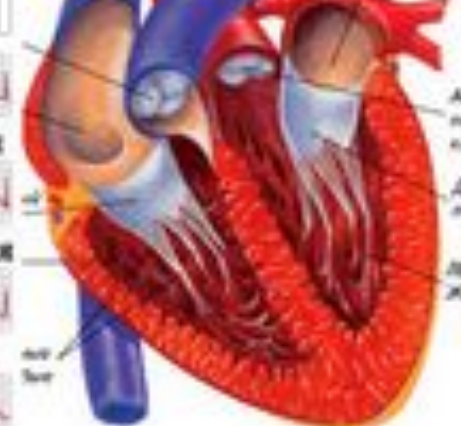
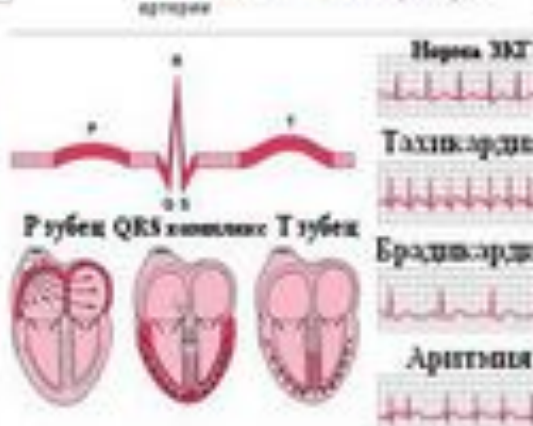
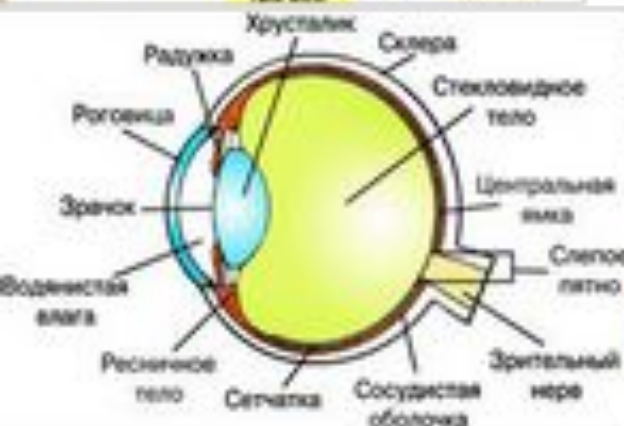
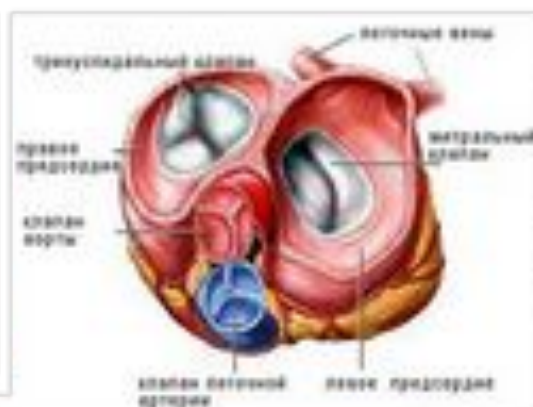
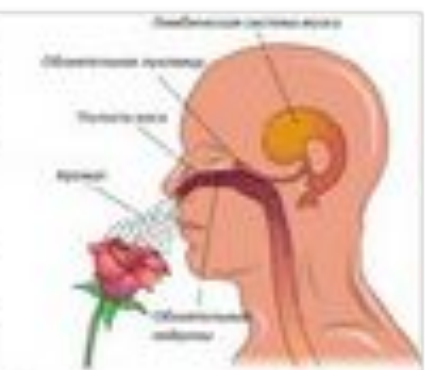
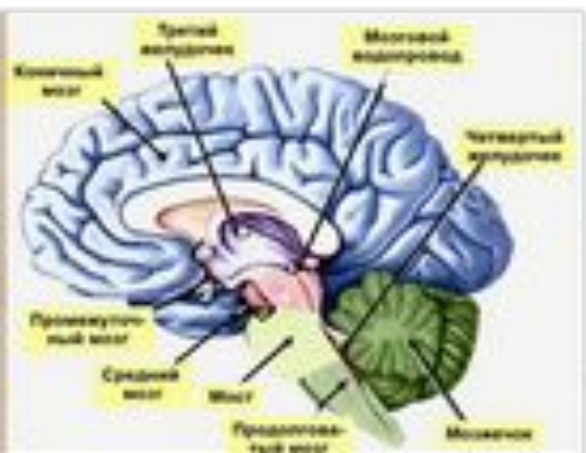
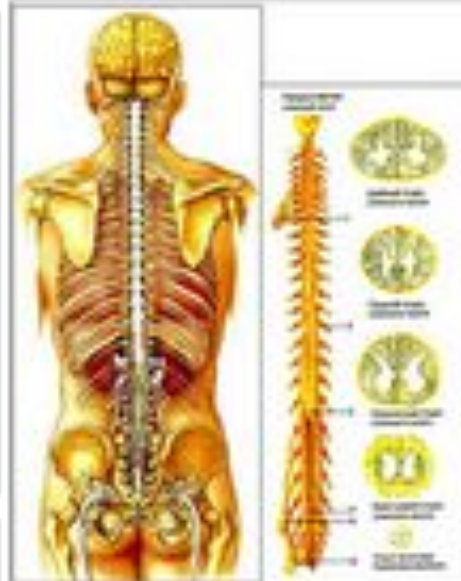
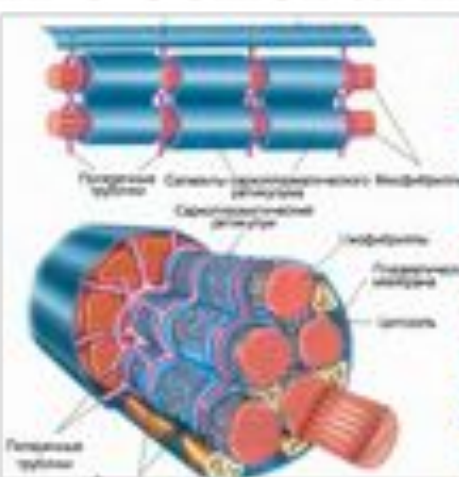
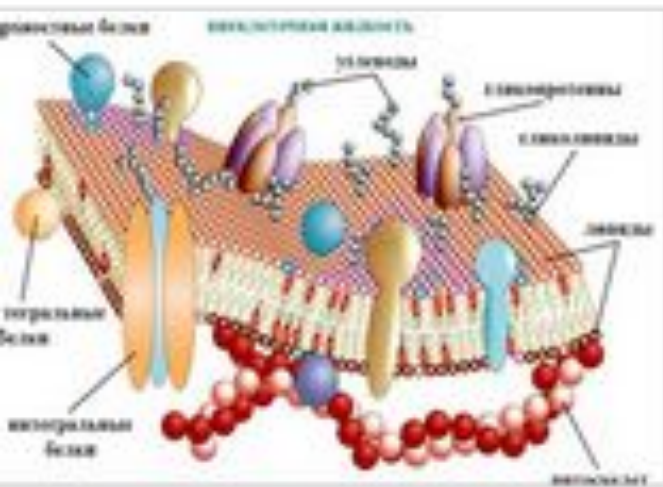


Физиология с основами анатомии



План лекции

Тема 4. Система кровообращения.

4.1. Морфо-функциональные особенности организации сердца

Автоматия.

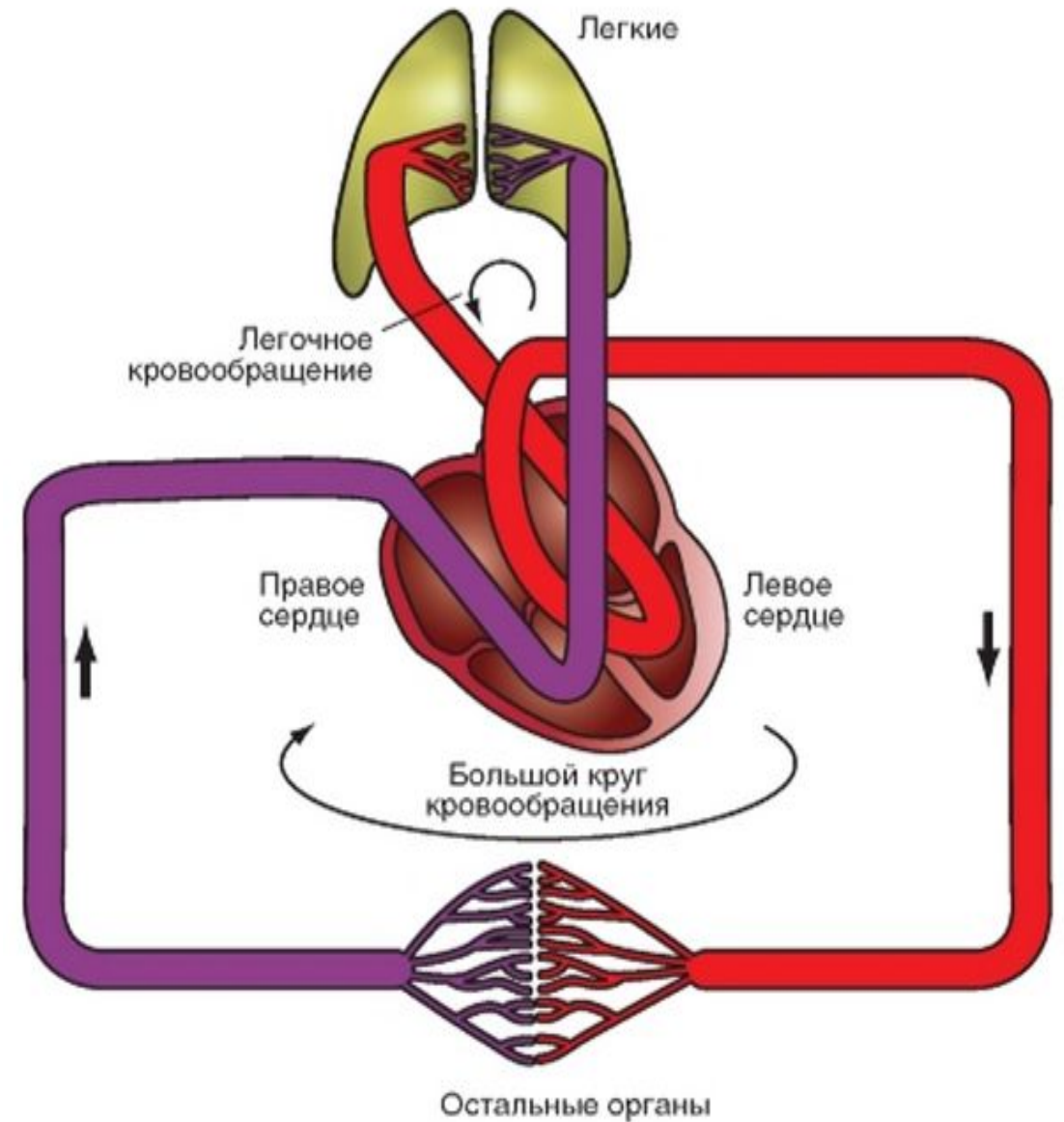
4.2. Сердечный цикл. Клапанный аппарат сердца.

Система кровообращения.

- ✓ Сердце состоит из двух последовательных насосов : один насос проталкивает кровь через легкие для обеспечения обмена кислорода и углекислого газа. Это так называемая **легочная циркуляция** или **легочный круг кровообращения**.
- ✓ Через другой насос кровь движется ко всем остальным тканям тела. Это **системная циркуляция**.
- ✓ Кровь может двигаться через сердце только в одном направлении.
Одностороннее движение крови через сердце обеспечивается соответствующим устройством створок клапанов.

ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

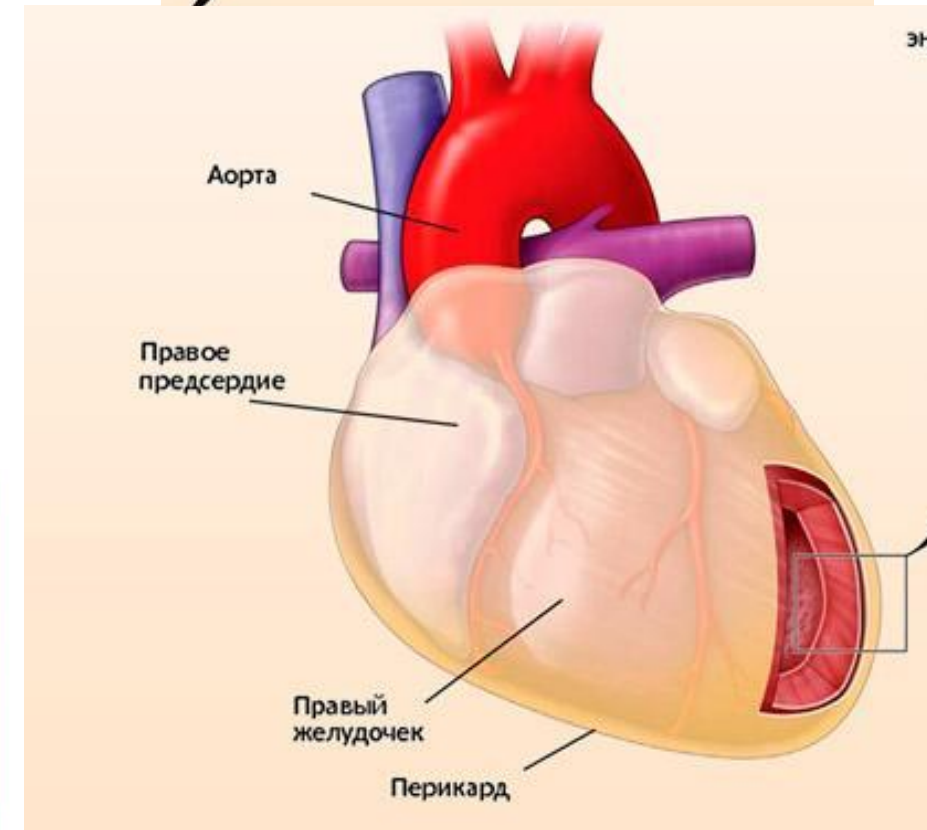
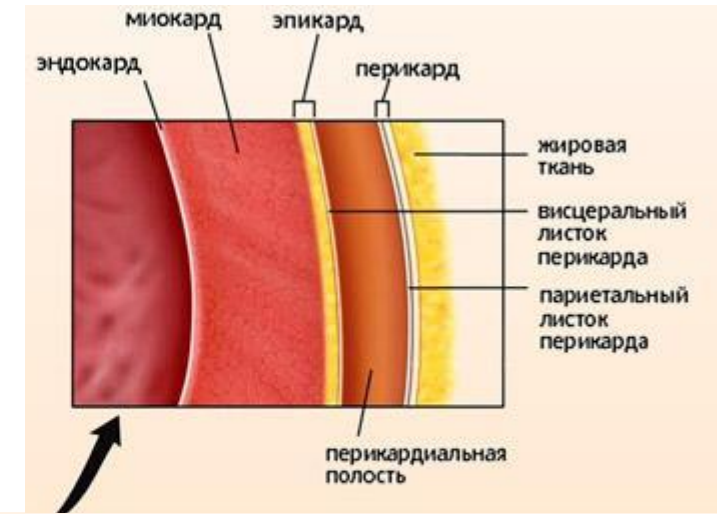
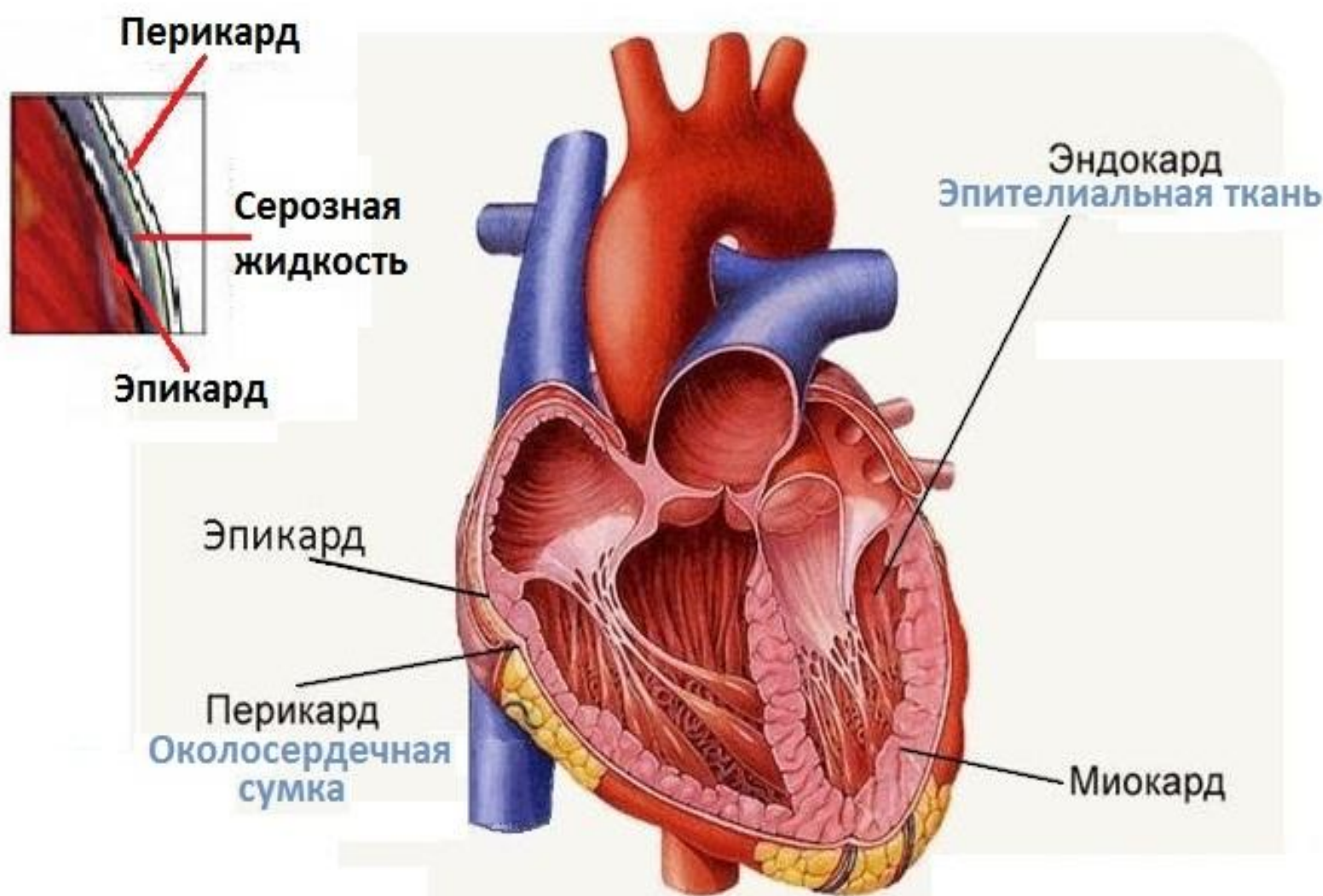
- ✓ ТРАНСПОРТНАЯ
- ✓ ДЫХАТЕЛЬНАЯ
- ✓ ЭКСКРЕТОРНАЯ
- ✓ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРНАЯ
- ✓ ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ



Свойства сердечной мышцы

- **Возбудимость** – возникновение импульса в кардиомиоцитах
- **Проводимость** – проведение импульса кардиомиоцитами
- **Сократимость** - сокращение кардиомиоцитов
- **Автоматизм** – способность сердца ритмически сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом

Оболочки сердца

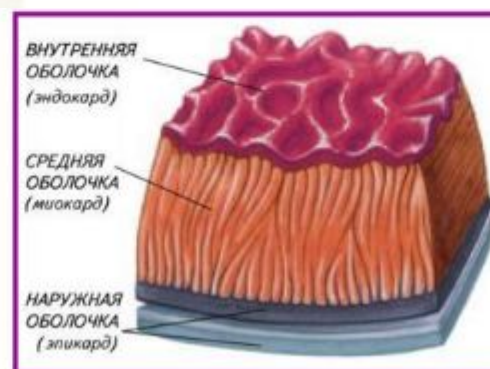


Стенка сердца имеет трехслойное строение:

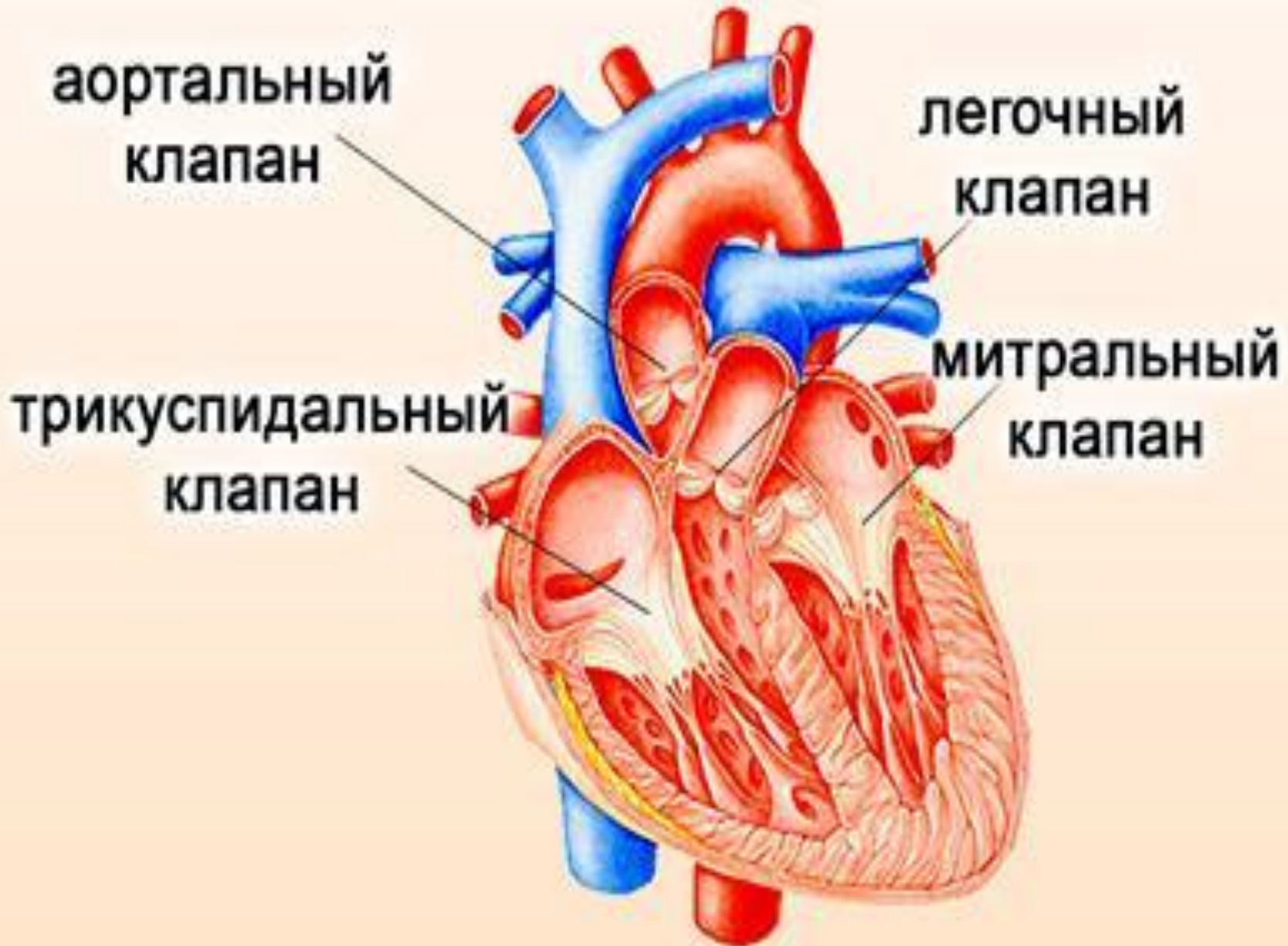
Внутренний слой (эндокард) – внутренний эпителиальный слой.

Средний слой (миокард) – мощный мышечный слой.

Наружный слой (эпикард) – состоит из соединительной ткани.

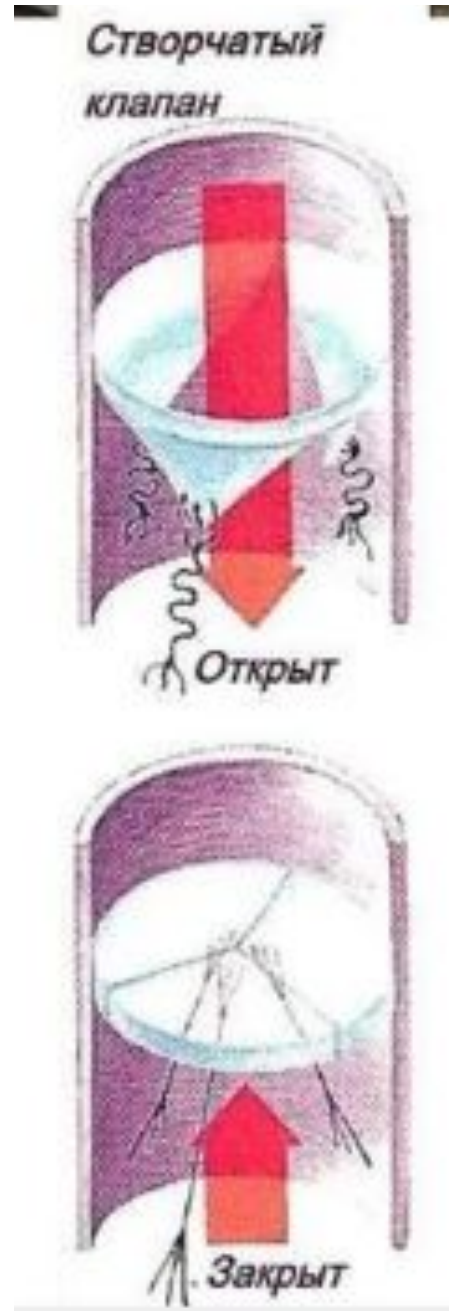
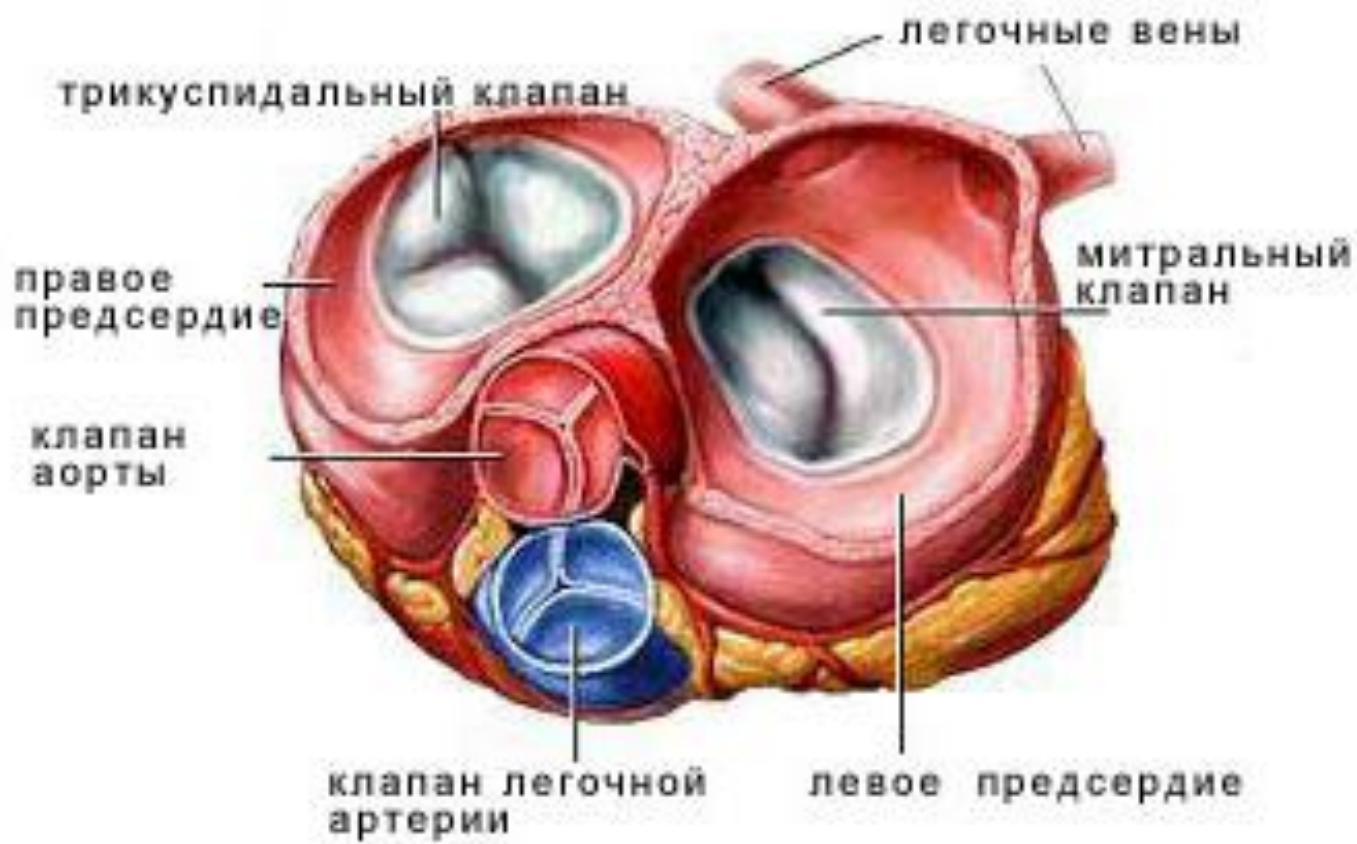


Клапаны сердца



Трехстворчатый и двустворчатый клапаны препятствуют обратному поступлению крови из желудочков в предсердия.

Полулунные клапаны предотвращают возврат крови из артериальной системы в полости желудочков.

