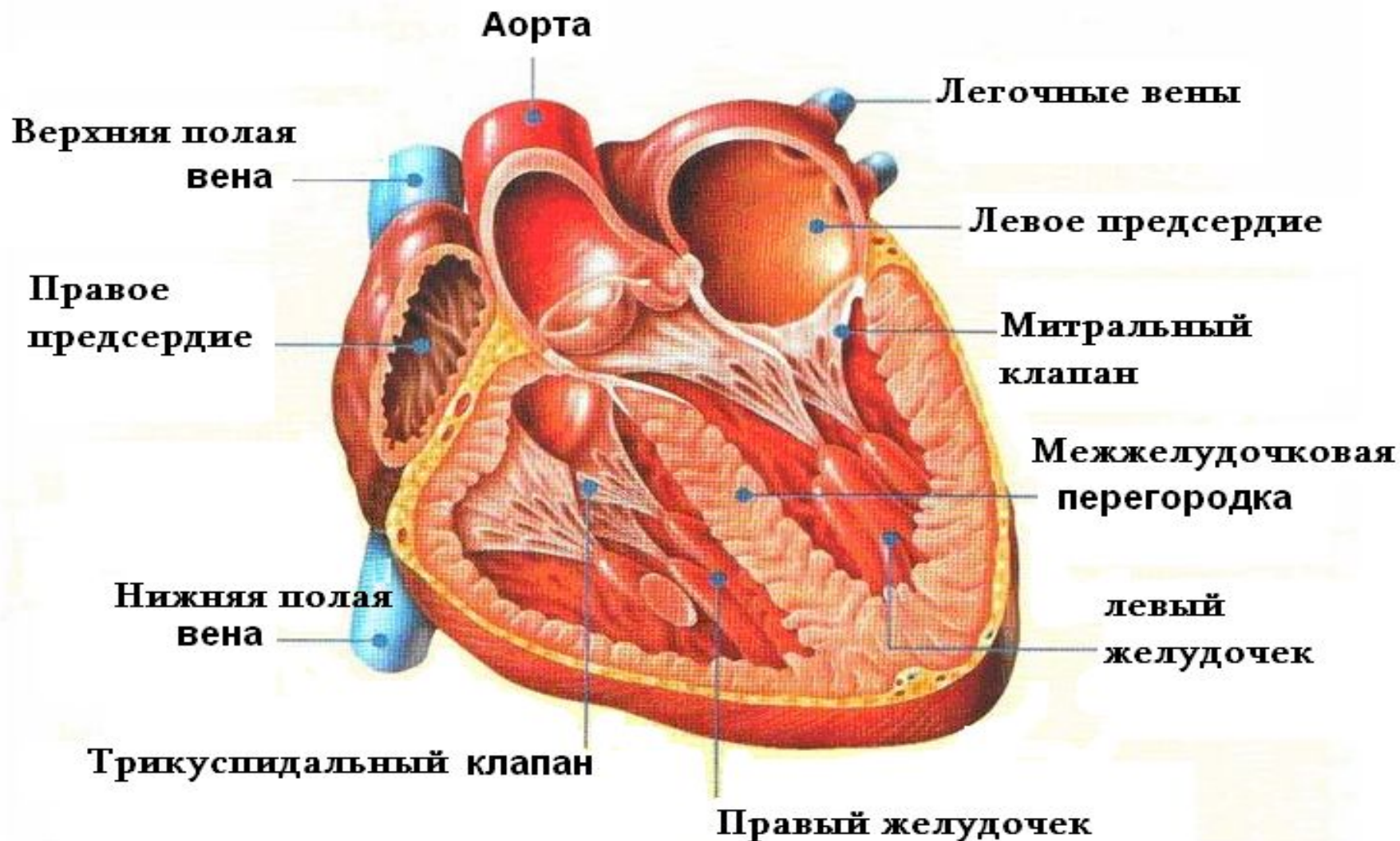
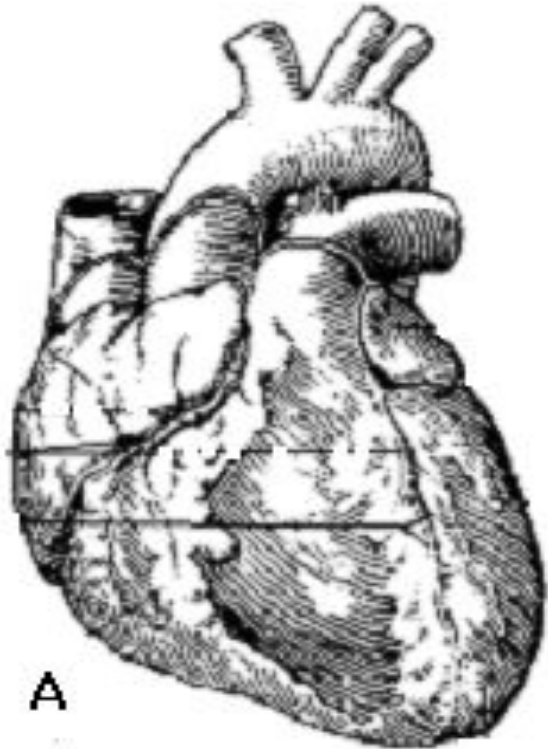


ТЕМА ЛЕКЦИИ:
**“Физиология сердца.
Физиологические
основы гемодинамики”**

Строение сердца



Анатомия сердца

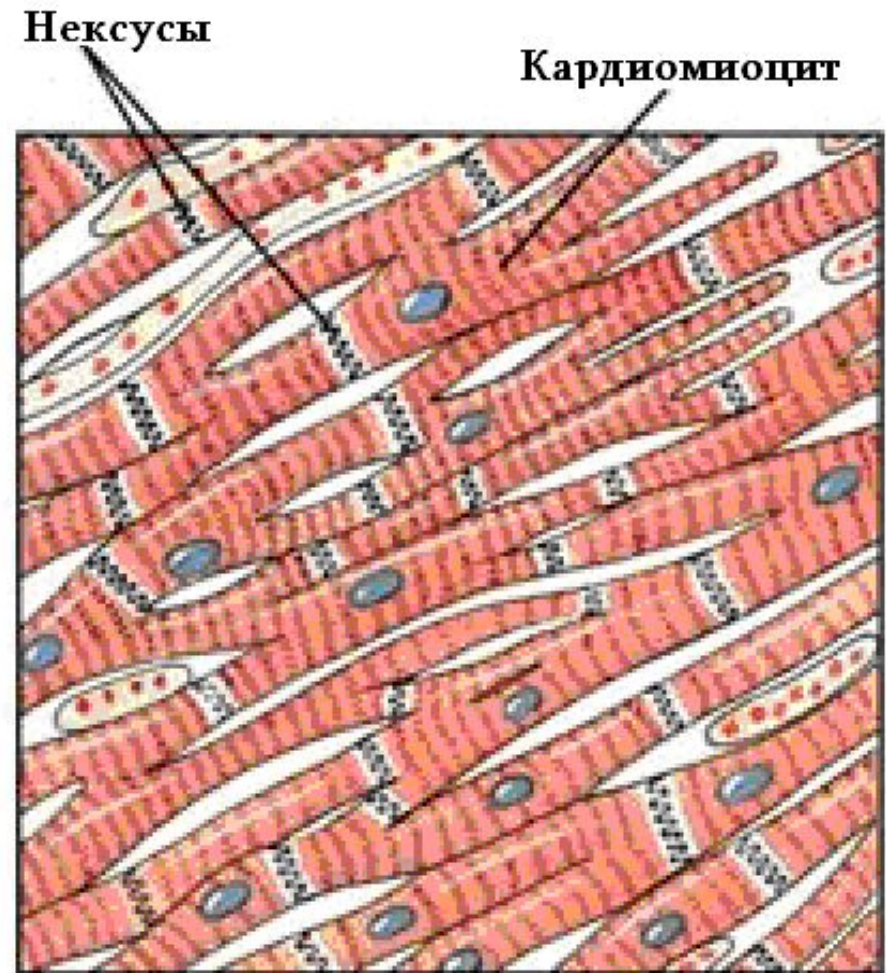


Б - вид сверху
(удалены предсердия)

- Сердце – это мышечный полый орган, состоит из 4-х камер (2 предсердия и 2 желудочка). Правая и левая половина сердца разделены сплошной перегородкой. Имеются 4 клапана: 2 створчатых -между предсердиями и желудочками и 2 полулунных – клапан аорты и легочной артерии.

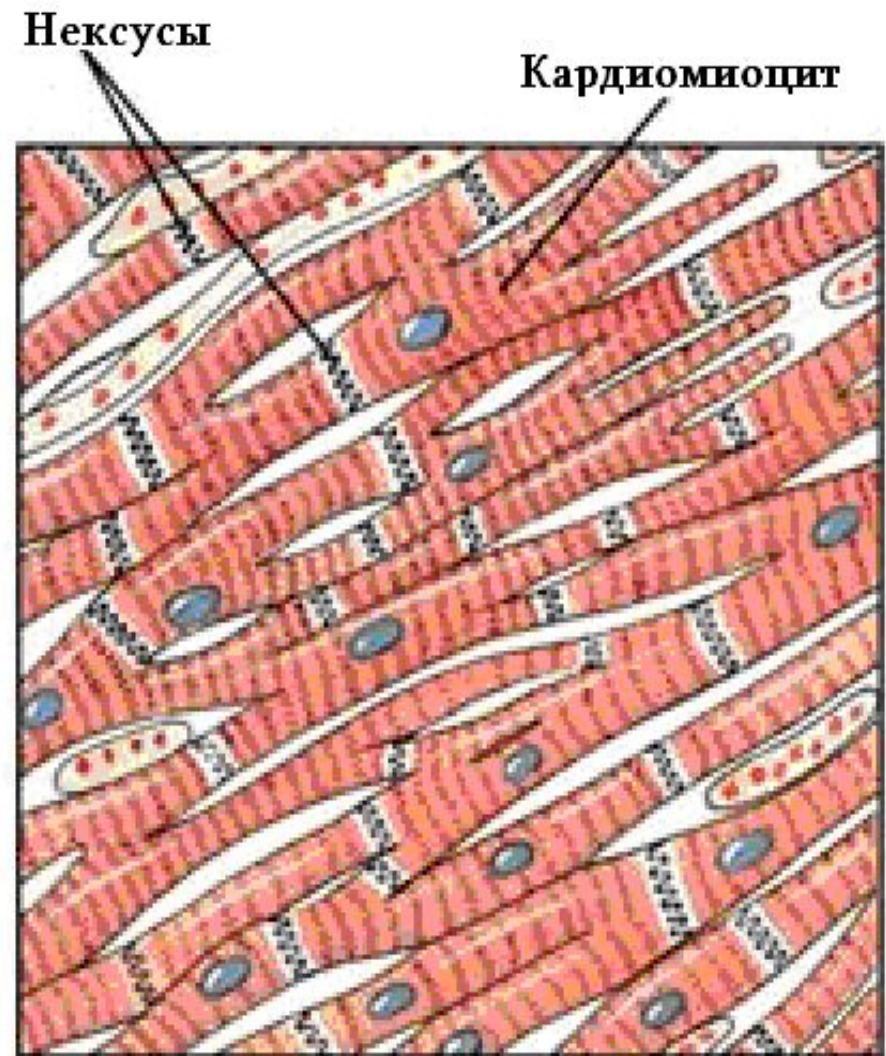
Морфо-функциональная организация сердца

- Стенка сердца состоит из трех слоев: *эндокарда, миокарда и эпикарда.*
- Миокард образуется из отдельных мышечных волокон, которые состоят из последовательно соединенных клеток - *кардиомиоцитов, имеющих общую мембрану.*
- Места тесного контакта клеток называют *нексусами.*



Морфо-функциональная организация сердца

- Сердечная мышца построена из двух типов мышечных волокон: *типических* и *атипических*. Основную массу миокарда составляют типические (сократительные) волокна, функция которых – обеспечение насосной функции сердца.
- Из атипических волокон построена проводящая система сердца (ПСС), функция которой генерация возбуждения (ПД) и проведение его к волокнам сократительного миокарда.



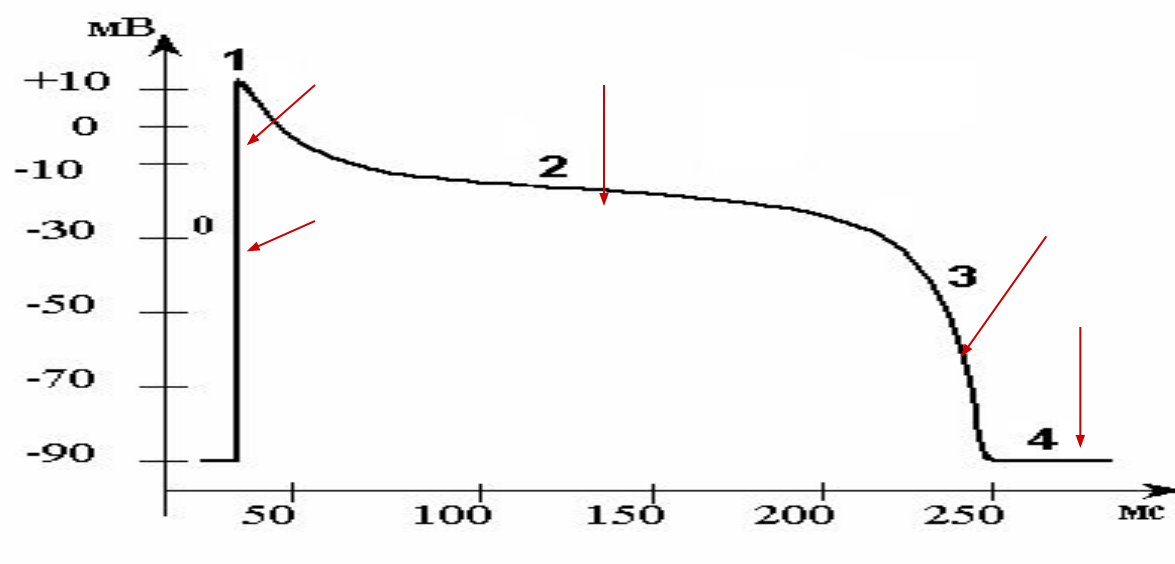
Физиологические свойства сердца



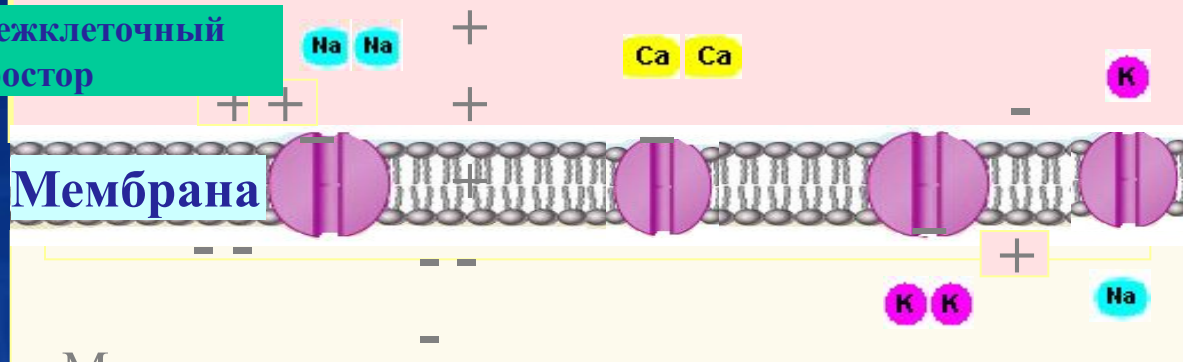
- Возбудимость
- Проводимость
- Сократимость
- Рефрактерность
- Автоматия

ПП и ПД сократительных кардиомиоцитов

- Величина потенциала покоя (ПП) в типических сократительных кардиомиоцитах составляет $-90 - 95$ мВ. Создается ПП ионами K^+ и Cl^- .
- Потенциал действия (ПД) сократительных кардиомиоцитов разделяют на следующие фазы:
 - 1. Быстрой деполяризации;
 - 2. Начальной реполяризации;
 - 3. Медленной реполяризации (плато)
 - 4. Быстрой конечной реполяризации.



