

ОСНОВЫ ГЕМОДИНАМИКИ

Общая характеристика сердечно-сосудистой системы и ее значение.

Круги кровообращения.

Строение сердца.

Клапаны сердца и их работа.

Кровоснабжение сердца.

Проводящая система сердца.

ФКГ и ЭКГ.

Общая гемодинамика.

Сердечно-сосудистая система (ССС)

- Включает **кровеносную** (систему кровообращения) и **лимфатическую** (систему лимфообращения)
- Кровеносная система обеспечивает доставку тканям питательных веществ, кислорода, отвод продуктов обмена, теплообмен. Образует замкнутую сосудистую сеть, имеющую центральное насосное устройство - **сердце**, работа которого создает перепад давления на выходе и входе, что является **главной причиной движения крови!!!**

Движение крови

Основная причина
движения крови –
разность
кровяного
давления в
разных участках
кровеносной
системы

Наибольшее
давление в аорте

Наименьшее
давление в
крупных венах



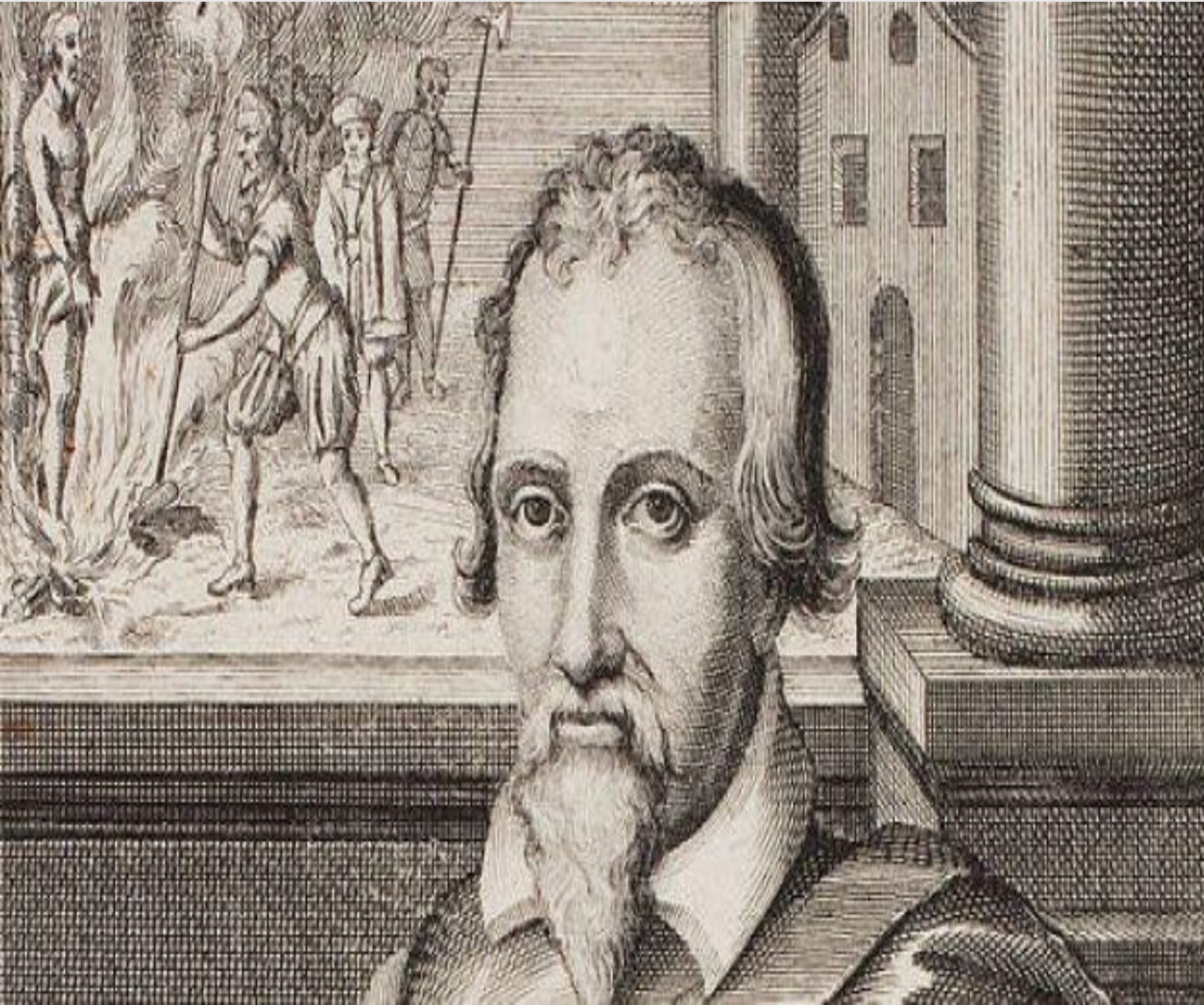


английский врач
Вильям Гарвей в
1628 г. издал
«Анатомическое
исследование о
движении сердца и
крови у животных».

Открыл **БКК**

Установил роль
сердца в
гемодинамике

Мигель Сервет

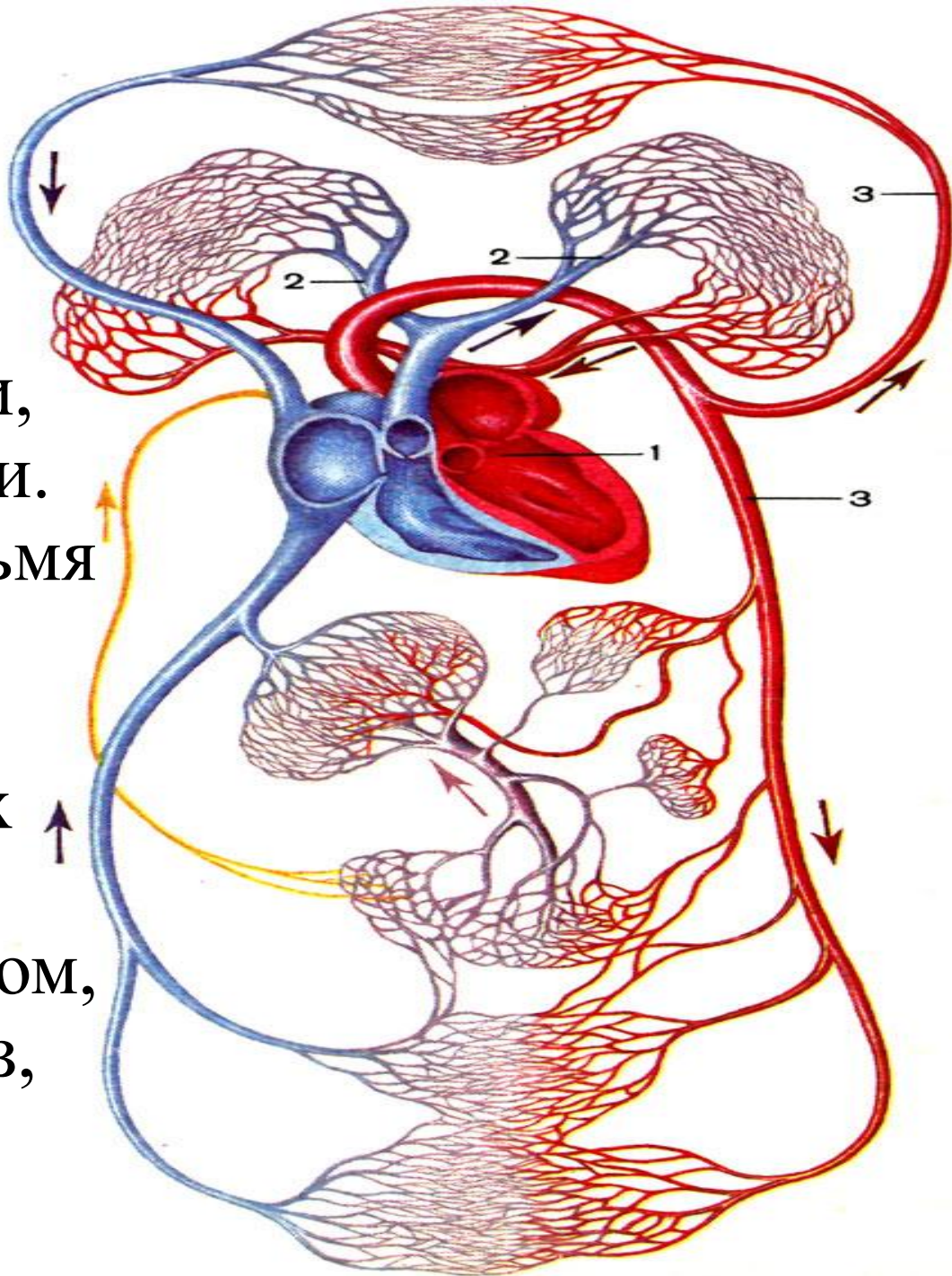


- Испанский врач открыл **МКК** в 1553 году. В том же году был сожжен за ересь в Женеве. В 1903 церковь поставила ему памятник

