

Кафедра анатомии человека,  
апрель, 2020

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СЕРДЦА

Знание анатомии сердца человека необходимо врачу. Чаще других органов сердце подвержено заболеваниям, не выдерживая напряженных темпов современной жизни, тем более в условиях неожиданных экстренных ситуаций, в частности с пандемией COVID-19.

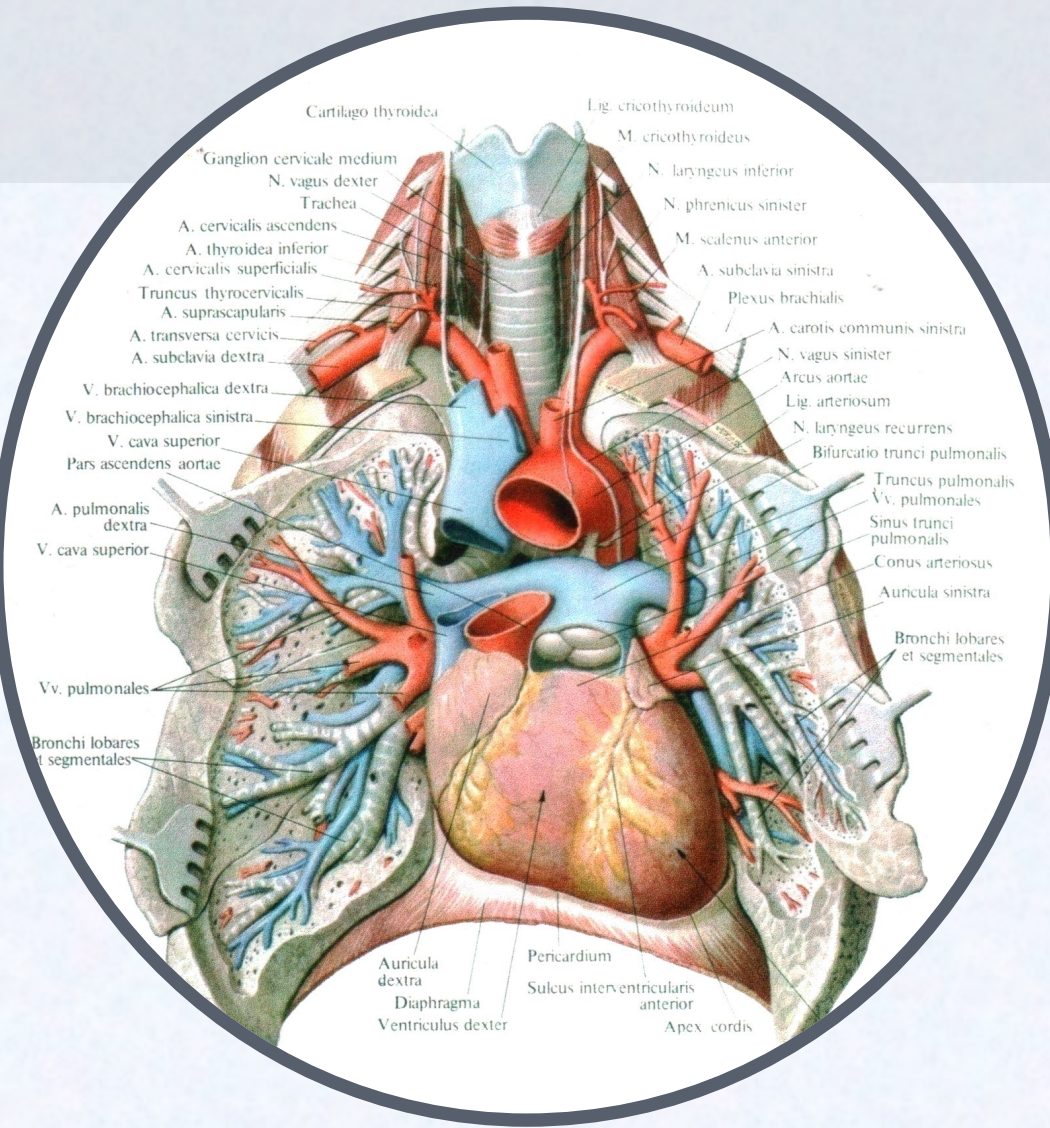
В связи с этим мы не можем встречаться с Вами на лекциях, а вынуждены заниматься дистанционно, не видя Ваших заинтересованных глаз.

От заболеваний сердечно-сосудистой системы в 21 веке в мире погибает в 3 раза больше людей, чем от онкологии. Сердце чутко отзывается на любую нагрузку, будь то физическая работа, либо всплеск эмоций. Сердце человека, особенно в Вашем юном возрасте, то бьется, то замирает, то трепещет, то обрывается, то тает, то бьется как заячий хвостик, а иногда на сердце «скребут кошки».

Сердце – центральный орган, центральная деталь сложного механизма, называемого сердечно-сосудистой системой, которая в свою очередь является элементом сложнейшей системы человеческого организма в целом. Сердце – универсальный двухтактный мотор и смеситель, но на самом деле это полифункциональный орган. В наше время мы можем в деталях рассматривать строение сердца у живого человека, используя современные методы лучевой диагностики, понимаем связь всех деталей анатомического строения с функцией. Однако правильное понимание значимости структур сердца формировалось постепенно, в течение веков.



Средостение – комплекс органов, расположенных в грудной полости. Спереди средостение ограничено грудиной, сзади – грудными позвонками, сбоков – правой и левой средостенными частями париетальной плевры. Вверху достигает верхней апертуры грудной клетки, внизу ограничено диафрагмой. Этот комплекс органов располагается ассиметрично в сагитальной плоскости, отклоняется влево в связи с положением сердца. Существует 2 классификации средостения. Наиболее удобным для клиницистов является разделение средостения на переднее и заднее. Это разделение происходит по условно проведенной через трахею и корни легких фронтальной плоскости. По этой классификации сердце с перикардом относится к органам переднего средостения. Современное условное разделение средостения подразумевает верхнее и нижнее средостения. Соответственно, в нижнем средостении выделяют переднее, среднее и заднее средостения, и сердце с перикардом, крупные предсердные сосуды и корни легких относятся к нижнему средостению.



# Историческая справка

Одним из первых ученых, попытавшихся изучить строение сердца, был врач из Александрии – Эральзистрат, который 2300 лет вскрывал умерших животных и людей. Он достаточно четко описал внешний вид сердца, его клапаны, но не понял назначения мышечной ткани сердца, считая ее скоплением сосудов и нервов. В 130 году н.э. знаменитый ученый Галлен сформулировал гипотезу о взаимоотношении правого и левого желудочков – самых больших камер сердца. Галлен предположил, что кровь попадает из правого желудочка в левый желудочек через крошечные отверстия в перегородке, а уже из левого желудочка – в артерии, и разносится по всему телу. Хотя эта гипотеза была неверной, но гениальной была мысль о взаимосвязи в работе правого и левого желудочков сердца. К сожалению, в течение 15 веков учение Галлена считалось непререкаемым и стало узаконенной догмой.

Анатомии сердца посвятил свои исследования анатом-реформатор Андреа Везалий, обнаруживший в анатомии Галлена более 200 ошибок. Большое значение в изучение тока крови и устройства и функции венозных клапанов оценил итальянский анатом Джироламо Фабриций, доказав однонаправленность движения тока венозной крови от органов к сердцу, благодаря наличию венозных клапанов.

Его ученик, Уильям Гарвей, написал книгу «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных» в 1628 году, в которой описал сердце и сосуды как единую замкнутую систему человеческого организма и доказал цикличность работы сердца в течение всей жизни.

Последнее звено замкнутой системы кровообращения открыл Марчелло Мальпиги при помощи микроскопа, изобретенного Антони ван Левенгуком. Он показал капилляры и венулы в малом круге кровообращения.

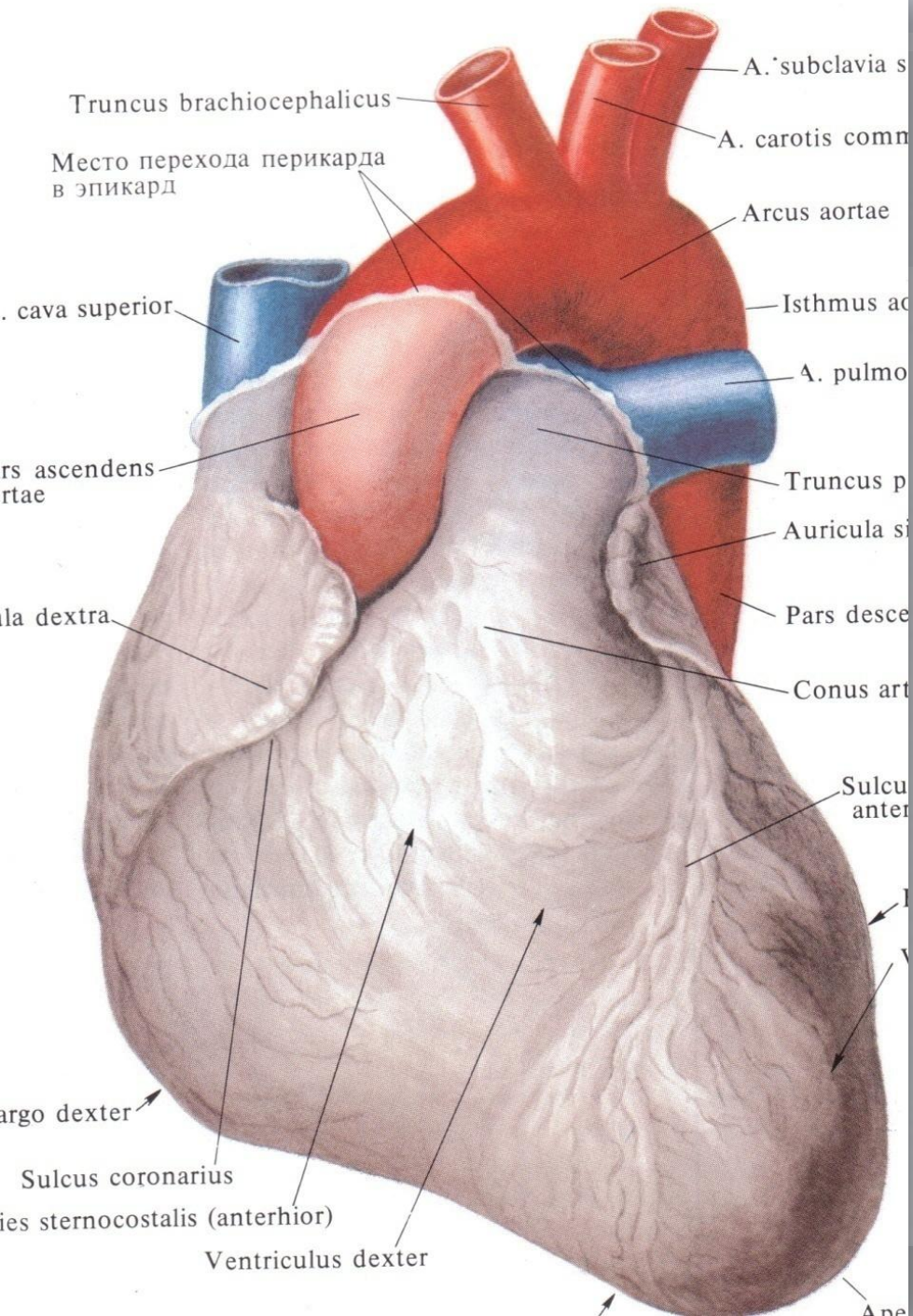




Сердце по форме напоминает конус. Продольная ось сердца направлена косо: *справа налево* *сверху вниз* *сзади наперед*

Верхушка сердца обращена вниз, влево и вперед, а широкое основание кверху и кзади.

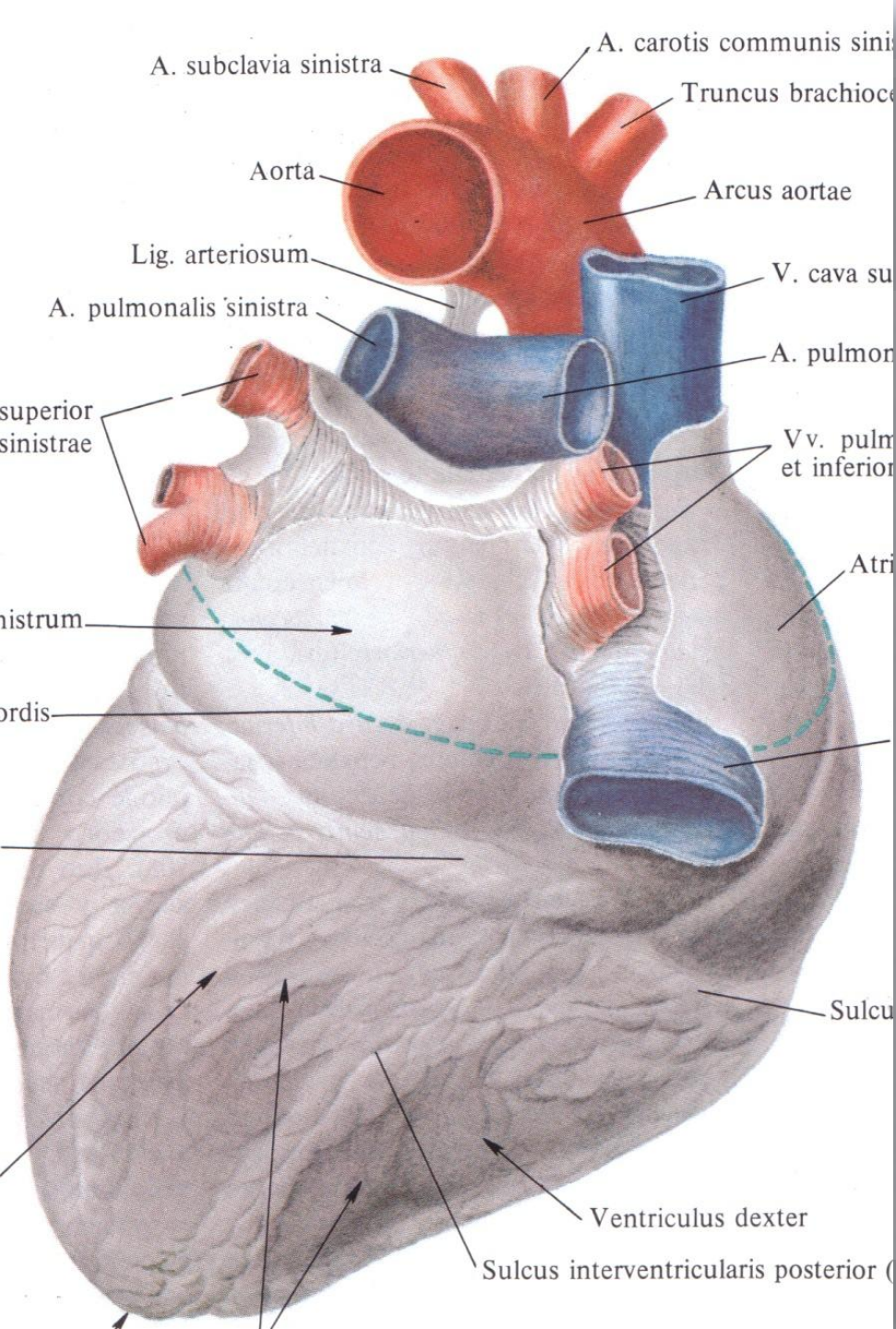




## ***Поверхности сердца:***

1. Грудино-реберная: передняя стенка и ушко правого предсердия, передние стенки правого и левого желудочков, ушко левого предсердия
2. Легочная левая: задняя стенка левого предсердия и 4 легочные вены, задняя стенка левого желудочка
3. Легочная правая: правое предсердие