Межклеточный
простор

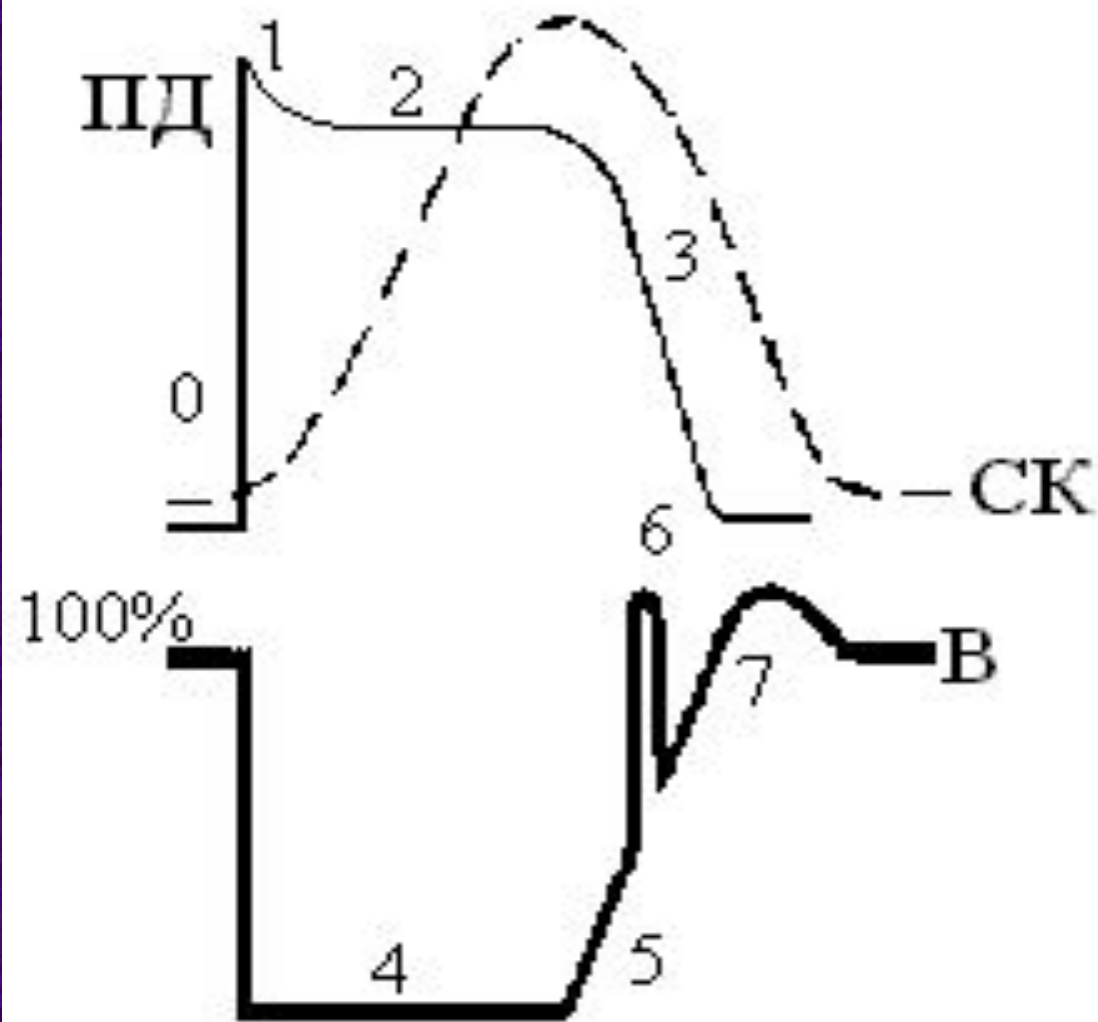


Миоплазма

1. Быстрая деполяризация (лавинообразный вход Na^+ в клетку);
2. Начальная реполяризация (уменьшение проницаемости для Na^+ , с одновременным ее повышением для K^+ и Cl^-);
3. Медленная реполяризация (плато), в клетку входит Ca^{2+} через медленные Ca^{2+} -каналы, что и определяет длительную реполяризацию;
4. Быстрая конечная реполяризации (постепенное закрытие Ca^{2+} каналов

• Соотношение между фазами ПД и возбудимостью миокарда

- 4 – фаза абсолютной рефрактерности.
- Она отличается большой продолжительностью (в кардиомиоцитах желудочков - 270 мсек).
- 5 - относительная рефрактерность (30 мсек);
- 7 – фаза супернормальной возбудимости (или экзальтации).



Особенности свойств миокарда

- Клетки сердечной мышцы соединяются друг с другом с помощью вставочных дисков. В них имеются участки тесного контакта – *нексусы*, которые обеспечивают передачу возбуждения от одной клетки к другой. Благодаря нексусам миокард, хотя и состоит из отдельных клеток, но функционирует как единое целое – *функциональный синцитий*.
- Возбуждение в сердечной мышце распространяется *диффузно* – во всех направлениях (в отличие от скелетной мышцы).
- В кардиомиоцитах длительность периода рефрактерности в 100 раз больше, чем у миоцитов скелетной мышцы. Это предотвращает круговое распространение возбуждения по миокарду.

Особенности свойств миокарда

- Сердечная мышца, в отличие от скелетной, подчиняется закону “*всё или ничего*” (это связано с тем, что благодаря нексусам возбуждение охватывает все мышечные волокна одновременно);
- Миокард *не способен к суммации* мышечных сокращений, из-за большой продолжительности рефрактерного периода, который по времени соответствует продолжительности ПД и одиночного сокращения.
- Главным источником энергии для сердца является процесс *аэробного окисления*.

Автоматия сердца



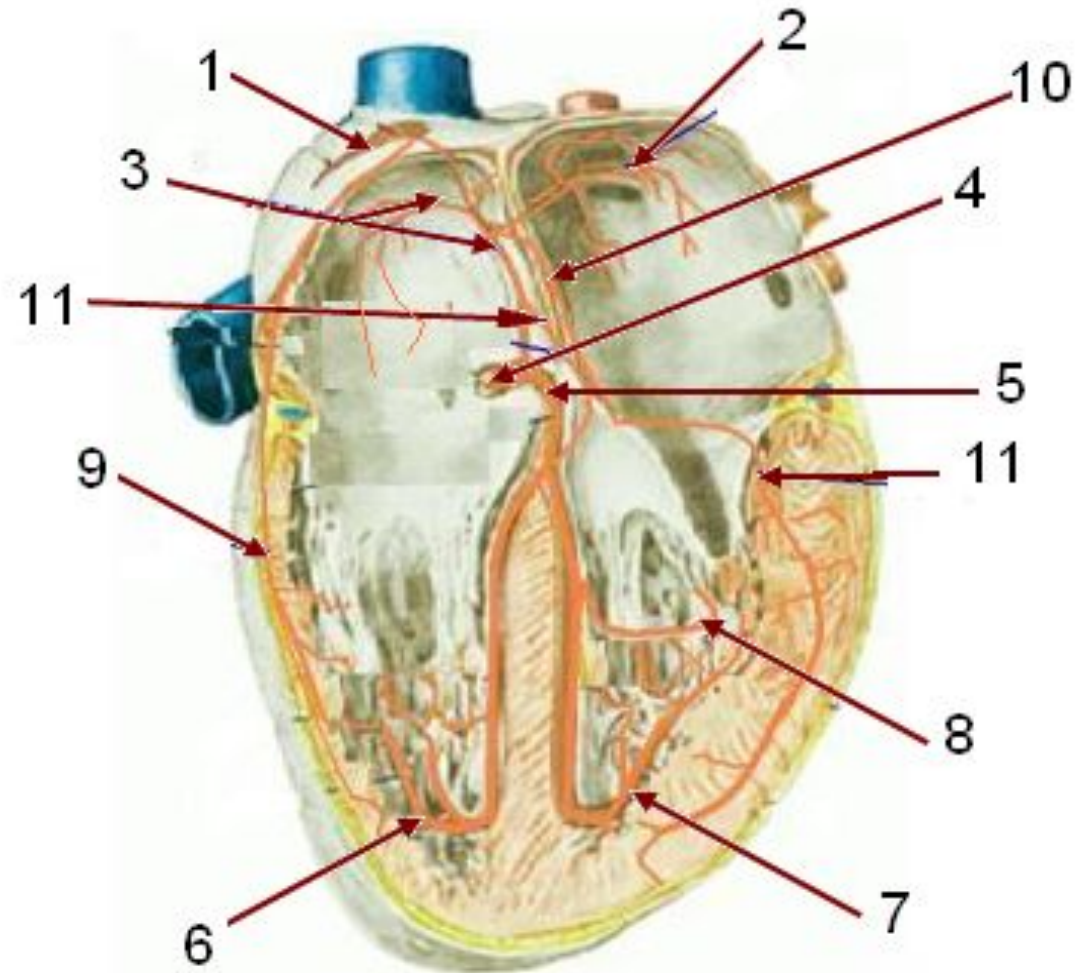
- Способность сердечной мышцы сокращаться под действием импульсов, возникающих в самой мышце, называется *автоматией*.
- Автоматией обладают только атипичные мышечные волокна, формирующие проводящую систему сердца (ПСС).
- В состав ПСС входят узлы, образованные скоплением атипичных клеток, пучки и волокна.
- Атипичные клетки отличаются от клеток рабочего миокарда структурно (в них мало миофибрилл, много саркоплазмы, митохондрий и др.) и функционально (неустойчивый мембранный потенциал, во время диастолы в них развивается медленная диастолическая деполяризация, связанная с повышенной проницаемостью мембран для натрия и кальция).

Проводящая система сердца (ПСС)

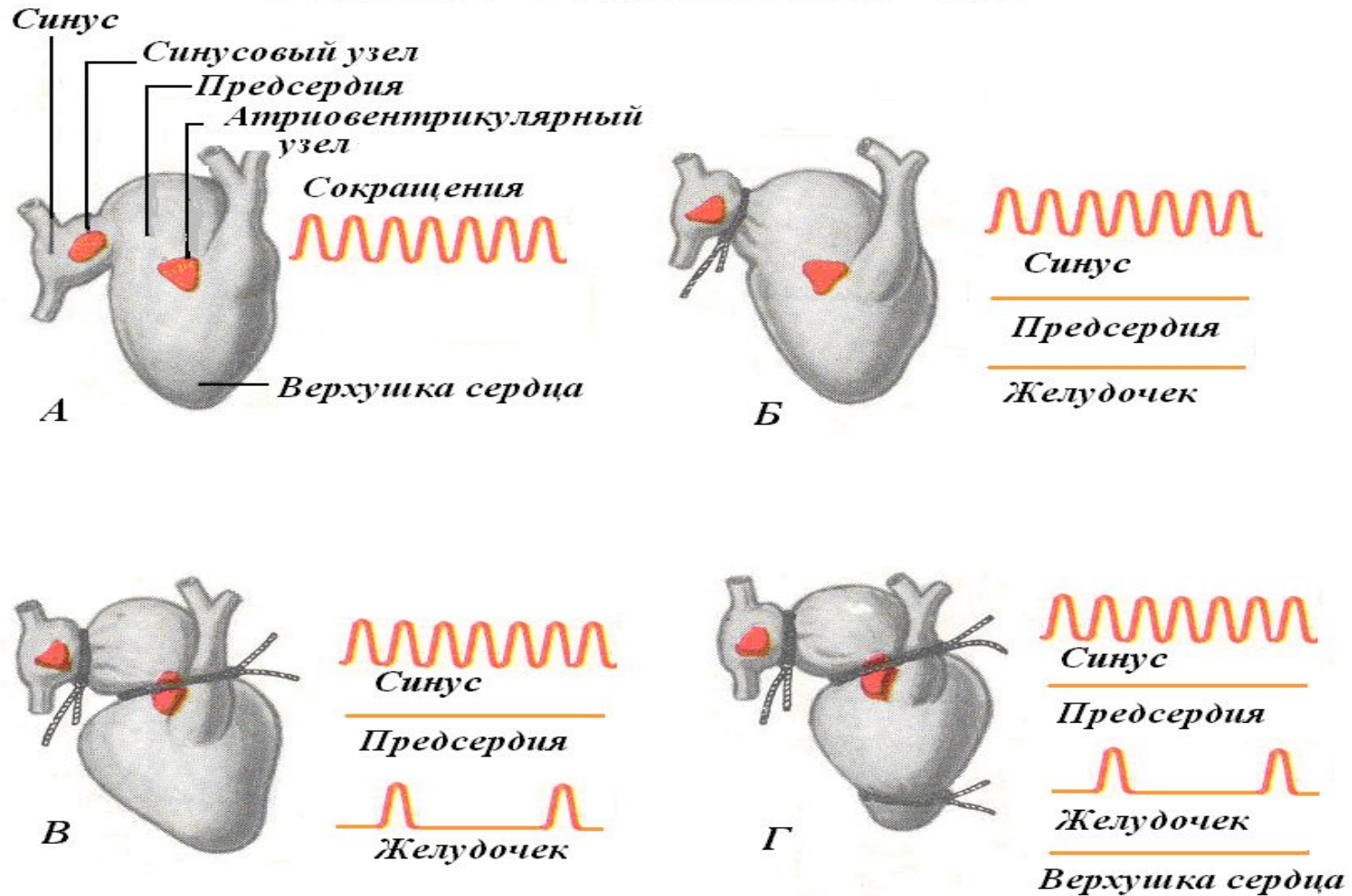
- Водителем ритма сердца – пейсмекером – в котором возникают импульсы является *синусно-предсердный* (синоатриальный) узел, расположенный в месте впадения верхней полой вены в правое предсердие. Клетки этого узла определяют частоту сокращения сердца (60-80 в 1 мин.).
- В случае повреждения главного узла автоматии функции водителя ритма сердца выполняет *атриовентрикулярный узел* (в нем возникает 40-50 имп. в 1 мин.).
- От атриовентрикулярного узла отходит *пучок Гиса*, который по межжелудочковой перегородке делится на две ножки – правую и левую (30-40 имп. в 1 мин.).
- Заканчивается ПСС *волокнами Пуркинье* (20 в 1 мин.), которые передают возбуждение на волокна рабочего миокарда.
- Таким образом, степень автоматии структур ПСС уменьшается от синоатриального узла к волокнам Пуркинье (градиент автоматии).

