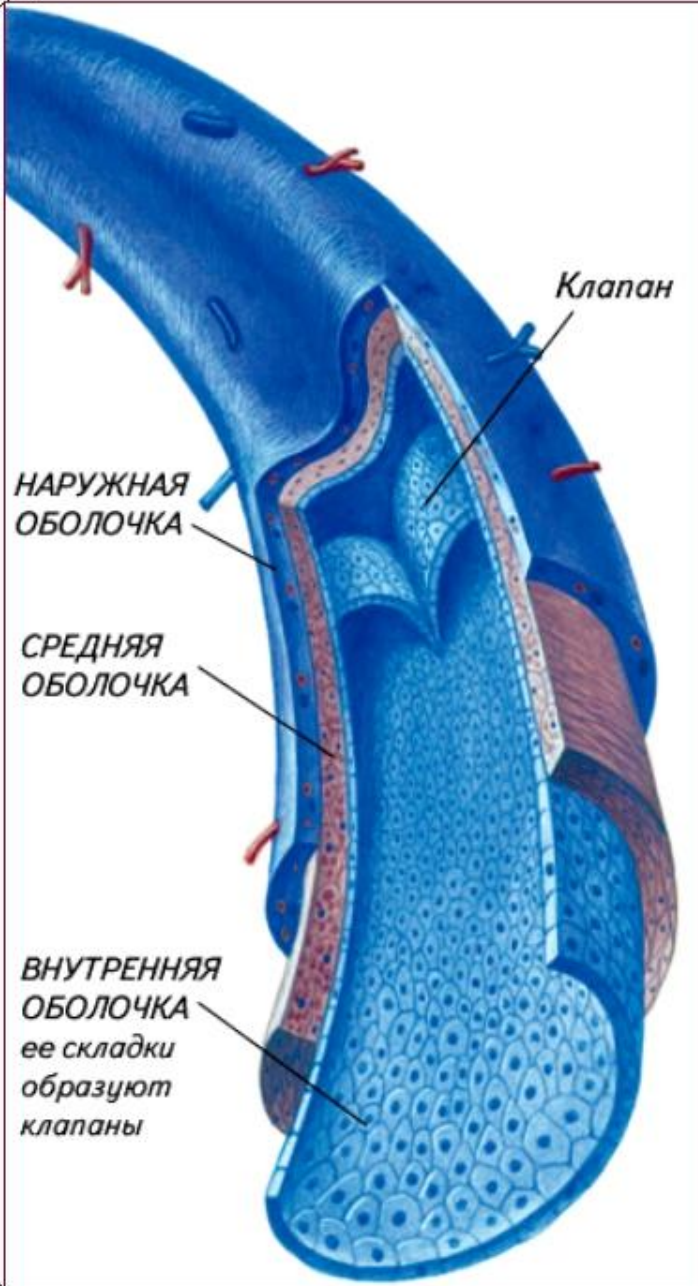
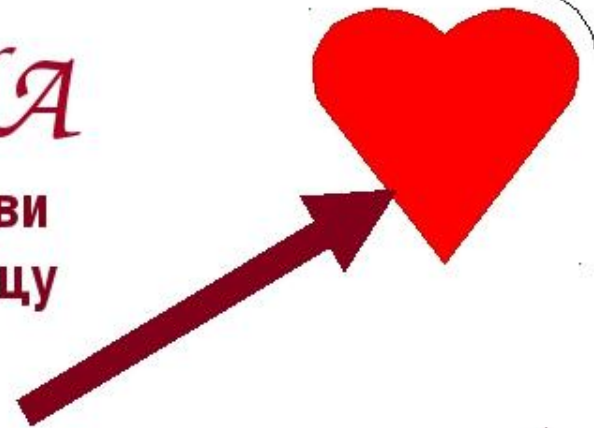
# Особенности строения