## ***Поверхности сердца:***

4. Диафрагмальная:  
 задние (нижние)  
 стенки левого  
 желудочка и левого  
 предсердия и правого  
 желудочка и правого  
 предсердия



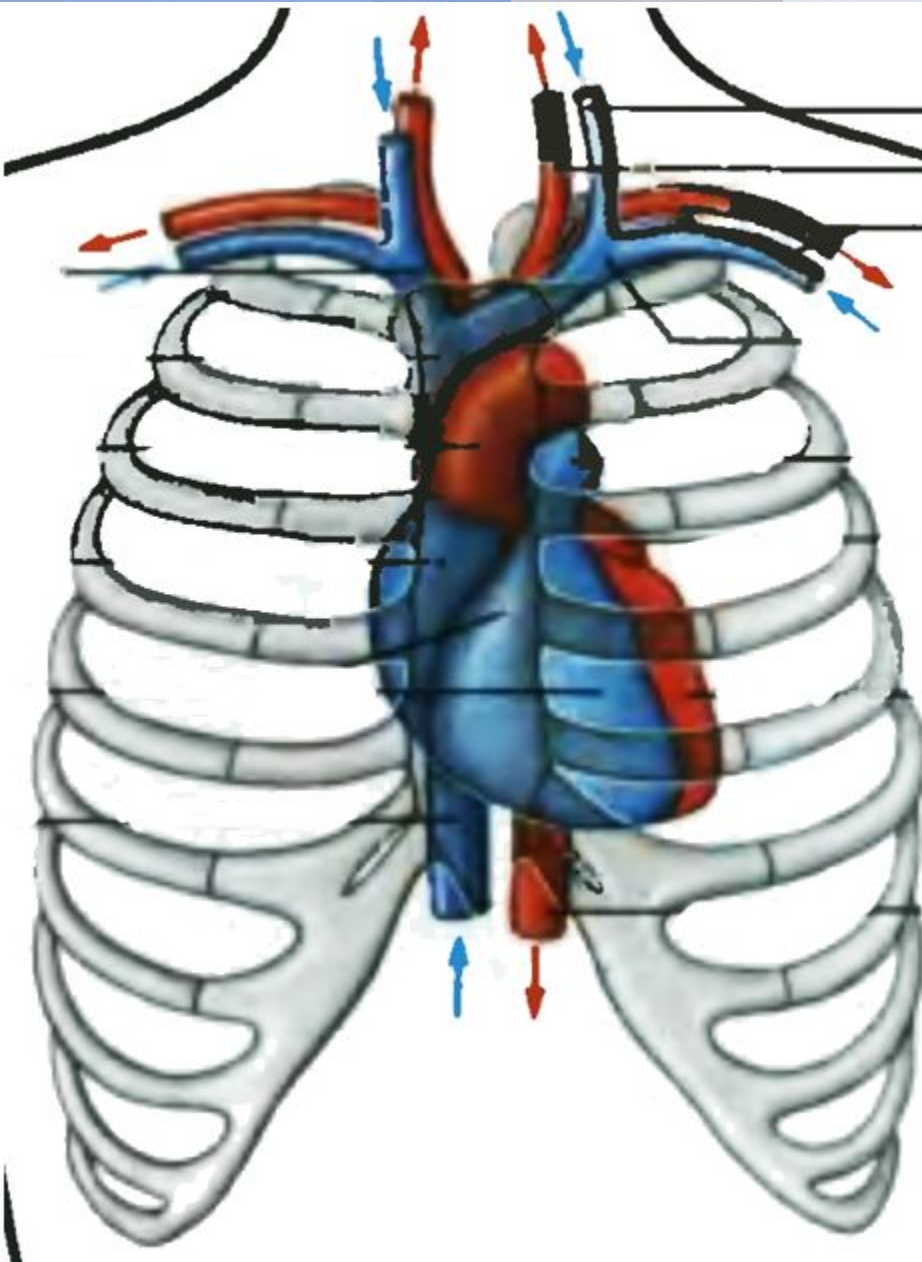


## Топография сердца

**Голотопия:** Сердце с перикардом расположено в грудной полости в нижнем отделе переднего средостения по классификации ВНА, 1895г., или в среднем отделе нижнего средостения по парижской анатомической номенклатуре, 1955г.

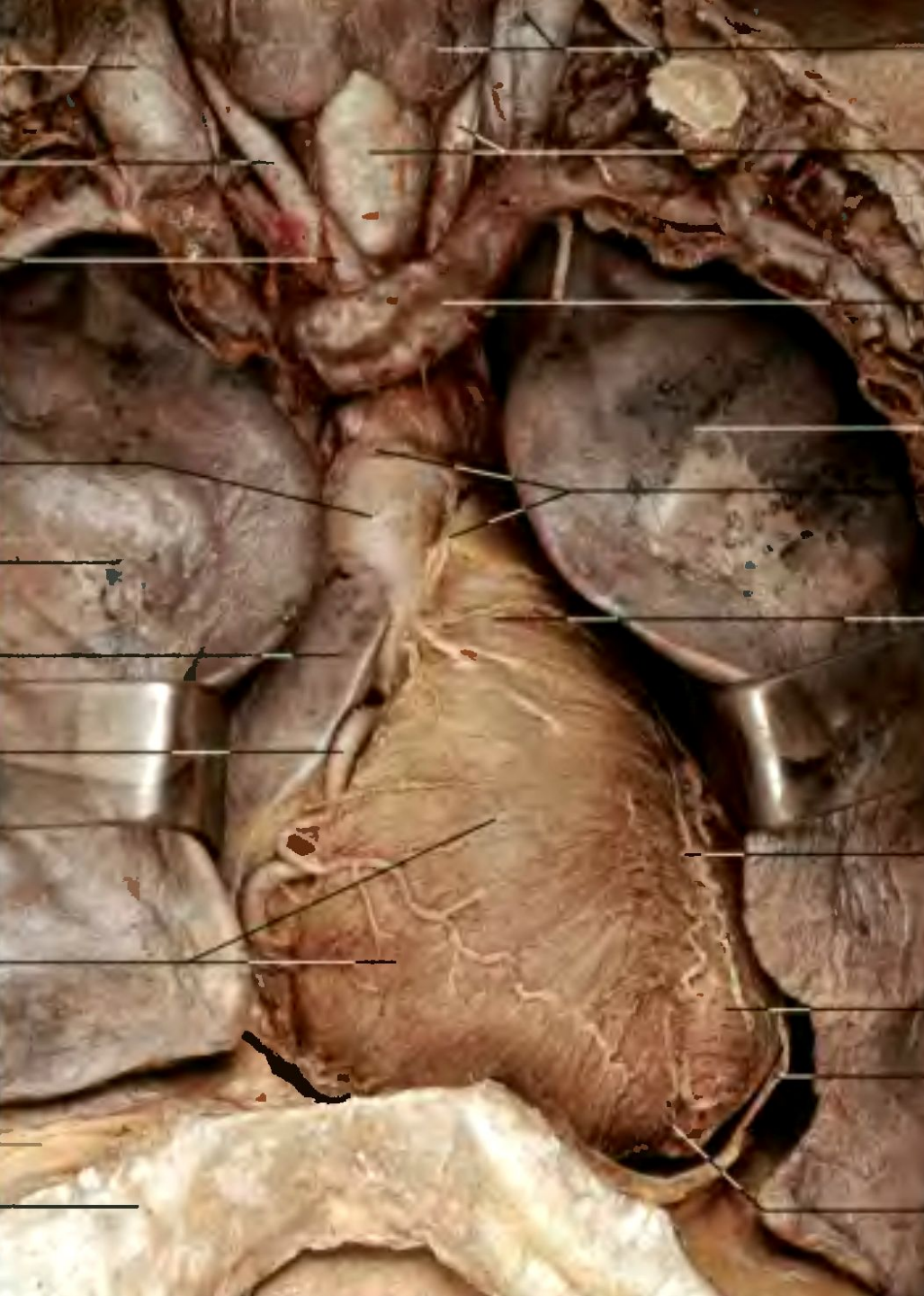


## Топография сердца



### Скелетотопия:

1. *Верхушка сердца* – проецируется в V межреберье слева, на 1-1,5см кнутри (медиально) от левой среднеключичной линии.
2. *Верхняя граница* – идет горизонтально по верхнему краю хрящей III ребер, справа и слева от грудины.
3. *Нижняя граница* – идет горизонтально от хряща V ребра справа, через основание мечевидного отростка к верхушке сердца.
4. *Правая граница* – на 1-1,5см латеральнее правого края грудины от III до V хрящей правых ребер.
5. *Левая граница* – начинается от хряща III ребра по левой окологрудинной линии и идет к верхушке сердца.

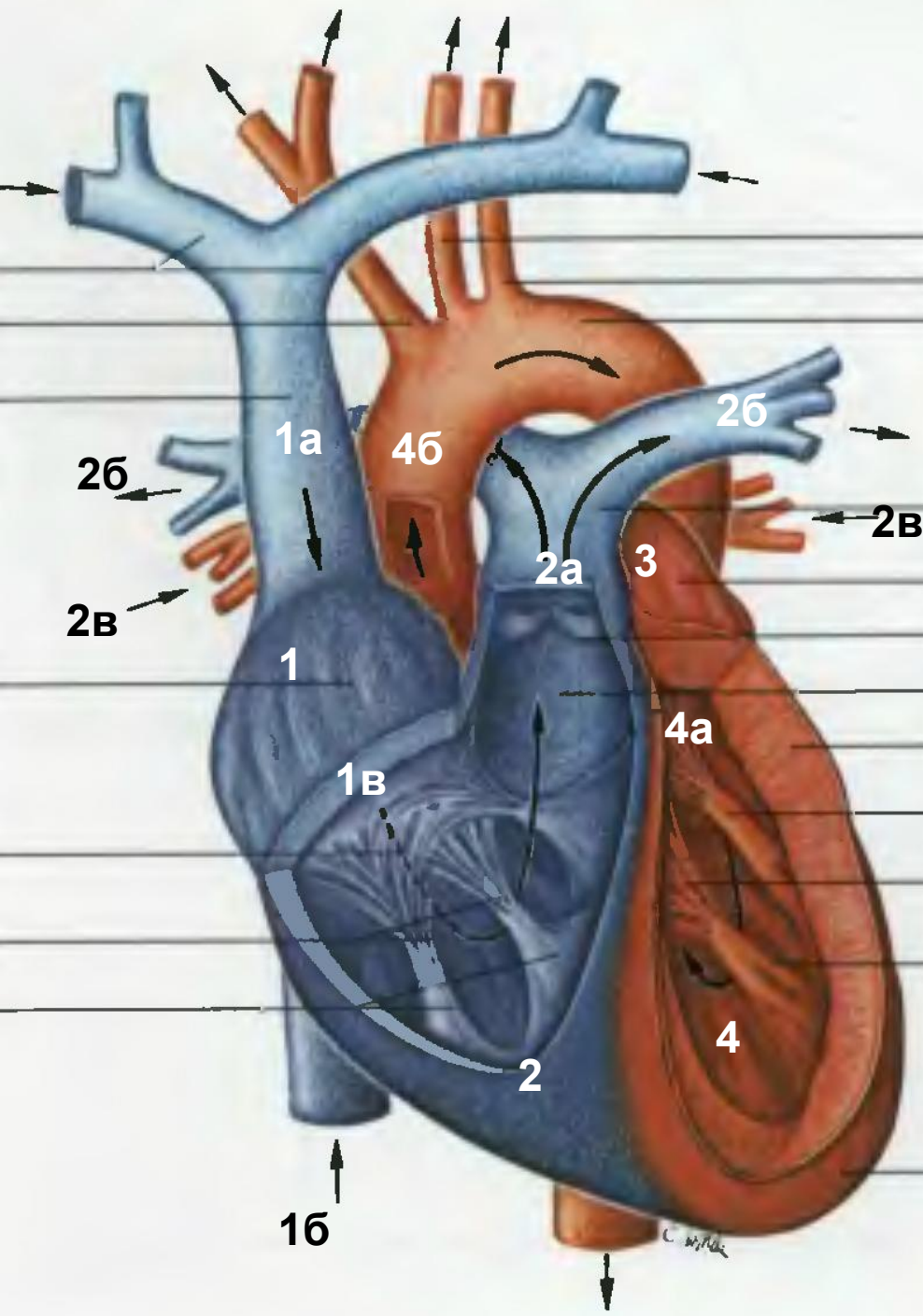


## Топография сердца

### **Синтопия:**

1. К основанию сердца прилежат крупные сосуды (аорта и легочный ствол).
2. Легочные поверхности соприкасаются с плевральными мешками.
3. Нижняя поверхность лежит на сухожильном центре диафрагмы.