Схема проводящей системы сердца

- 1 - синусно-предсердный узел;
- 2 - межпредсердный пучок Бахмана;
- 3 - межузловые проводящие тракты (Бахмана, Венкебаха, Тореля);
- 4 - предсердно-желудочковый узел;
- 5 - пучок Гиса;
- 6 - правая ножка пучка Гиса;
- 7 - левая ножка пучка Гиса;
- 8 - волокна Пуркинье




ОПЫТ СТАННИУСА



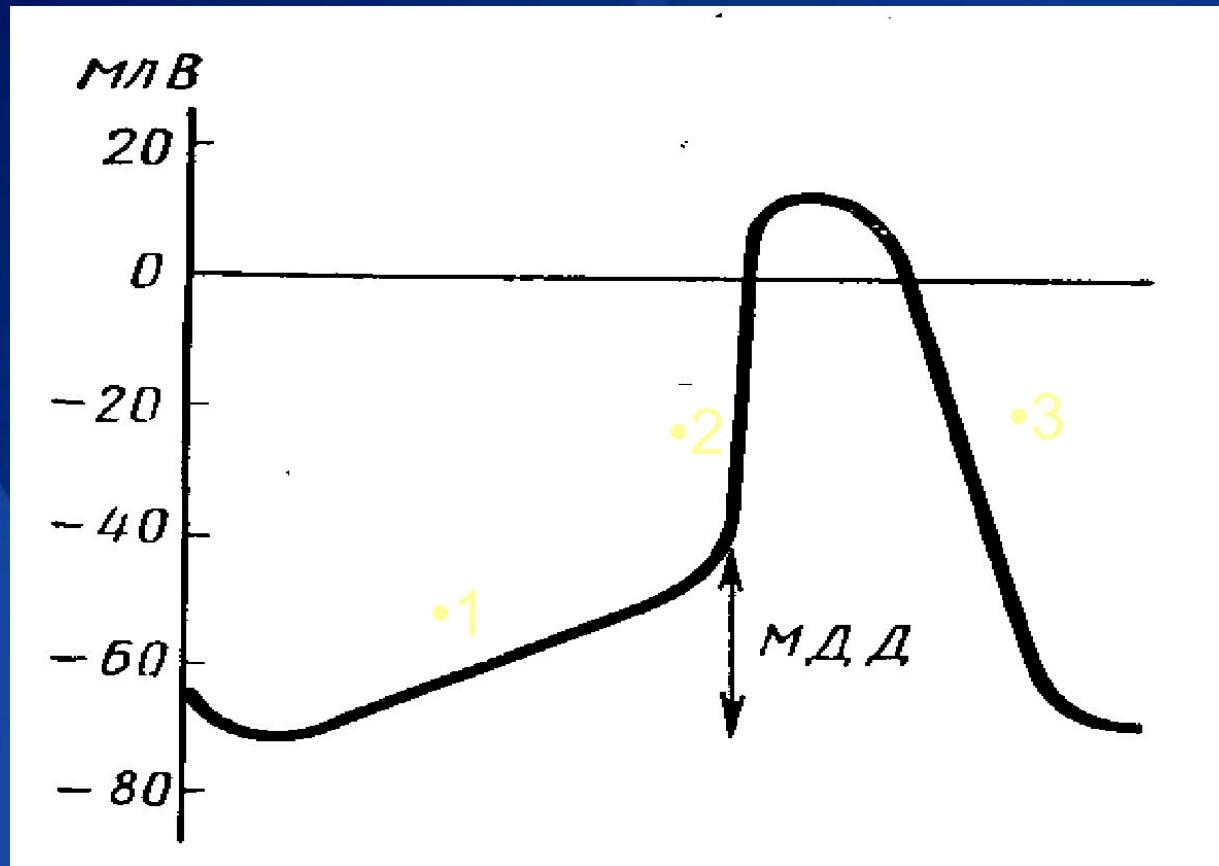
- А - Строение сердца лягушки***
- Б - Наложение I лигатуры***
- В - Наложение II лигатуры***
- Г - Наложение III лигатуры***

ПП и ПД в атипичных мышечных клетках



В клетках проводящей системы сердца (ПСС) отсутствует стабильный ПП. Вместо него регистрируется фаза медленной диастолической деполяризации (МДД), которая обусловлена входом через мембрану кардиомиоцита ионов Na и Ca²⁺. Мембранный потенциал во время диастолы постепенно снижается и при достижении критического уровня деполяризации (около -60 мВ), в клетках - водителях ритма сердца возникает ПД, который по волокнам проводящей системы передается на клетки рабочего сократительного миокарда.

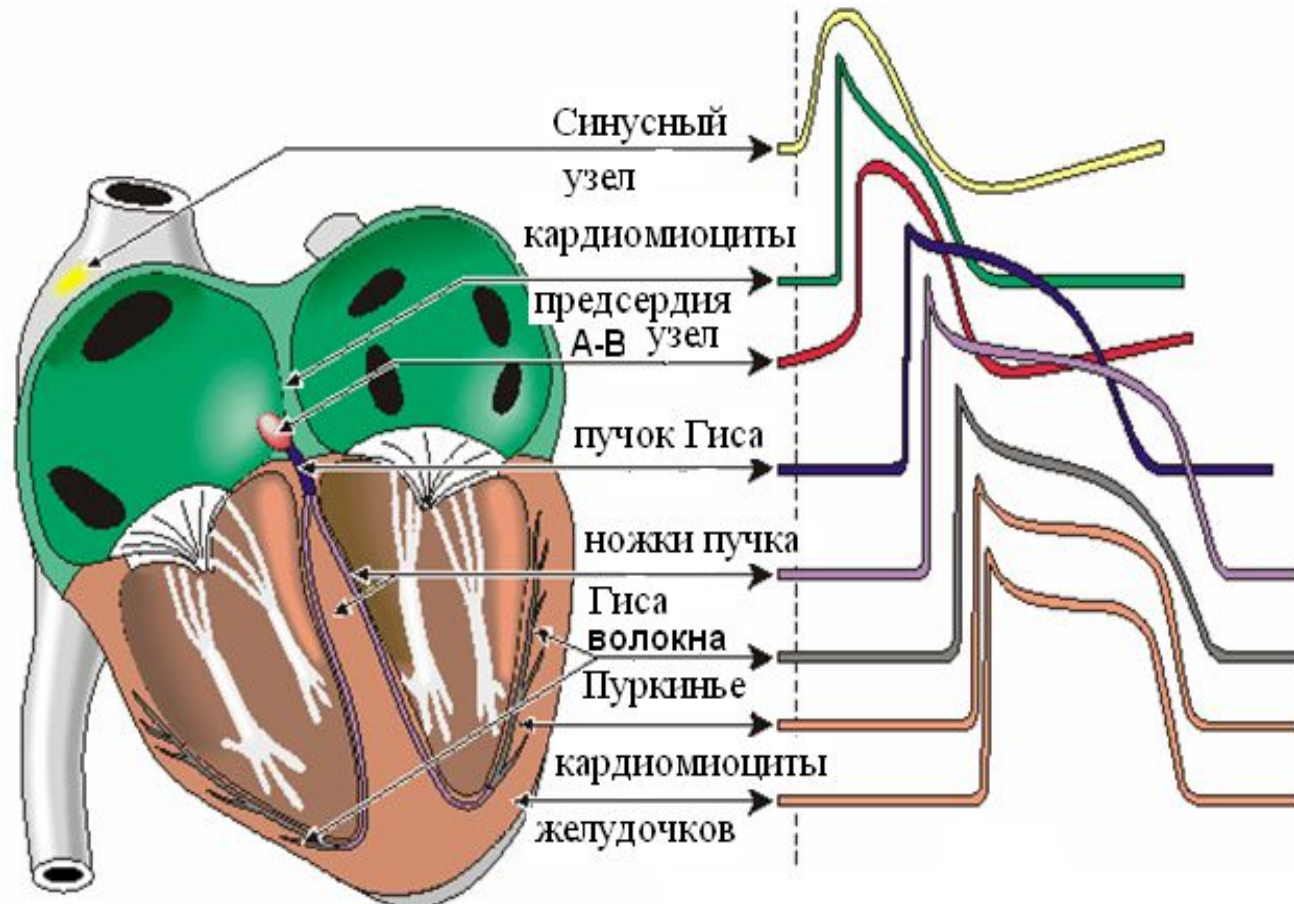
ПД КЛЕТОК ВОДИТЕЛЯ РИТМА СЕРДЦА



- 1 – МЕДЛЕННАЯ ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ (ММД)
- 2 – ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ
- 3 – РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

ПОТЕНЦИАЛЫ ДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА

Явление, при котором структуры с замедленным ритмом генерации потенциалов действия усваивают более частый ритм других участков проводящей системы называется усвоением ритма.



Проведение возбуждения в сердце



Распространение возбуждения в предсердиях и А-В узле

- Возбуждение, возникшее в синоатриальном узле проводится по миокарду предсердий со скоростью 0,8-1,0 м/с. Возбуждение охватывает правое предсердие чуть раньше (так как там расположен синоатриальный узел), чем левое.
- При передаче возбуждения с предсердий на желудочки наблюдается его **задержка в атриовентрикулярном узле**. Скорость проведения ПД здесь - 0,02 м/с. Это связано с особенностями соединения клеток АВ узла.
- Атриовентрикулярная задержка обеспечивает последовательность сокращений камер сердца - **сердечный цикл**. То есть сначала сокращаются предсердия, а затем желудочки.

Фазы сердечного цикла

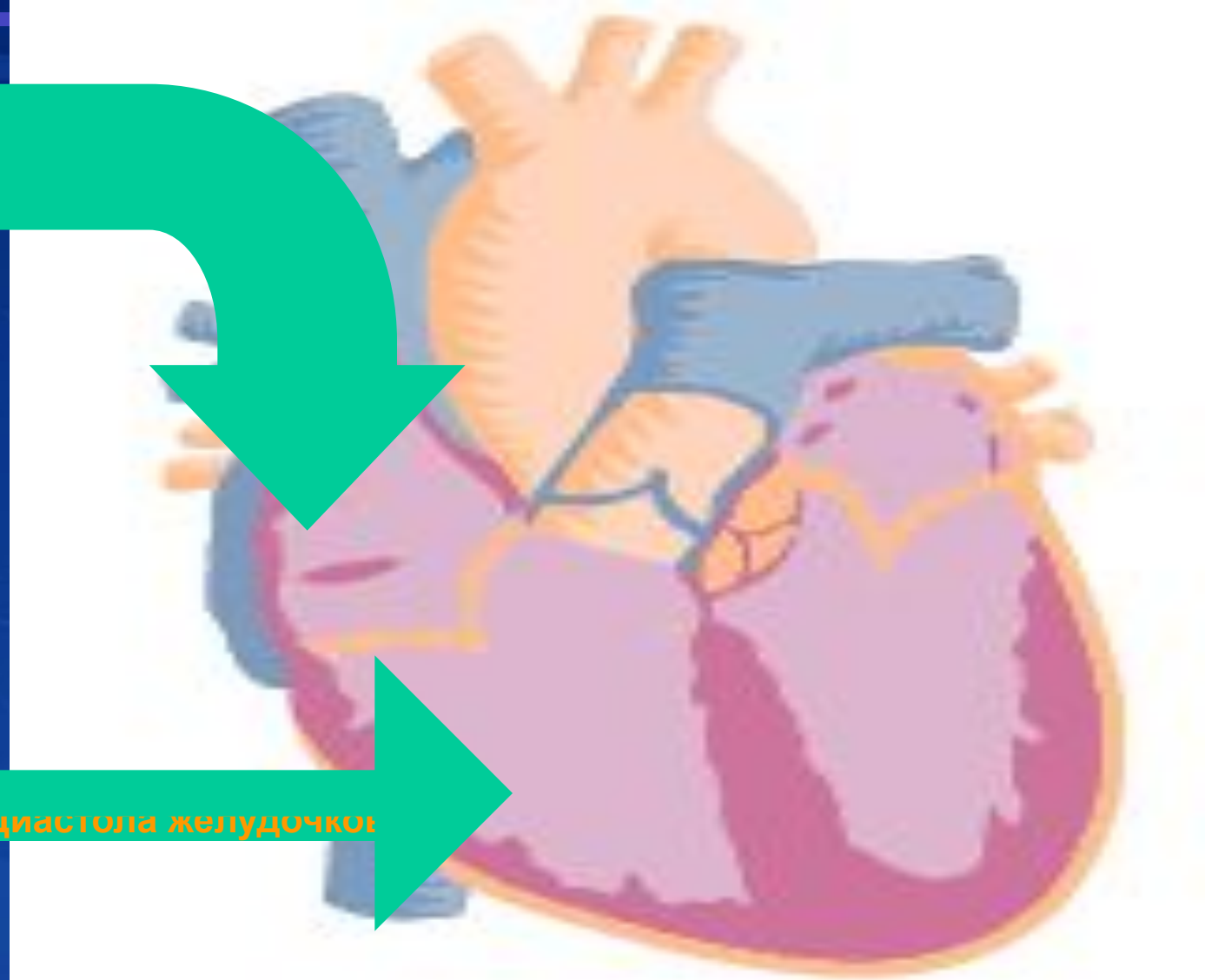
- Сердечный цикл или кардиоцикл – это определенная последовательность сокращений (систола) и расслаблений (диастола) разных отделов сердца.
- В цикле сердечной деятельности можно выделить три фазы:
 - 1) систола предсердий – 0,1 с;
 - 2) систола желудочков – 0,33 с.;
 - 3) общая пауза сердца – 0,37 с.
- Один цикл сердечной деятельности при частоте сокращений 75 в 1 мин. длится 0,8 с. Число кардиоциклов в 1 мин. – 60-90.

СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ

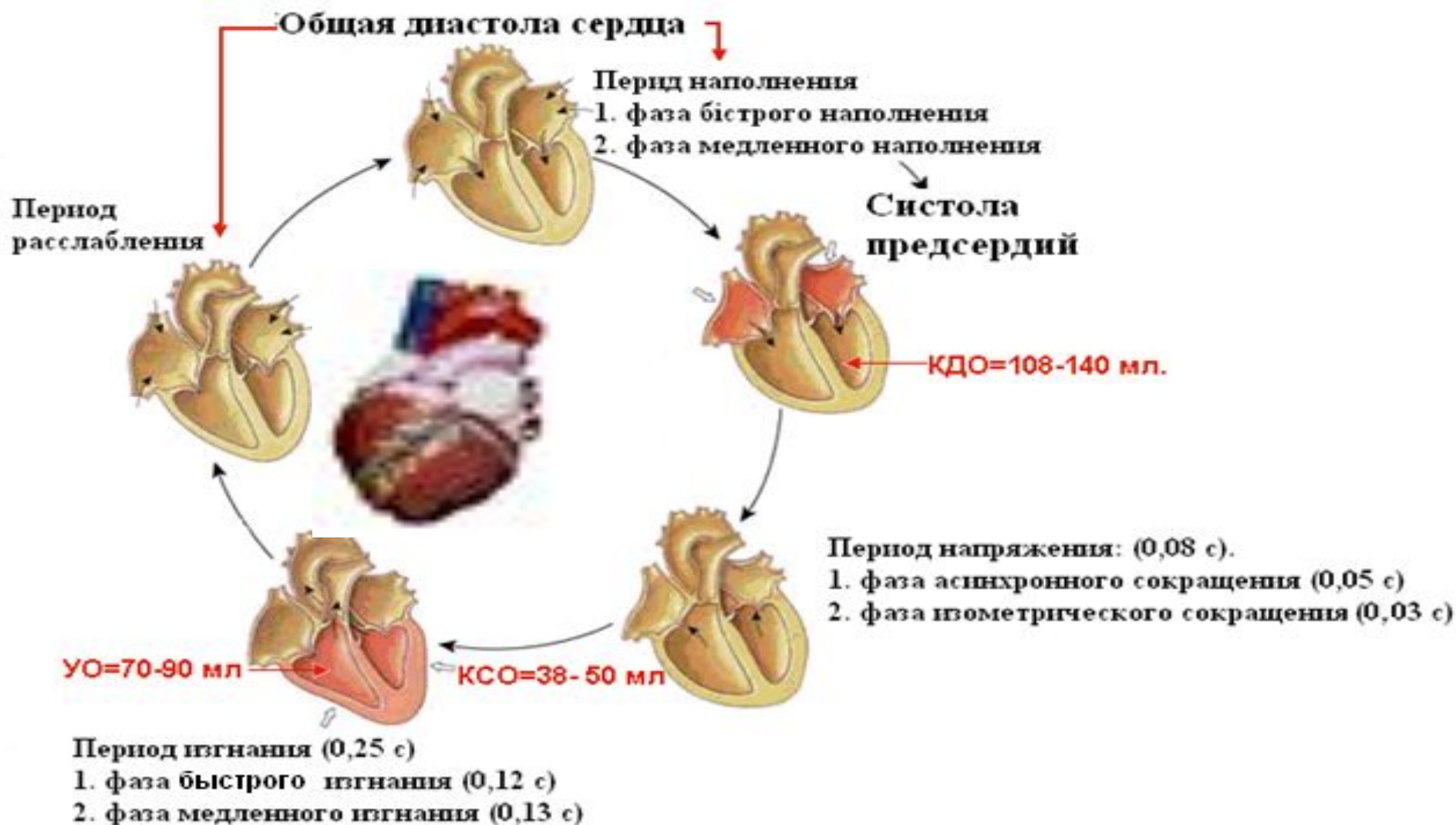
Систола
предсердий

Систола
желудочков

•диастола желудочков

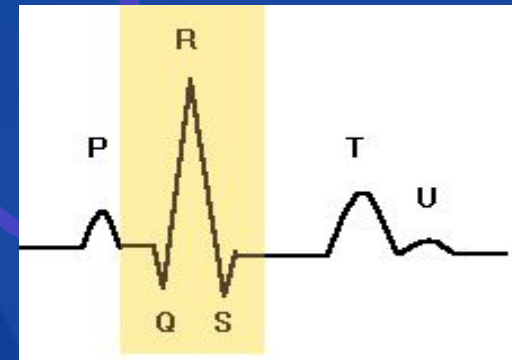


СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ



СИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ

Период напряжения (0,08 с)



Включает 2 периода:

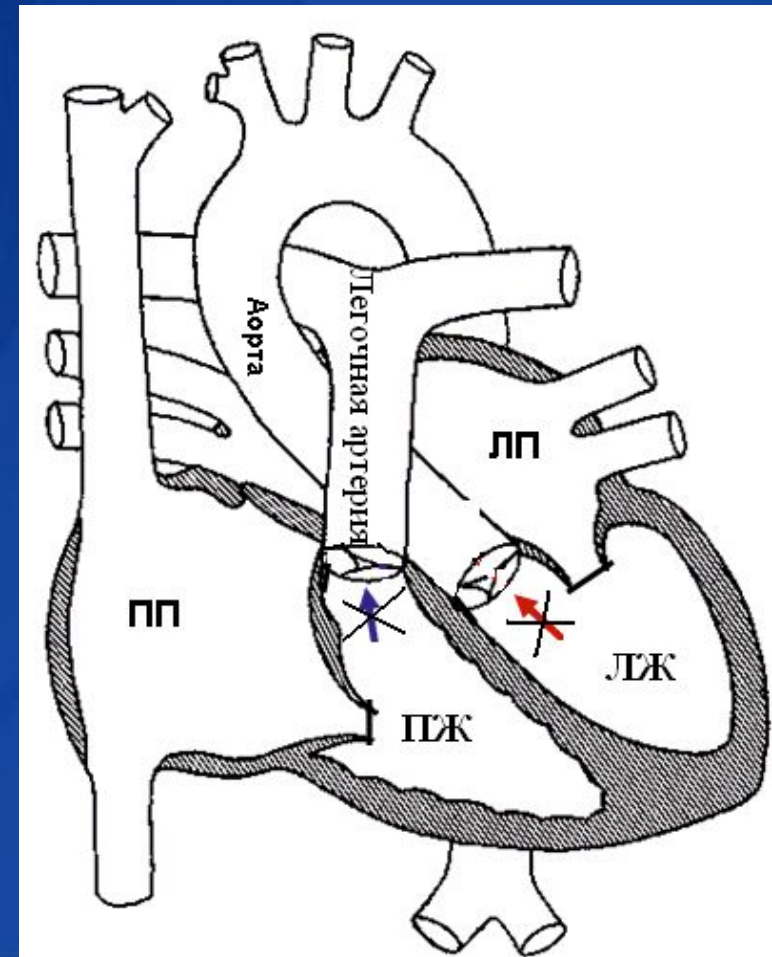
1) период напряжения 2) период изгнания крови

Период напряжения (0,08 с) состоит из:

- фазы *асинхронного сокращения* (0,05 с) и
- фазы *изометрического сокращения* (0,03 с).

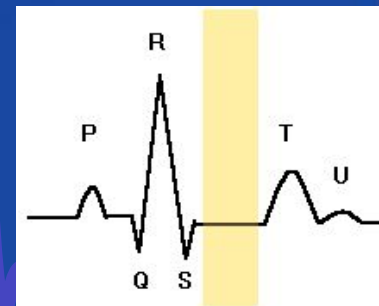
Вначале сокращение охватывает миокард желудочков не одновременно (асинхронно) – первыми сокращаются кардиомиоциты, расположенные возле волокон ПСС.

Фаза изометрического сокращения протекает при закрытых атриовентрикулярных и полулунных клапанах и отвечает моменту полного охватывания возбуждением желудочков.



СИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ

Период изгнания (0,25 с)

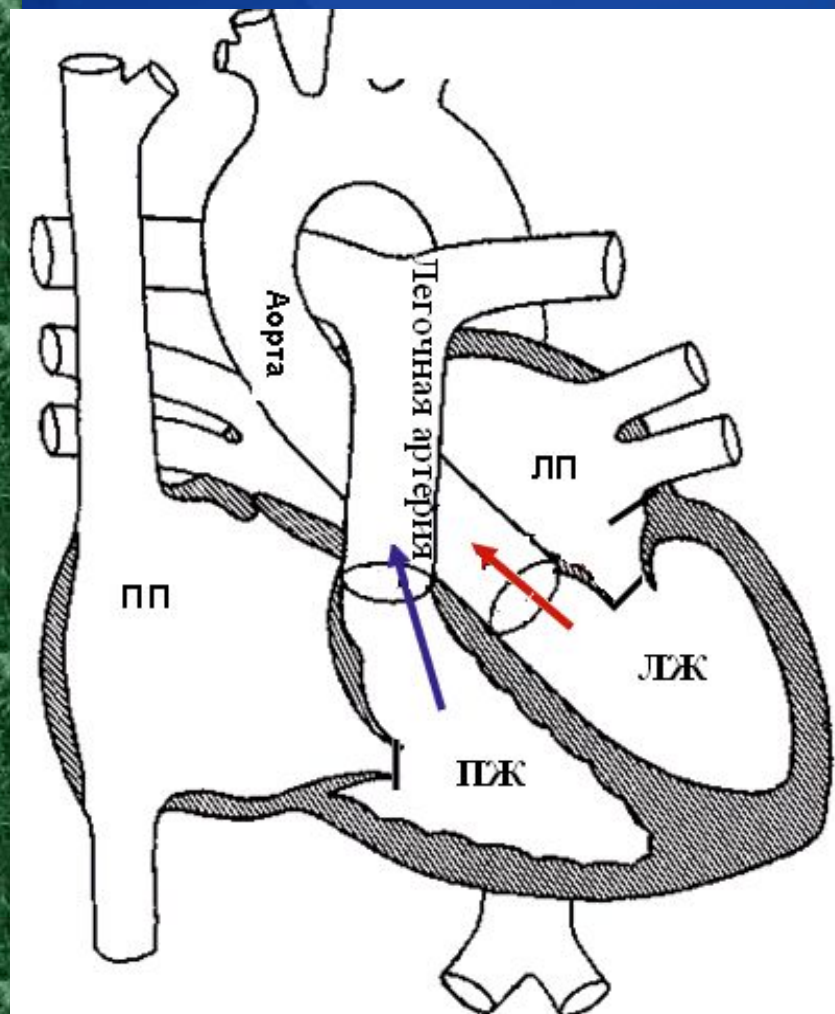


В него входят:

- 1) фаза быстрого изгнания крови (0,12 с) и
- 2) фаза медленного изгнания крови (0,13 с).

Фаза быстрого изгнания начинается с момента открытия полулунных клапанов. В эту фазу из сердца выбрасывается большая часть крови.

Фаза медленного изгнания начинается в момент, когда отток крови к периферии начинает превышать ее поступление из сердца и градиент давления между желудочками и сосудами уменьшается.



Диастола желудочков (0,37 с)

Состоит из 2 периодов:

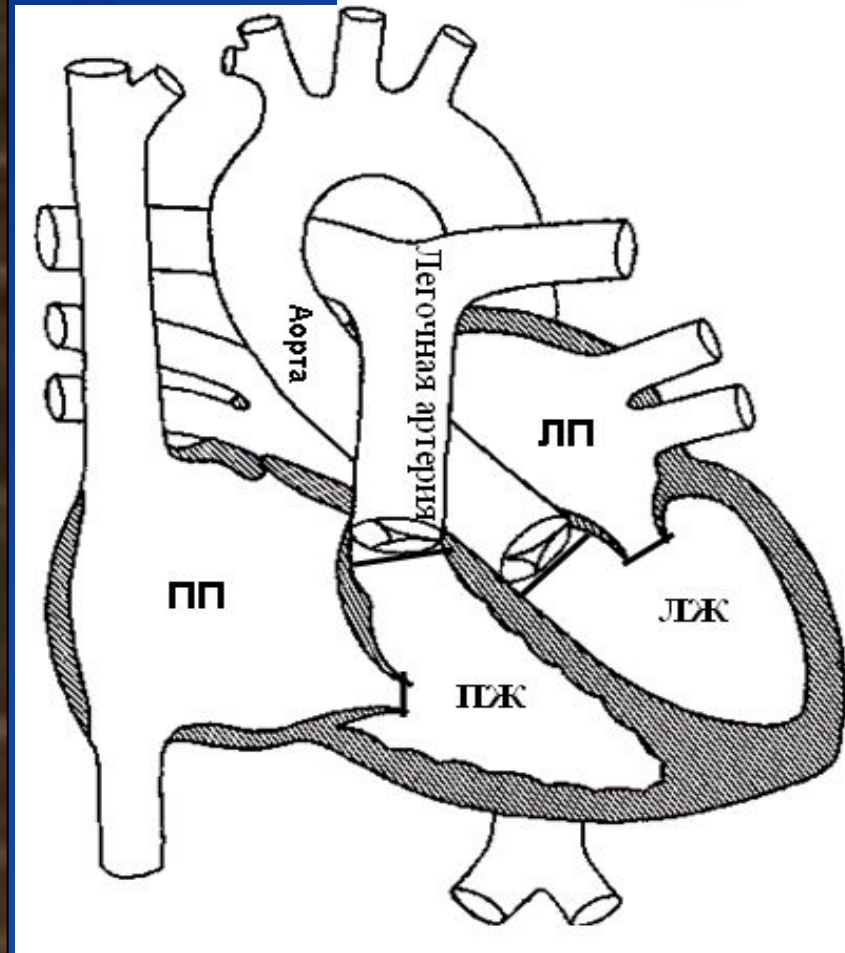
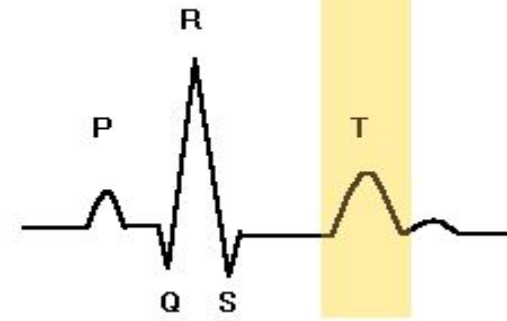
- 1) периода расслабления желудочков (0,12 с)
- 2) периода наполнения желудочков кровью (0,25 с).

Период расслабления включает:

- протодиастолу (0,04 с) и
- фазу изометрического расслабления (0,08с).

Протодиастола – это время от начала расслабления желудочков до закрытия полулунных клапанов.

Фаза изометрического расслабления проходит при закрытых атриовентрикулярных и полулунных клапанах.