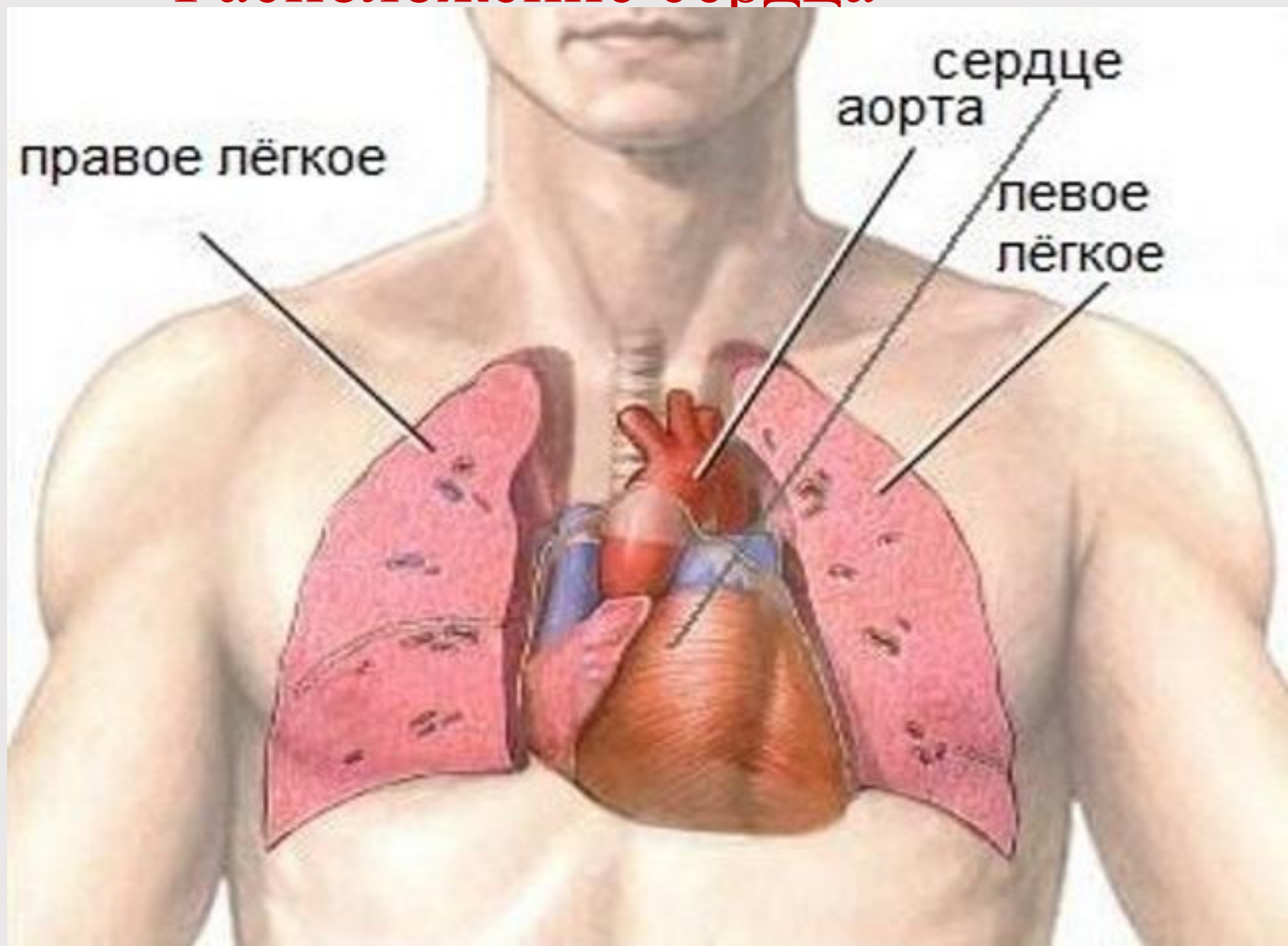
Круги кровообращения

- **БКК** начинается от левого желудочка сердца. Он последовательно включает аорту, артерии, артериолы, капилляры, венулы и вены. Заканчивается двумя полыми венами, впадающими в правое предсердие. Через стенки капилляров происходит обмен веществ между кровью и тканями. Артериальная кровь отдает тканям кислород и, насыщаясь углекислым газом, превращается в венозную. К капиллярной сети подходит **артериола**, а выходит - **венула**. Они и сеть капилляров между ними образует **русло микроциркуляции**

• **МКК** начинается от правого желудочка легочным стволом, продолжается легочными артериями, капиллярами и венами. Заканчивается четырьмя легочными венами, впадающими в левое предсердие. В легких венозная кровь, обогащаясь кислородом, теряет углекислый газ, становится артериальной