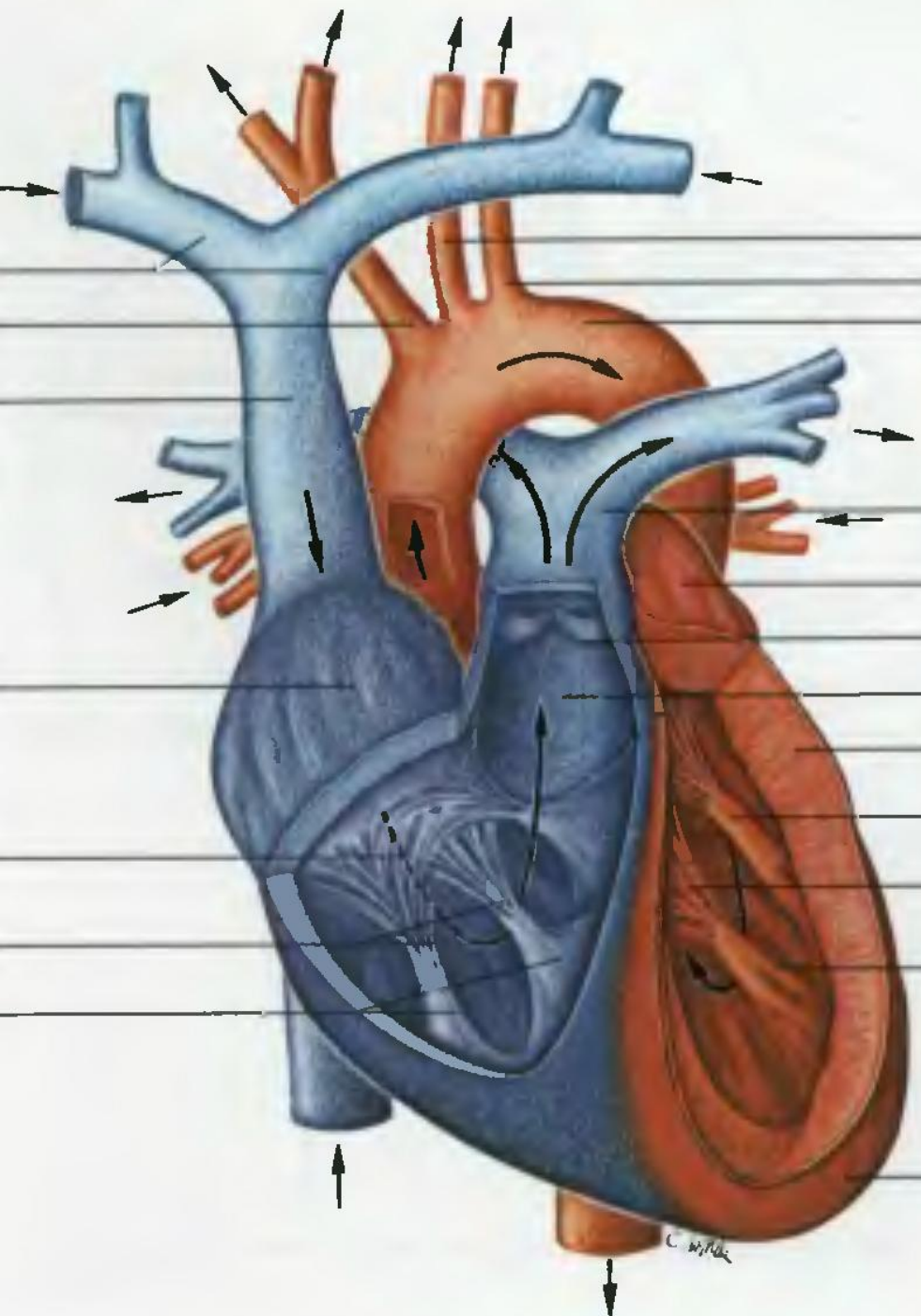




1. Правое предсердие
  - 1а. Верхняя полая вена
  - 1б. Нижняя полая вена
  - 1в. Правое предсердно-желудочковое отверстие и трехстворчатый клапан
2. Правый желудочек
  - 2а. Легочный ствол
  - 2б. Легочная артерия
  - 2в. Легочная вена
3. Левое предсердие (на рисунке находится позади, за правой половиной сердца)
4. Левый желудочек
  - 4а. Левое предсердно-желудочковое отверстие и двухстворчатый клапан
  - 4б. Аорта

*Все сосуды, идущие к сердцу, независимо от состава крови, называются венами.*

*Все сосуды, идущие от сердца, независимо от состава Н.Р. крови,*



## Строение сердца по ходу тока крови

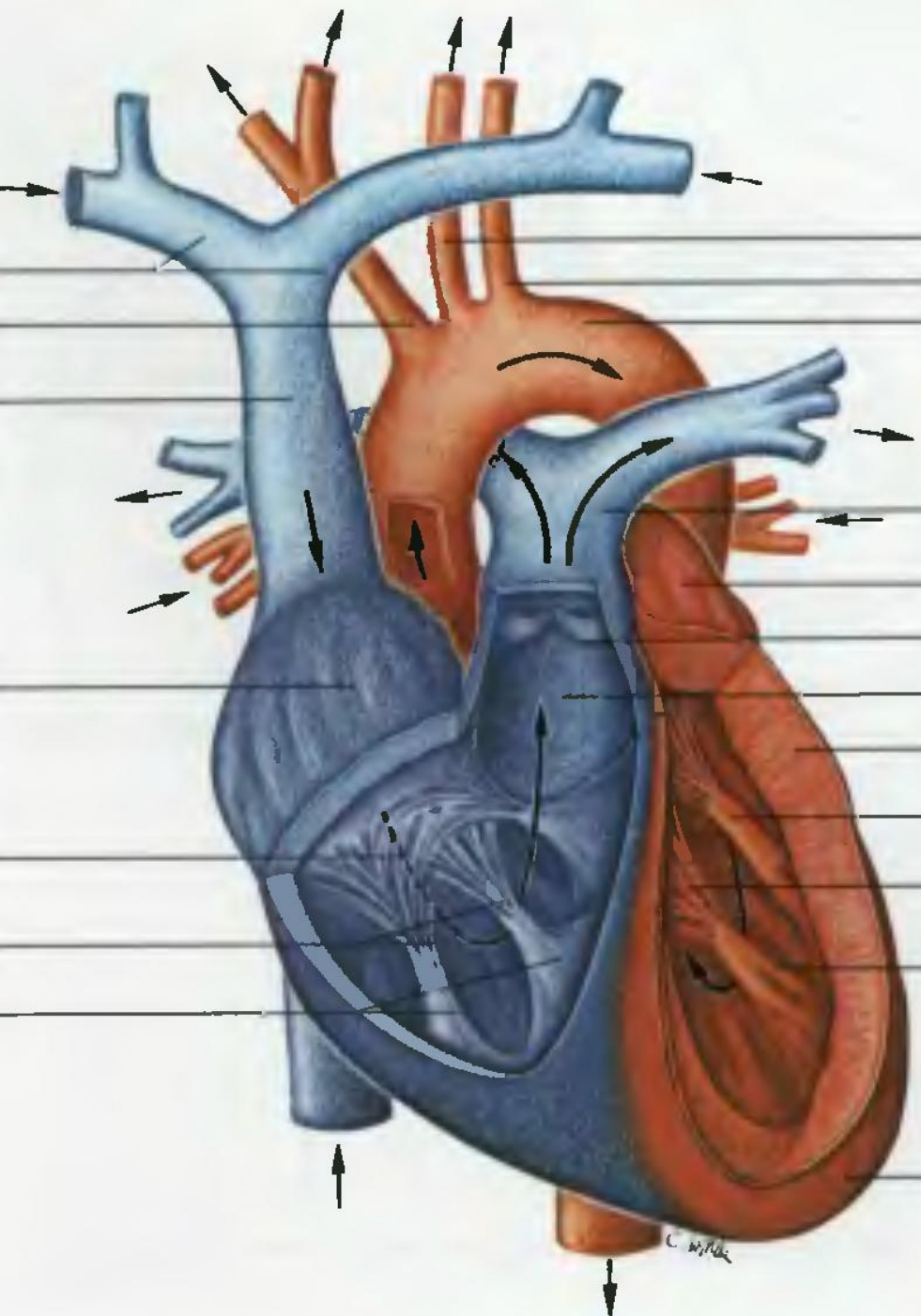
В правое предсердие впадают 4 венозных компонента – верхняя полая вена, нижняя полая вена, венечный синус, мельчайшие вены сердца.

Из правого предсердия через правое **предсердно-желудочковое отверстие**, в окружности которого находится *трехстворчатый клапан*, кровь попадает в правый желудочек.

Из правого желудочка кровь поступает в легочный ствол (малый круг кровообращения), который делится на 2 легочные артерии, и кровь

поступает в правое и левое





## Строение сердца по ходу тока крови

После газообмена в легких кровь возвращается к сердцу по 4 легочным венам (по 2 от каждого легкого). Легочные вены впадают в **левое предсердие**.

Из левого предсердия через **левое предсердно-желудочковое отверстие**, в окружности которого находится **двухстворчатый клапан**, кровь попадает в левый желудочек.

Из левого желудочка артериальная кровь попадает в аорту, начиная большой круг кровообращения.

# Строение стенки сердца. Перикард.

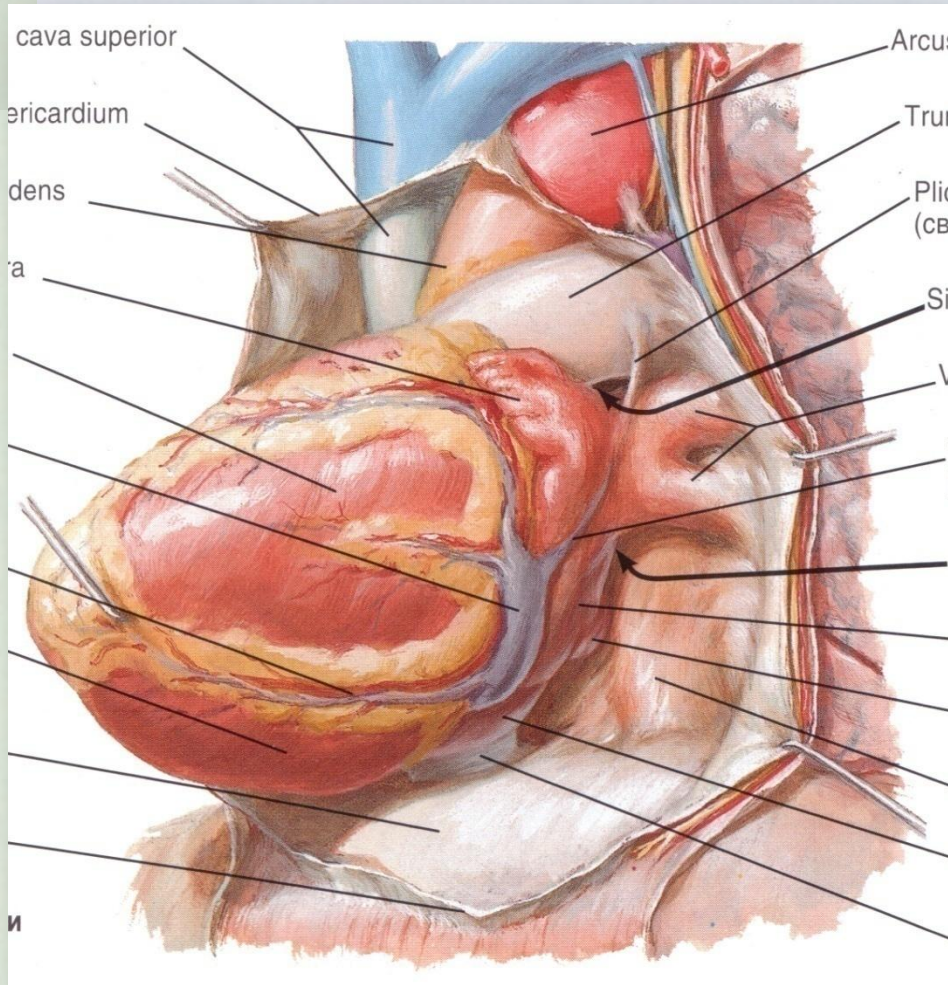
Стенка сердца состоит из 3-ех слоев. Сердце отграничено от соседних органов прочным фиброзно-серозным мешком – околосердечной сумкой, которая называется перикард.

Перикард состоит из 2-ух слоев: наружный – фиброзный, и внутренний – серозный. *Фиброзный перикард* у основания сердца около крупных сосудов переходит в их адвентицию. *Серозный перикард* представлен 2-мя пластинками: париетальной и висцеральной. Париетальная и висцеральная пластинки переходят друг в друга в области основания сердца в том месте, где фиброзный перикард сращен с адвентицией крупных сосудов. Висцеральная пластинка серозного перикарда покрывает сердце, представляет собой его наружную оболочку – **эпикард**. Между париетальной пластинкой серозного перикарда и эпикардом расположено щелевидное пространство – **полость перикарда**, в которой находится небольшое количество серозной жидкости, уменьшающей силу трения и облегчающей работу сердца. При воспалении серозного перикарда, возникновении слипчивого перикардита, может возникать «панцирное» сердце, которое неспособно сокращаться.