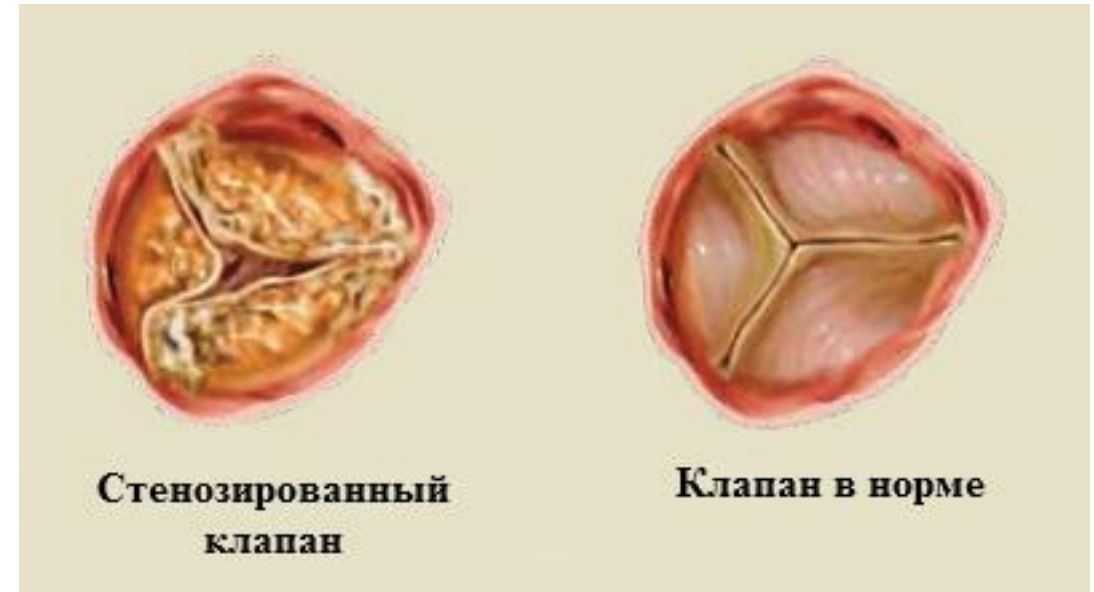


Патология клапанов

Стеноз – сужение отверстия клапана

Недостаточность – неполное закрывание отверстия клапана

Пролапс – выворачивание клапана в полость сердца



Тоны сердца

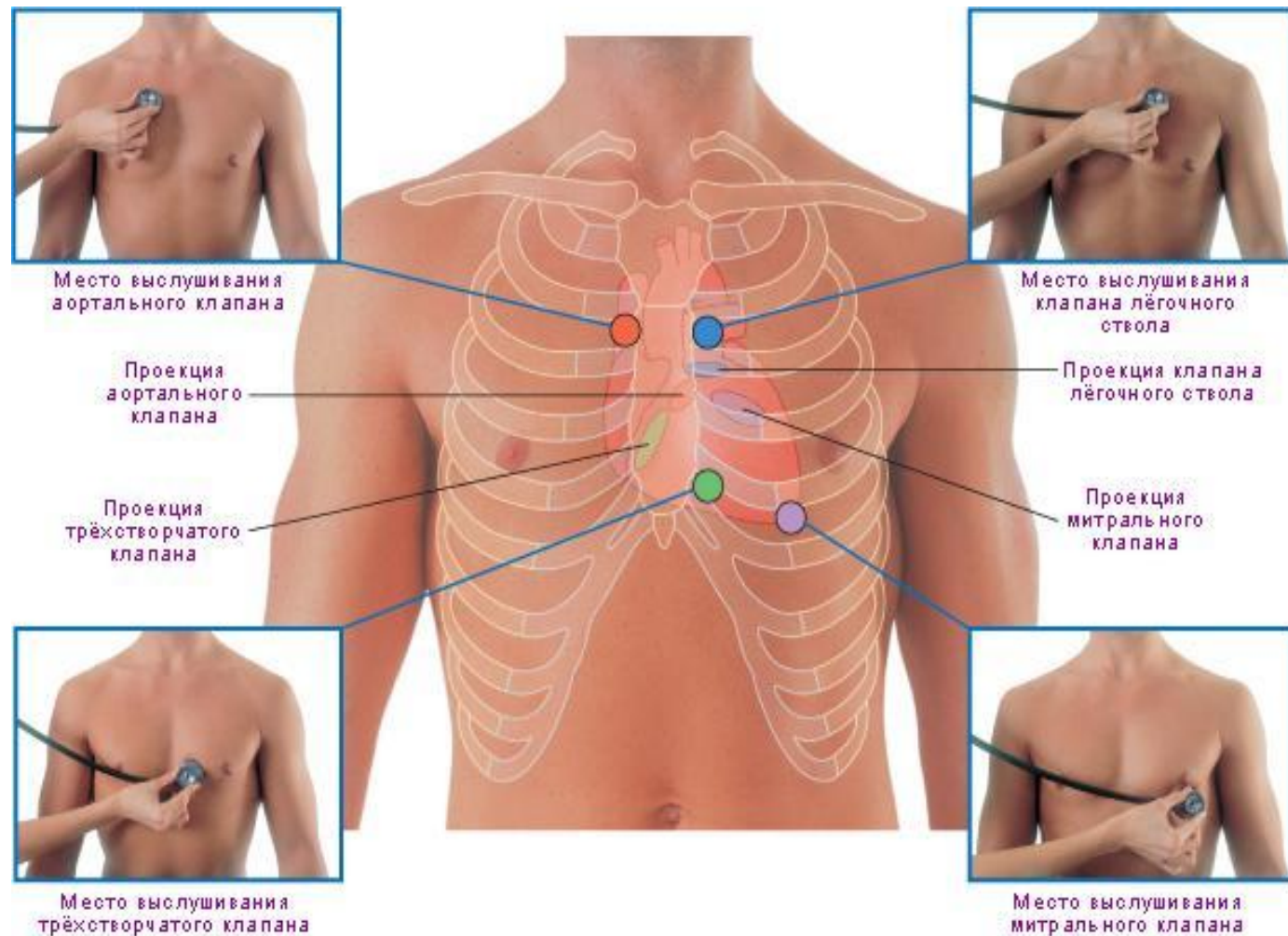
Выслушивание (аускультация) стетофонендоскопом левой половины грудной клетки позволяет услышать два тона сердца I и II.

I тон связан с закрытием АВ-клапанов (предсердно-желудочковых) в начале систолы.

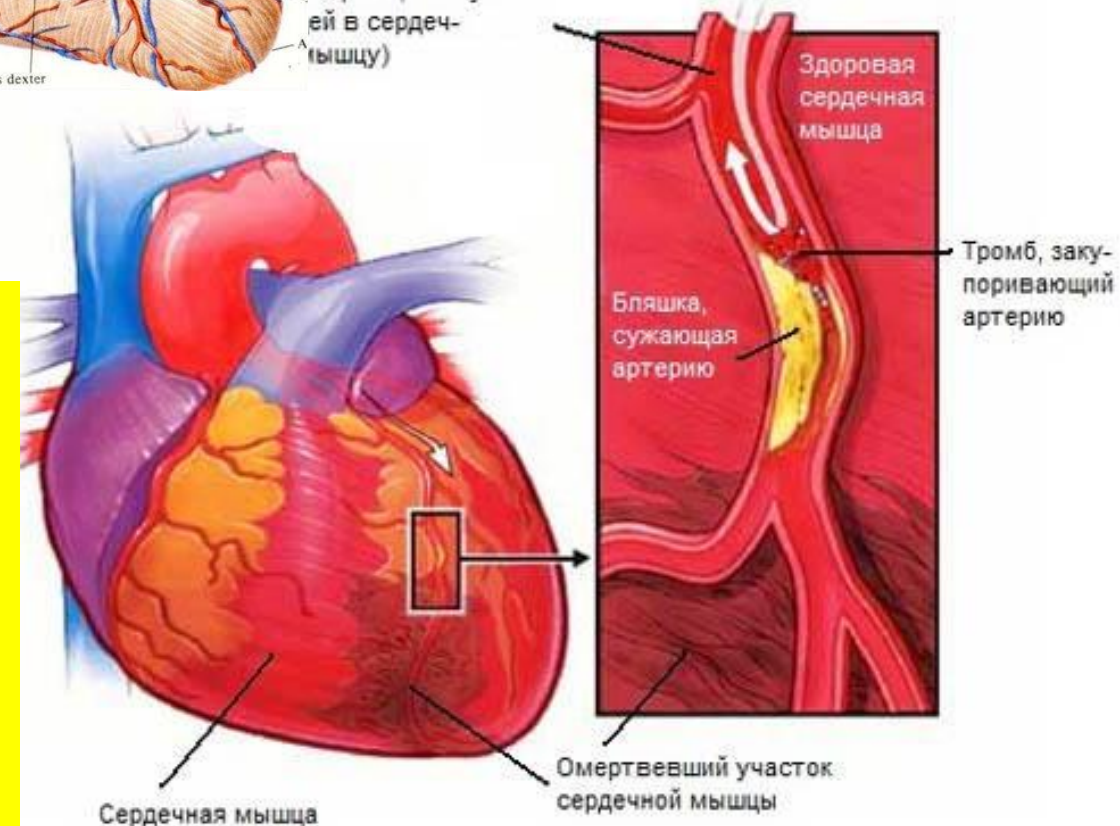
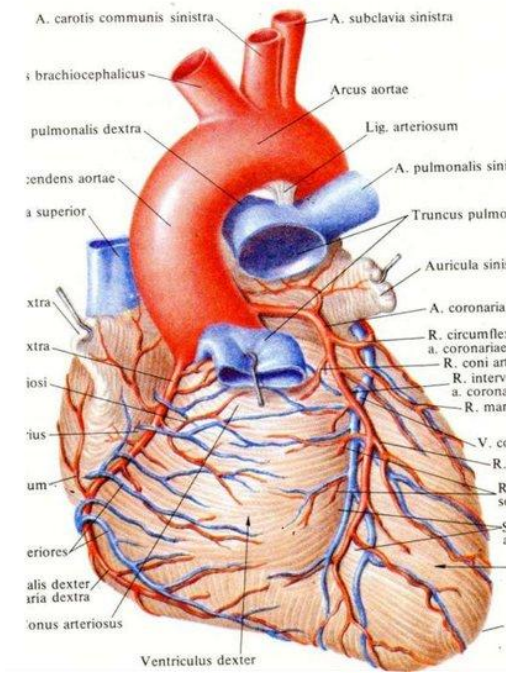
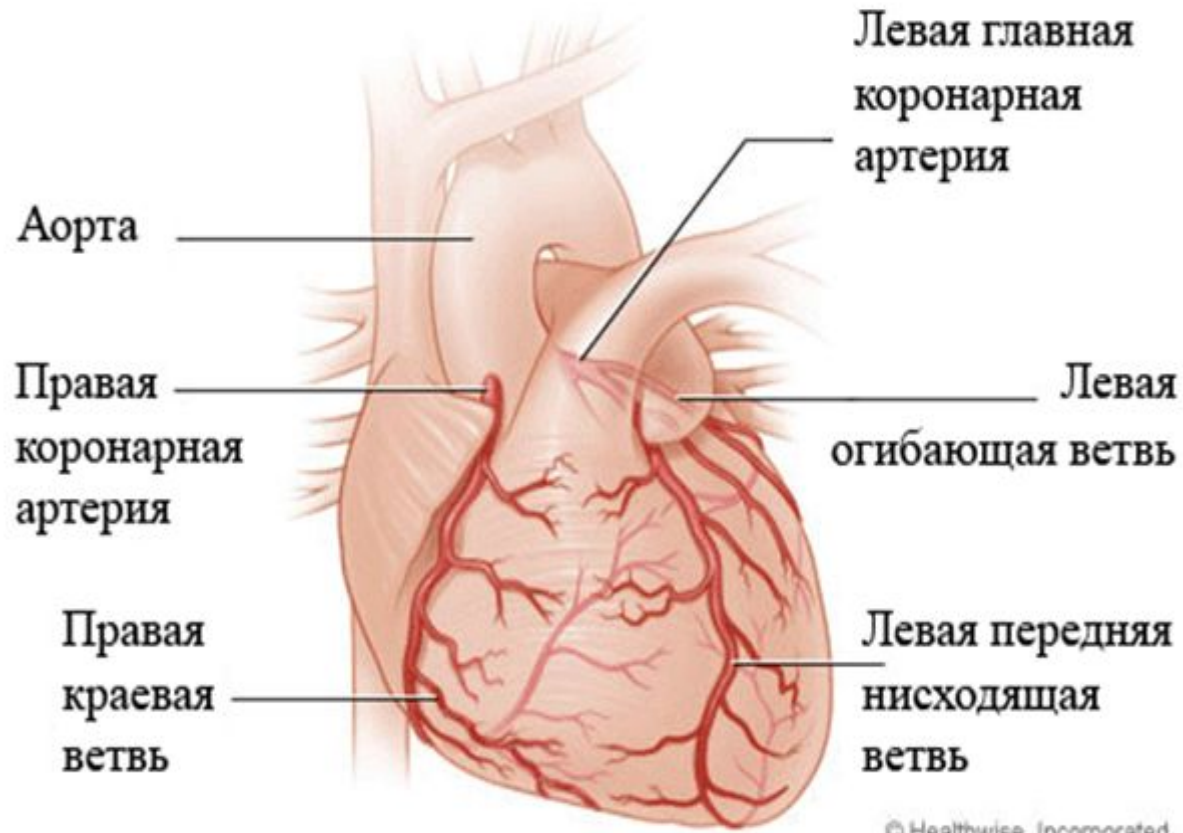
**(систолический),
Звук протяжный, низкий.**

II тон связан с закрытием полулунных клапанов в конце систолы.

**(диастолический),
Звук короткий, высокий.**



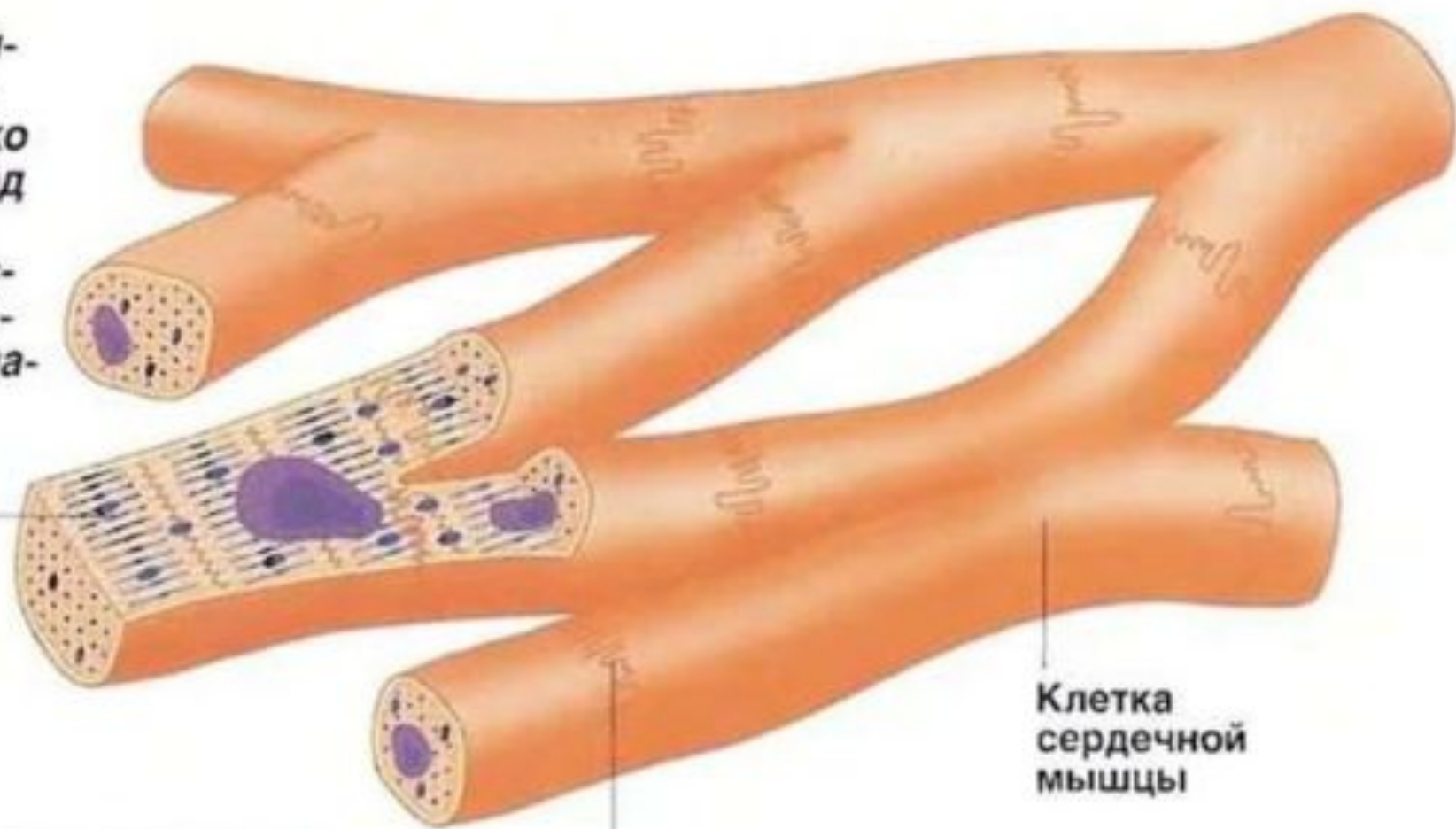
Кровоснабжение сердца



- ✓ Стенку сердца снабжают кровью правая и левая венечные (коронарные) артерии.
- ✓ При сокращении левого желудочка миокард пережимает венечные артерии и поступление крови прекращается.
- ✓ 75% крови по венечным артериям притекает к миокарду во время диастолы.
- ✓ При физической нагрузке коронарный кровоток усиливается.
- ✓ Венечные вены, собирая кровь от большей части миокарда, впадают в венечный синус в правом предсердии. От некоторых областей кровь поступает в сердечные камеры.