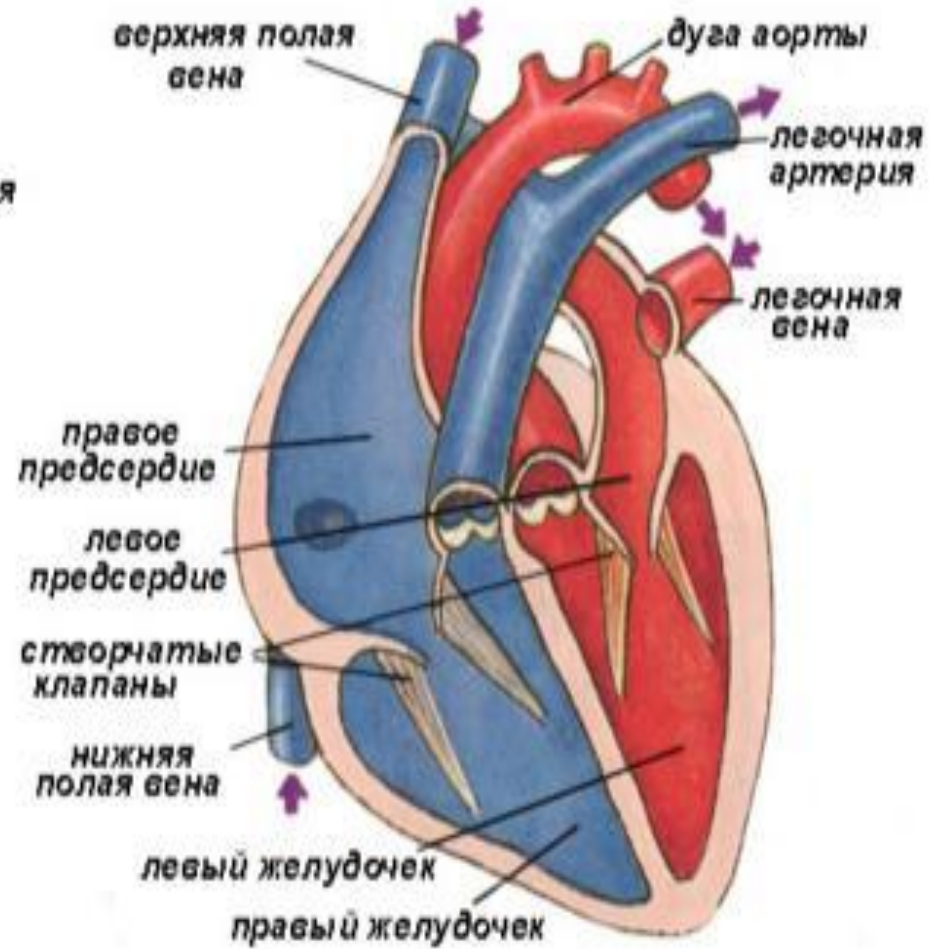
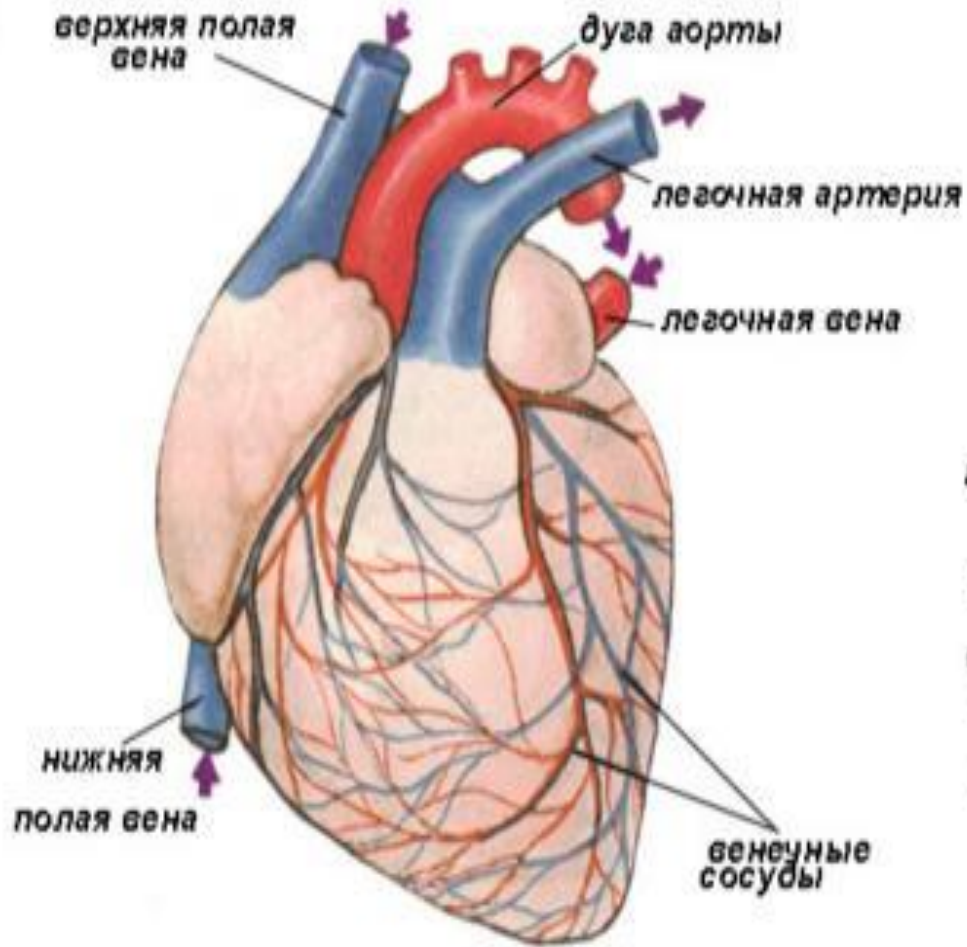
Расположение сердца



Сердце (cor, греч. cardia)

- конусовидный, полый фиброзно-мышечный орган, верхушка обращена вниз, влево и вперед. Расположено в грудной полости за грудиной в среднем средостении на сухожильном куполе диафрагмы.
- Венечная борозда отделяет предсердия от желудочков. Спереди предсердия имеют расширения - **правое и левое ушко**. Они охватывают аорту и легочный ствол. Размеры сердца сопоставимы с величиной кулака данного человека

СТРОЕНИЕ СЕРДЦА

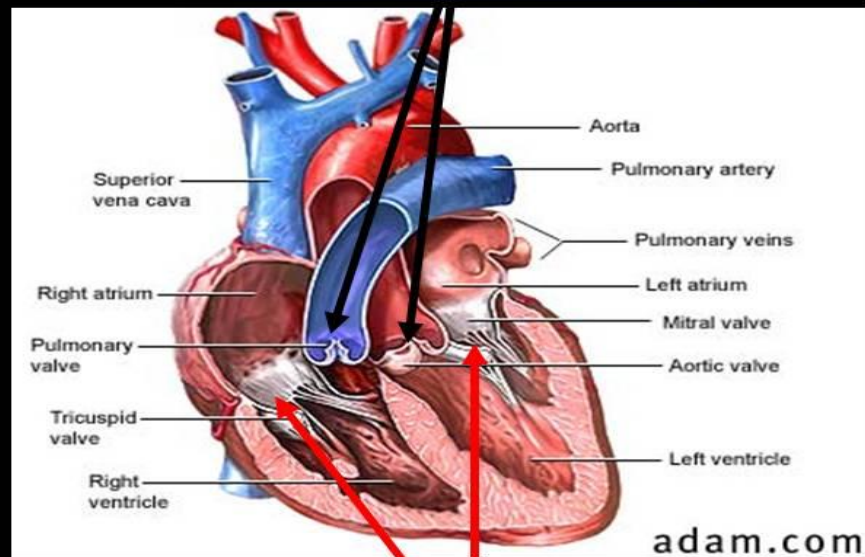


- Сердце человека 4-камерное: два предсердия и два желудочка (правые и левые). Перегородка между камерами делит сердце на две не сообщающиеся половины. Поперечная перегородка делит сердце на предсердия и желудочки. В ней имеются предсердно-желудочковые отверстия, снабженные створчатыми клапанами. Клапан между левым предсердием и желудочком **двустворчатый (левый предсердно-желудочковый, митральный)**, а между правым предсердием и желудочком- **трехстворчатый, (правый предсердно-желудочковый)**

- Клапаны открываются в сторону желудочков и пропускают кровь только в этом направлении. Легочный ствол и аорта у своего начала имеют **полулунные клапаны** из трех заслонок в форме полумесяца и открываются по направлению тока крови в этих сосудах.

Клапаны сердца

Полулунные
клапаны



Створчатые
клапаны

- Стенка сердца состоит из трех слоев:

внутренний - **эндокард**

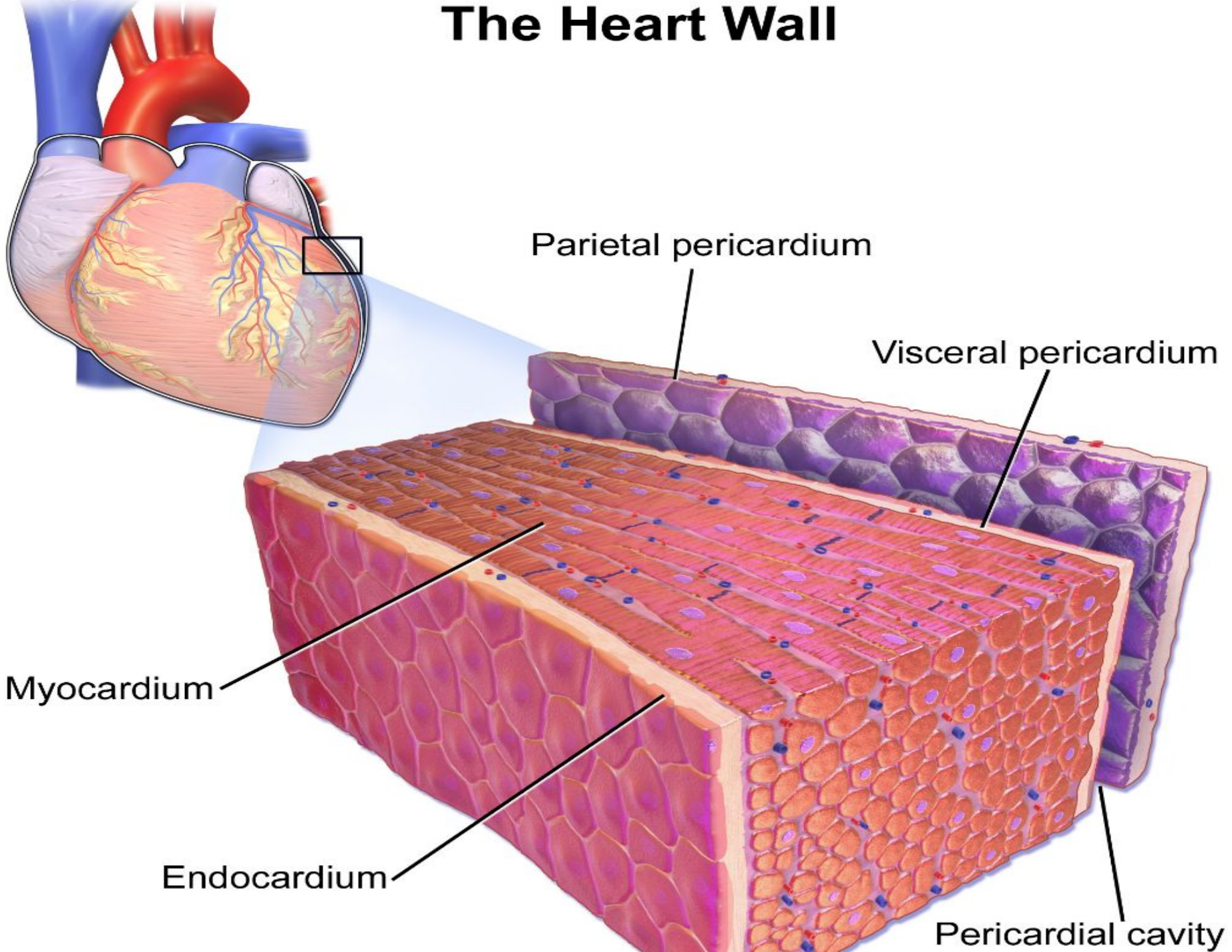
средний - **миокард**

снаружи - **эпикард**.

- **Эндокард** выстилает все полости сердца, сращен с мышечным слоем, покрывает сосочковые мышцы с их **сухожильными нитями (хордами)**. Состоит из соединительной ткани, покрыт эндотелием, образует все сердечные клапаны.

- **Миокард** - сократительный аппарат сердца из поперечно-полосатой сердечной мышечной тканью.

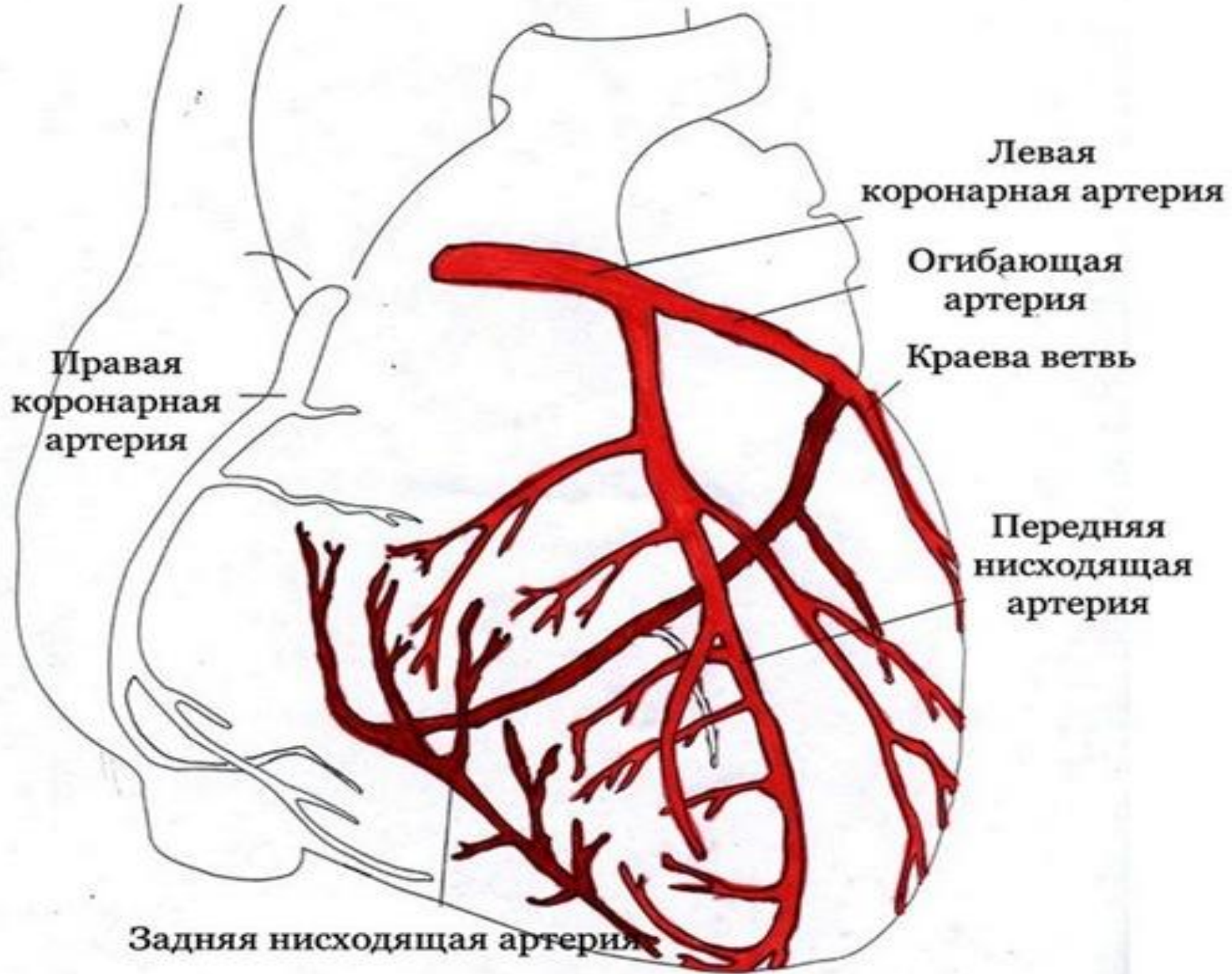
The Heart Wall



- Мускулатура предсердий полностью отделена от мускулатуры желудочков фиброзными кольцами. Миокард предсердий - **ТОНКИЙ**
- миокард желудочков - **ТОЛСТЫЙ**
- **Эпикард** - часть серозной оболочки, охватывающей сердце (**перикарда**). Между эпикардом и перикардом щелевидное пространство с небольшим количеством серозной жидкости.
- **Перикард** изолирует сердце, серозная жидкость уменьшает трение при сердечных сокращениях