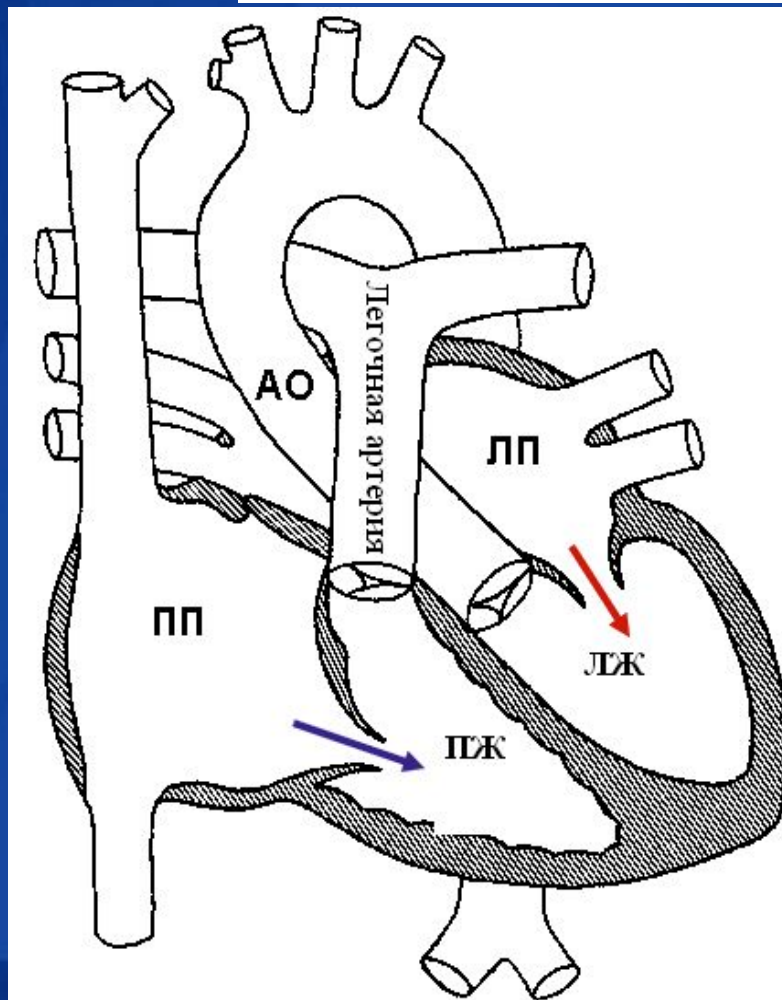
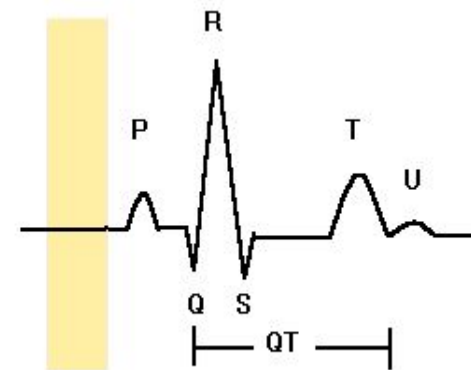
Диастола желудочков

Период наполнения желудочков кровью

(0,25 с) состоит из:

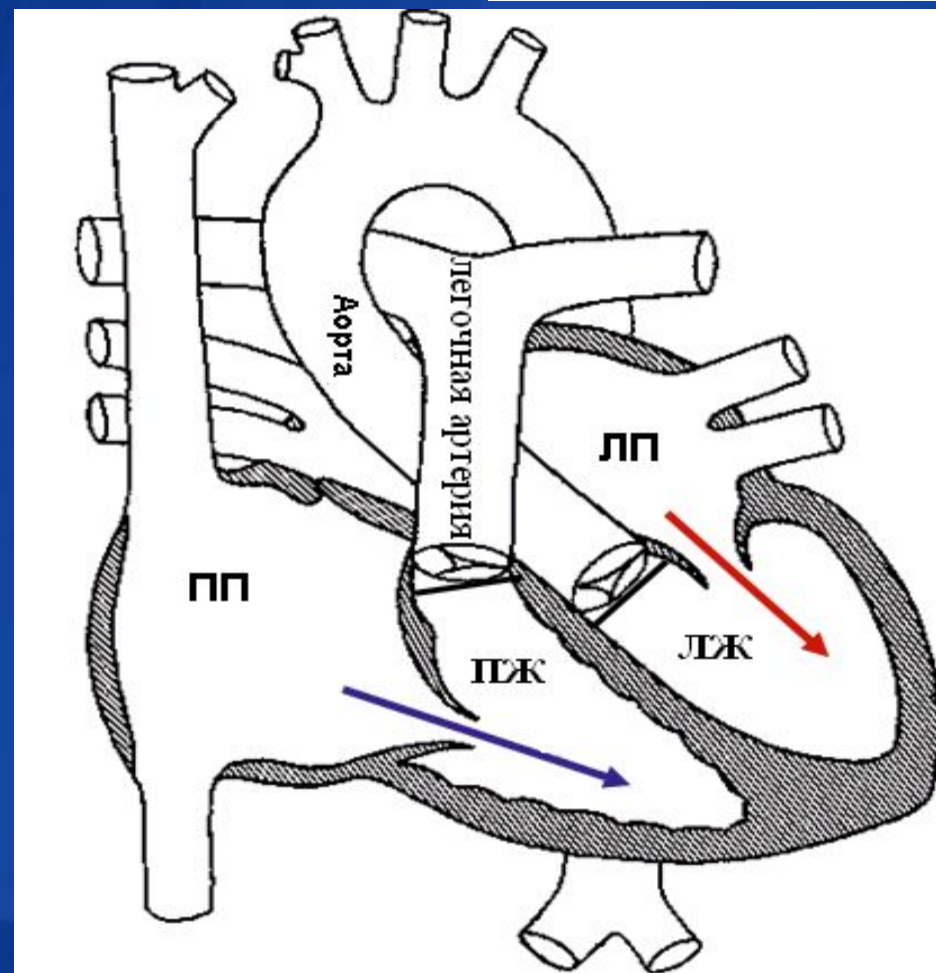
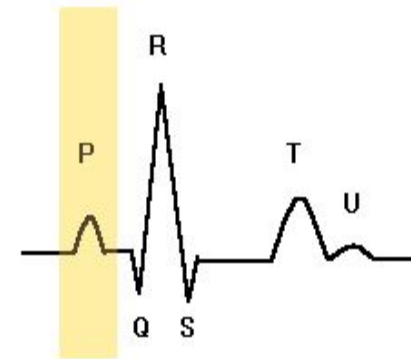
- фазы *быстрого* наполнения (0,08 с) и
- фазы *медленного* наполнения (0,17 с).

Фаза быстрого наполнения начинается одновременно с открытием атриовентрикулярных клапанов. В этот период осуществляется основное наполнение желудочков кровью.



Диастола желудочков

Фаза активного
наполнения желудочков
кровью происходит при
систоле предсердий
(0,1 с).



Аускультация сердечных тонов

- **Выслушивание с помощью фонендоскопа тонов сердца на поверхности грудной клетки называется *аускультацией*.**
- ***Сердечные тоны* – это звуки, которые возникают в процессе сердечного цикла. Различают 4 тона сердца, два из которых: первый и второй можно выслушать аускультативно.**
- **Все тоны сердца можно зарегистрировать с помощью метода *фонокардиографии* (ФКГ).**
- **Для регистрации ФКГ используют микрофон, который прикладывают к *акустическим проекциям* клапанов сердца.**

• Место выслушивания
II тона (II межреберье
справа и слева от
грудины)

Аортальный
клапан

Основание
сердца

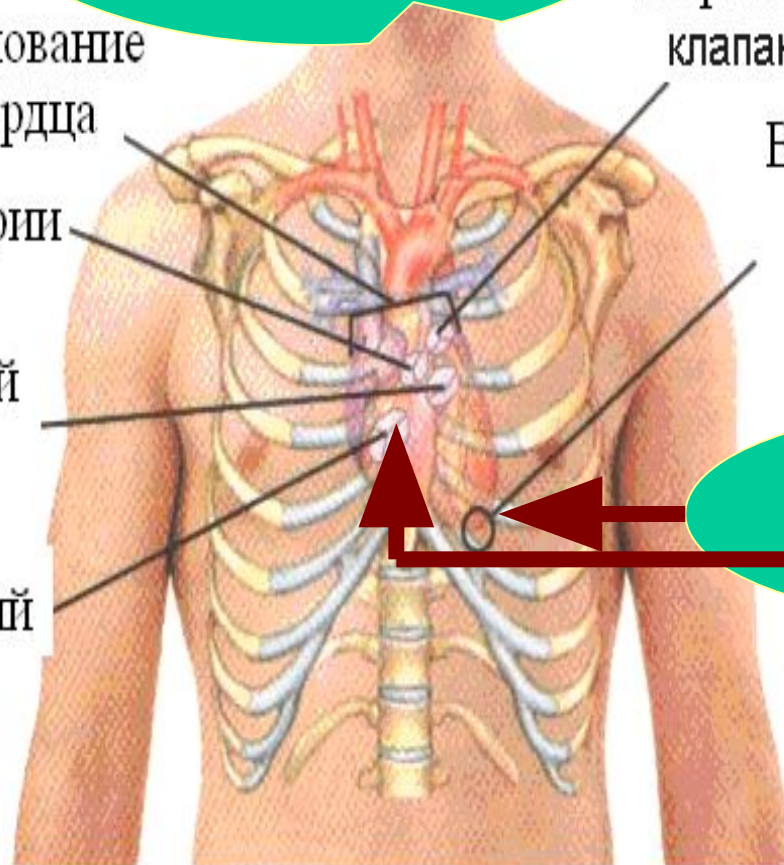
Верхушка
сердца

Клапан
легочной артерии

Митральный
клапан

• Место
выслушивания I
тона

Трикуспидальный
клапан



Первый тон и его компоненты.



- **Первый тон** (глухой, протяжный, низкий) возникает в начале систолы желудочков, поэтому его называют также систолическим. Он выслушивается в области верхушки сердца – пятое межреберье слева от среднеключичной линии.
- Основным его компонентом является **клапанный** компонент. Он обусловлен колебанием створок предсердно-желудочковых клапанов и сухожильных нитей.

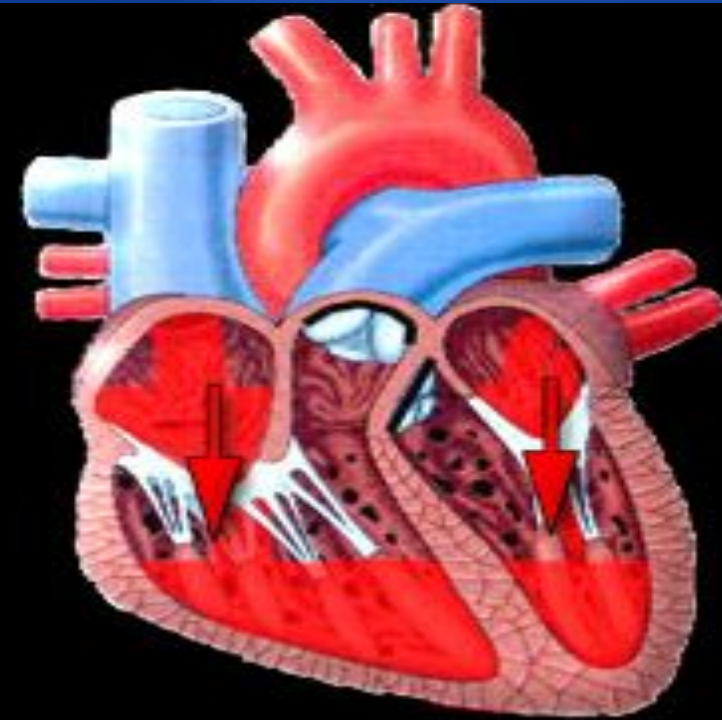
Первый тон, его компоненты.

- Второй компонент - **мышечный** - возникает в результате колебания, связанного с напряжением миокарда желудочков.
- Третий компонент - **сосудистый** - обусловлен колебанием начальных отделов аорты и легочной артерии, открытием полулунных клапанов.



Первый тон, его компоненты.

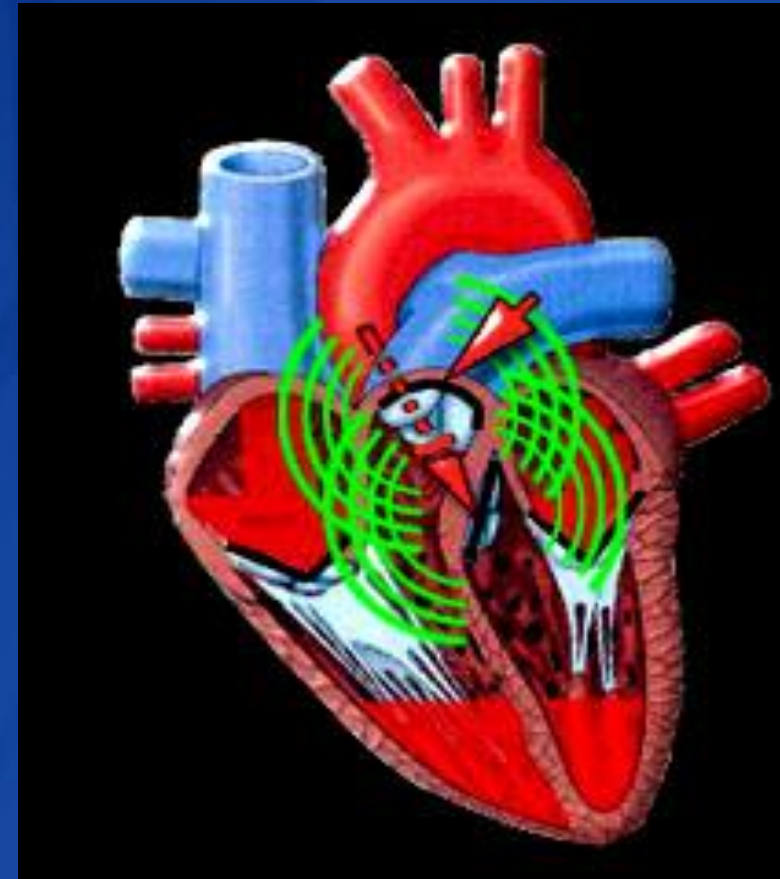
- Четвертый компонент - **предсердный** - возникает в результате колебания, связанного с сокращением предсердий.
- При аускультации первый тон начинается из этого компонента, поскольку колебания, вызванные систолой предсердий, сливаются со звуковыми колебаниями, обусловленными систолой желудочков и аускультативно воспринимаются как один тон.



**Предсердный
компонент I тона**

Второй тон, его компоненты.

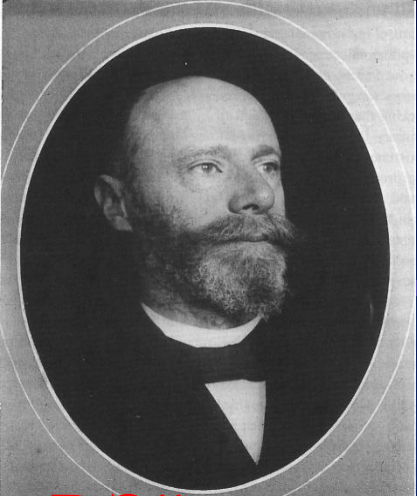
- **Второй тон** (диастолический) оптимально выслушивается во втором межреберье слева (над легочной артерией) и справа (над аортой) от грудины. Возникает в начале диастолы при закрытии полулунных клапанов аорты и легочной артерии. Это первый, **клапанный** компонент.
- Второй компонент - **сосудистый** - обусловлен колебанием стенок аорты и легочной артерии.