## вен



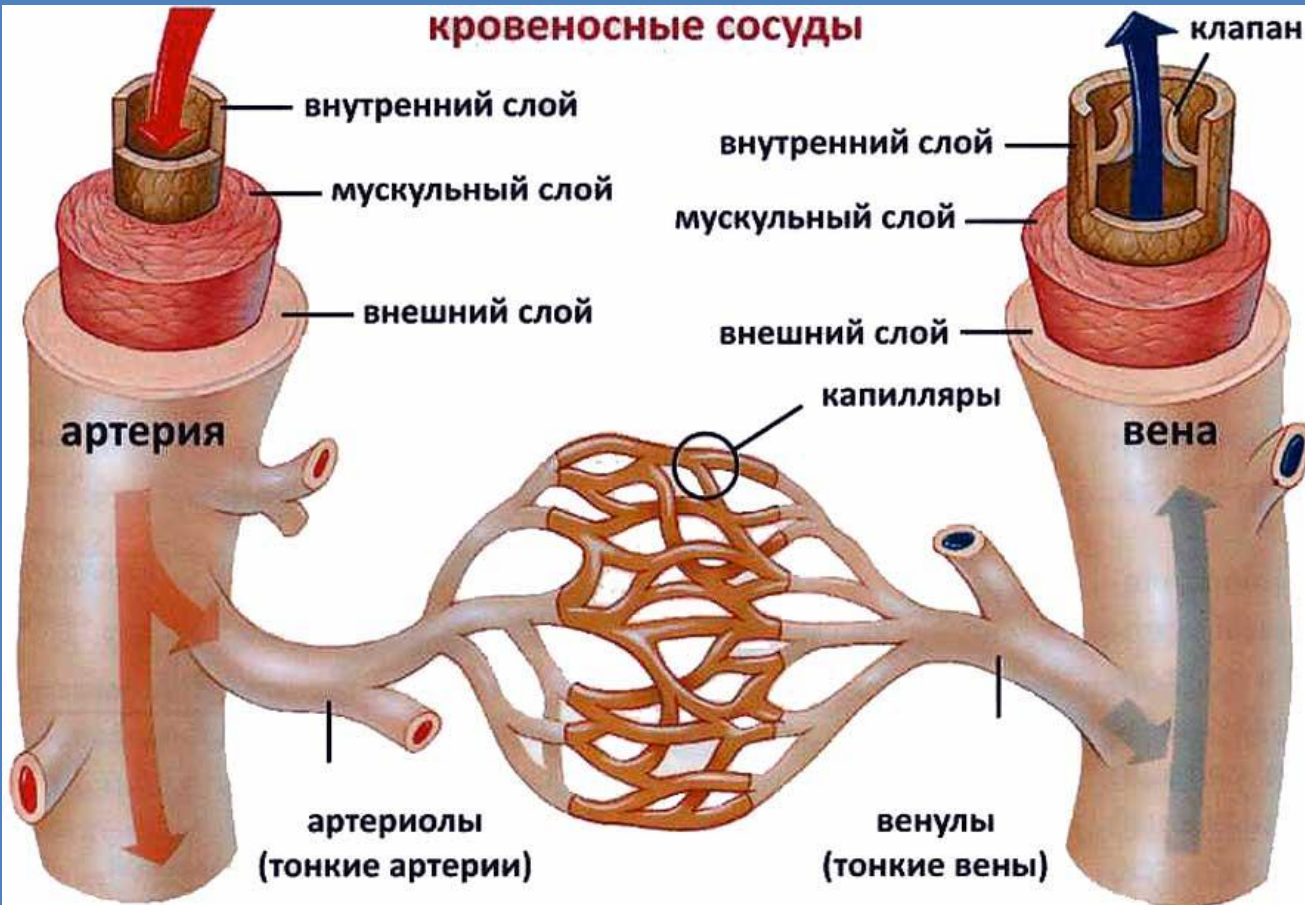
# ВЕНА

движение крови  
к сердцу





# кровеносные сосуды



# Капилляры

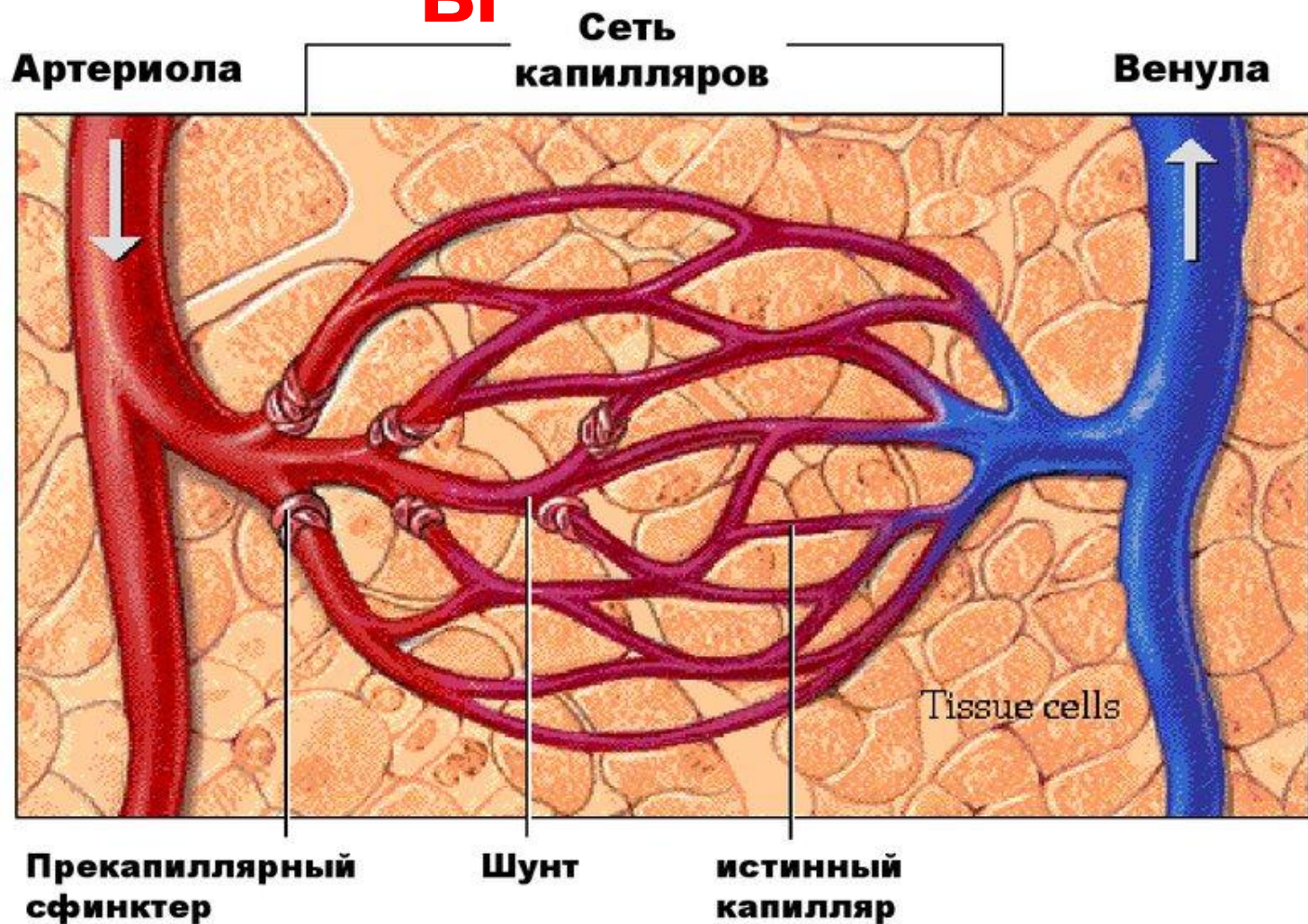
– микроскопические сосуды, к-ые находятся в тканях и соединяют артериолы с венулами (через пре- и посткапилляры). Через их стенки происходят обменные процессы, видимые только под микроскопом. Стенка - из одного слоя клеток – эндотелия, расположенного на базальной мембране, образованной рыхлой волокнистой соединительной тканью.