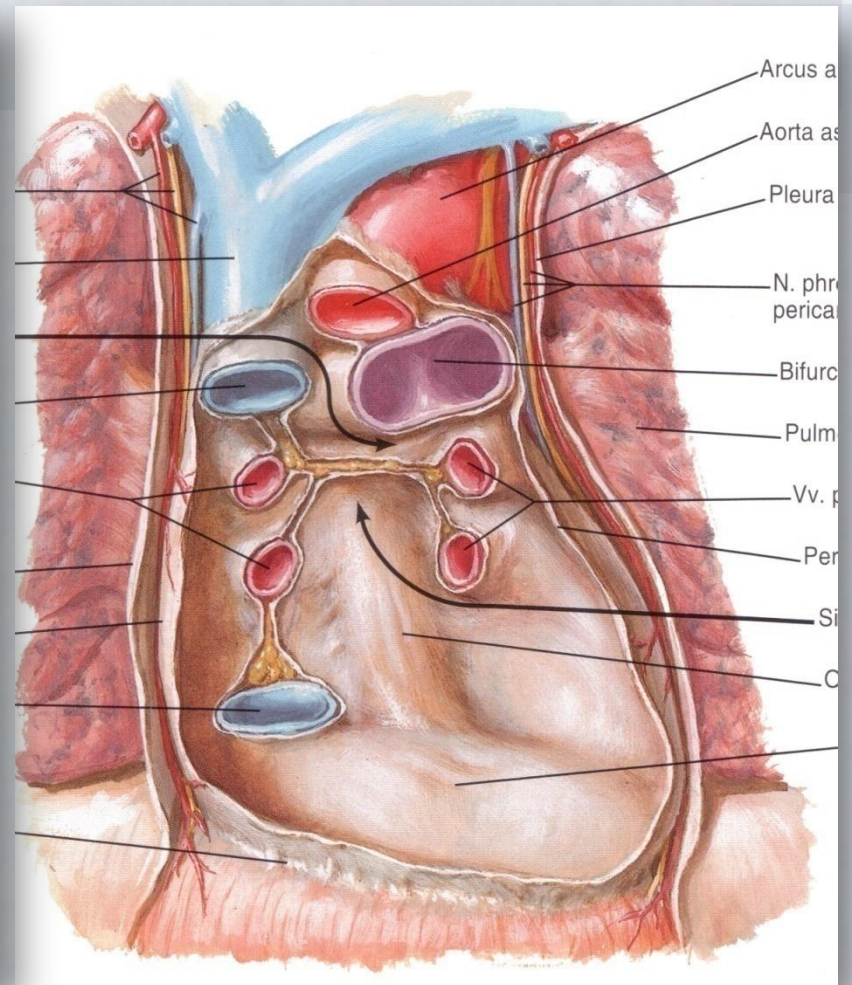
В полости перикарда, между ним, поверхностями сердца и крупными сосудами, имеются глубокие карманы (пазухи): *поперечная пазуха перикарда* у основания сердца (ограничена спереди и сверху начальными отделами восходящей аорты и легочного ствола; сзади – передней поверхностью правого предсердия и верхней поллой веной); *косая пазуха перикарда* на диафрагмальной поверхности (ограничена слева основанием левой легочной вены; справа – нижней поллой веной; спереди – задней поверхностью левого предсердия).

Таким образом наружным слоем сердца является эпикард, через который просвечивает



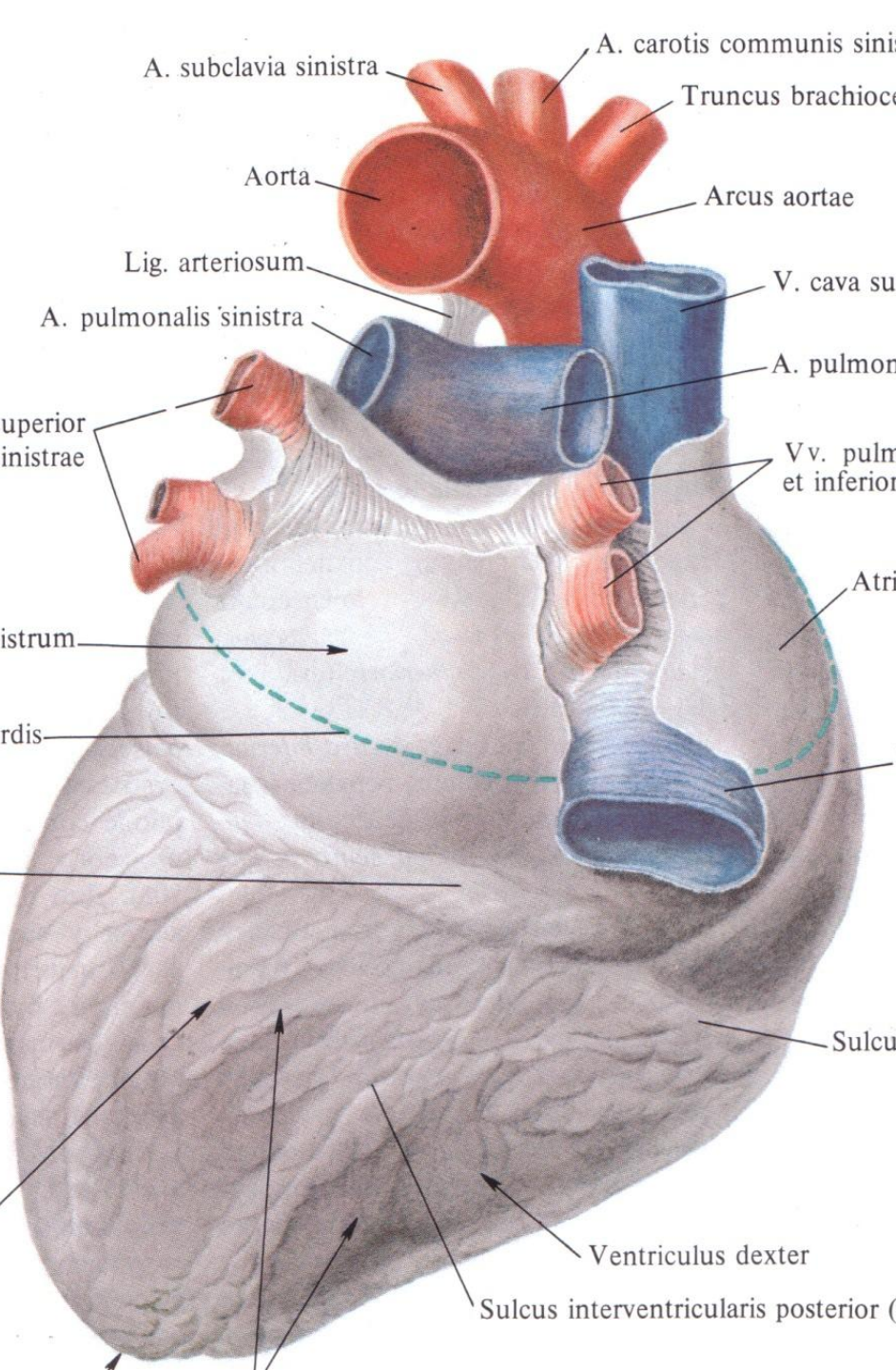
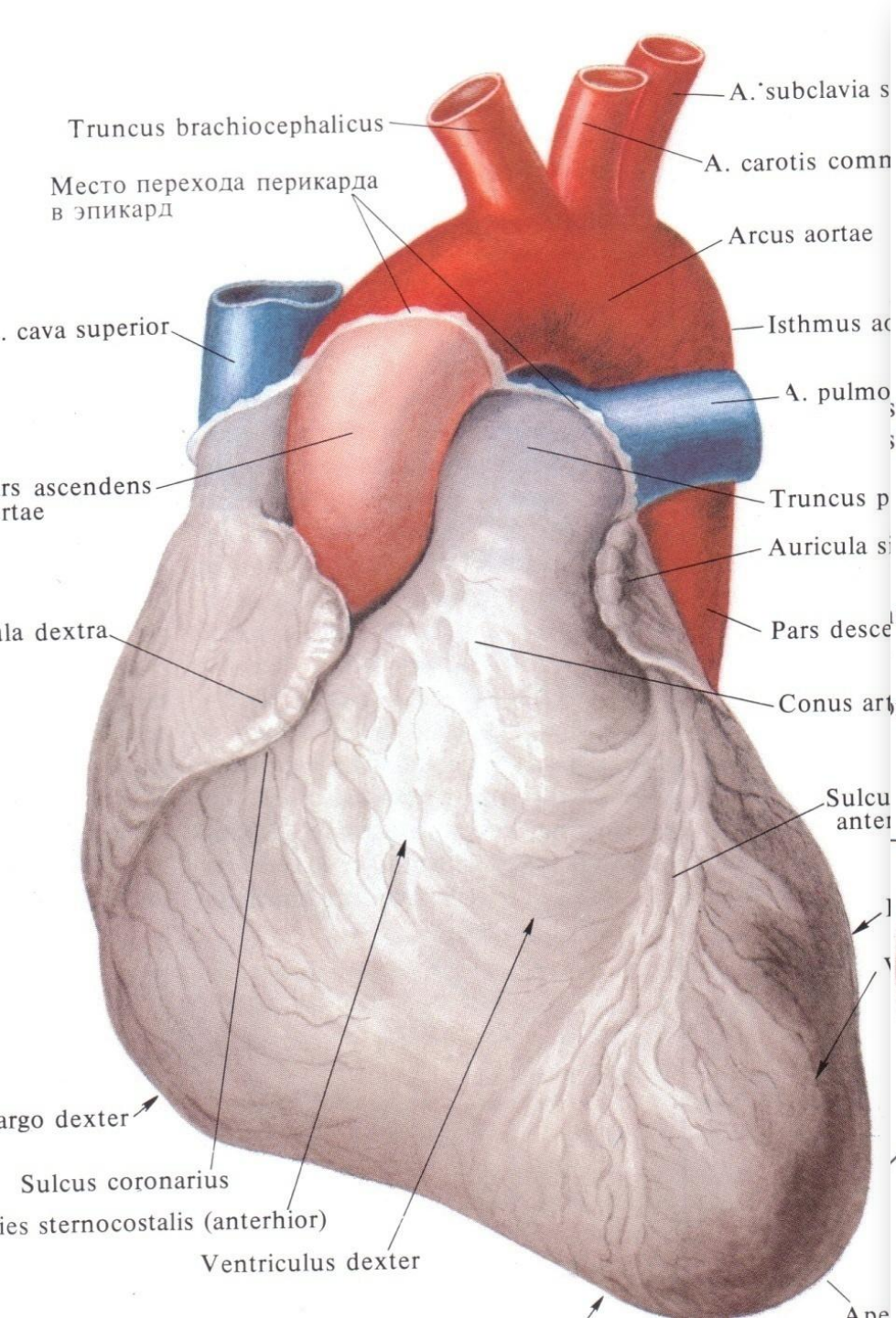


Тонкий слой эпикарда покрывает миокард



Вскрыт перикард, выделено сердце







# Строение стенки сердца. Миокард.

Миокард – мышечный слой, определяющий толщину стенки сердца. До появления электронной микроскопии считалось, что сердечная мышца состоит из ветвящихся волокон, образующих одну непрерывную сеть – синцитий. В настоящее время показано, что эти анастомозирующие мышечные волокна состоят из отдельных клеток, кардиомиоцитов, соединенных конец в конец по типу цепи. Миокард подразделяется на мускулатуру предсердий и желудочков. И те, и другие мышечные волокна начинаются от 2-ух фиброзных колец (так называемый мягкий скелет сердца), расположенных в окружности правого и левого предсердно-желудочковых отверстий. В предсердии различают *поверхностный*, циркулярный, слой и *глубокий*, продольный. Волокна поверхностного слоя охватывают оба предсердия, а глубокого – принадлежат отдельно каждому предсердию. Мускулатура желудочков устроена сложнее, в ней различают 3 слоя: *поверхностный продольный* переходит в области верхушки во *внутренний продольный*, образуя при этом завиток; *средний циркулярный слой*, волокна которого идут отдельно в каждом