Клетки сердечных мышц менее вытянутые, чем клетки скелетных мышц. Смежные клетки прикреплены близко друг к другу белковой структурой под названием «соединительный диск». Структуры, которые называются десмосомы, формируют связки, по которым передаются электрические сигналы между клетками.

Скользящее волокно
Плотное и тонкое волокно, состоящее из актина и миозина.

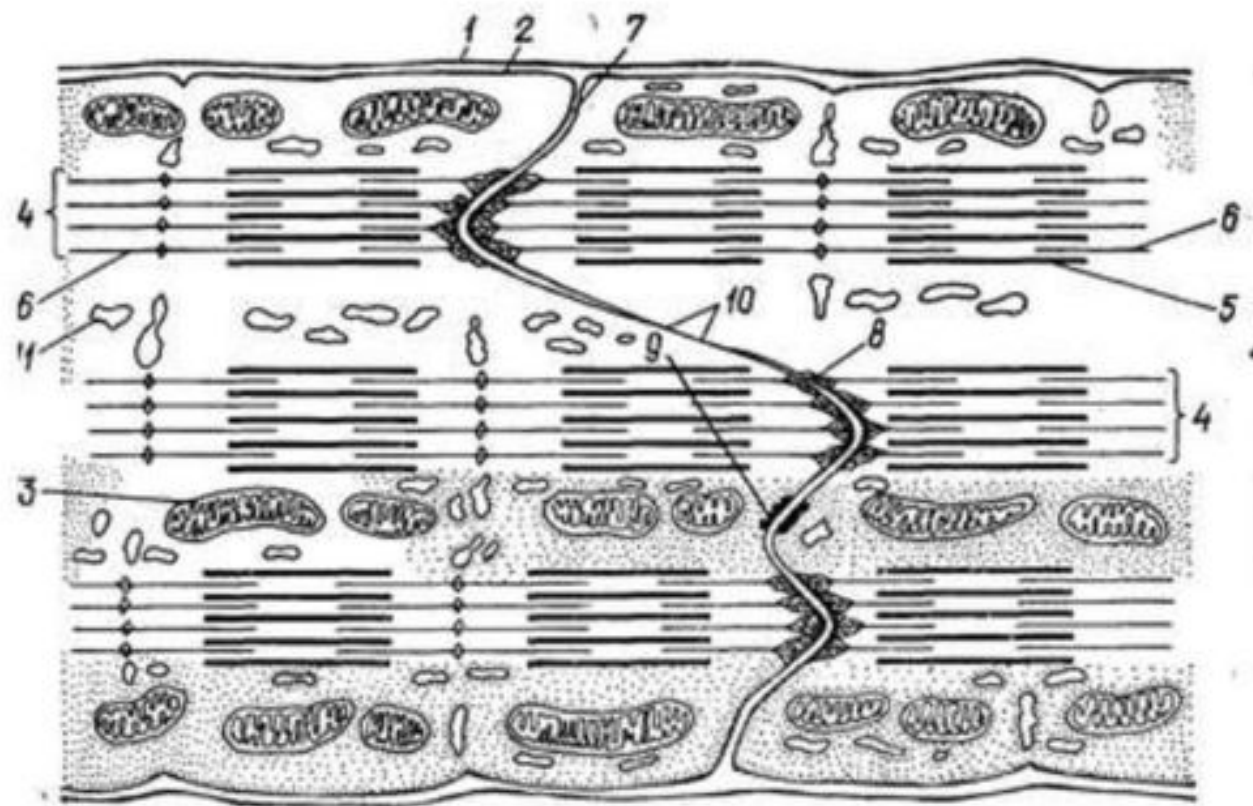


Клетка сердечной мышцы

Соединительный диск
Связывает клетки сердечной мышцы вместе.



Схема ультраструктурной организации миокардиоцитов в области контакта двух клеток (вставочного участка)

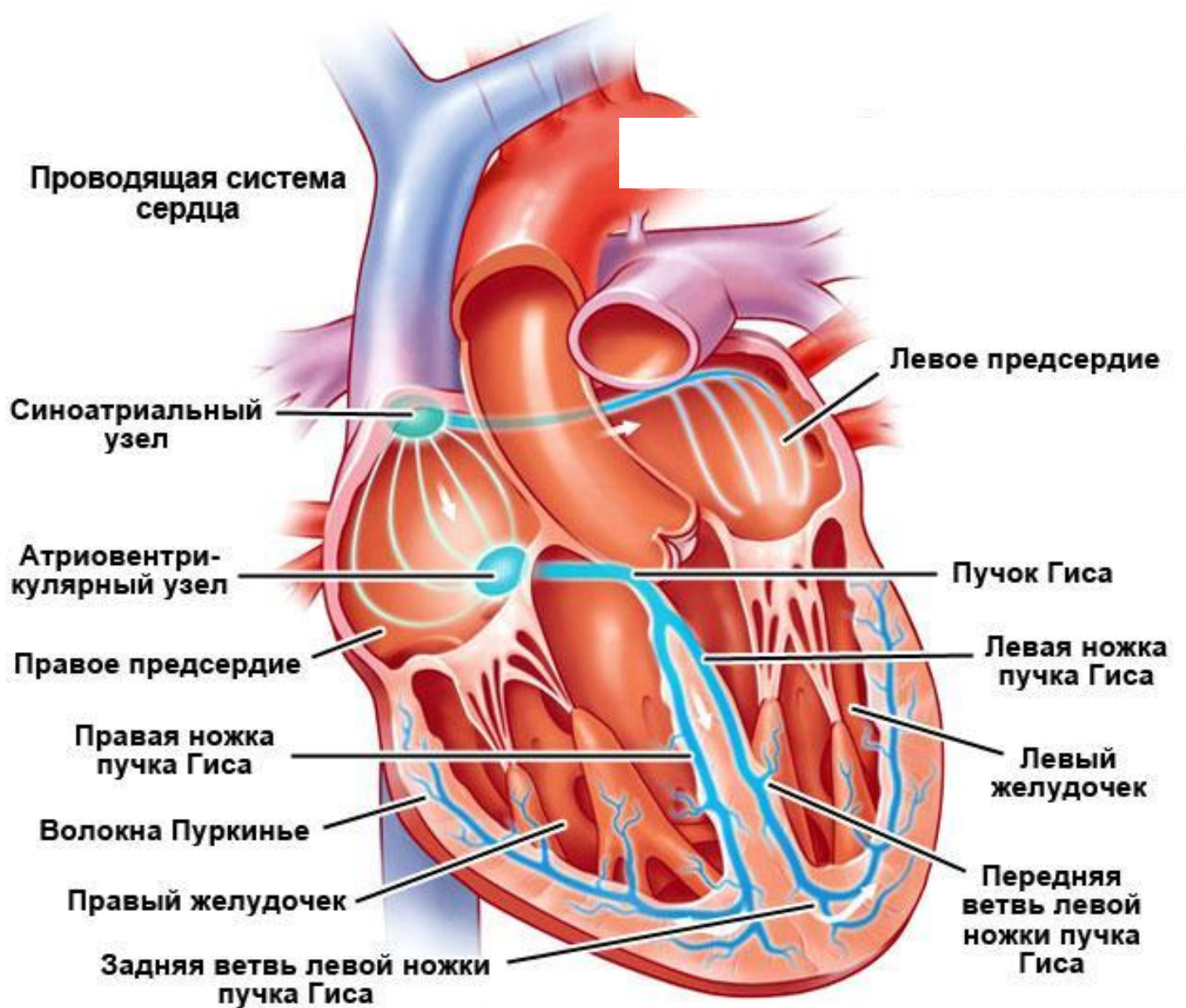


1 — сарколемма; 2 — плазмолемма; 3 — митохондрии; 4 — миофибрилла; 5 — миозиновые филаменты; 6 — актиновые филаменты; 7 — граница между миокардиоцитами; 8 — зона вплетения актиновых миофиламентов; 9 — десмосома; 10 — щелевой контакт; 11 — каналцы саркоплазматической сети

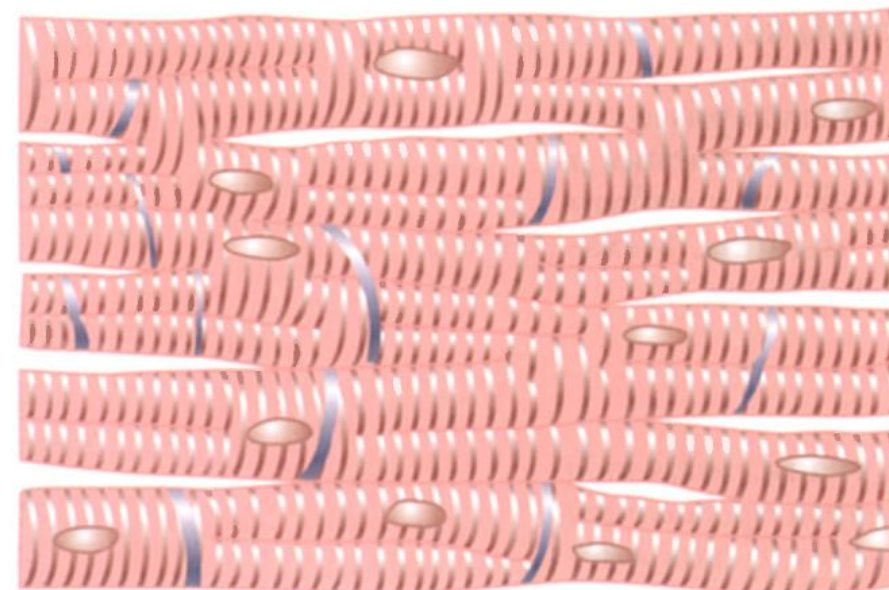
Отличия рабочих и атипических кардиомиоцитов

Свойства	Атипические кардиомиоциты	Рабочие кардиомиоциты
Диаметр	2-3 мкм мало миофибрилл много саркоплазмы	20-30 мкм много миофибрилл мало саркоплазмы
Потенциал покоя	- 60 мВ, нестабилен, постоянно колеблется	- 90 мВ, стабильный
Амплитуда ПД	80 мВ	110 мВ
Автоматия	способны к автоматии	не способны к автоматии
Чувствительность к O₂	малочувствительны к недостатку O ₂	очень чувствительны к недостатку O ₂
Функция	Являются клетками проводящей системы сердца	Образуют сократительную систему сердца

Проводящая система сердца



Синцитиальное строение миокарда



Градиент автоматии

Частота генерации ПД

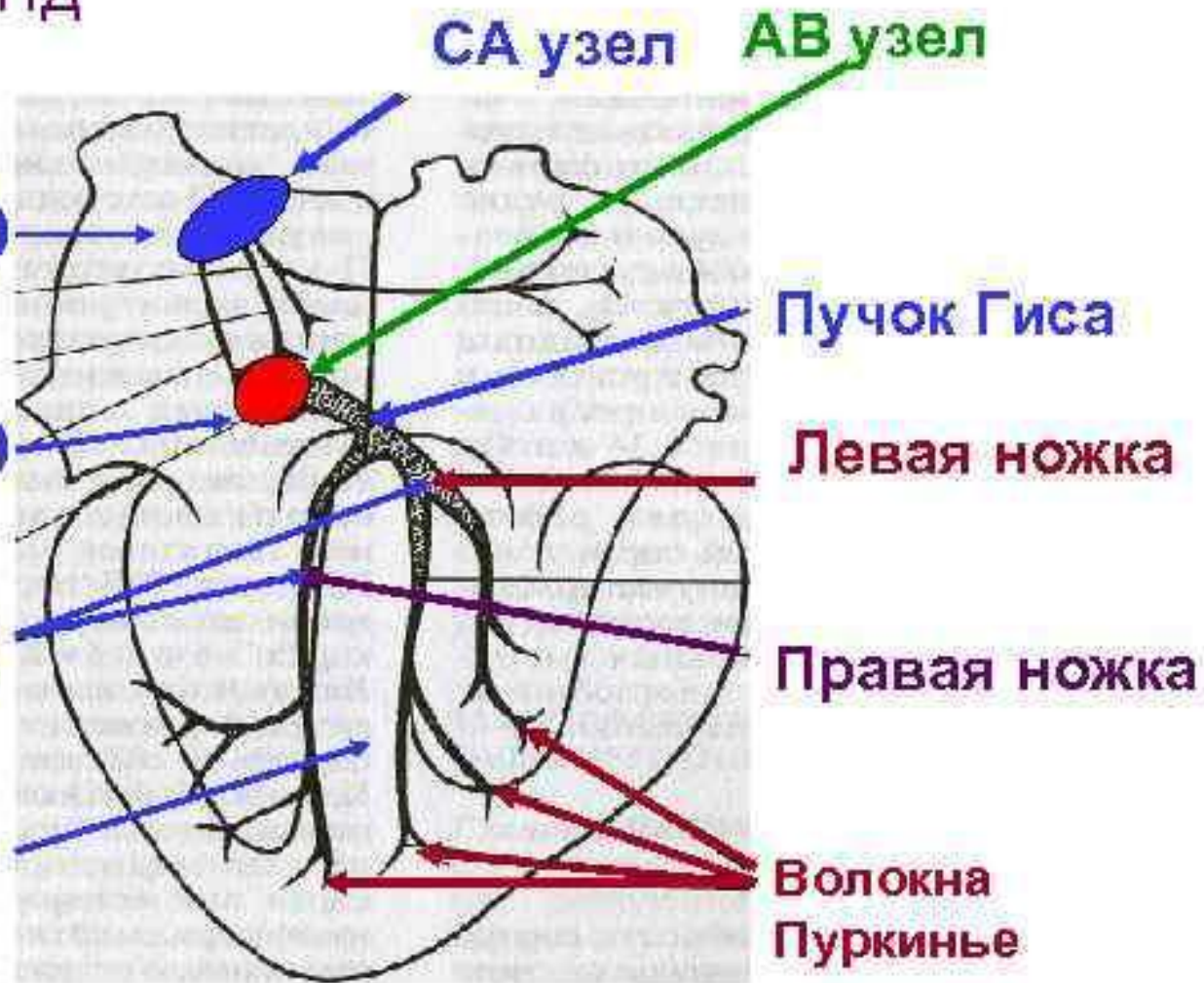
**Порядок
водителя ритма**

I порядка **60 – 80**

II порядка **40 - 50**

III порядка **30 - 40**

IV порядка **20**



Убывающий градиент автоматии – снижение способности к автоматии от основания к верхушке.

СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ

Фазы сердечного цикла

Нормальный сердечный цикл составляет 0,8 с при условии, что сердце сокращается 70-75 раз в минуту.

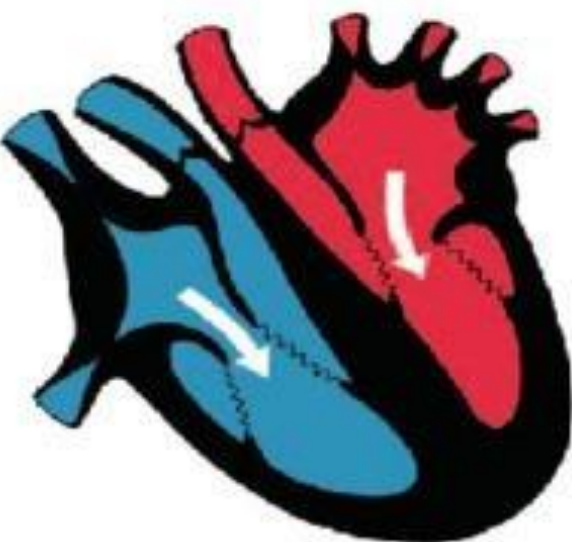
В сердечном цикле различают:

- систоле предсердий - 0,1 с
- диастоле предсердий- 0,7 с
- систоле желудочков - 0,33 с
- диастоле желудочков - 0,47 с

Сердечный цикл.

1. Сокращение (систола) предсердий. 0.1 с.

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



2. Сокращение (систола) желудочков. 0.3 с.

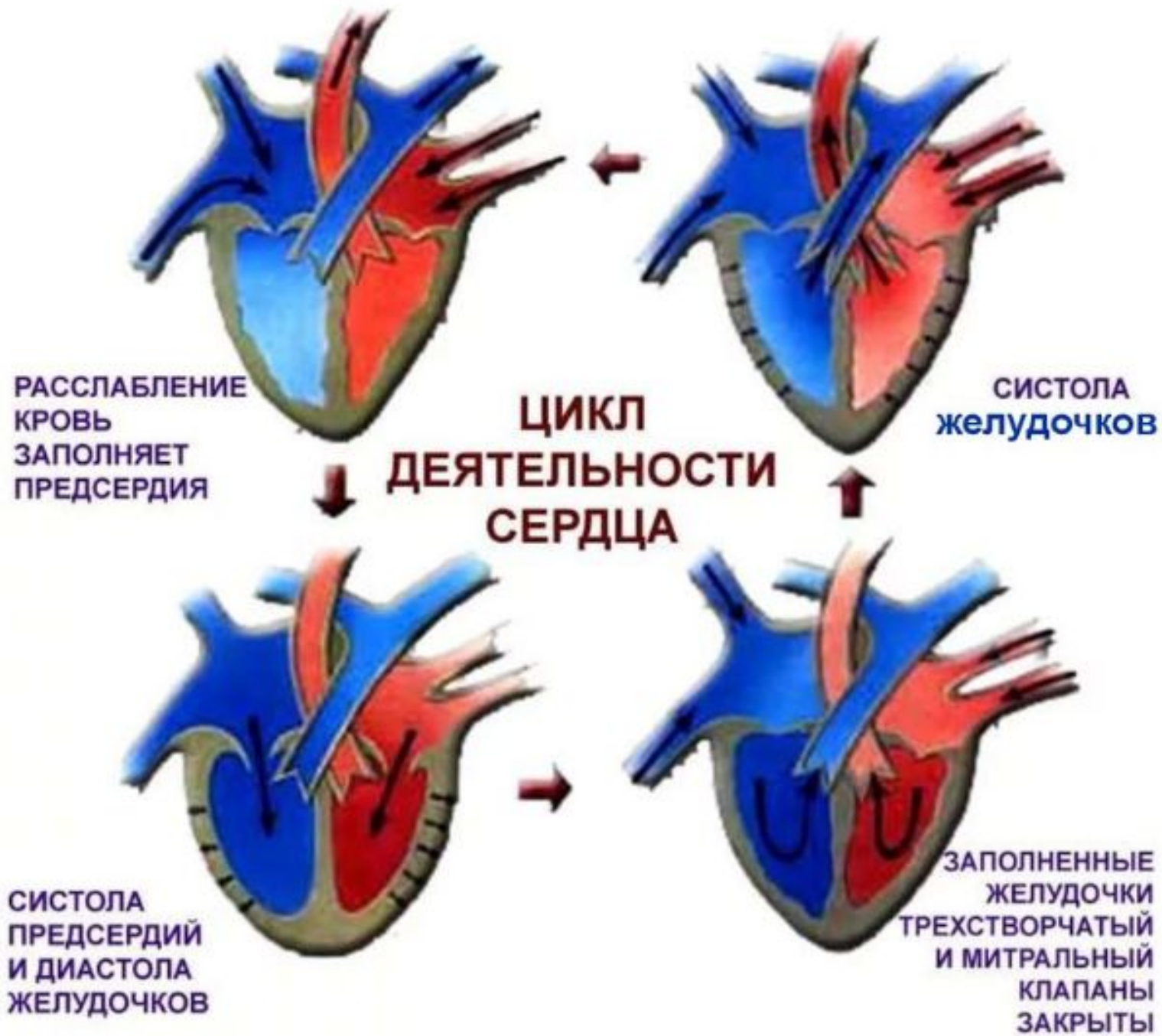
Предсердия расслаблены, створчатые клапаны закрыты, полулунные клапаны открыты. Кровь из желудочков поступает в легочную артерию и аорту.



3. Пауза. Расслабление предсердий и желудочков (диастола). 0.4 с.

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





Фазы сердечного цикла



■ систола
■ диастола

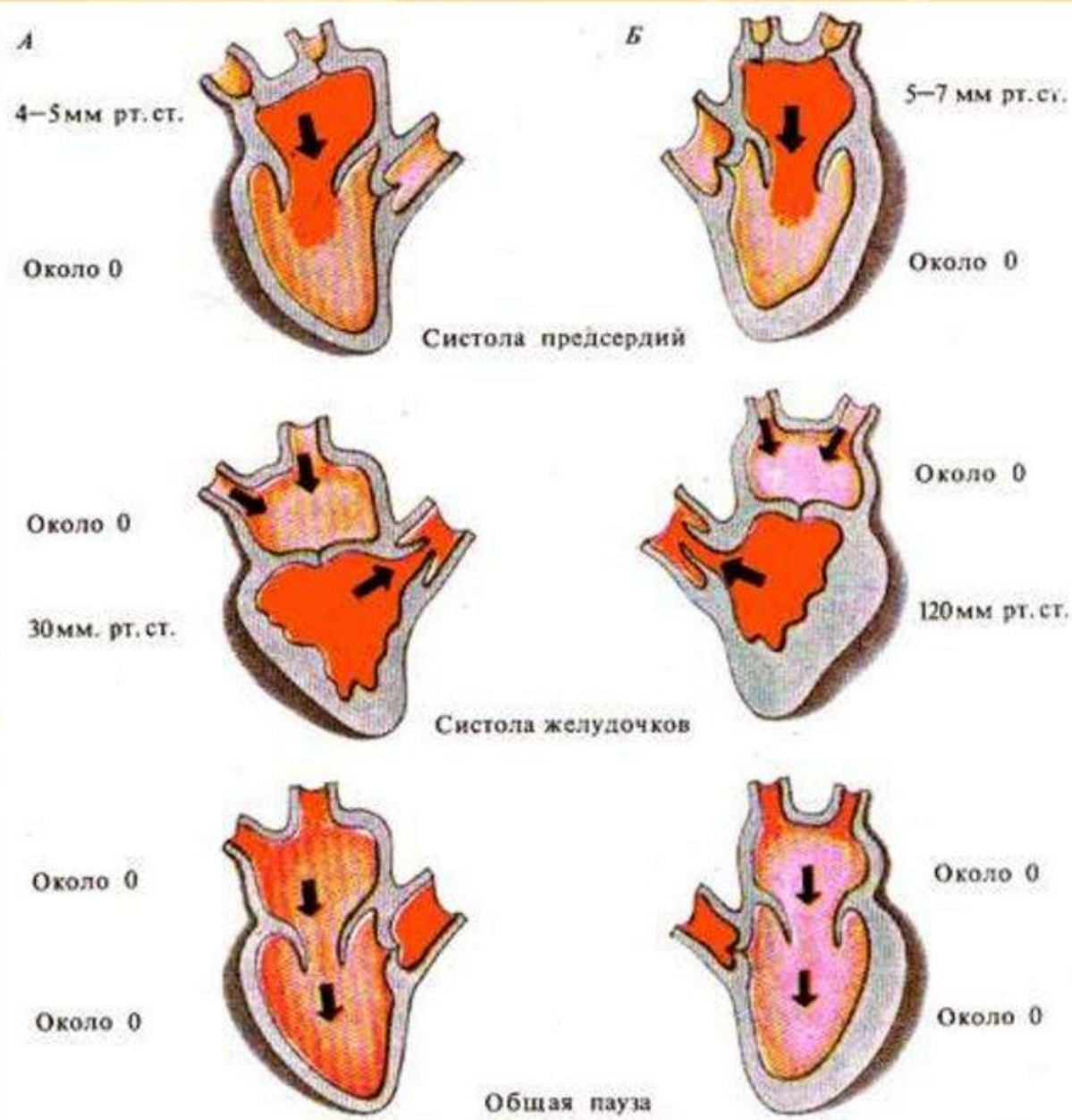
А – асинхронное сокращение; Б – изометрическое сокращение; В – изгнание крови; Г – протодиастолический период; Д – изометрическое расслабление; Е – фаза наполнения