Третий тон, его компонент.

An ECG waveform is shown in the top right corner of the slide, featuring a prominent QRS complex and a T wave.

- Третий тон можно выслушать иногда у детей, или у лиц с тонкой грудной клеткой.
- Он обусловлен быстрым наполнением желудочков кровью во время фазы быстрого наполнения.
- Четвертый тон возникает при систоле предсердий, когда желудочки активно наполняются кровью.

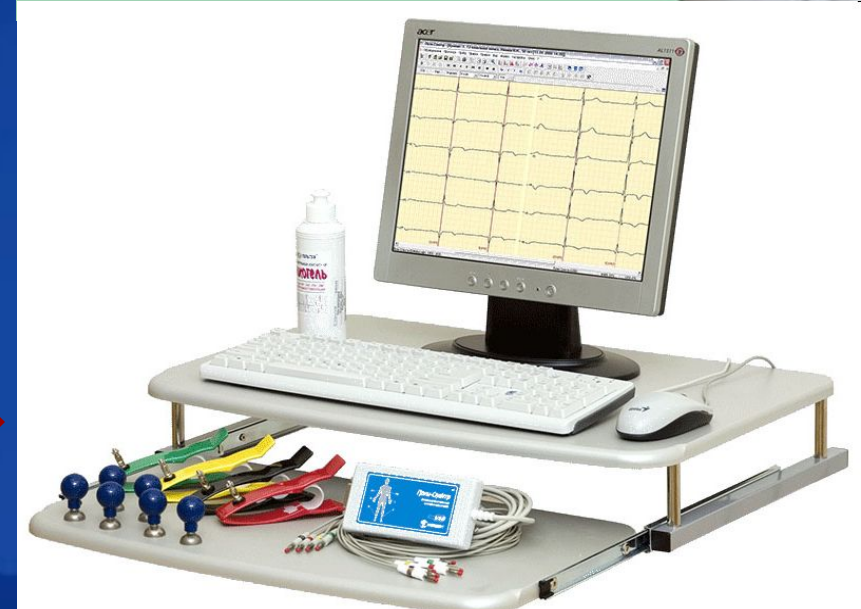
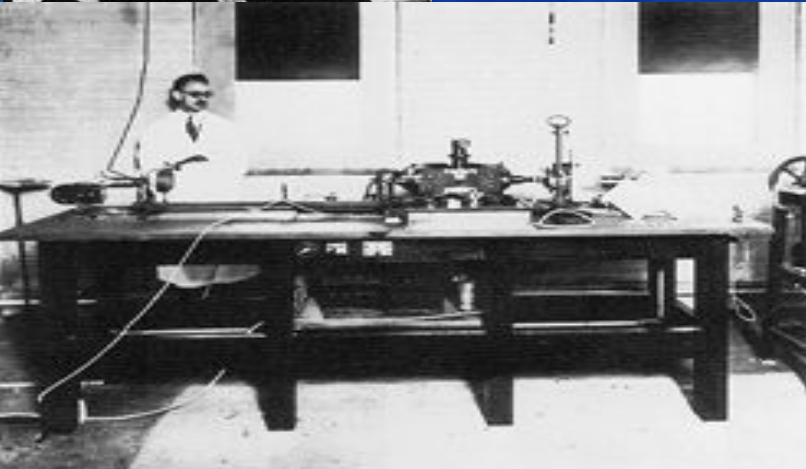
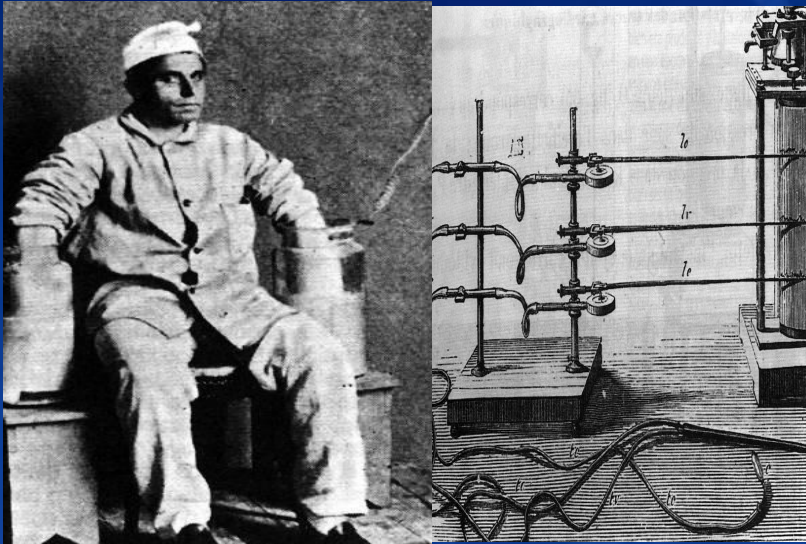


В.Эйнтховен

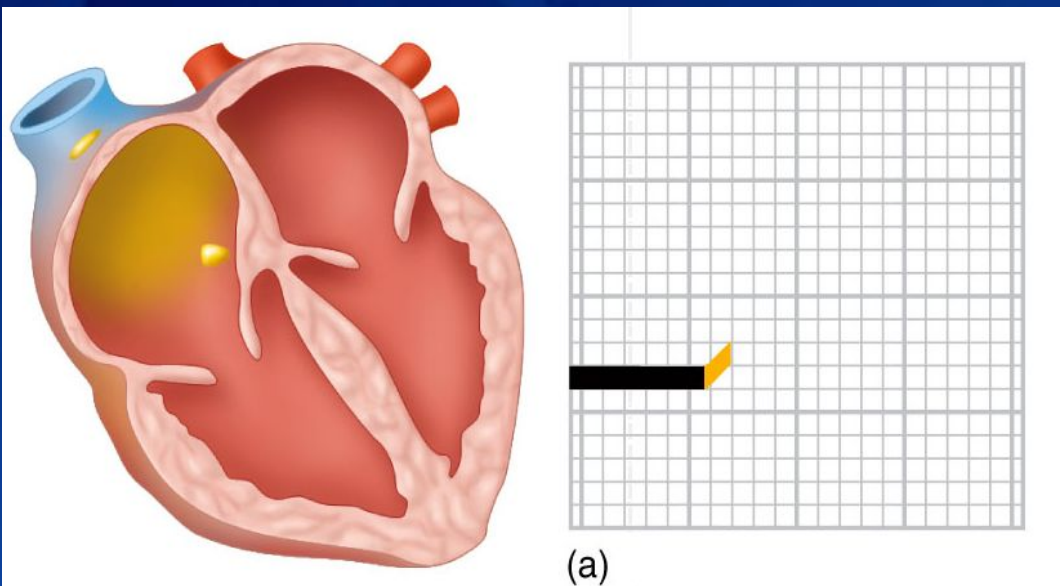
В.Эйнтховен – основатель метода ЭКГ



- Первым, кто вывел ЭКГ из стен лабораторий во врачебную практику, был голландский физиолог Виллем Эйнтховен. После 7 лет упорного труда, он создал первый электрокардиограф, правда он был очень громоздким сооружением и весил около 270 кг. Его обслуживанием было занято 5 сотрудников. Однако, результаты, полученные Эйнтховеном, были революционными. Впервые в руках врача оказался прибор, который так много говорит о состоянии сердца.
- Схема размещения электродов на руках и ногах предложенная Эйнтховеном, используется и по сей день. В 1924 ему была присвоена Нобелевская премия.

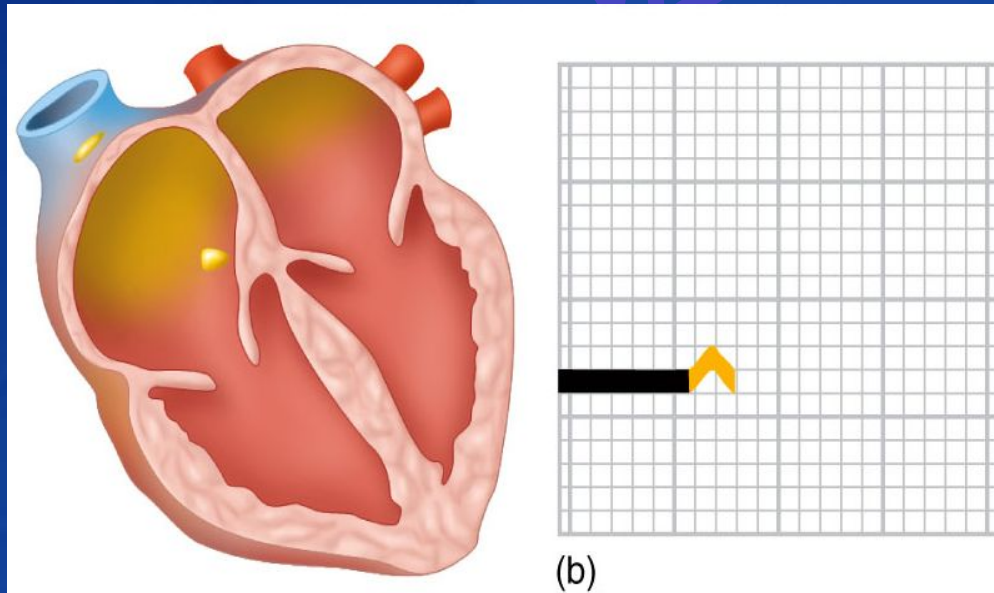
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ



Формирование ЭКГ



 Деполяризация
 Реполяризация

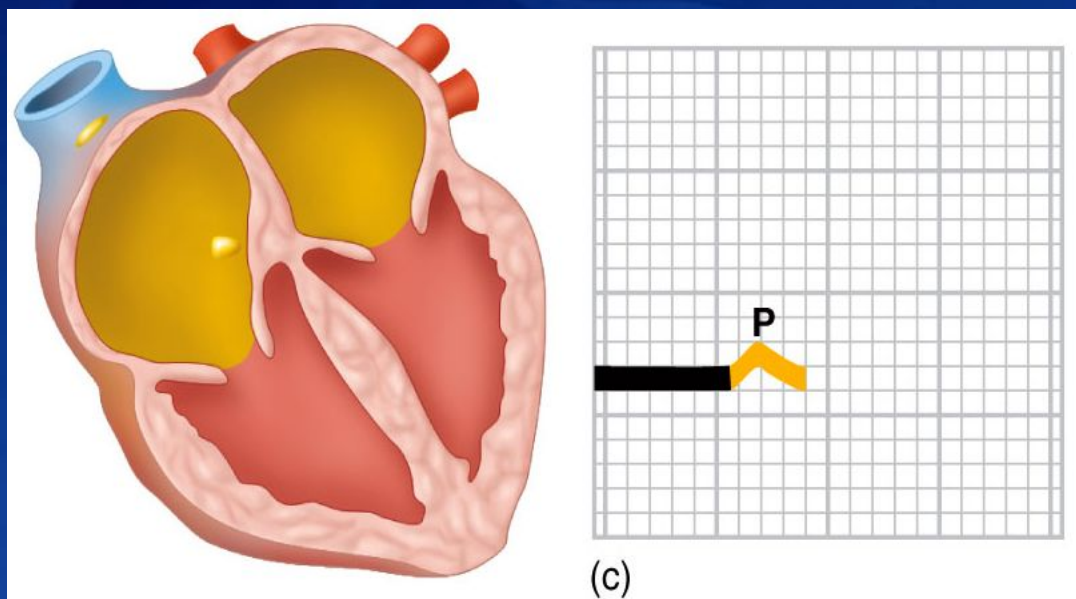


 Деполяризация
 Реполяризация

Деполяризация правого предсердия (восходящее колено зубца P) (a)

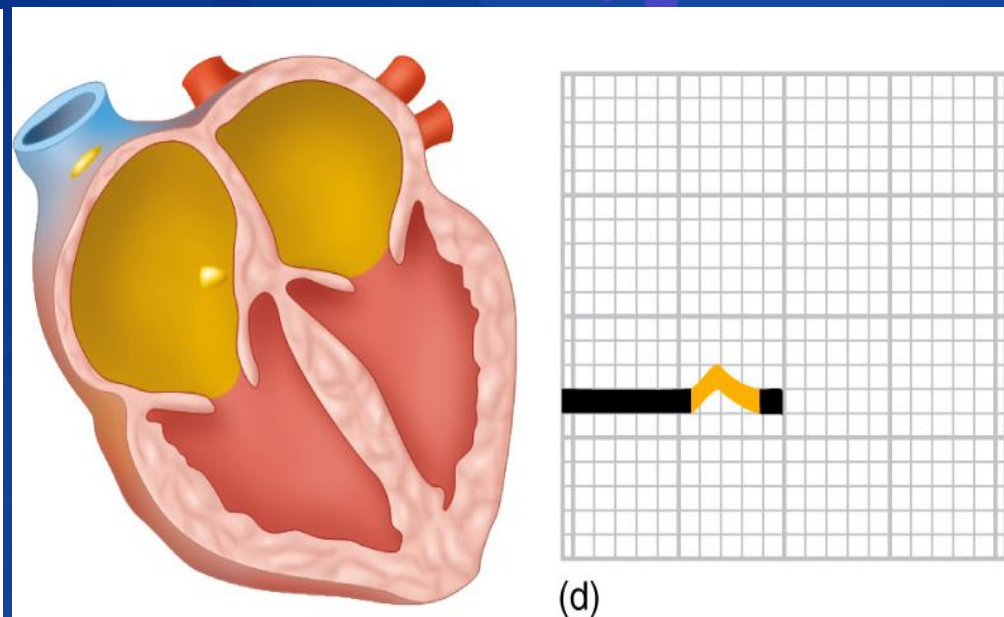
Деполяризация левого предсердия (нисходящее колено зубца P) (b)

Формирование ЭКГ



■ Деполяризация

■ Реполяризация



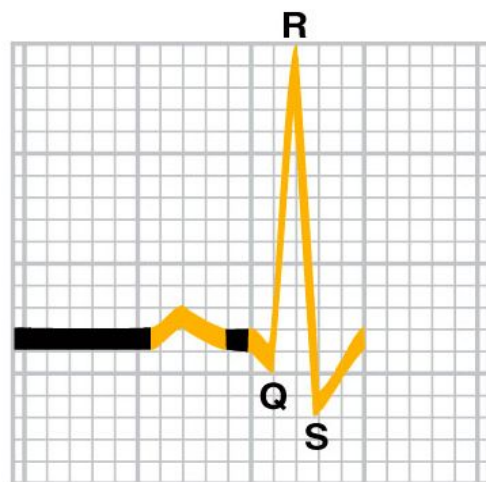
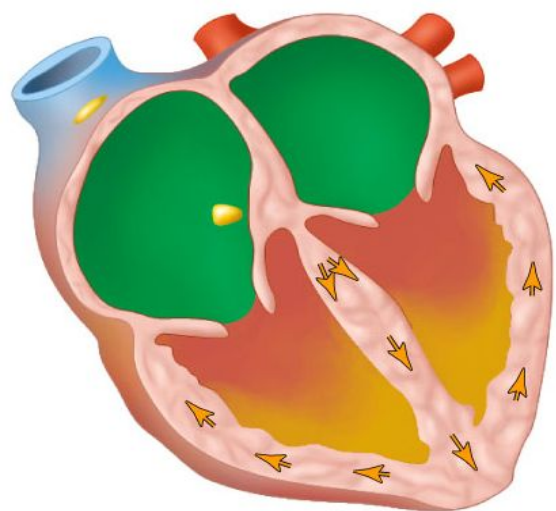
■ Деполяризация