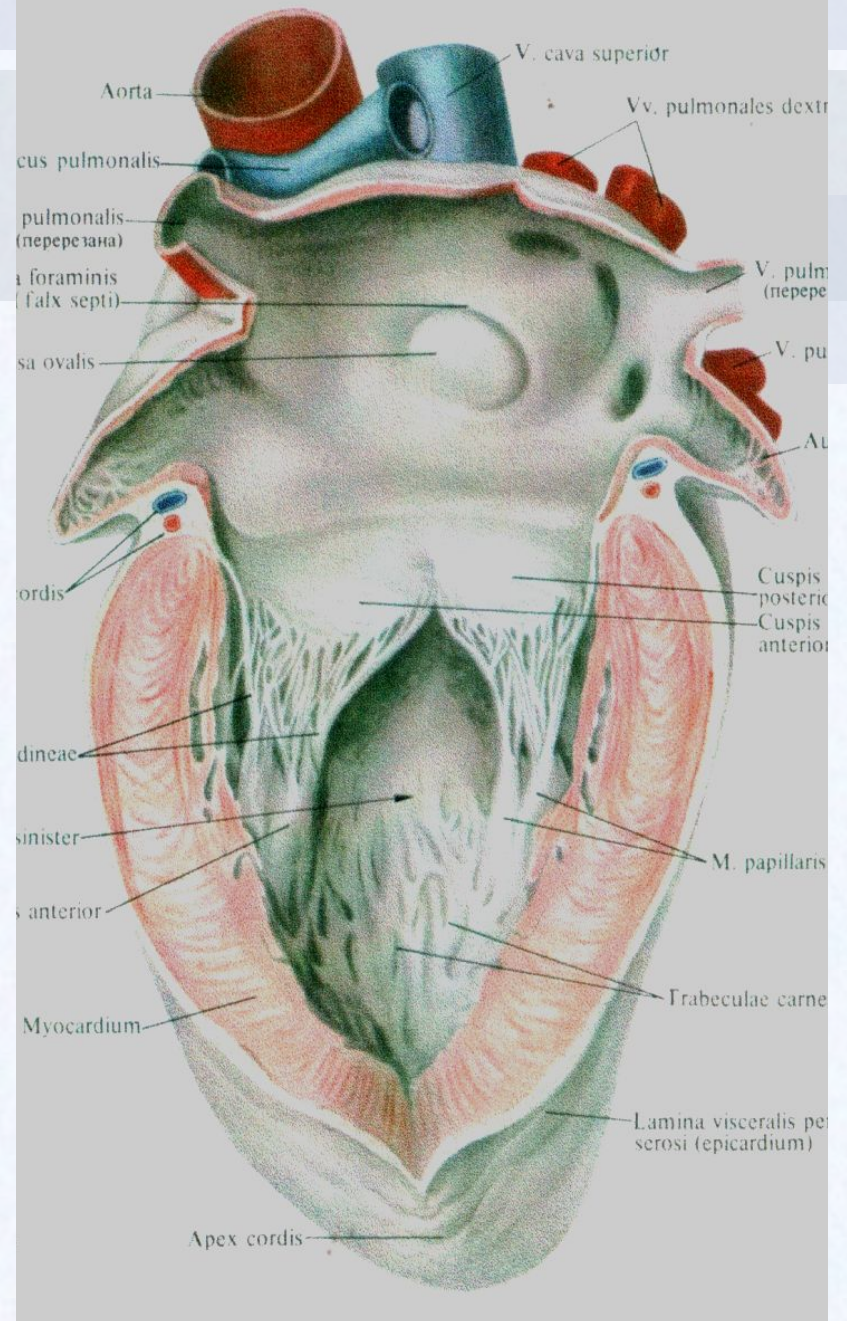
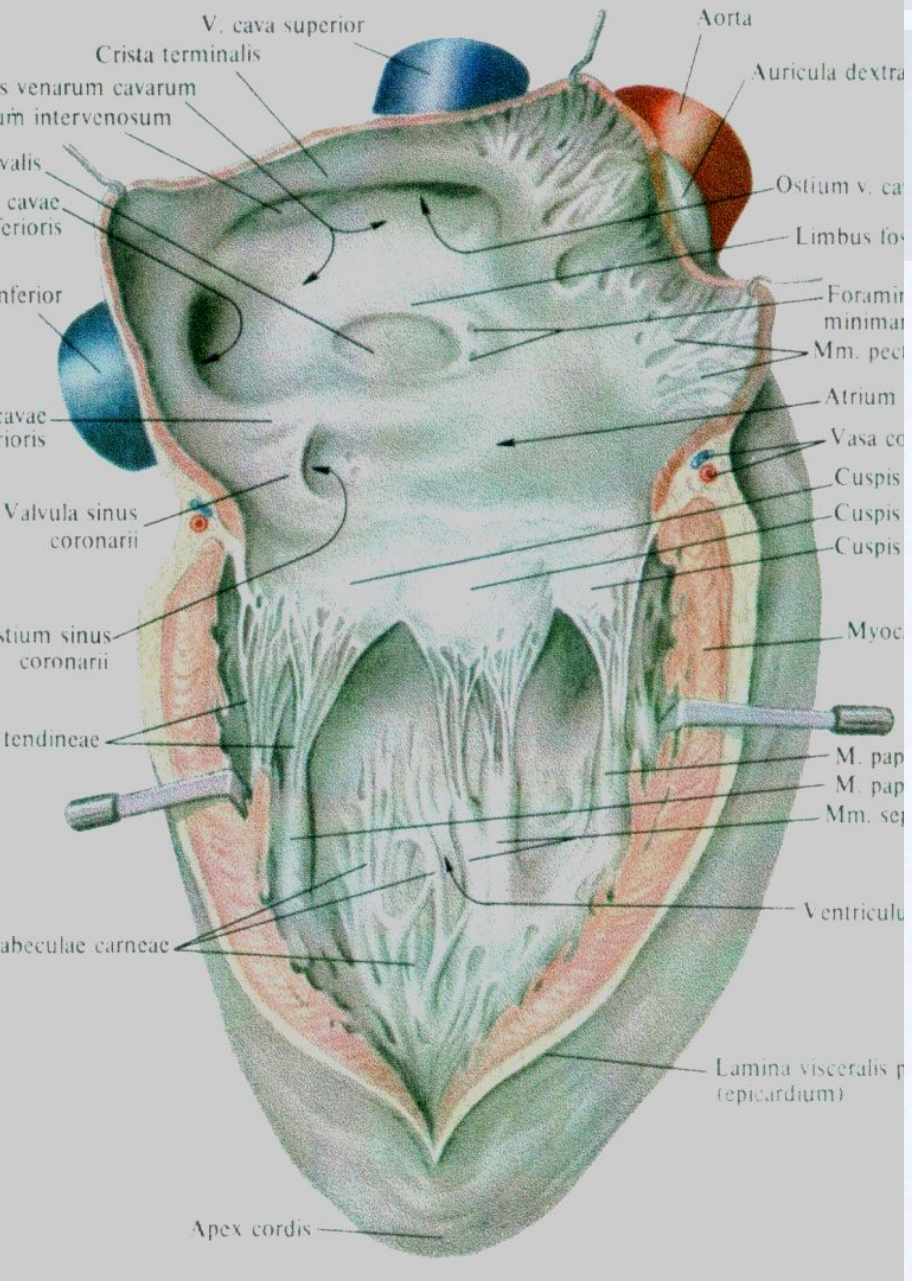


# Строение стенки сердца. Эндокард.

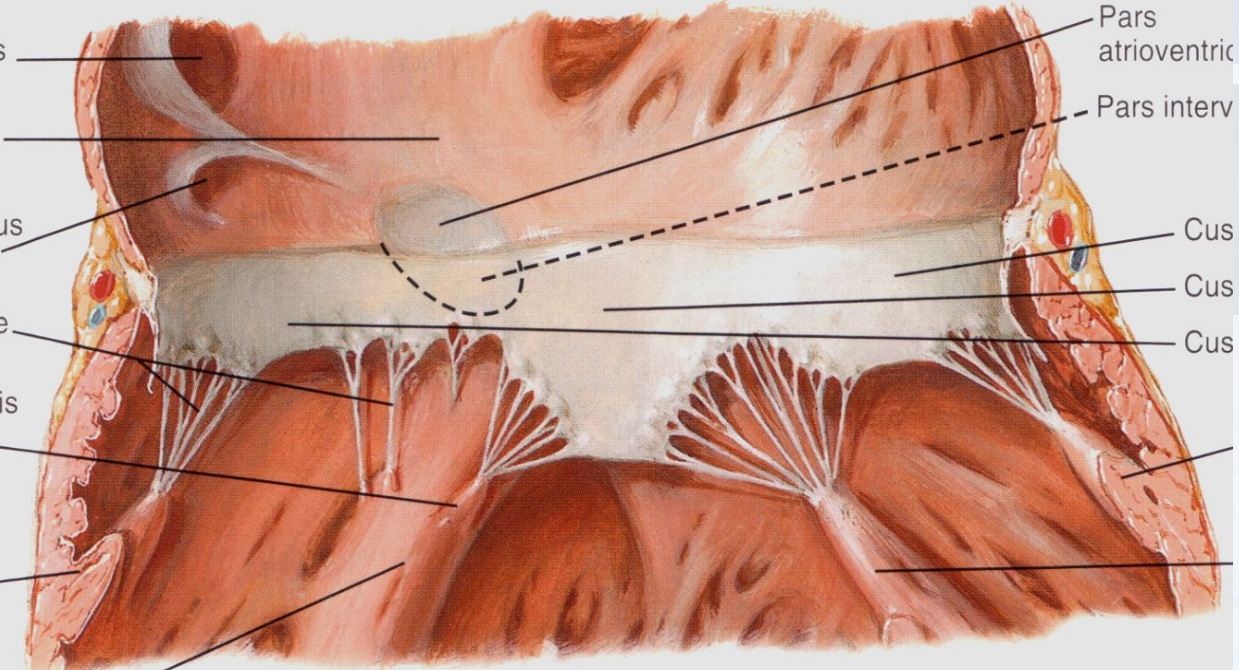
Эндокард образует непрерывную выстилку предсердий и желудочков и покрывает все структуры, выступающие в их просвет (гребенчатые мышцы, сосочковые мышцы, сухожильные нити и др.). Изнутри эндокард выстлан эндотелием, лежащим на рыхлой соединительной ткани. Эндотелий непрерывно переходит в выстилку всех кровеносных сосудов, открывающихся в сердце. Сокращения миокарда неподвластны нашей воле. Мышцы сердца получают иннервацию из центров автономной нервной системы симпатической (тахикардия) и парасимпатической (брадикардия). Ритмические сокращения миокарда осуществляет проводящая система сердца, обеспечивающая автоматизм работы сердца.

Все клапаны сердца представляют собой **дубликатуру эндокарда**. Между желудочками и предсердиями находятся предсердно-желудочковые отверстия, в окружности которых располагаются створчатые клапаны: справа – трехстворчатый клапан, слева – двухстворчатый. Створки при помощи сухожильных хорд присоединяются к сосочковым мышцам. При систоле желудочков хорды удерживают клапаны и не дают им вывернуться в предсердия при повышении давления крови в желудочках. При диастоле желудочков клапаны прижимаются током крови, и кровь поступает из предсердий в желудочки. В устье аорты и легочного ствола находятся соответствующие клапаны, состоящие из полулунных заслонок. В области синусов клапанов аорты начинаются правая и левая венечные





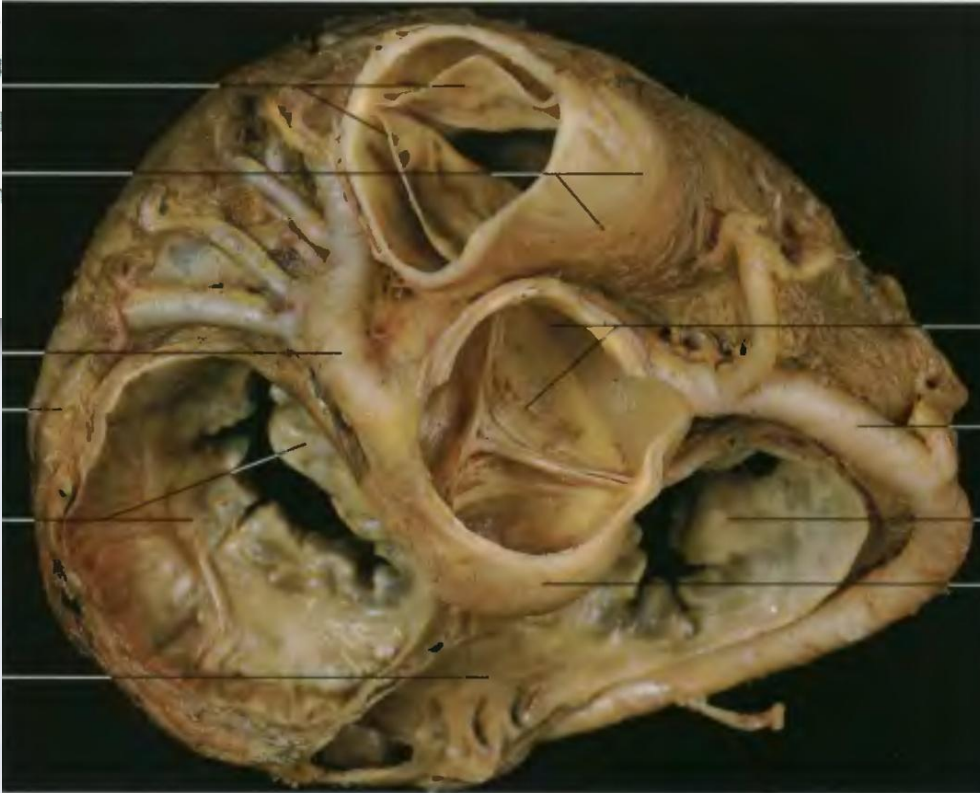
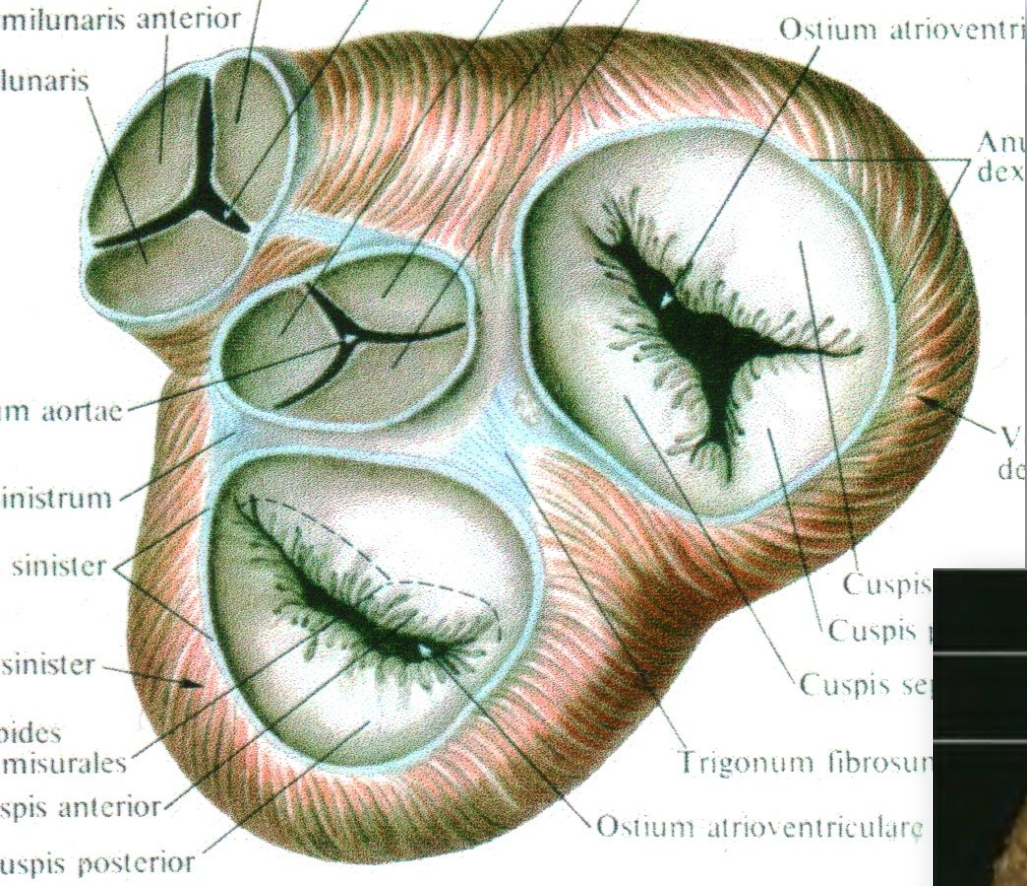