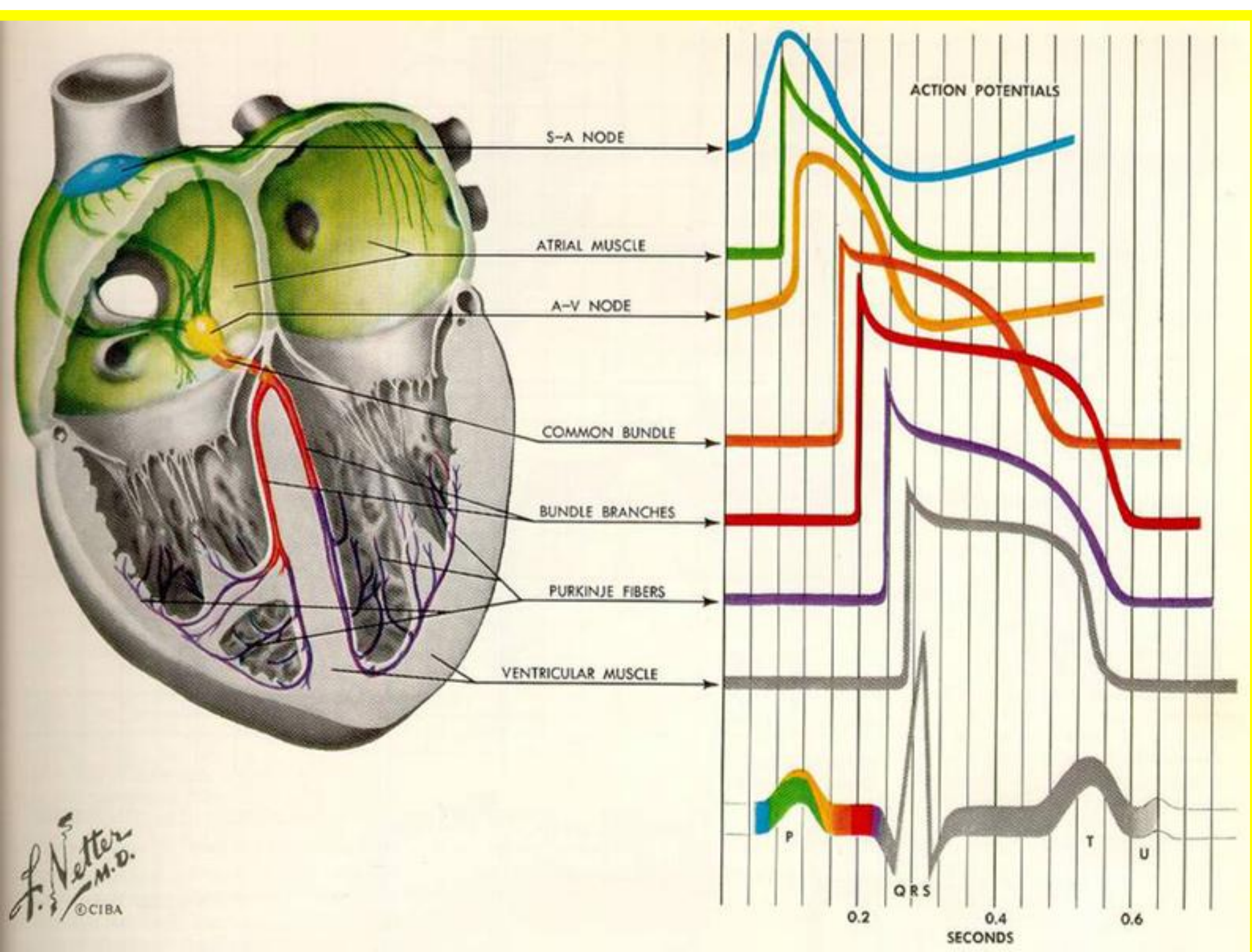


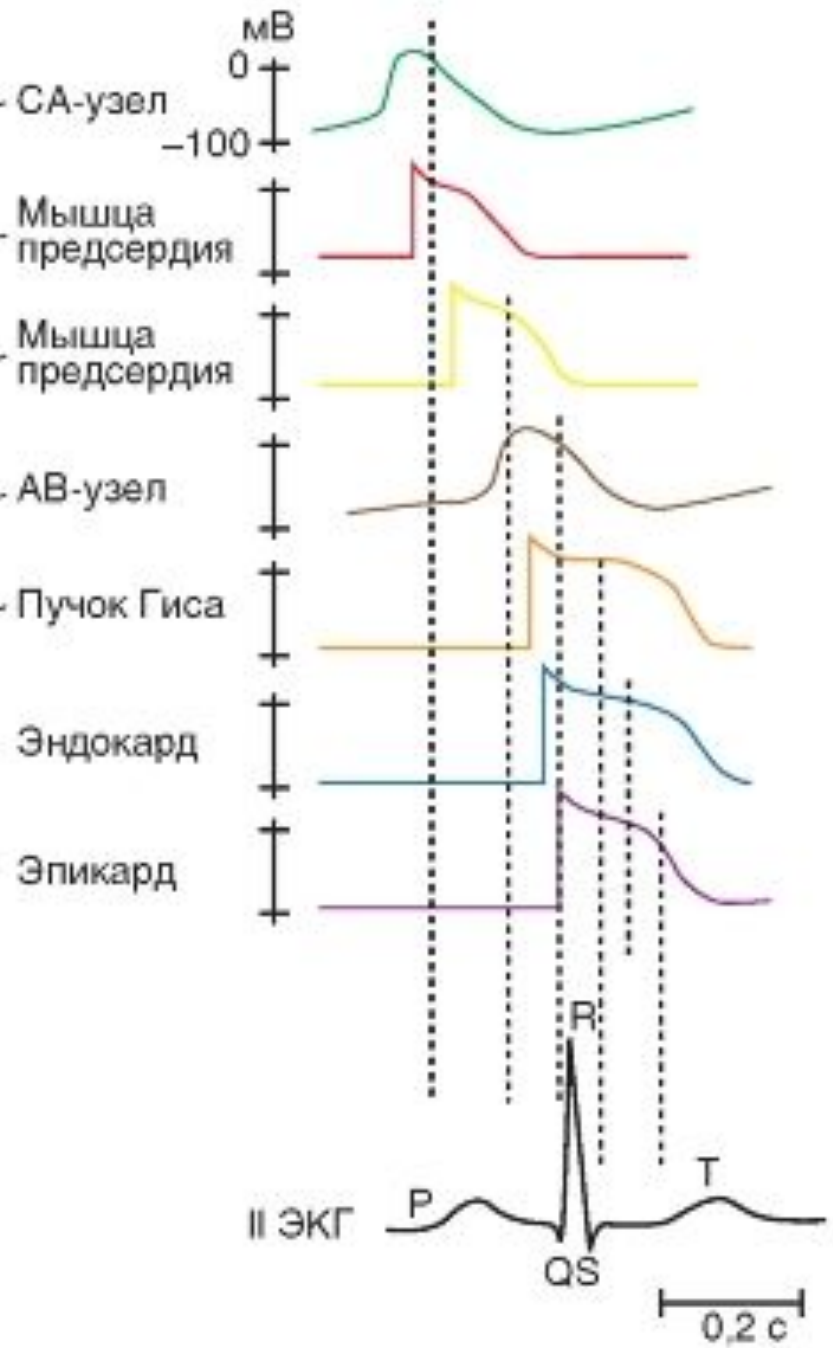
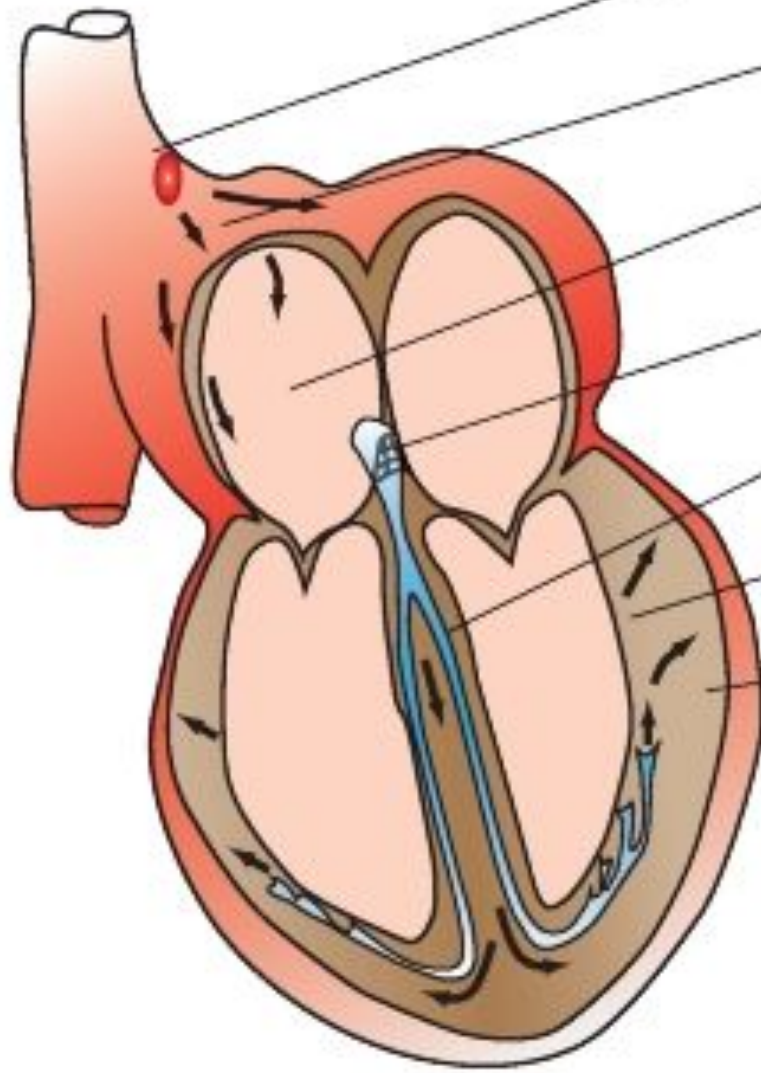
Фазы сердечного цикла

•	<u>Систола желудочков</u>	0,33 сек
•	фаза напряжения	0,08 сек;
•	фаза асинхронного сокращения	0,05 сек;
•	фаза изометрического сокращения	0,03 сек;
•	фаза изгнания крови	0,25 сек;
•	фаза быстрого изгнания	0,12 сек;
•	фаза медленного изгнания	0,13 сек.
•	<u>2. Диастола желудочков</u>	0,47 сек;
•	протодиастолический период	0,04 сек;
•	фаза изометрического расслабления	0,08 сек;
•	фаза наполнения желудочков	0,25 сек;
•	фаза быстрого наполнения	0,08 сек;
•	фаза медленного наполнения	0,17 сек;
•	пресистолический период	0,10 сек.

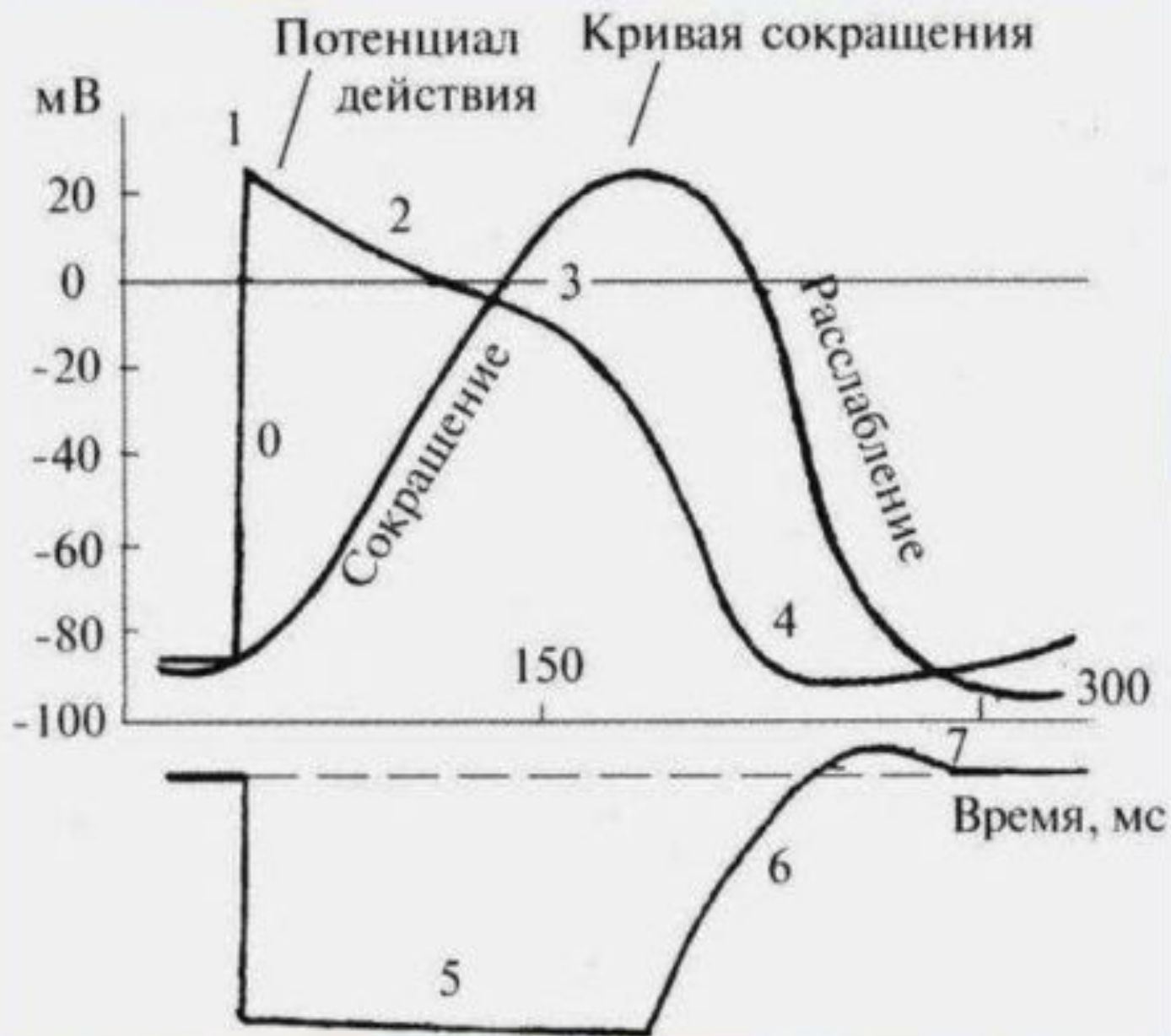
Давление в полостях сердца в разные фазы сердечного цикла. А — правая половина сердца: Б—левая половина (верхние цифры—давление в предсердиях, нижние— в желудочках).



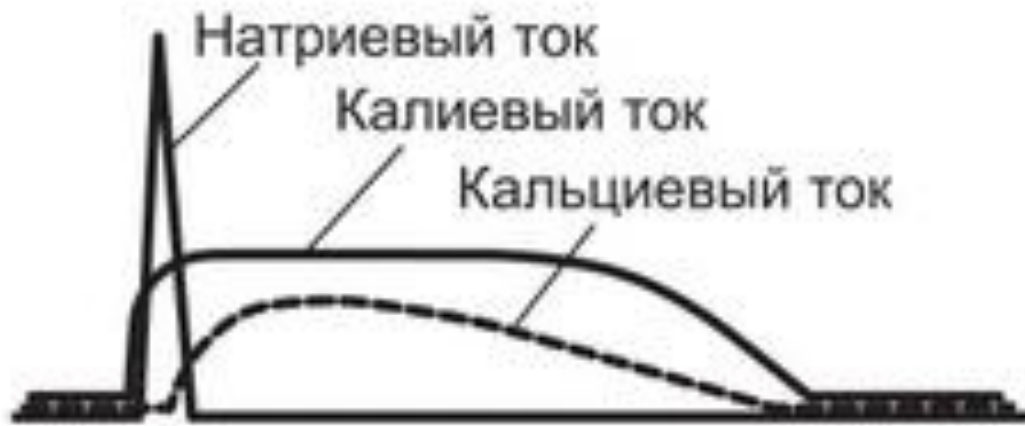
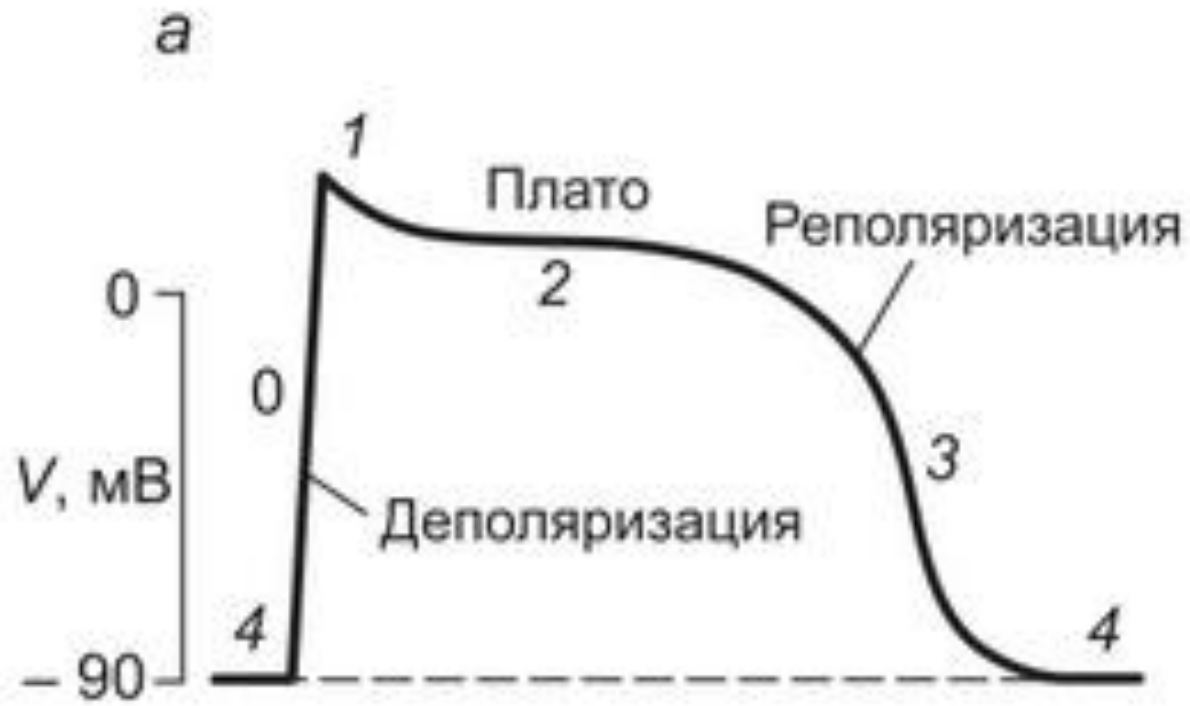