■ Реполяризация

Завершение деполяризации
предсердий (c)

Задержка проведения
возбуждения в А-В-узле (d)

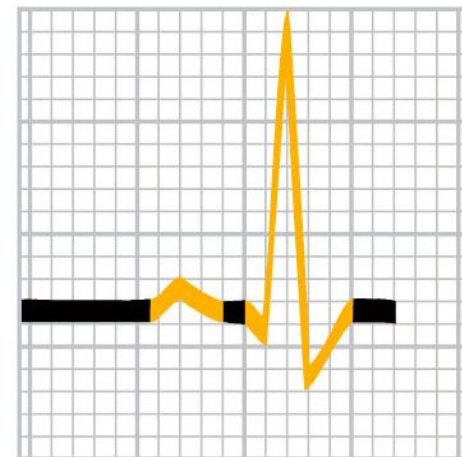
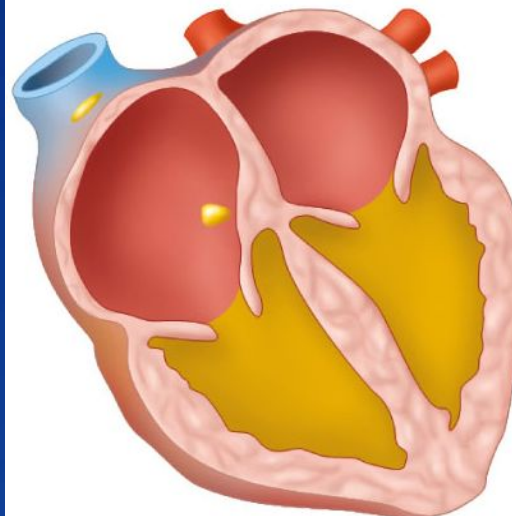
Формирование ЭКГ



(e)

Депольаризация

Репольаризация



(f)

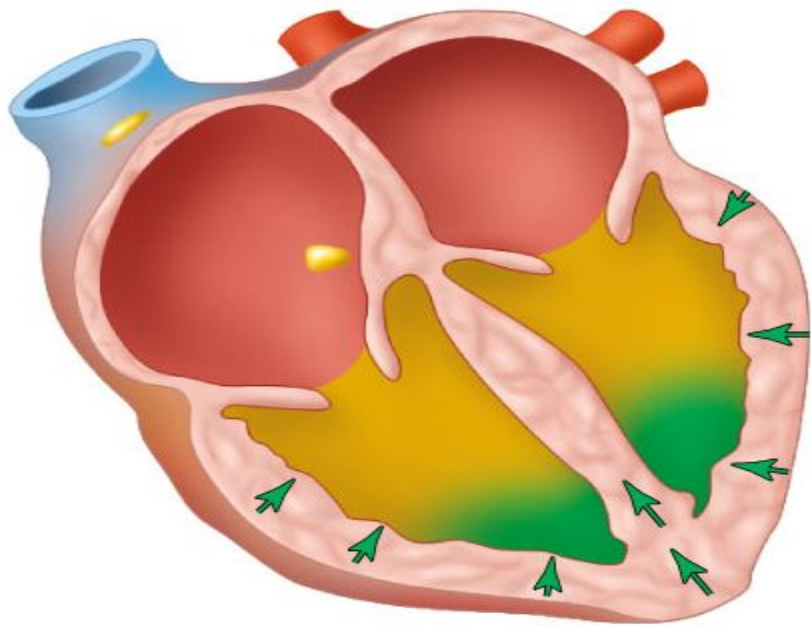
Депольаризация

Репольаризация

Депольаризация межжелудочковой перегородки (зубец Q), боковых стенок правого и левого желудочков (зубец R) и базальных отделов обеих желудочков и верхней трети межжелудочковой перегородки (зубец S) (e)

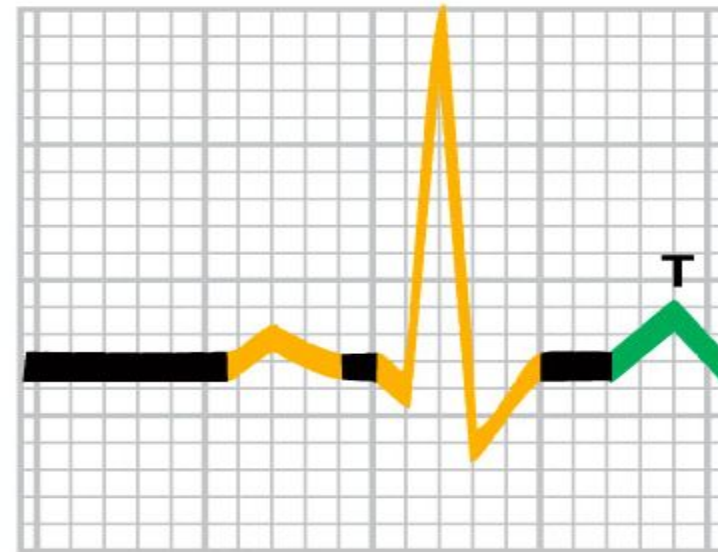
Полный охват возбуждением миокарда желудочков (сегмент S-T) (f)

Формирование ЭКГ



 Деполяризация

 Реполяризация



(g)

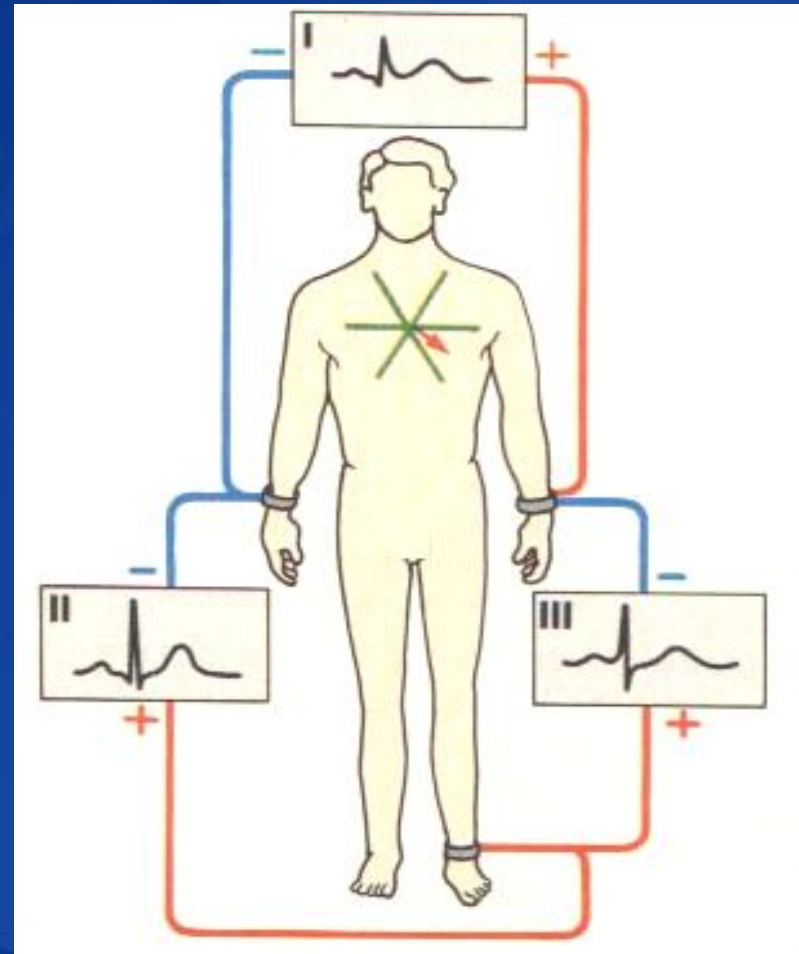
Реполяризация желудочков (зубец T)

Формирование ЭКГ

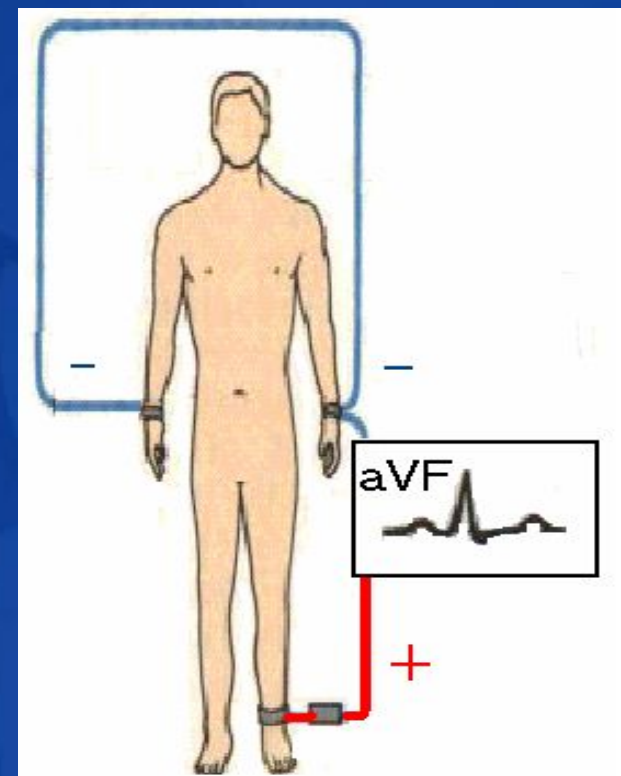
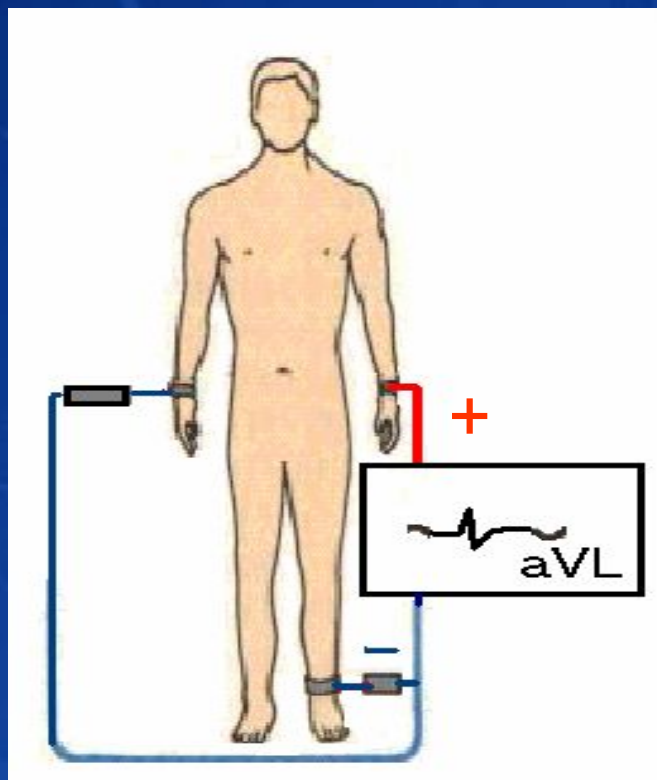
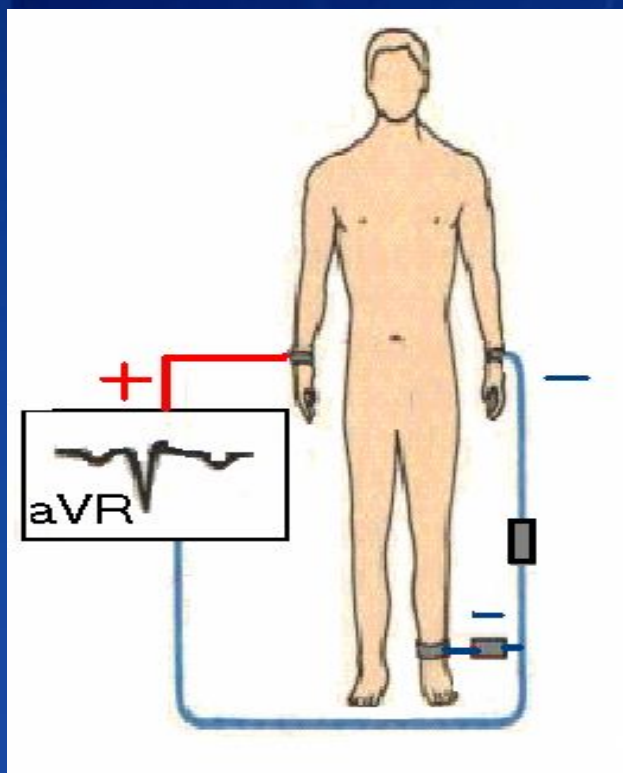


СТАНДАРТНЫЕ ЭКГ-ОТВЕДЕНИЯ (ПО ЭЙНТХОВЕНУ)