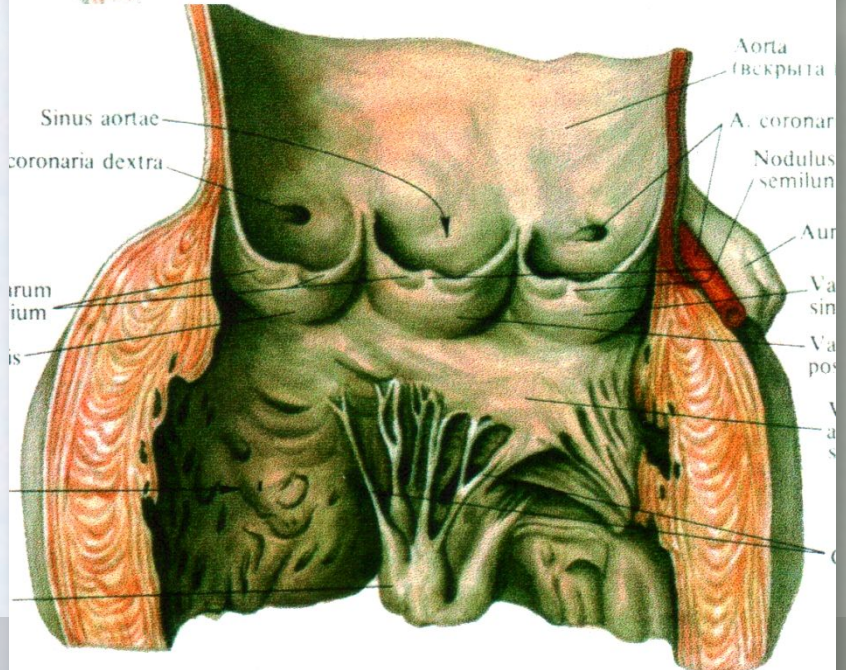
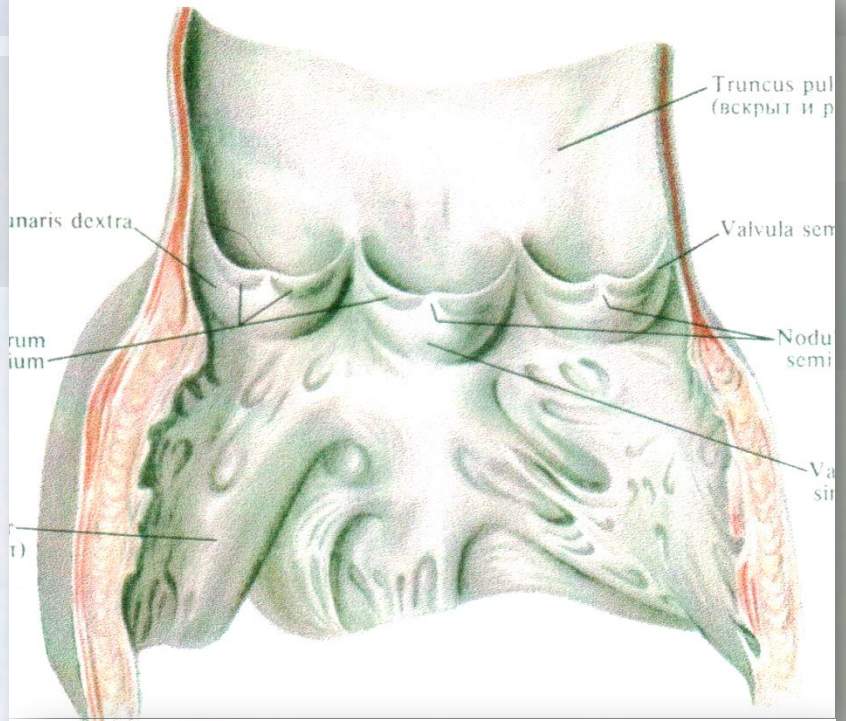
Tricuspidalis  
**Трёхстворчатый (правый предсердно-желудочковый) клапан**



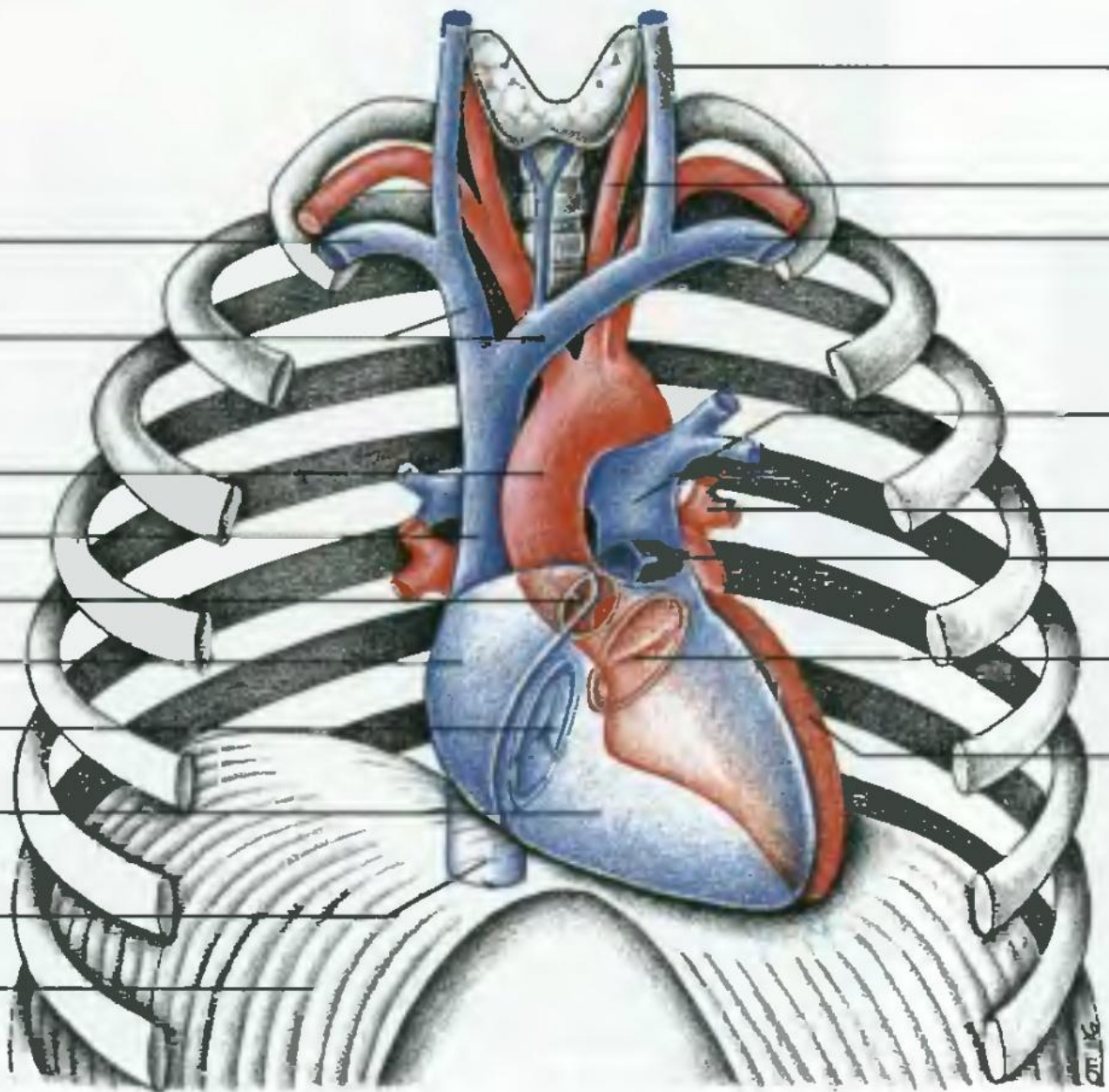














# Кровоснабжение сердца. Артерии.

Артерии сердца отходят от луковицы аорты и наподобие венца окружают сердце, поэтому называются венечными артериями. Ветви правой и левой венечных артерий, соединяясь, формируют в сердце как бы два артериальных кольца: поперечное, расположенное в венечной борозде, и продольное, сосуды которого находятся в передней и задней межжелудочковых бороздах.

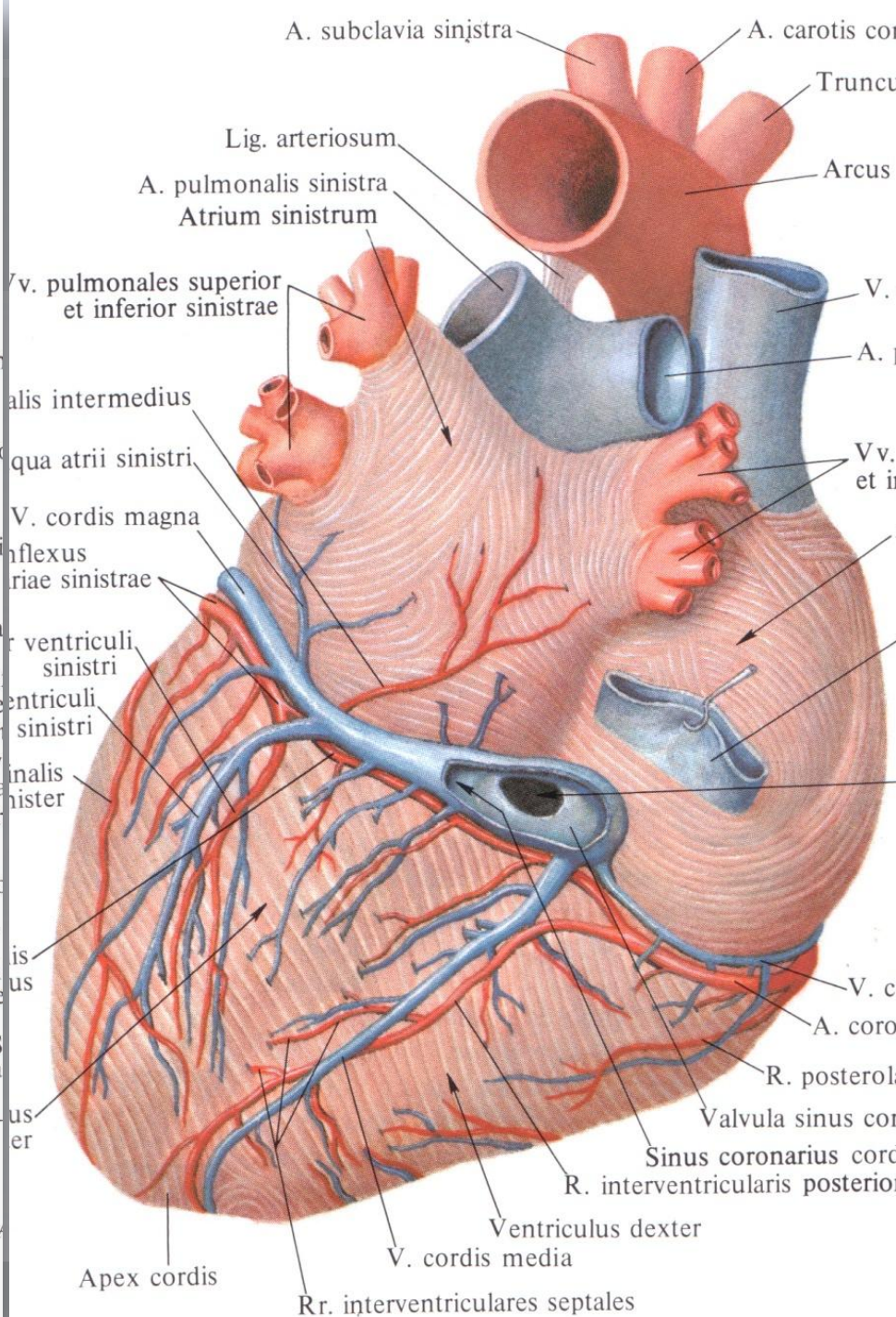
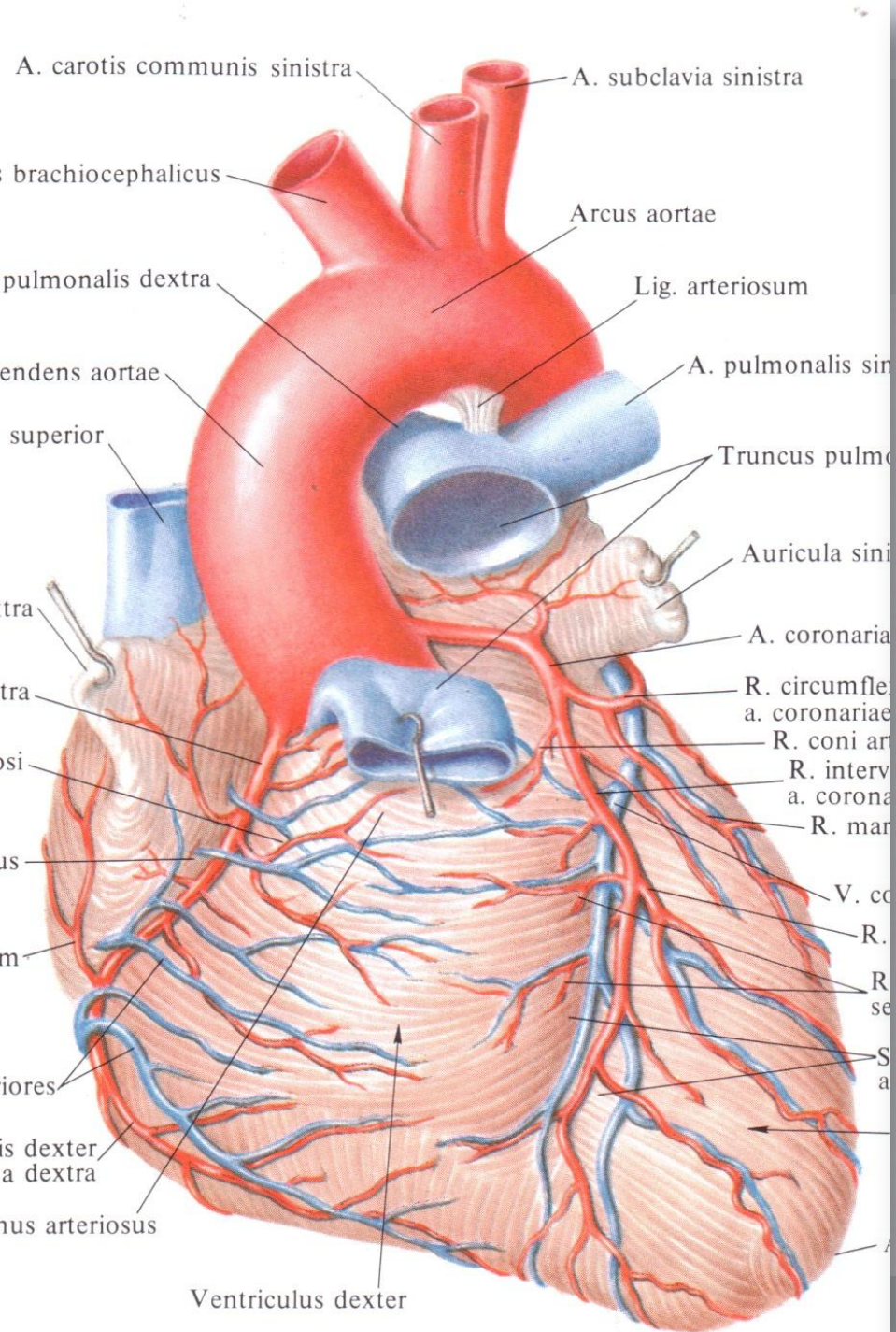
**Правая коронарная артерия** огибает правый край сердца и выходит на заднюю поверхность. Самая крупная ветвь – задняя межжелудочковая ветвь, которая направляется по одноименной борозде сердца к его верхушке. Правая коронарная артерия васкуляризирует: правое предсердие; часть передней и всю заднюю стенку правого желудочка; небольшой участок задней стенки левого желудочка; межпредсердную перегородку; заднюю треть межжелудочковой перегородки; сосочковые мышцы правого желудочка и заднюю сосочковую мышцу левого желудочка.