Кровоснабжение миокарда

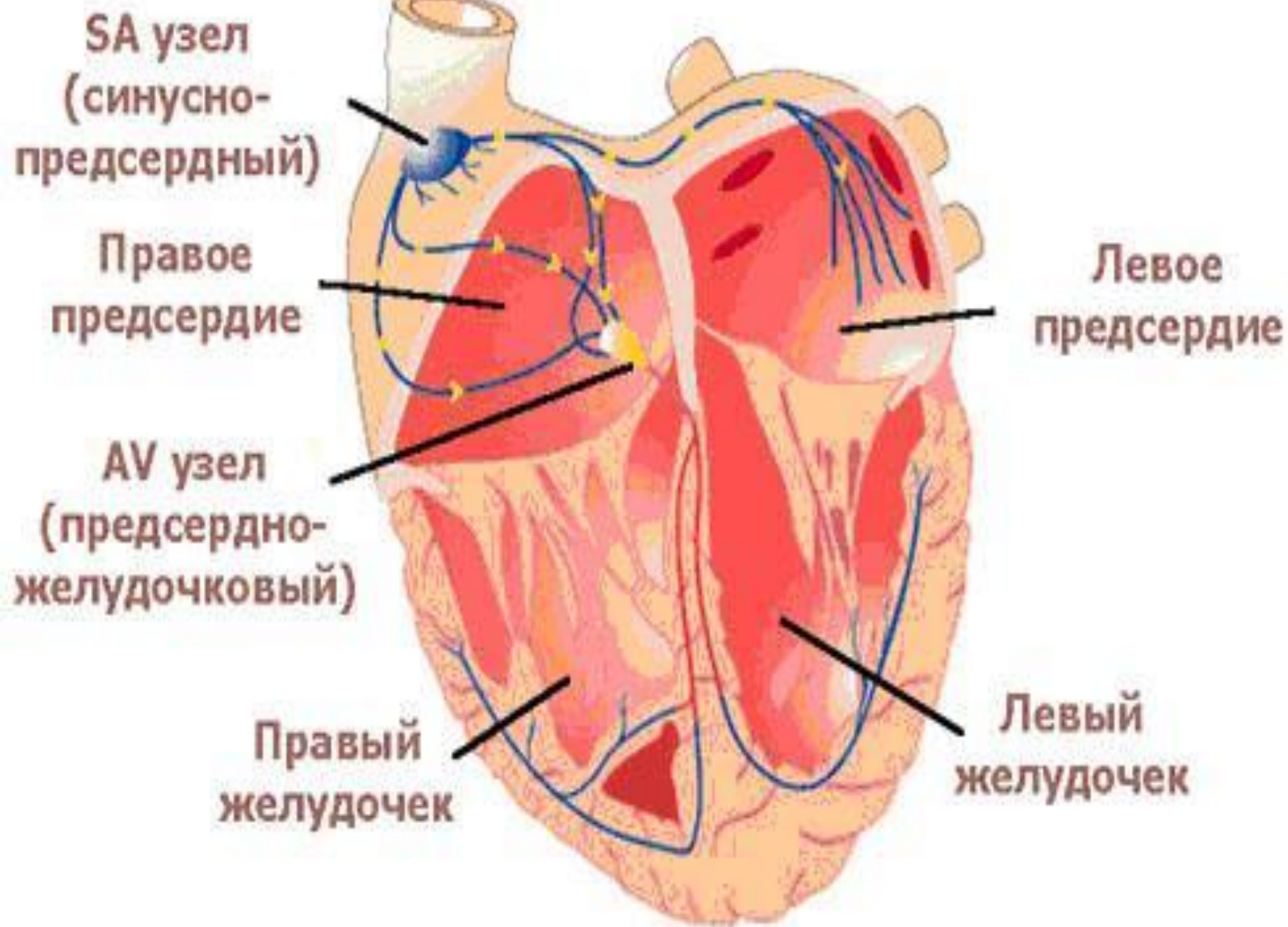
- **Венечный (коронарный)** круг кровообращения начинается **левой и правой венечными артериями**, отходящими от начального отдела аорты - **луковицы аорты**. Протекая по капиллярам, кровь отдает сердцу кислород и питательные вещества, получает продукты обмена, включая углекислый газ, и превращается в венозную. Вены сердца впадают в общий венозный сосуд - **венечный синус**, открывающийся в правое предсердие.



Проводящая система сердца

- Автоматизм сердечных сокращений, регуляция и координация сократительной деятельности сердца определяется **проводящей системой**. Она состоит из особых клеток, обладающих способностью автоматически создавать и проводить электрические импульсы по миокарду, обеспечивая связь предсердий и желудочков, последовательность сокращения предсердий и затем желудочков. Главным генератором импульсов служит **синусно-предсердный узел (синусный)**, расположенный в стенке правого предсердия между устьем верхней полой вены и правым ушком

- Состоит из **клеток**, способных к автоматизму. Отсюда возбуждение передается по миокарду на оба предсердия и до следующего узла
- **Предсердно-желудочковый узел (атрио-вентрикулярный узел)** лежит в толще нижнего отдела межпредсердной перегородки. Книзу этот узел переходит в **пучок Гиса**. В межжелудочковой перегородке этот пучок делится на правую и левую **ножки пучка Гиса**, отдающие тонкие **волокна Пуркинье** по миокарду желудочков



Иннервация сердца

- К **синусно-предсердному узлу** проводящей системы подходят симпатические нервы от симпатического ствола и парасимпатические ветви блуждающего нерва. Импульсы, поступающие из ЦНС по симпатическим нервам, вызывают **усиление и учащение сердечной деятельности**, а по парасимпатическим - ее **ослабление и замедление**.

- Миокард обладает особыми свойствами:
- **АВТОМАТИЗМ**
- **Возбудимость** - способность приходить в состояние возбуждения
- **Проводимость** - способность распространять возбуждение по миокарду
- **Сократимость** - способность миокарда развивать при возбуждении напряжение и укорачиваться

Сердечный цикл

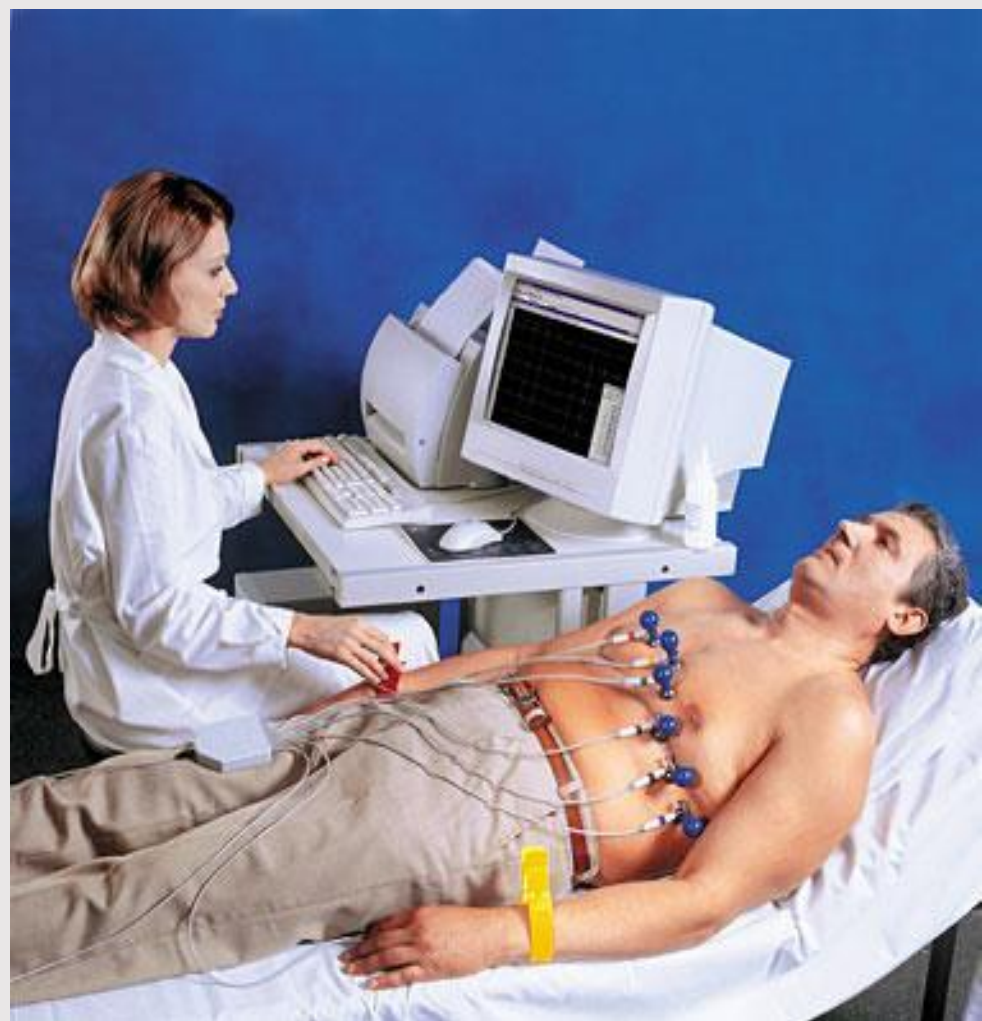
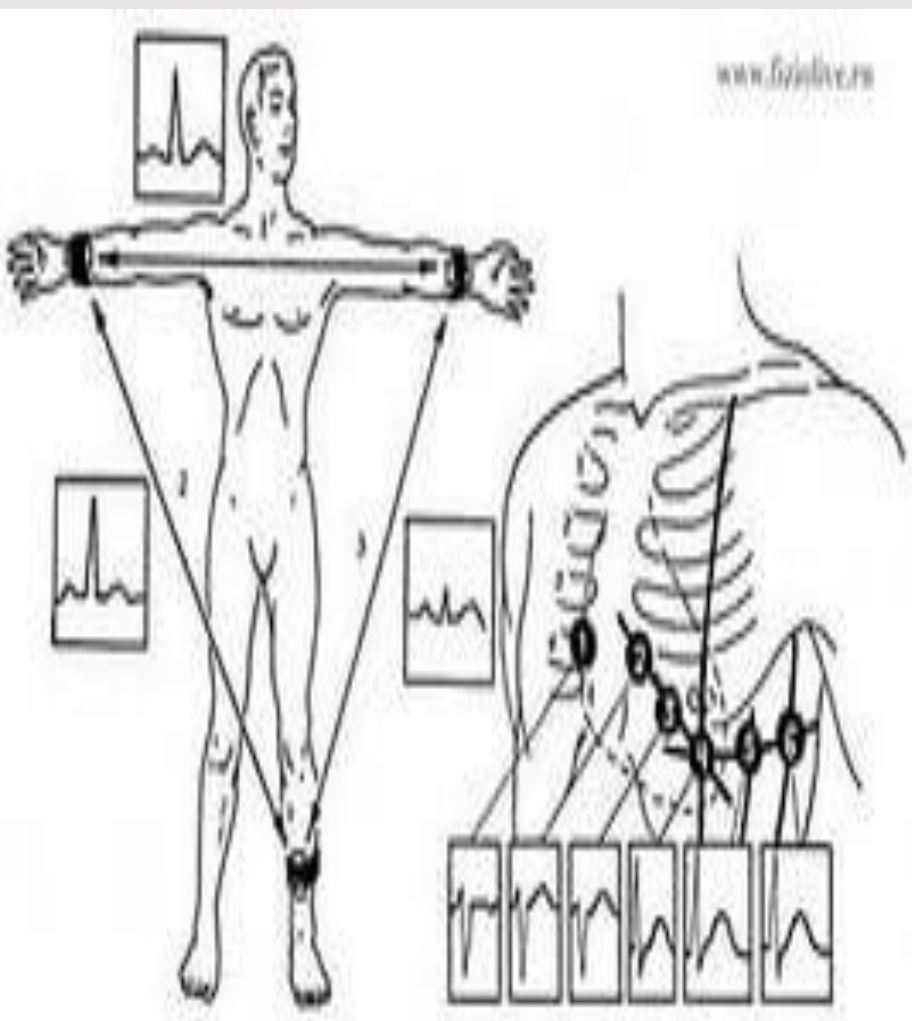
- У здорового человека в условиях покоя нормальная частота сердечных сокращений - **60-90 в минуту**. Частота сердечных сокращений более 90 - **тахикардия**, менее 60 - **брадикардия**.
- Сердечный цикл состоит из трех фаз: **систола предсердий, систола желудочков и общей паузы** (одновременной диастолы предсердий и желудочков). **Систола предсердий** длится 0,1 сек. **Систола желудочков** равна 0,3 сек. **Диастола предсердий** занимает по времени 0,7 сек., желудочков - 0,5 сек. **Общая пауза сердца** длится 0,4 с. В этот период сердце отдыхает. **Весь сердечный цикл продолжается 0,8 сек.**