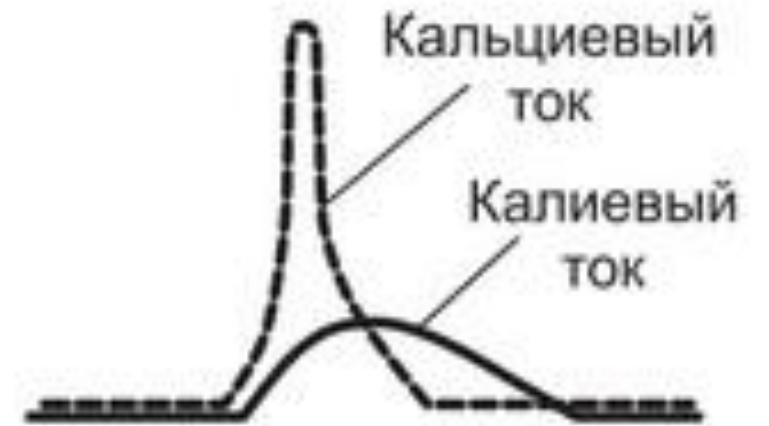
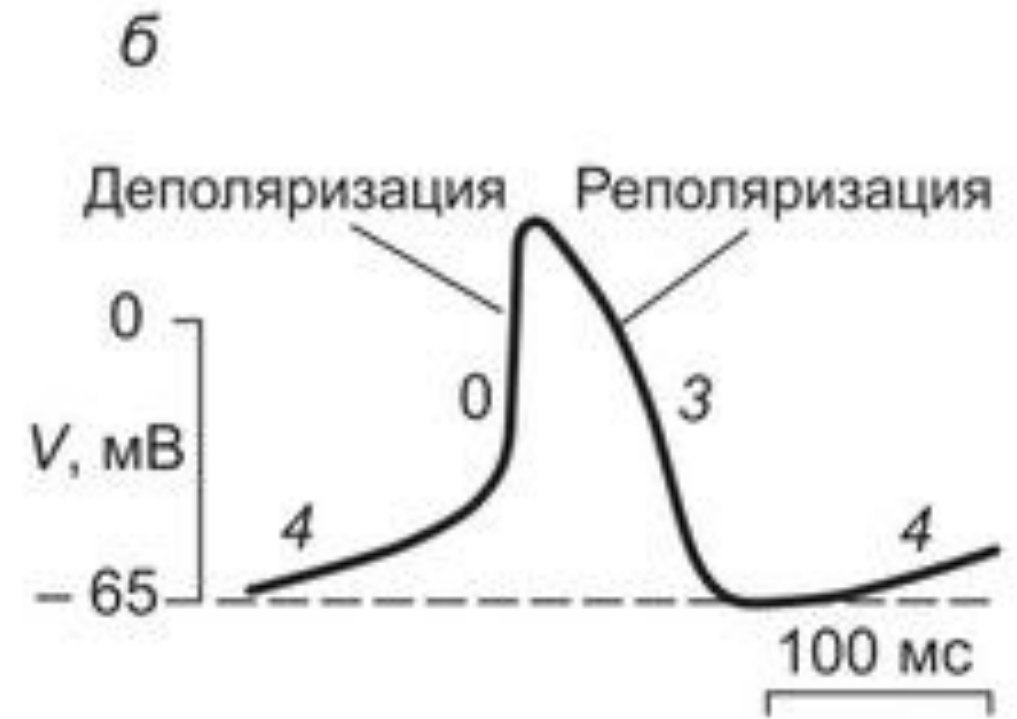
Возбудимость, сократимость, рефрактерность



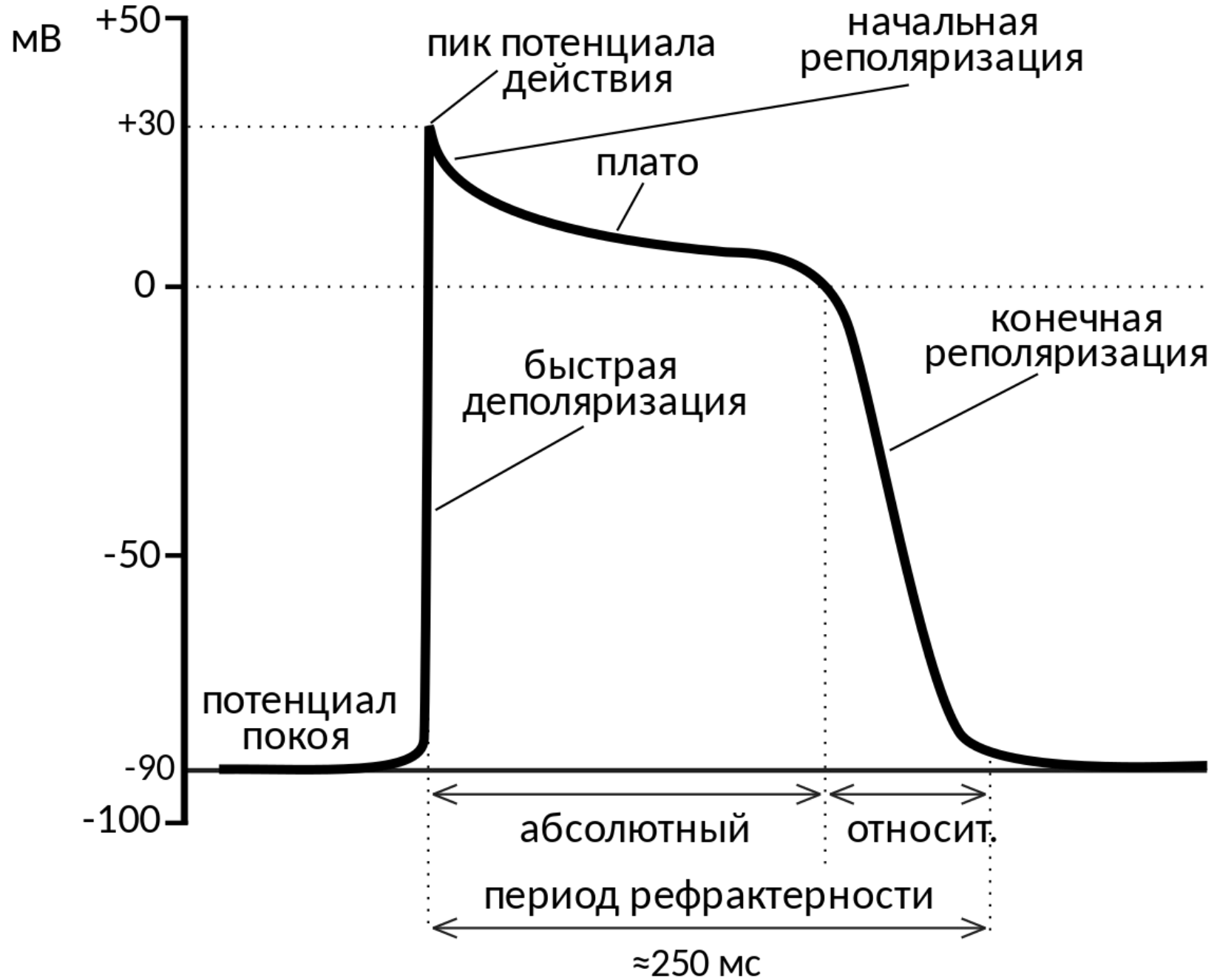
ПД рабочего кардиомиоцита



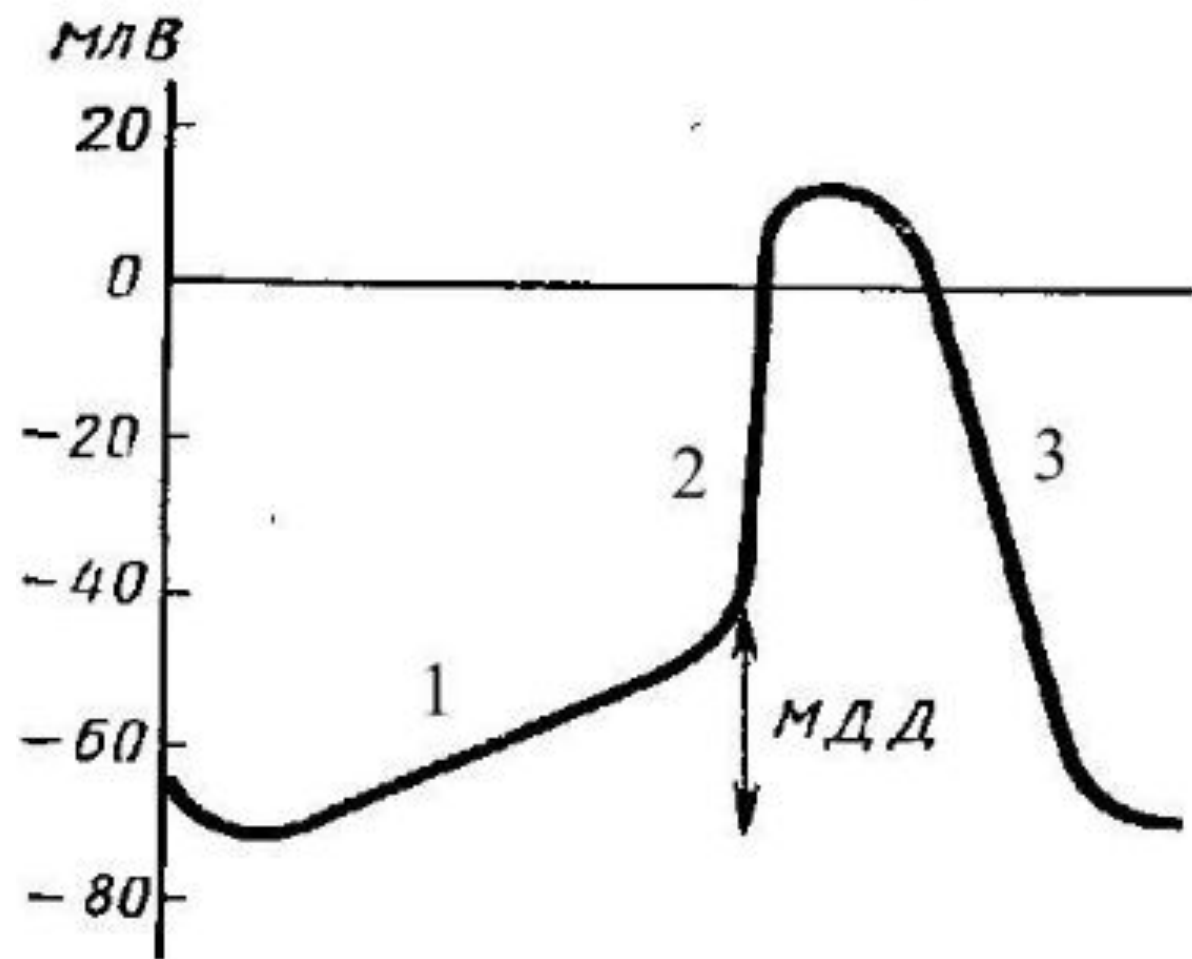
ПД атипического кардиомиоцита



ПД рабочего кардиомиоцита



ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ КЛЕТОК ВОДИТЕЛЯ РИТМА СЕРДЦА

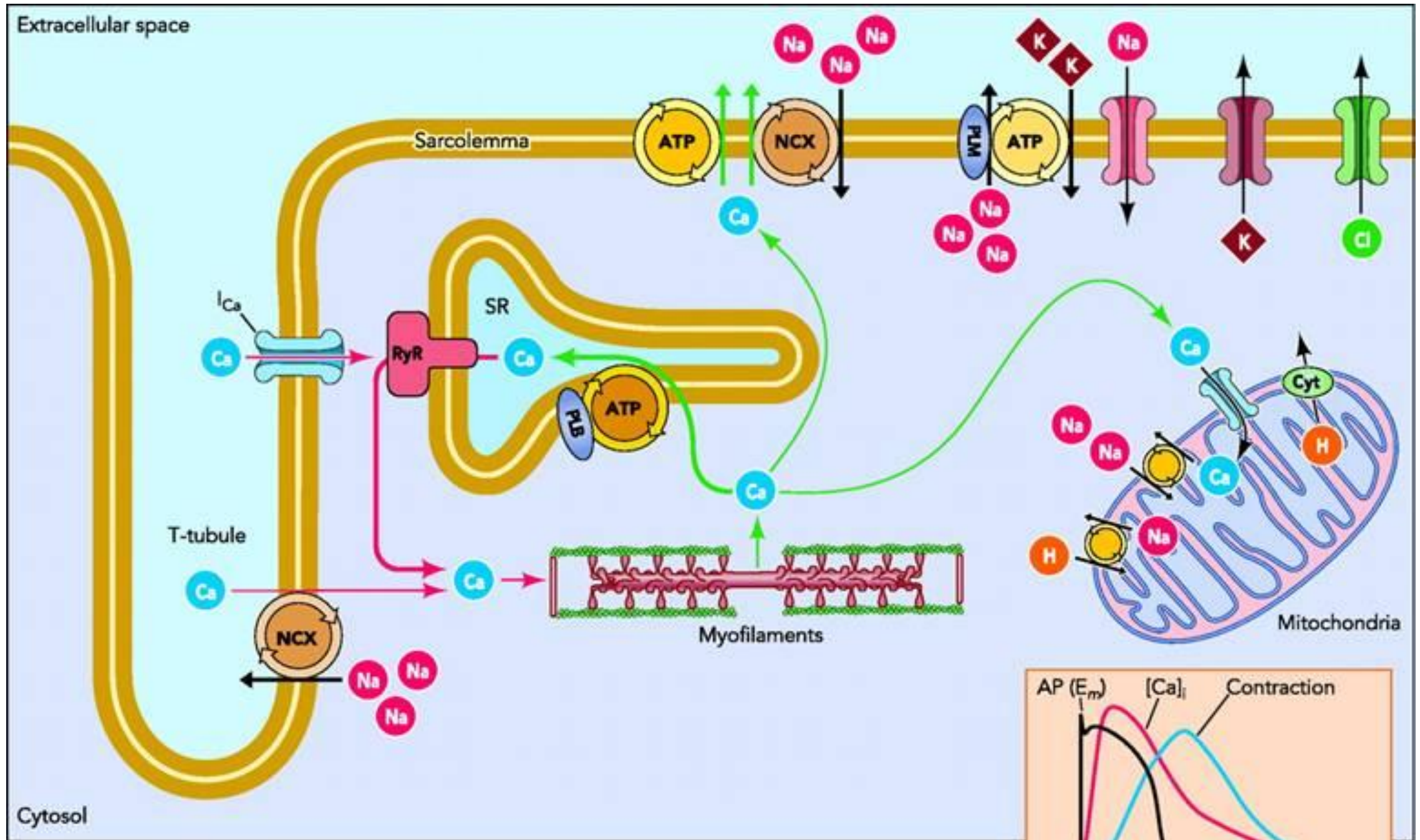


1 – МЕДЛЕННАЯ
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ
ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ
(ММД)

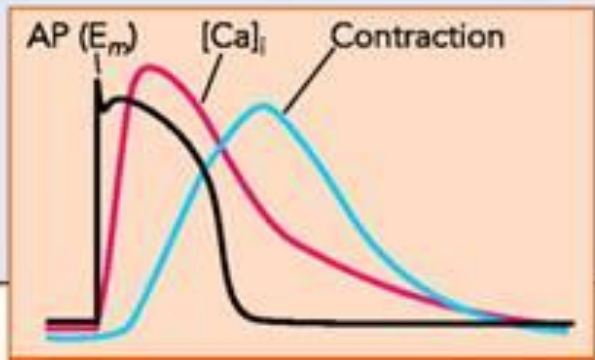
2 – ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