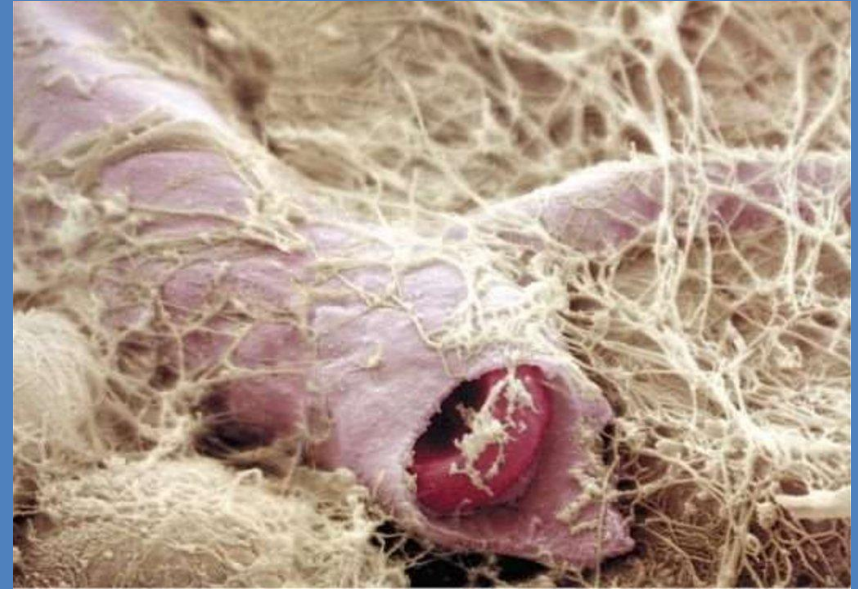


# Капилляр

# ы



# Капилляр ы





# Анастом

**оз**  
- (от греч. *αναστόμωσις* – отверстие, выход) – место соединения отдельных элементов сети.

Разветвления артерий и вен могут соединяться и образовывать анастомоз.



# Коллатера

**ли**

- сосуды, обеспечивающие окольный отток крови в обход основному.

# Круги кровообращения



Там, где сосудистая система замкнута, она образует **круг кровообращения**.

В ССС человека **2** круга кровообращения: большой и малый.

# Большой круг кровообращения



- кровоснабжение всех органов тела.

Лев. желудочек сердца

Аорта

Артерии (эластические и мышечные)