Внешние проявления и показатели деятельности сердца

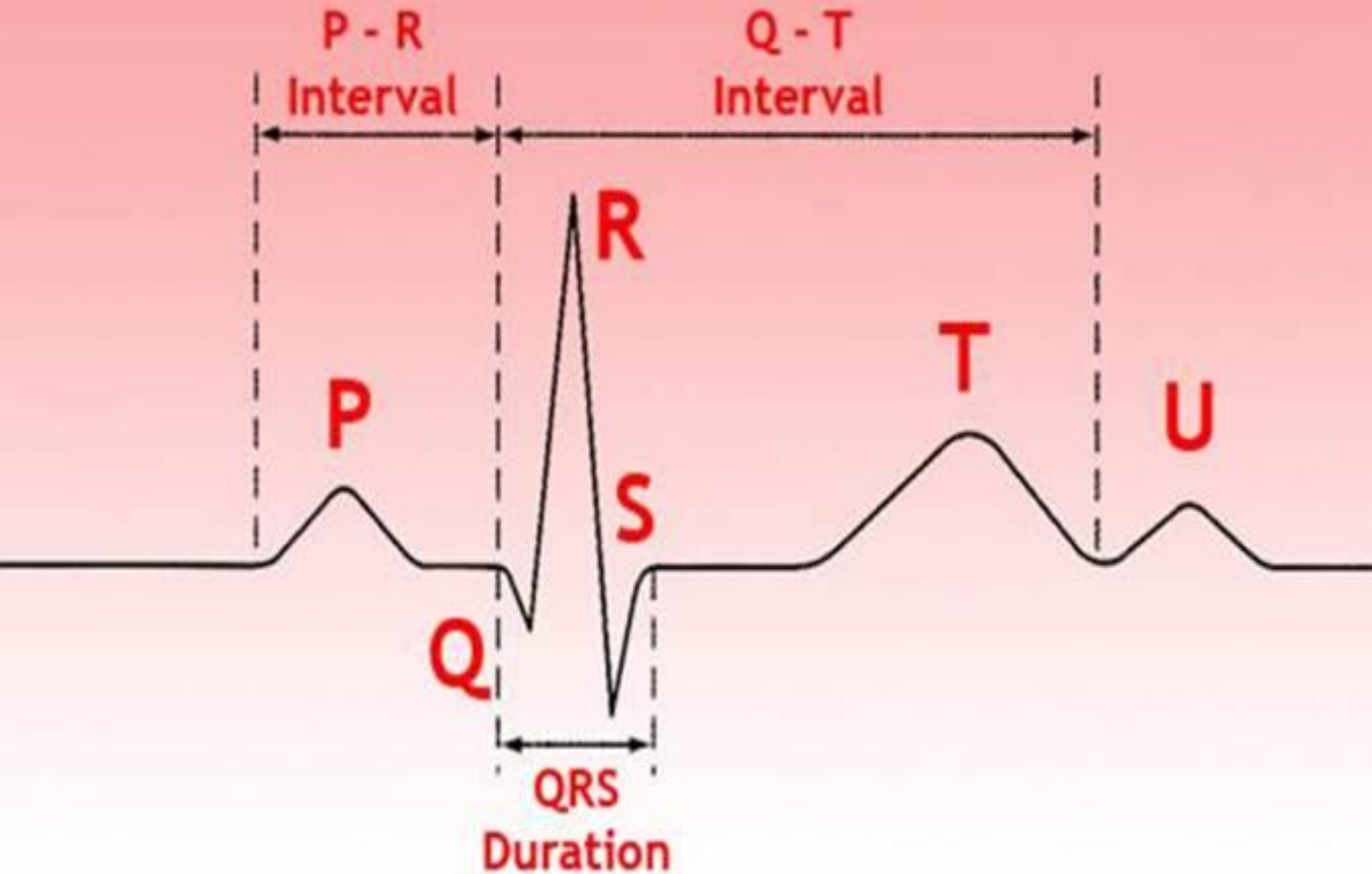
- **Верхушечный толчок** обусловлен тем, что верхушка сердца поднимается и толкает грудную клетку в области V межреберья слева.
- **Сердечные тоны** - это звуковые явления, возникающие в работающем сердце. Различают **два тона сердца**: I тон, или систолический, и II тон, или диастолический. I тон более низкий, глухой и продолжительный, II тон короткий и более высокий.
- **Фонокардиография** - регистрация акустических проявлений работы сердца.

• В покое при каждой систоле желудочки сердца выбрасывают в аорту и легочный ствол по 70-80 мл. Это **систолический объем сердца**. Если систолический объем равен **80 мл** крови, а сердце сокращается **70** раз в минуту, то **минутный объем** будет **$80 \text{ мл} \times 70 = 5600 \text{ мл}$** (**5,6 л**). При тяжелой мышечной работе систолический объем сердца возрастает до 200 мл, а минутный объем достигает 30 л/мин.