**Левая коронарная артерия** располагается между началом легочного ствола и ушком левого предсердия и делится на 2 ветви: *переднюю межжелудочковую* и *огибающую* (огибает сердце слева, располагается в его венечной борозде и является продолжением главной ветви) артерии. Левая коронарная артерия васкуляризирует: левое предсердие; всю переднюю и большую часть задней стенки левого желудочка; часть передней стенки правого желудочка; передние две трети межжелудочковой перегородки; переднюю сосочковую мышцу левого желудочка.

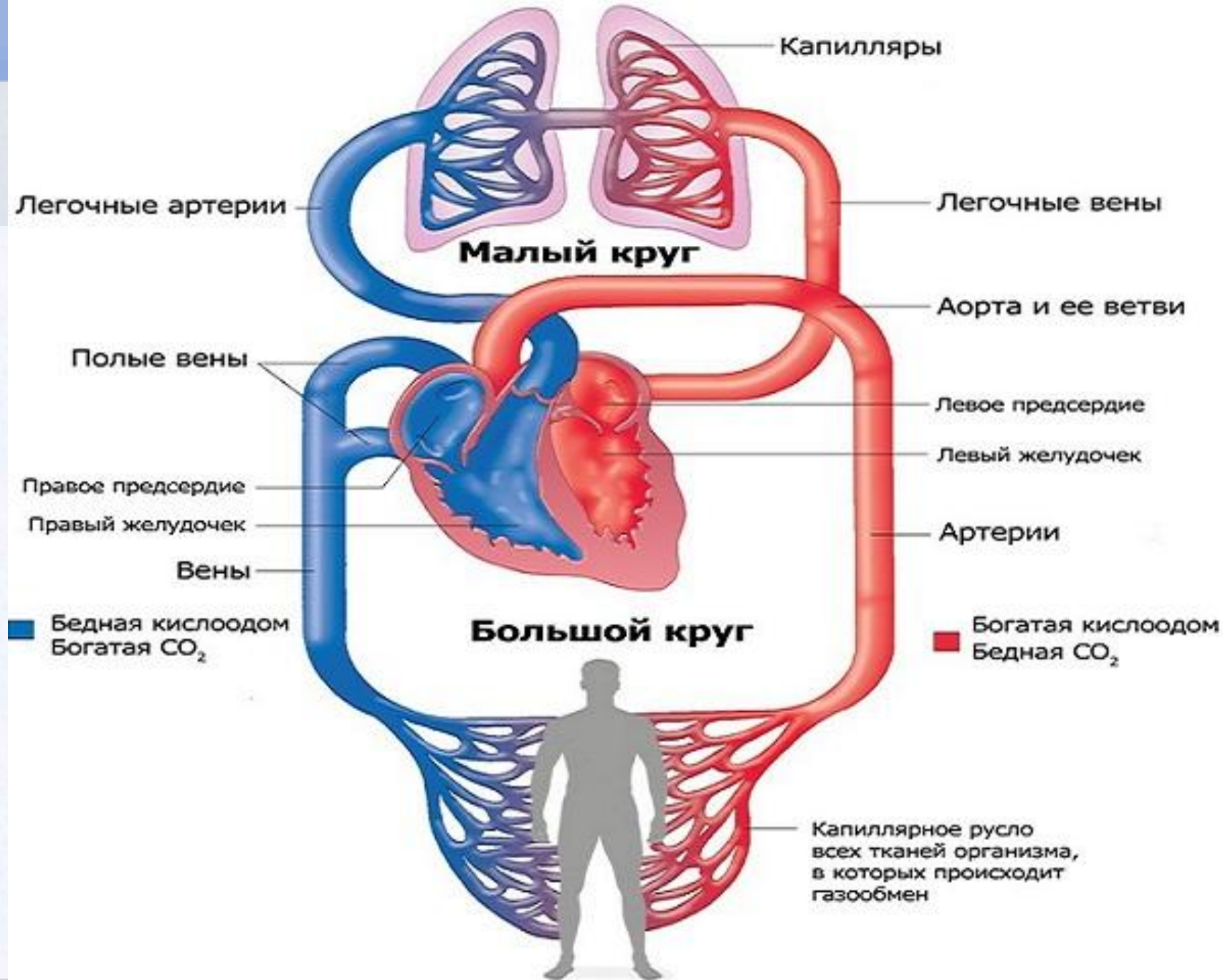
# Кровоснабжение сердца. Вены.

Вены сердца открываются непосредственно в полость правого предсердия. В то время как артерий сердца только две, вены – многочисленны, и достигают правого предсердия различными путями: *наименьшие вены сердца и передние вены сердца* открываются сразу в правое предсердие; остальные собираются в общий сток сердечных вен – венечный синус, который лежит в задней венечной борозде, имеет протяженность 5см, и вливается в правое предсердие. К числу притоков венечного синуса относятся: *большая вена сердца; средняя вена сердца; малая вена сердца; задняя вена левого желудочка; косая вена левого предсердия.*



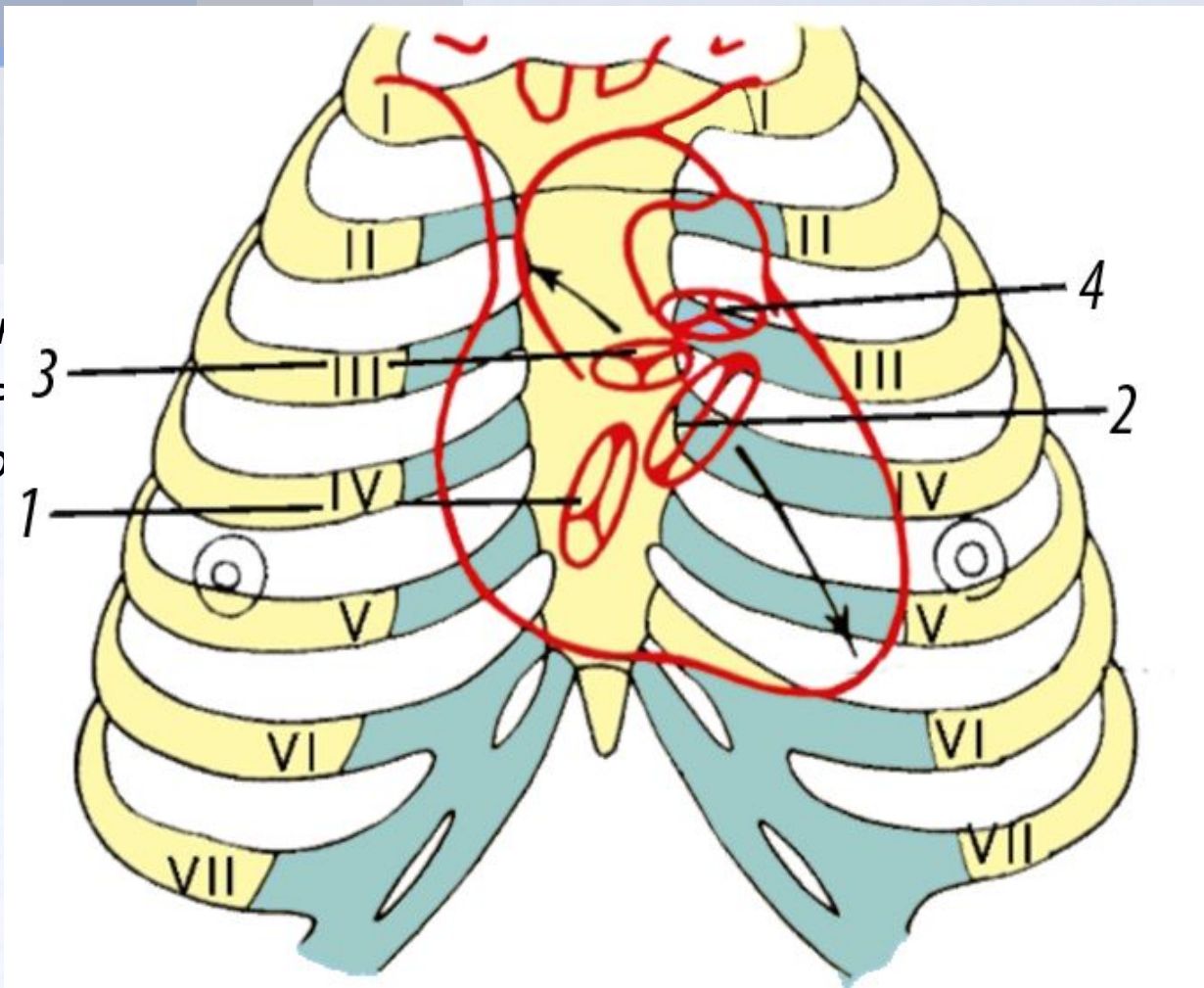








клапан  
аорты  
трехстворчатый клапан



клапан легочного  
трехстворчатый клапан

### Проекция клапанов

- 1 – за грудиной по косой линии, соединяющей хрящи IV левого и V правого
- 2 – у левого края грудины в области IV левого ребра
- 3 – за грудиной, на уровне III межреберья
- 4 – у левого края грудины (место прикрепления хряща III ребра)



**Аортальный**

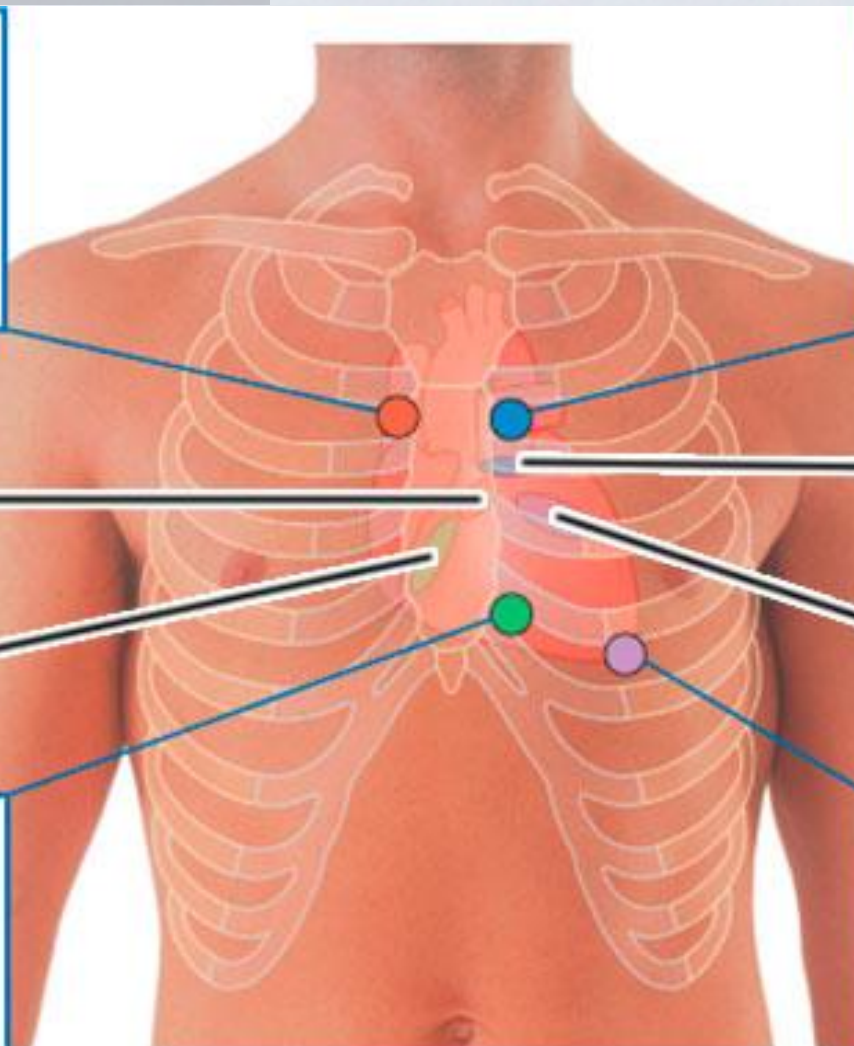
**клапан**

Проекция  
аортального  
клапана

Проекция  
трехстворчатого  
клапана



**Трехстворчатый**  
**клапан**



**Точки аускультации сердца**



**Клапан легочного  
ствола**

Проекция клапана  
легочного ствола

Проекция  
митрального  
клапана



**Митральный**  
**клапан**



# Аускультация сердца (тоны сердечных клапанов)

При схлопывании створчатых клапанов возникает I тон.