Внутриорганные артерии

Артериолы

Кровеносные капилляры

Венулы

Внутриорганные вены

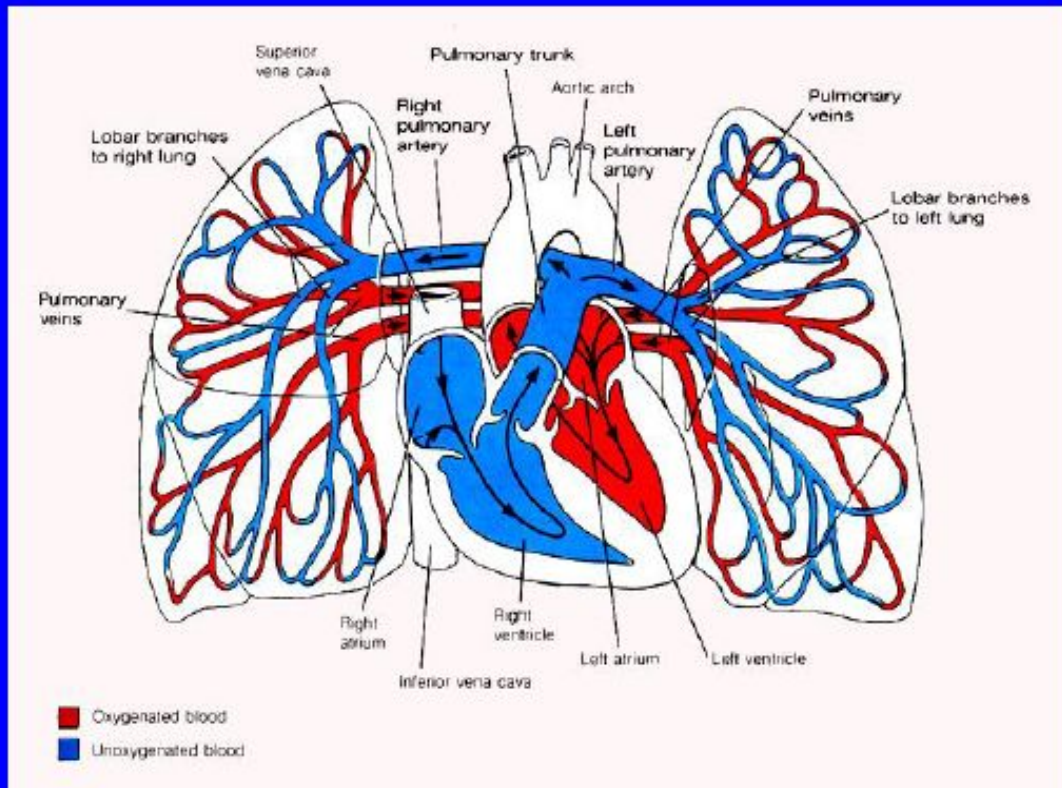
Вены

Вех. и ниж. полые вены

Прав. Предсердие

# Малый круг кровообращения

- доставка крови в легкие, где происходит газообмен.



Прав. Желудочек сердца

↓  
Легочный ствол

↓  
Легочные артерии

↓  
Внутрилегочны артерии

↓  
Артериолы

↓  
Кровеносные капилляры

↓  
Венулы

↓  
Внутрилегочные вены

↓  
Легочные вены

↓  
Лев. предсердие



- **Дополнительные**
- **круги кровообращения:**

- **1. Плацентарный**

- (у плода,
- находящегося в матке)

- **2. Сердечный**

- (часть большого круга
- Кровообращения)

- **3. Виллизиев** (артериальное кольцо, образованное артериями бассейна позвоночных и внутренних сонных артерий, расположенное в основании головного мозга, способствует компенсации недостаточности кровоснабжения)

# Причины движения крови

- Работа насоса – сердца
- Разность давления в проксимальном и дистальном отделе сосудистой системы
- Кровь течет из области высокого давления в низкое
- Гравитационные силы
- Работа мышечного насоса
- Работа клапанов вен
- Присасывающее действие сердца (А-В перегородки)
- Работа дыхательного насоса
- Опускание диафрагмы при вдохе повышает давление в сосудах брюшной полости и снижает в грудной

# Показатели гемодинамики

## Артериальное давление.

- Интегральный показатель, зависит от:
- тонуса сосудов,
- систолического выброса,
- частоты сердечных сокращений,
- объема циркулирующей крови (ОЦК).

Различают:

1. **Систолическое АД** – давление крови в артериях во время систолы

- Зависит от величины систолического выброса левым желудочком, тонуса сосудов и ОЦК
- Состоит из бокового давления крови на стенку сосудов
- И ударного или гемодинамического давления



## 2. Диастолическое АД

- давление крови на стенку сосуда в диастолу левого желудочка.

- Зависит от тонуса сосудов
- Степени оттока крови через систему мелких артерий - артериол