Электрокардиография



Кардиограмма



- Сокращение сердца сопровождается возникновением электрических токов в сердечной мышце. Их регистрация - **электрокардиография**, а полученная кривая - **электрокардиограмма (ЭКГ)**. **Состоит из зубцов P, Q, R, S, T и интервалов** между ними. Зубец P отражает процесс возбуждения в предсердиях. Интервал PQ - время, в течение которого возбуждение распространяется от предсердий до желудочков (предсердно-желудочковый интервал).

- Зубцы Q, R и S отражают процесс возбуждения миокарда желудочков **(желудочковый комплекс)**. Зубец T связан с реполяризацией миокарда желудочков.

Общая ангиология

- **Артерии** - сосуды, несущие кровь от сердца. Самые мелкие артерии - **артериолы**. Они переходят в **прекапилляры**, а они в **капилляры** - микроскопические обменные сосуды. По мере слияния **посткапилляров** образуются **венулы** - самые мелкие венозные сосуды. Они вливаются в **вены**, несущие кровь к сердцу, имеют клапаны, препятствующие обратному току крови. Нет клапанов в полых венах, венах головы, воротной вене и в легочных венах

Органы кровообращения



Стенки артерий и вен состоят из трех слоев:

внутреннего — из плоского эндотелия,
среднего — из гладкой мышечной ткани и эластических волокон,
наружного — из соединительной ткани.

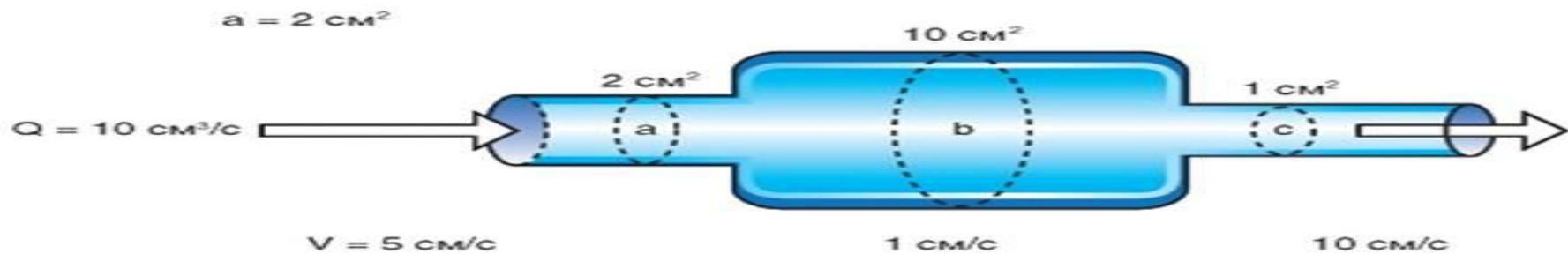
- Разветвления артерий и вен могут соединяться между собой **соустьями (анастомозы)**. Сосуды, обеспечивающие ток крови в обход основного пути, называются **коллатерали (окольные сосуды)**.
- **Функционально различают несколько видов кровеносных сосудов:**
- **Магистральные сосуды** - крупные артерии (эластического и мышечно-эластического типа), которые почти не оказывают сопротивление кровотоку.
- **Резистивные сосуды** (сосуды сопротивления) - **артериолы**, которые регулируют артериальное давление

- **Истинные капилляры** (обменные) - сосуды с высокопроницаемой стенкой, благодаря чему происходит обмен веществами между кровью и тканями.
- **Емкостные сосуды** - вены, вмещающие большую часть всей крови.

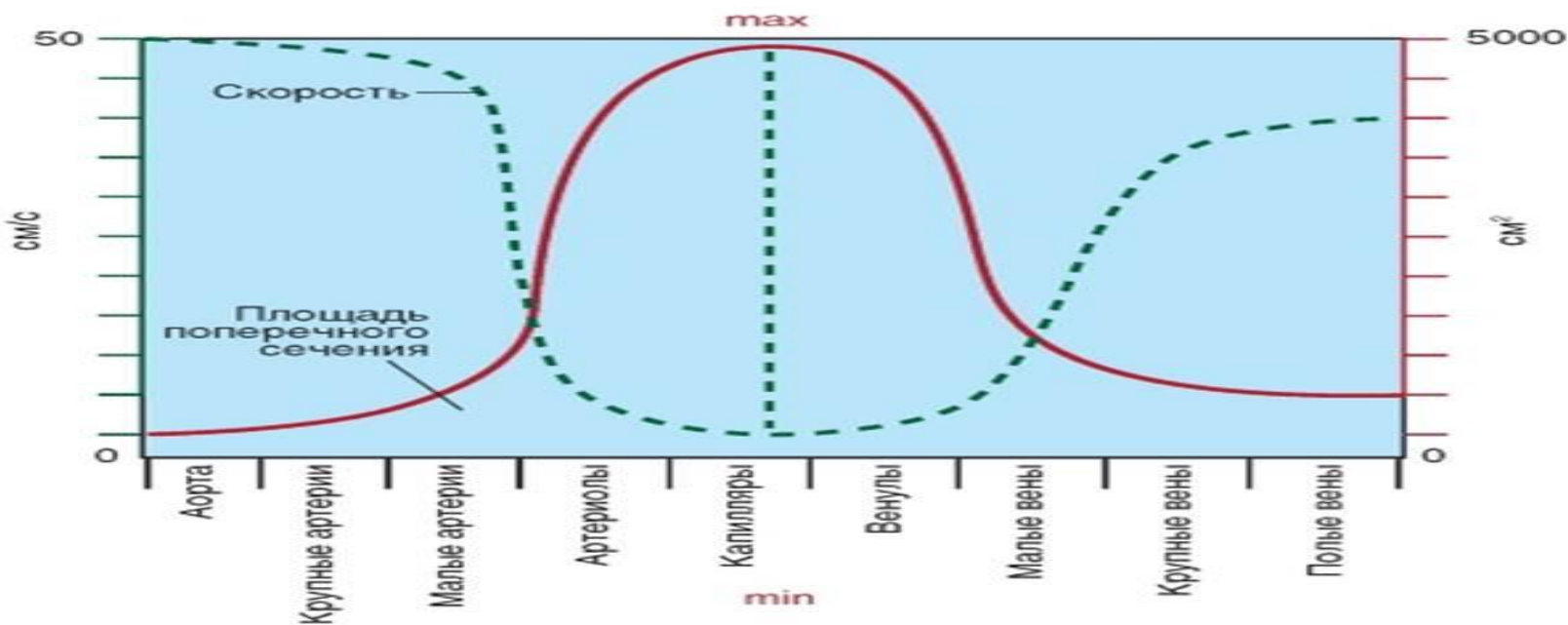
• Движение крови по сосудам определяется двумя силами: **разностью давления** в начале и конце сосуда и **сопротивлением**, которое препятствует току крови и создается артериолами.

• Сердце при сокращении растягивает эластическую стенку аорты, в которой накапливается запас энергии, затраченной на их растяжение. Во время диастолы растянутые эластические стенки артерий спадаются и накопленная в них потенциальная энергия сердца движет кровь, обеспечивая **непрерывность кровотока и в систолу и в диастолу**

. Линейная скорость кровотока обратно пропорциональна общей площади поперечного сечения одностипных сосудов



Б



• Просвет аорты в 2 раза меньше просвета полых вен - поэтому скорость кровотока в аорте в 2 раза быстрее скорости кровотока в полых венах. Общий просвет артериол и венул одинаков, как и скорость кровотока в них.

• Капилляры имеют колоссальный суммарный просвет - поэтому в них кровь течет очень медленно (**в 1000 раз чем в аорте**), что создает оптимальные условия для обмена между кровью и тканями.

Давление крови

Кровяное давление - это давление крови на стенки сосудов организма.