3 – РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

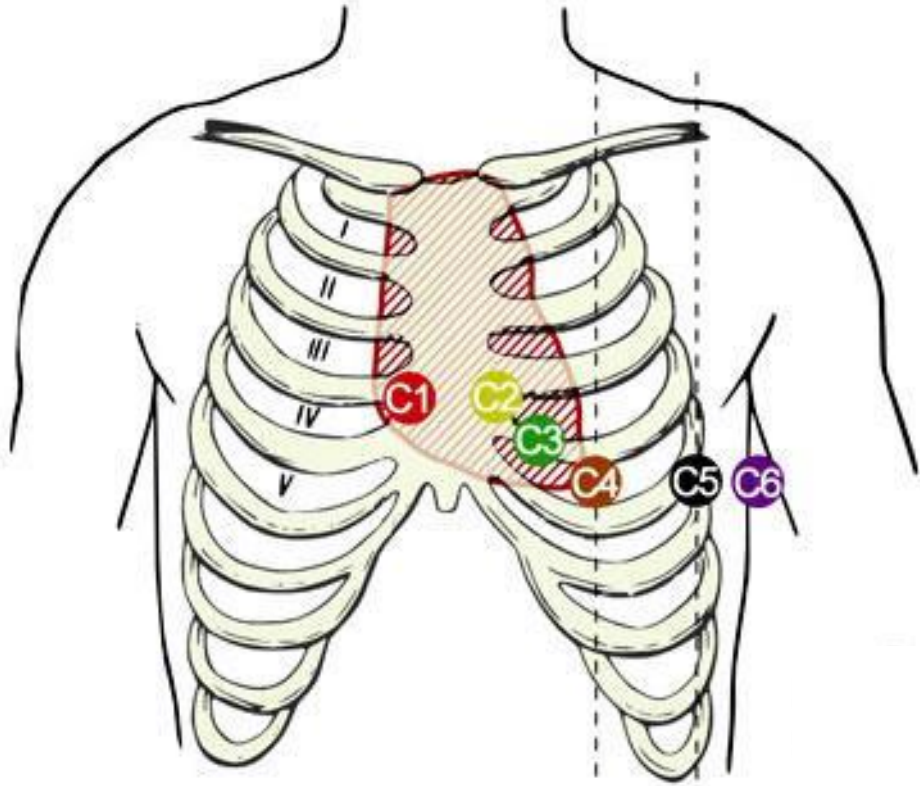
Extracellular space



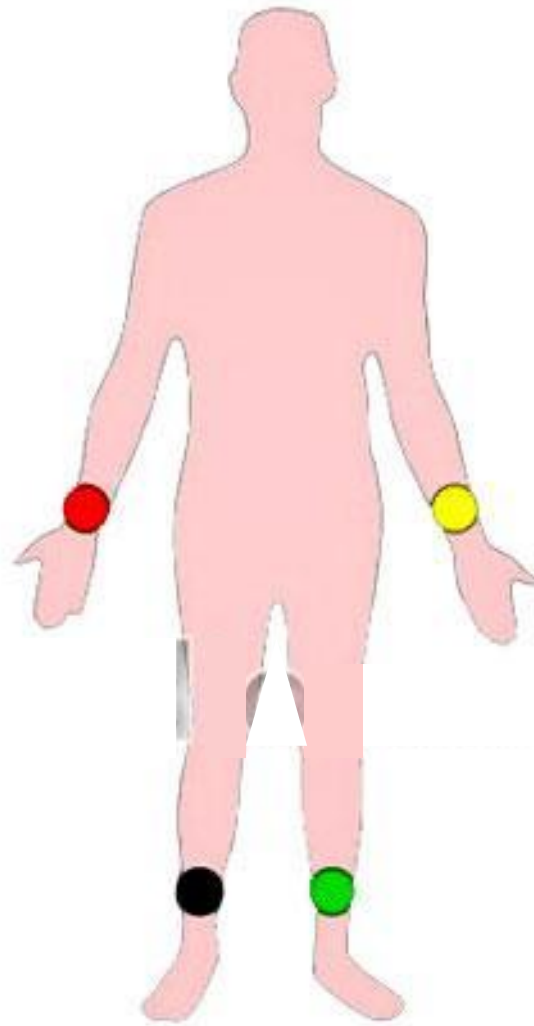
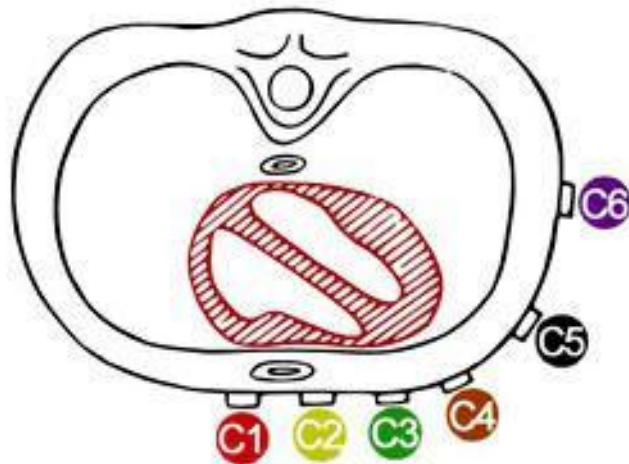
Cytosol



Места наложения электродов при проведении процедуры ЭКГ



Электроды прикреплены к грудной клетке

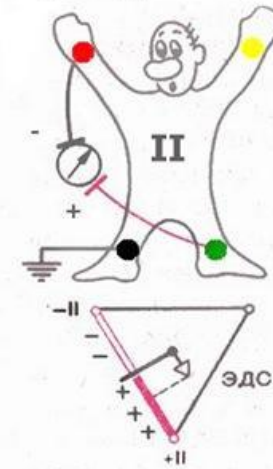


Электроды прикреплены к конечностям:
правая рука – красный электрод;
левая рука – желтый электрод;
правая нога – черный электрод;
левая нога – зеленый электрод

Первое стандартное отведение

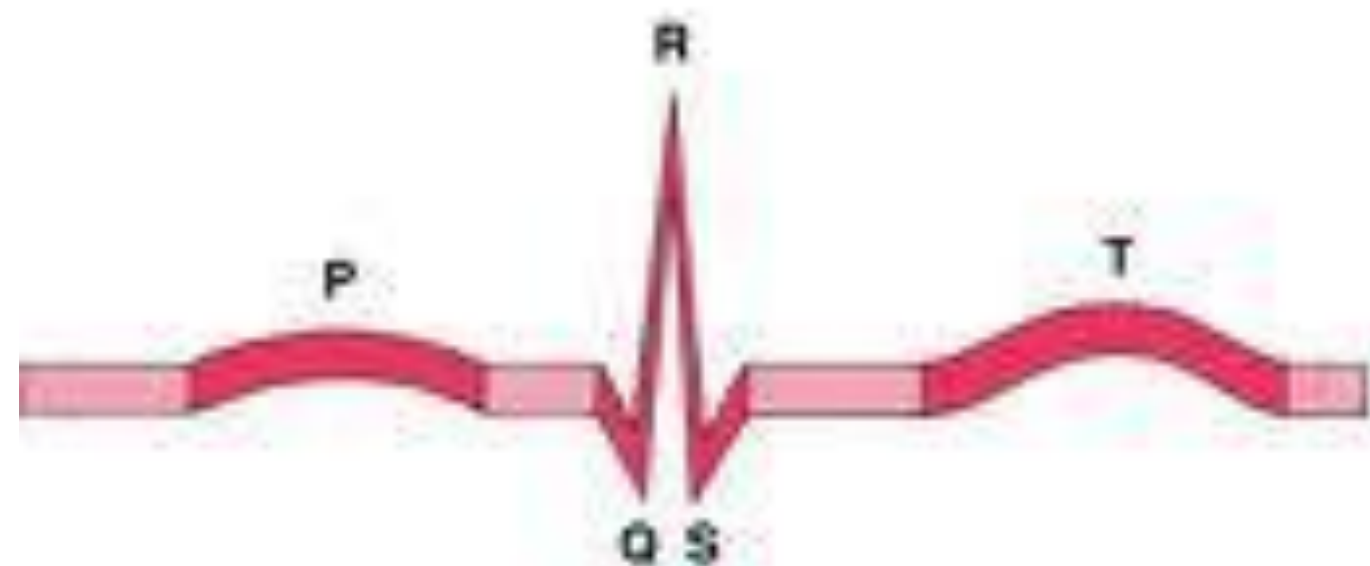


Второе стандартное отведение

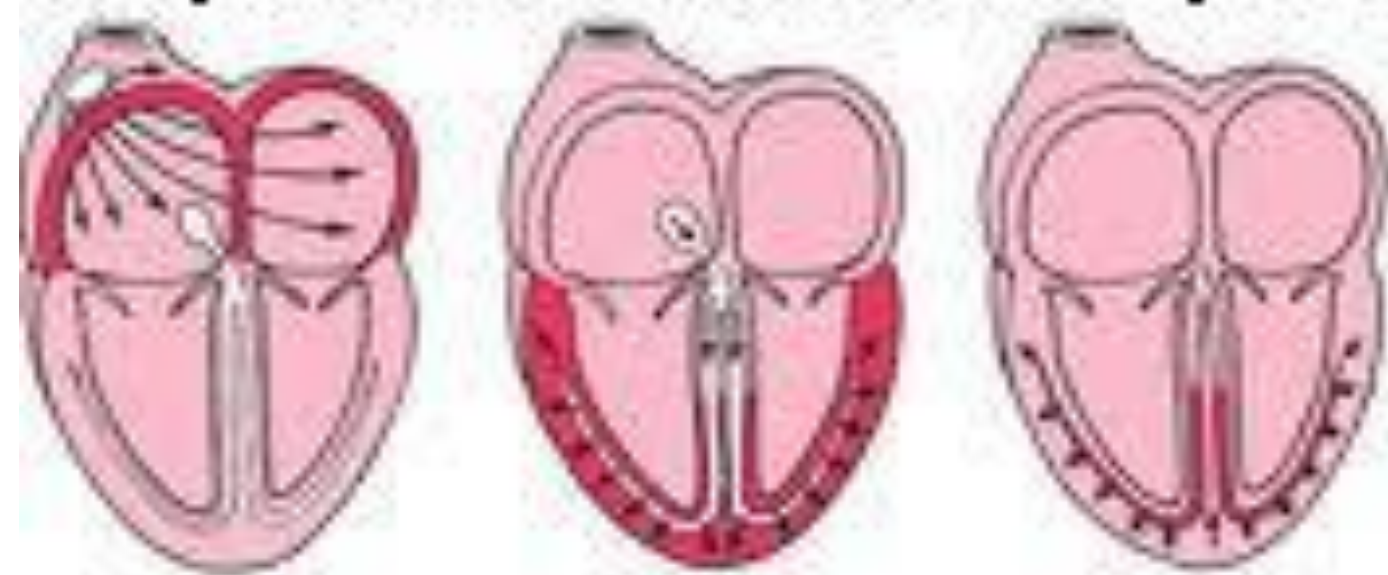


Третье стандартное отведение





P зубец QRS комплекс T зубец



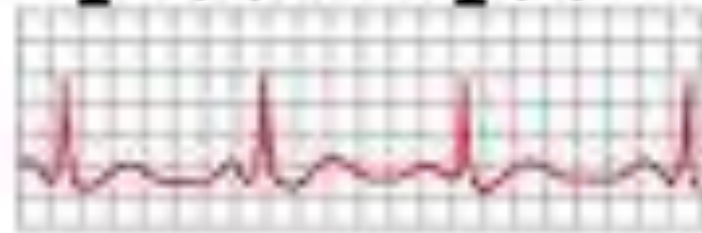
Норма ЭКГ



Тахикардия



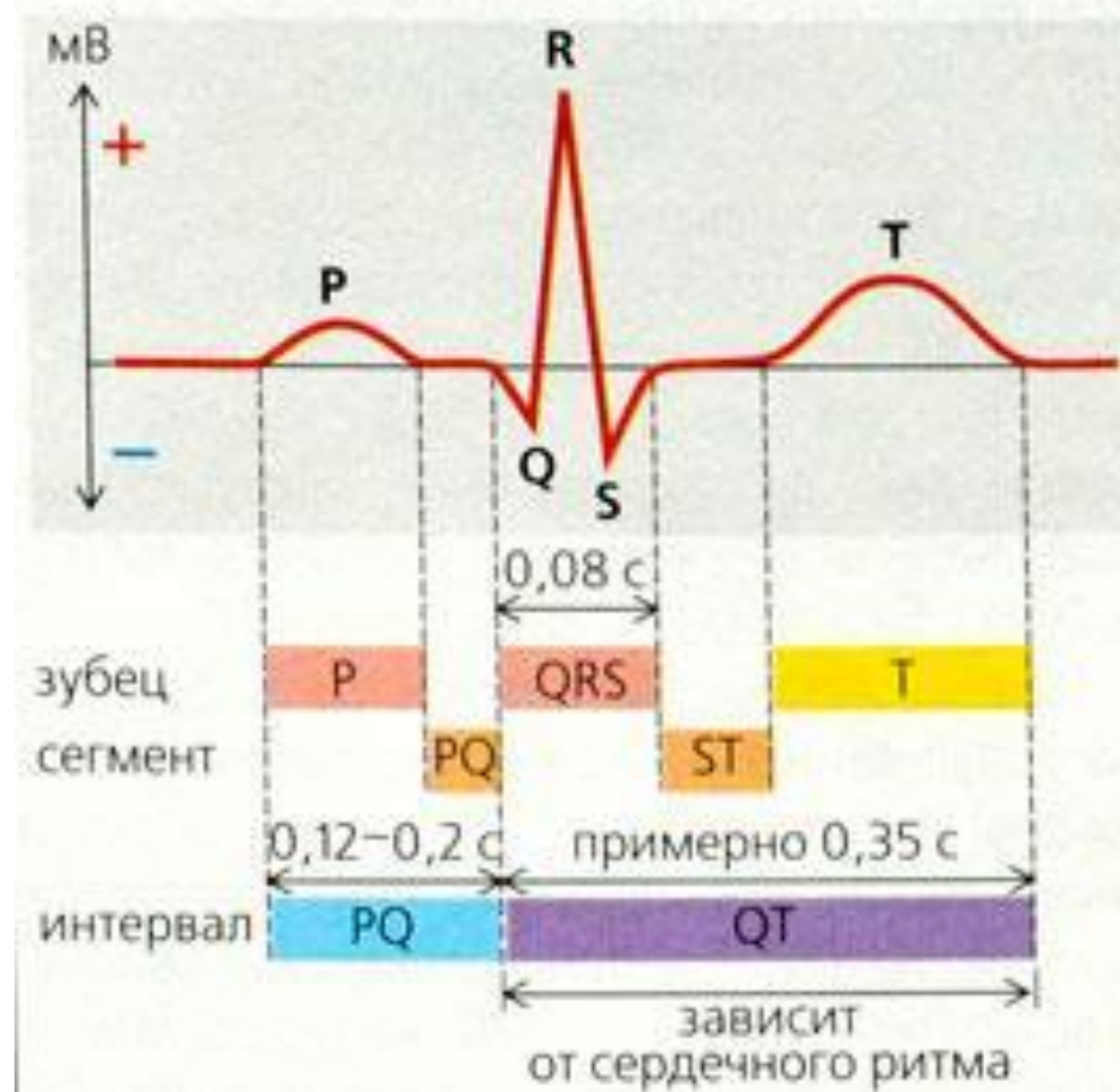
Брадикардия



Аритмия



— Б. ЭКГ



Нарушения ЭКГ

1. **Синусовая тахикардия**- ЧСС выше 80 уд/мин и возбудимость увеличена. При **синусовой брадикардии** ЧСС ниже 60 уд/мин.
2. **Аритмия**, когда интервалы R-R неодинаковы.
3. **Трепетание** только предсердий и только желудочков, ЧСС повышается до 250 в минуту.
4. **Фибрилляция**- при круговом проведении возбуждения, ЧСС достигает 300 и более в мин. фибрилляция предсердий (это можно исправить), а фибрилляция всего сердца опасна.

Нарушения проводимости

полная АВ- блокада заключается в том, что блокировано проведение импульсов от сино-атриального узла к атрио-вентрикулярному и в результате зубец Р может не сопровождаться желудочковым комплексом и возникать в разных местах.

Предсердия и желудочки возбуждаются несогласованно.

Предсердия возбуждаются в ритме СА узла, а желудочки- в ритме АВ узла.

- **неполная АВ- блокада**- удлинение интервала PQ, иногда не возникает желудочковый комплекс, он может (QRST) появиться через 2 или 3 цикла. 0,12-0,18 с в норме, а при неполной АВ блокаде- до 0,3 сек

- **расщепление зубца R** , когда неодновременно возбуждаются правая и левая ножки пучка Гиса.

- **инфаркт миокарда**- отрицательное значение зубца R и T