## 3. Пульсовое давление

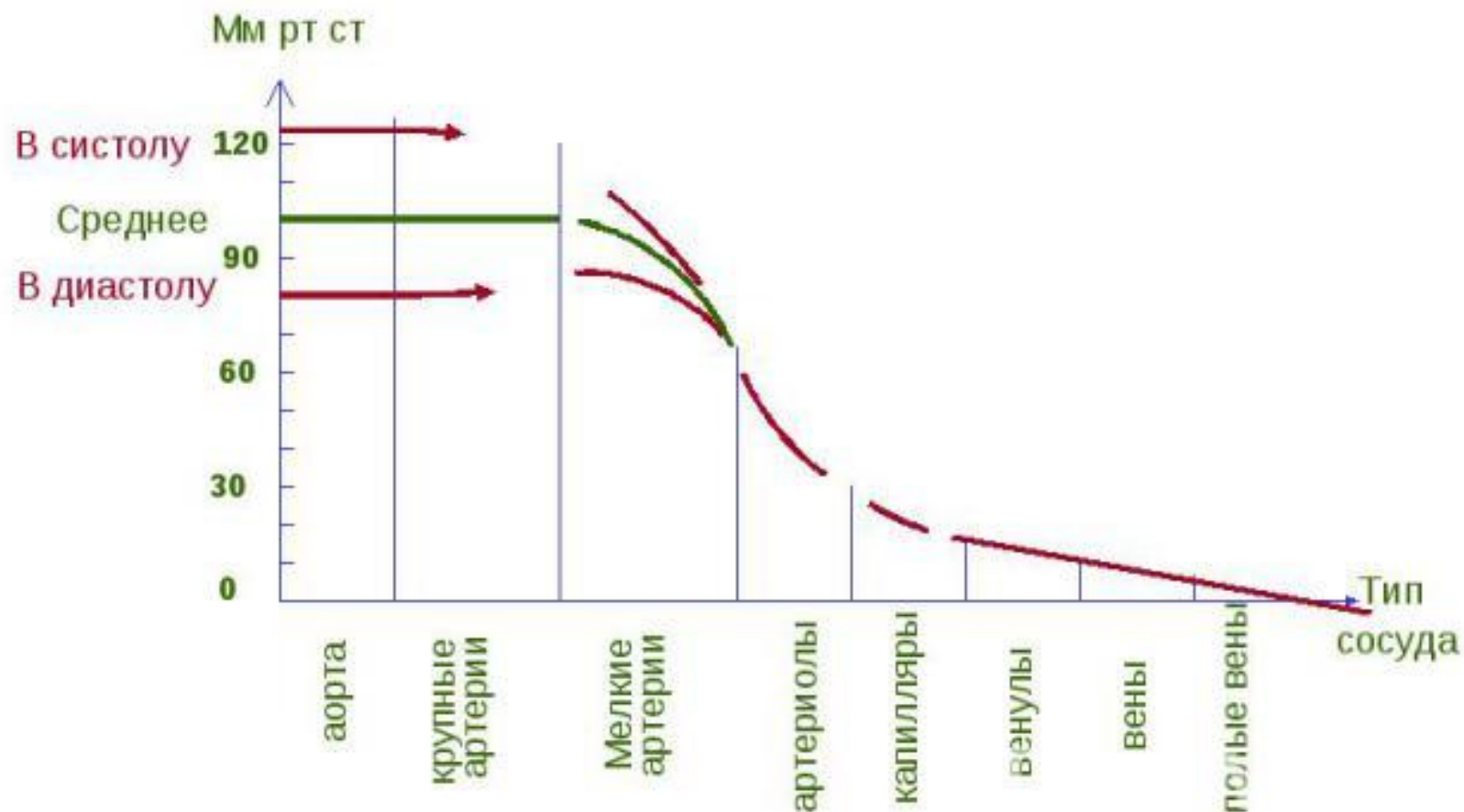
- Разность между систолическим и диастолическим давлением.

# Методы определения АД

- **1. Непрямой (Рива – Роччи, Короткова)**
- **2. Прямой метод – кровавый.**
- В артерию помещают канюлю, соединенную с датчиком давления.



# Изменение давления в различных частях сосудистой системы



# Артериальный пульс

- Ритмические колебания стенки артерий, обусловленные повышением давления в систолу

- Пульсовая волна появляется в аорте и распространяется по стенке сосуда
- Скорость распространения зависит от эластичности стенки сосудов:
  - В аорте составляет 5,5-8 м/с
  - В периферических артериях 6-9,5 м/с
  - С возрастом увеличивается



# Характеристика пульса

- 1. Частота.
- 2. Ритмичность.
- 3. Амплитуда - наполнение.
- 4. Напряженность.
- 5. Быстрота – скорость нарастания и спада пульсовой волны.

# Точки определения пульсации артерий конечностей