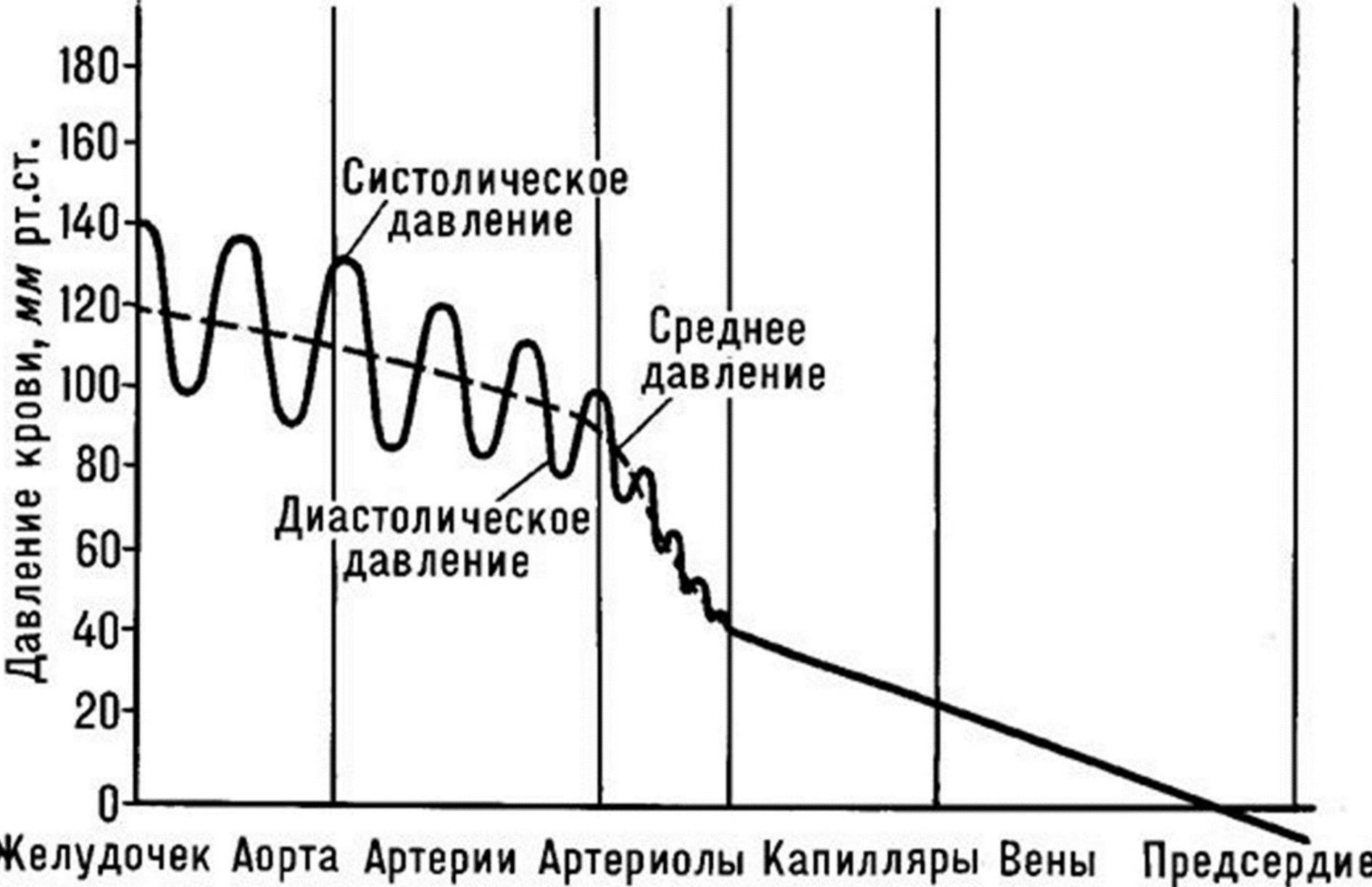
Его величина зависит от:

частоты и силы сердечных сокращений

периферического сопротивления, которое определяется тонусом мышечных стенок артериол
объема циркулирующей крови

Систолическое (максимальное) давление - давление, отражающее состояние миокарда левого желудочка - 100-120 мм рт. ст. **Диастолическое (минимальное) давление** - характеризует тонус артериол. Равно 60-80 мм рт. ст.

Пульсовое давление - это разность между систолическим и диастолическим давлением.



- Величину АД можно измерить двумя методами: прямым и непрямым. При измерении прямым методом в артерию вставляют и фиксируют иглу, которую соединяют с манометром. Так регистрируют АД во время операции на сердце. В медицинской практике измеряют АД непрямым методом с помощью тонометра.

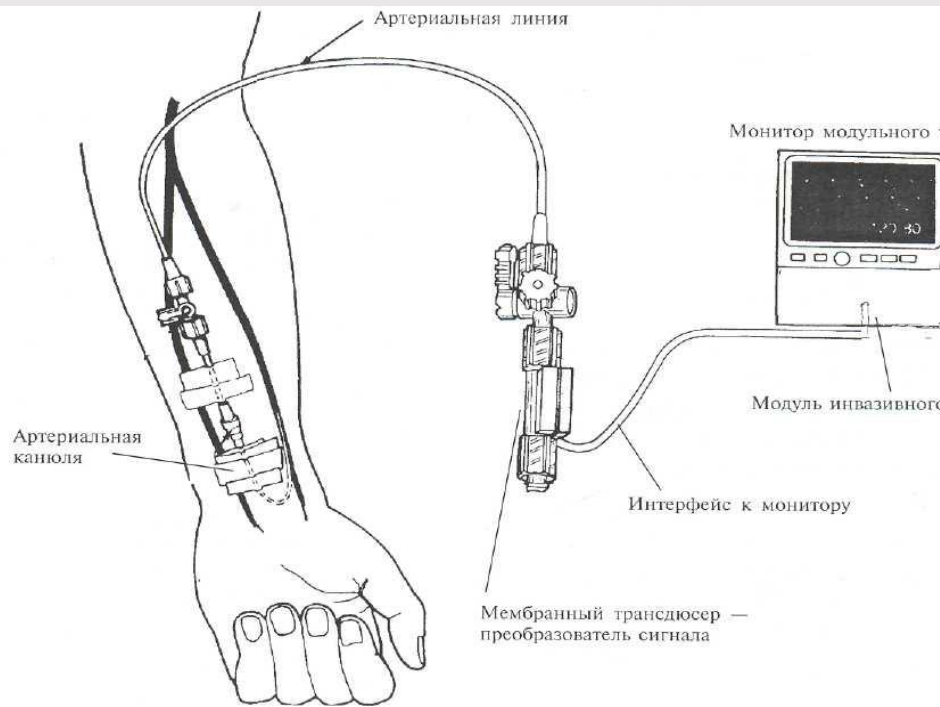


Рис. 7—1. Схематическое изображение системы мониторинга АД инвазивным способом.

- **Артериальный пульс** - ритмические колебания артериальной стенки, обусловленные систолическим повышением давления в ней. Пульсация лучевой артерии определяется путем прижатия ее к кости в области запястья. Характеристики пульса:

- **частота** - число ударов в минуту

- **ритмичность** - правильное чередование пульсовых ударов

- **наполнение** - степень изменения объема артерии, устанавливаемая по силе пульсового удара

- **напряжение** - сила, которую нужно приложить до исчезновения пульса.

Регуляция кровообращения

- Осуществляется нервной системой и гуморально.
- **Сосудодвигательный центр продолговатого мозга, вегетативные волокна**
- Тонус зависит от нервных импульсов идущих от рецепторов **рефлексогенных зон** - участки в сосудах, содержащие специальные рецепторы:
 - **барорецепторы**, измеряющие давление крови в сосудах и **хемотрецепторы**, воспринимающие изменения химического состава крови (CO_2, O_2)
- Главные рефлексогенные зоны: **дуга аорты и синокаротидная зона** (общая сонная артерия в месте ее деления на наружную и внутреннюю)

• **Сосудосуживающие вещества:**

- **адреналин** - гормон мозгового слоя надпочечников;
- **норадреналин** - медиатор симпатических нервов;
- **ангиотензин**, образующийся из **ангиотензиногена** плазмы крови под влиянием **ренина** - фермента почек (**ренин-ангиотензиновая система**)
- **серотонин** - биологически активное вещество, образуемое в слизистой оболочке кишечника, тромбоцитах, соединительной ткани

- **Сосудорасширяющие вещества:**
- **гистамин** - биологически активное вещество, образующееся в стенке желудочно-кишечного тракта, базофилах
- **ацетилхолин** - медиатор парасимпатических и соматических нервов;
- **молочная кислота, углекислый газ**