При схлопывании полулунных клапанов аорты и легочного ствола формируется II тон.

- тон трехстворчатого клапана прослушивается у правого края грудины в 5 межреберном промежутке;
- тон митрального клапана (двустворчатого) определяется у верхушки сердца. Лучшее место прослушивания I тона;
- тон клапанов аорты прослушивается у края грудины во втором межреберье справа. Лучшее место прослушивания II тона;
- тон клапанов легочного ствола прослушивается у края грудины во втором межреберье слева.

# Проводящая система сердца

Ритм работы сердца состоит из систолы и диастолы. Важную роль в обеспечении этого процесса играет проводящая система сердца, представляющая собой комплекс мионейральных структур.

В развивающемся миокарде в первые недели эмбриогенеза на стадии сигмоподобного сердца различают 2 популяции клеток: основная часть – рабочие кардиомиоциты; меньшая часть – специфическая мышечная ткань, задающая ритм, проводящая электрические импульсы сердечных сокращений и обеспечивающая автоматизм сердца. Появление сердечных сокращений, сначала судорожных, а затем упорядоченных, ритмичных, относят к началу 4-ой недели жизни эмбриона. Пульсация миокарда начинается в области желудочка. Скорость его сокращений сначала очень мала, но она значительно увеличивается, когда начинает сокращаться предсердие. ЭКГ, подобную таковой у взрослого, уже можно взять у плода на 17-ой неделе.

Сокращение предсердий и желудочков происходит в строго определенной последовательности, что обусловлено направлением распространения импульса по проводящей системе. Кардиомиоциты проводящей системы отличаются от обычных: они более узкие и содержат меньше миофибрилл.



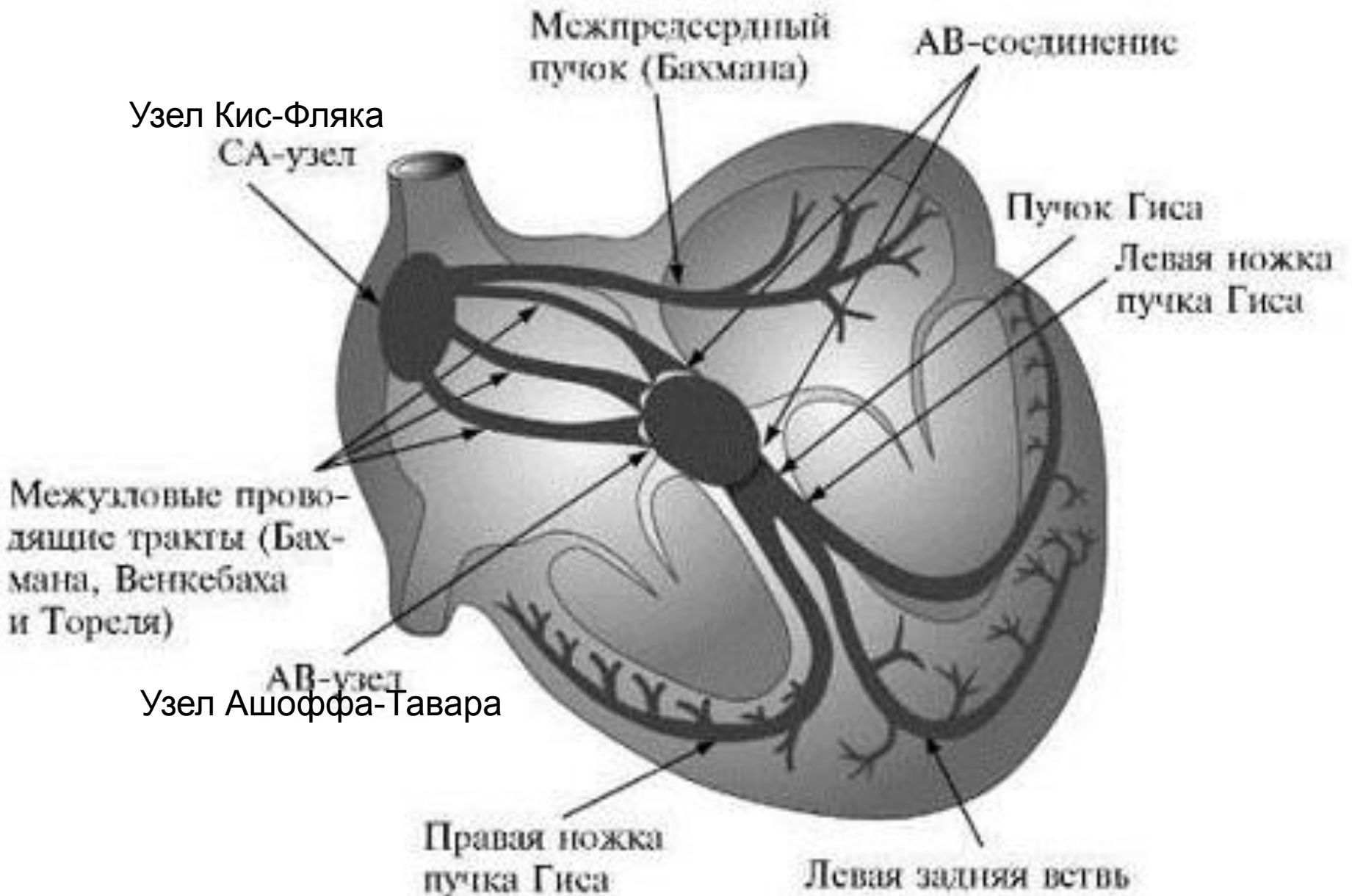
# Проводящая система сердца

В проводящей системе сердца выделяют узлы и пучки:

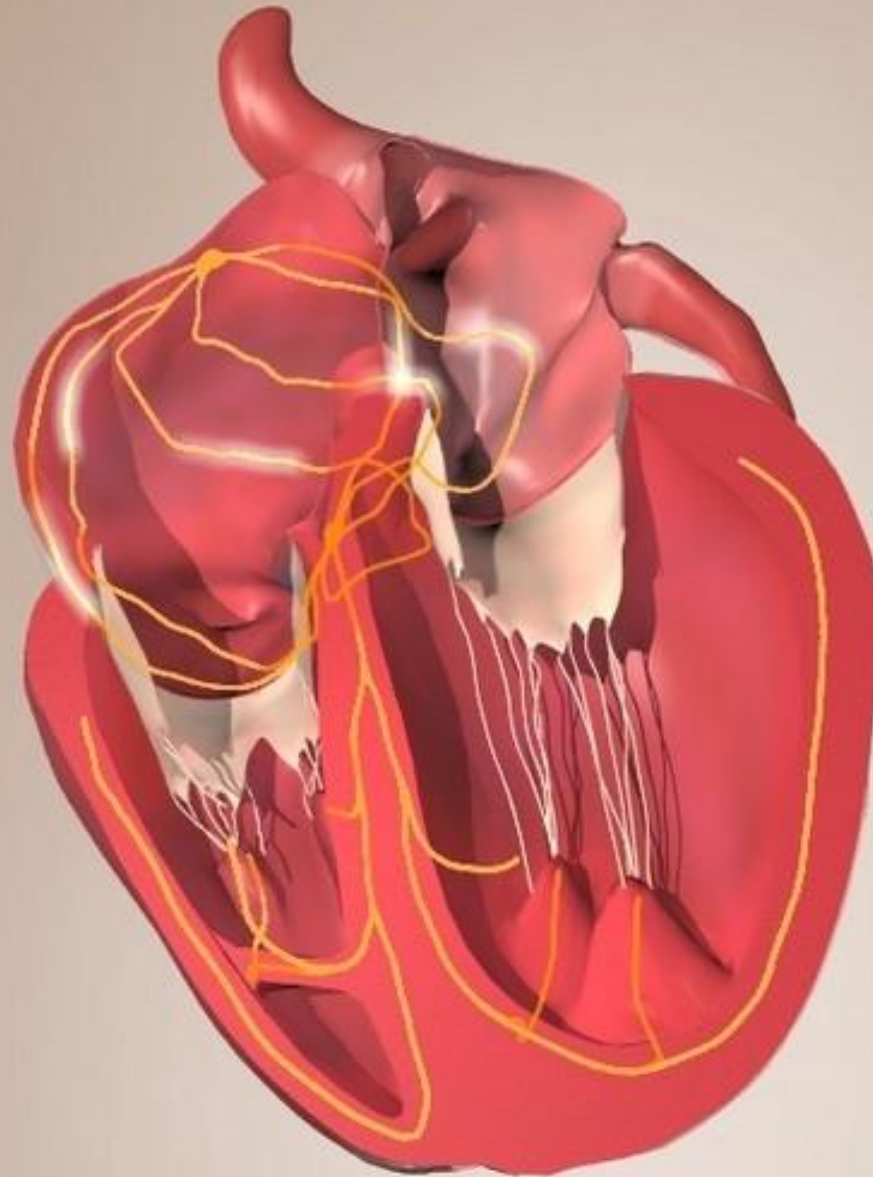
1. **Синусный узел (узел Кис-Фляка)** – находится в стенке правого предсердия у места впадения в него верхней полой вены. Связывает сокращения мускулатуры предсердий. Является водителем ритма – пейсмейкером. Генерирует импульсы сердечных сокращений, в покое 70 уд/мин. От него отходит *синусно-предсердный пучок*, направляющийся к предсердно-желудочковому узлу.

2. **Предсердно-желудочковый узел (Ашофф-Тавара)** – располагается над местом прикрепления септальной створки трехстворчатого клапана. От узла отходит *предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса)*, по которому передается волна сокращений с предсердий на желудочки. В межжелудочковой перегородке пучок Гиса делится на правую и левую ножки, которые потом переходят в *волокна Пуркинье*, и заканчиваются на *клетках Пуркинье*, рассеянными субэндокардиально.

При нарушении проводимости по этой системе возникают аритмии. При нарушении кровоснабжения структур проводящей системы, может возникнуть блокада ножек пучка Гиса. В условиях полной блокады пучка Гиса предсердия и желудочки сокращаются каждый в своем ритме. Может быть снижение сократимости до 28-40 уд/мин. Эти тяжелые состояния разобщения сокращений предсердий и желудочков носят название мерцательной аритмии. В наше время поражения проводящей системы купируются благодаря наличию кардиостимуляторов.







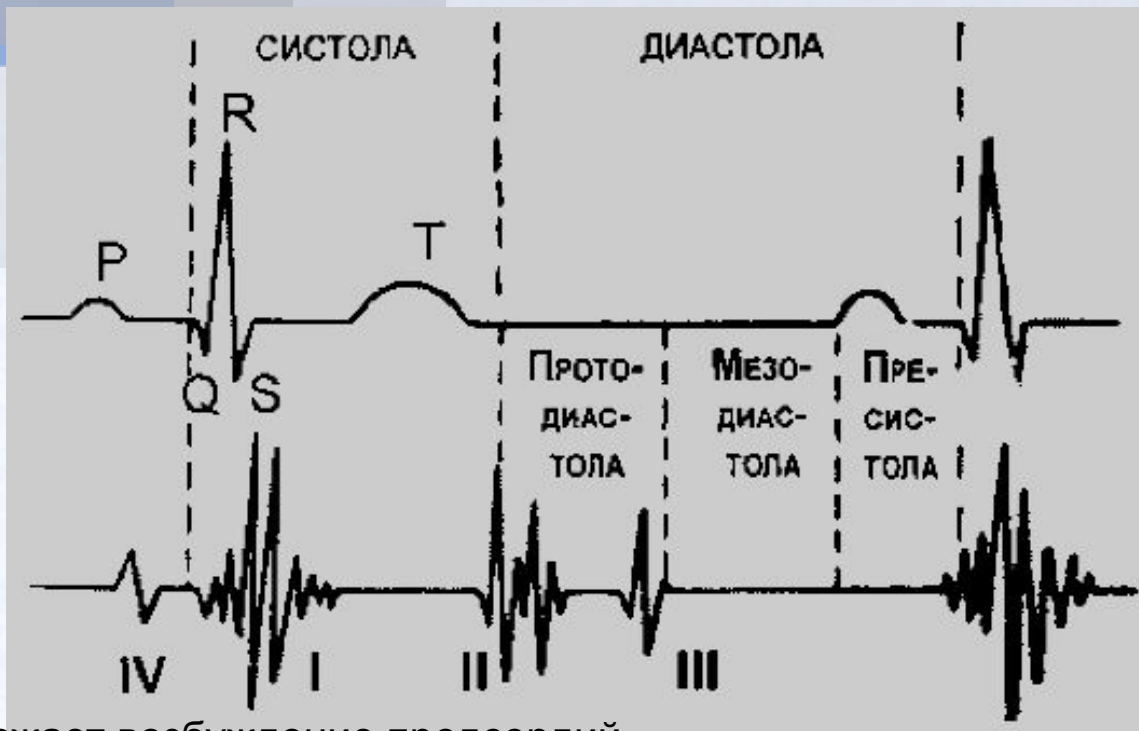












**Зубец P** отражает возбуждение предсердий.

**Интервал P–Q(R)** – это расстояние от начала зубца

P до начала зубца Q(R). Он соответствует времени прохождения возбуждения по предсердиям и предсердно-желудочковому узлу.

**Комплекс QRS** называется желудочковым комплексом. Отражает сокращение желудочков.

**Зубец Q** – соответствует возбуждению перегородки.

**Зубцы R и S** – происхождение зубцов связано с возбуждением и сокращением желудочков.

**Сегмент RS–T** – соответствует периоду полного охвата желудочков возбуждением.

**Зубец T** – отражает расслабление миокарда желудочков.

Дорогие коллеги!

Принимая во внимание трудности усвоения материала в условиях дистанционного обучения прошу вас достойно учить материал по анатомии человека, чтобы кафедра поняла, что не зря работала с вами в совершенно новых условиях, и чтобы вы все вовремя были аттестованы и вышли на летнюю сессию!

С пожеланиями успехов и хорошего сердечного ритма,

Н.Р.Карелина

Н.Р.



**Спасибо за внимание!**