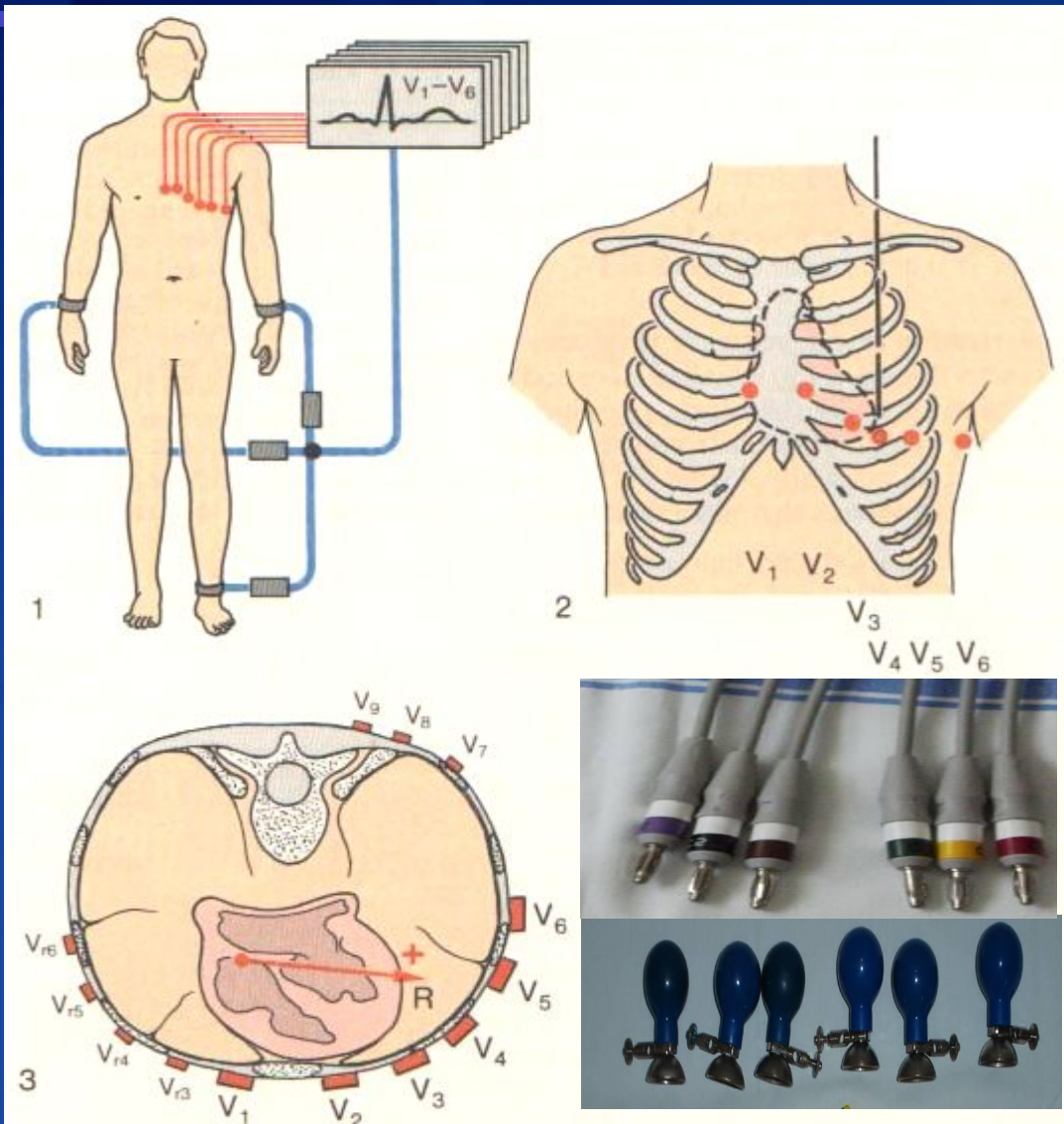
- I отведение – (+) левая рука – (-) правая рука;
- II отведение – (+) левая нога – (-) правая рука;
- III отведение – (+) левая нога – (-) левая рука.



УСИЛЕННЫЕ ЭКГ-ОТВЕДЕНИЯ (ПО ГОЛЬДБЕРГУ)



ГРУДНЫЕ ЭКГ-ОТВЕДЕНИЯ (ПО ВИЛЬСОНУ)



- V1 - активный электрод в четвертом межреберье по правому краю грудины;
- V2 - активный электрод в четвертом межреберье по левому краю грудины;
- V3 - активный электрод на уровне четвертого ребра левой парастернальной линии ;
- V4 - активный электрод в пятом межреберье левой срединно - ключичной линии ;
- V5 - активный электрод в пятом межреберье слева по передней подмышечной линии ;
- V6 - активный электрод в пятом межреберье по левой средней подмышечной линии.

ЭКГ В СТАНДАРТНЫХ, УСИЛЕННЫХ И ГРУДНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ

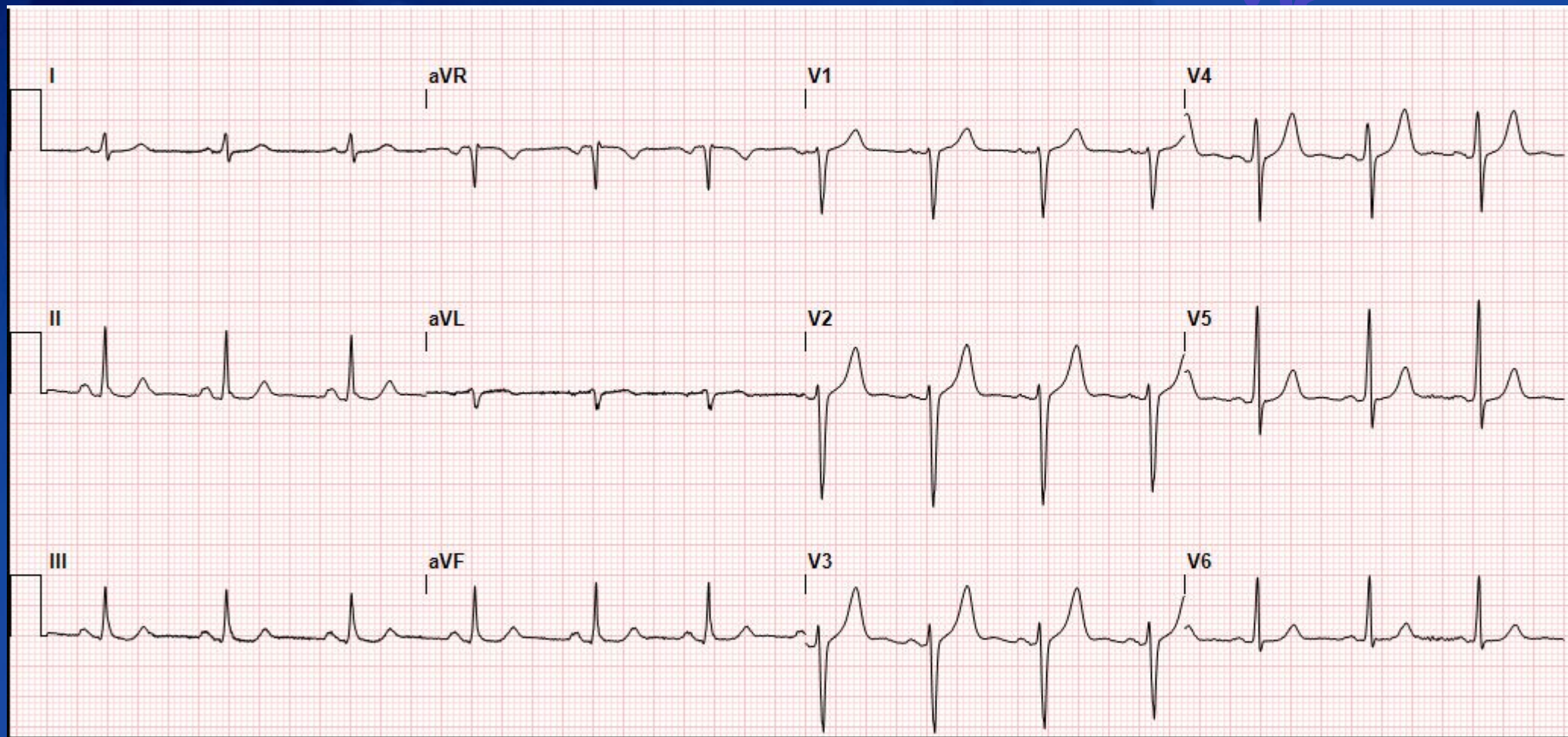
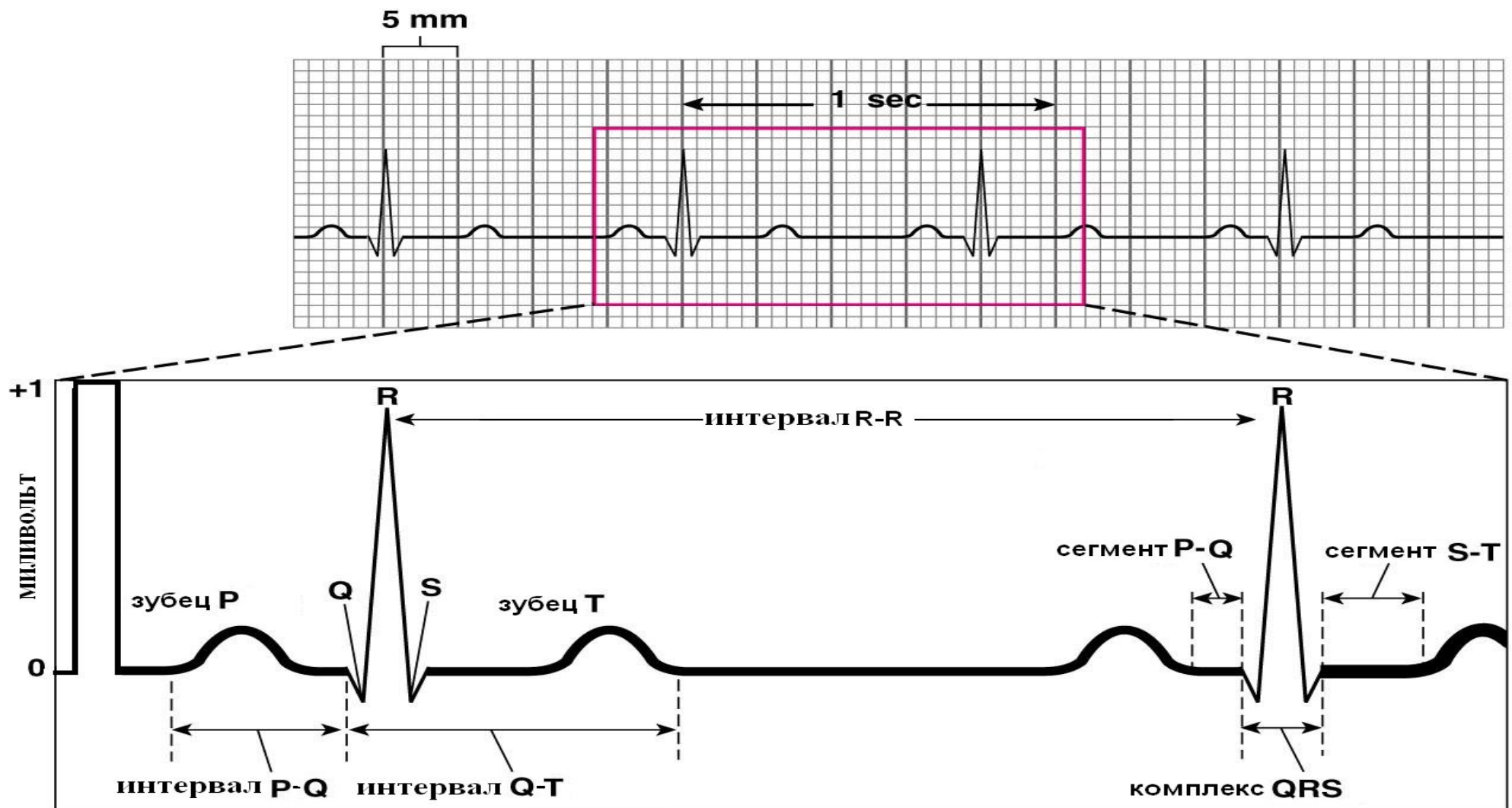


Схема ЭКГ

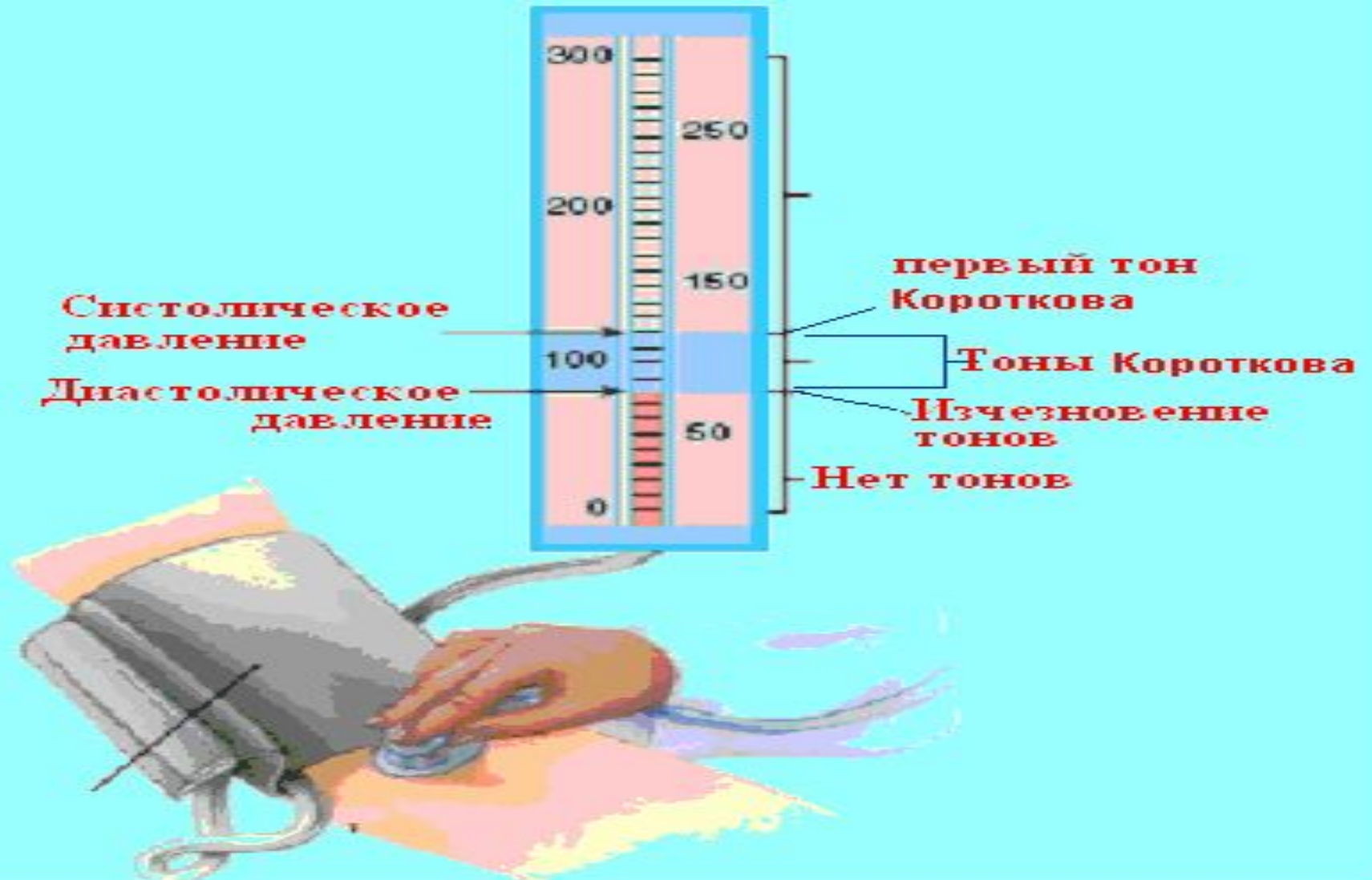


Артериальное давление - это давление, которое делает кровь в артериальных сосудах организма. Он отображает взаимодействие многих факторов: первая группа факторов - сердечные: систолический объем сердца, скорость выбросов крови из желудочков, частота сердечных сокращений; вторая группа факторов -сосудистые: эластичность компенсирующих артерий, тонус резистивных сосудов, объем емкостных сосудов; третья группа факторов - кровяные: объем циркулирующей крови, вязкость крови, гидростатическое давление крови.

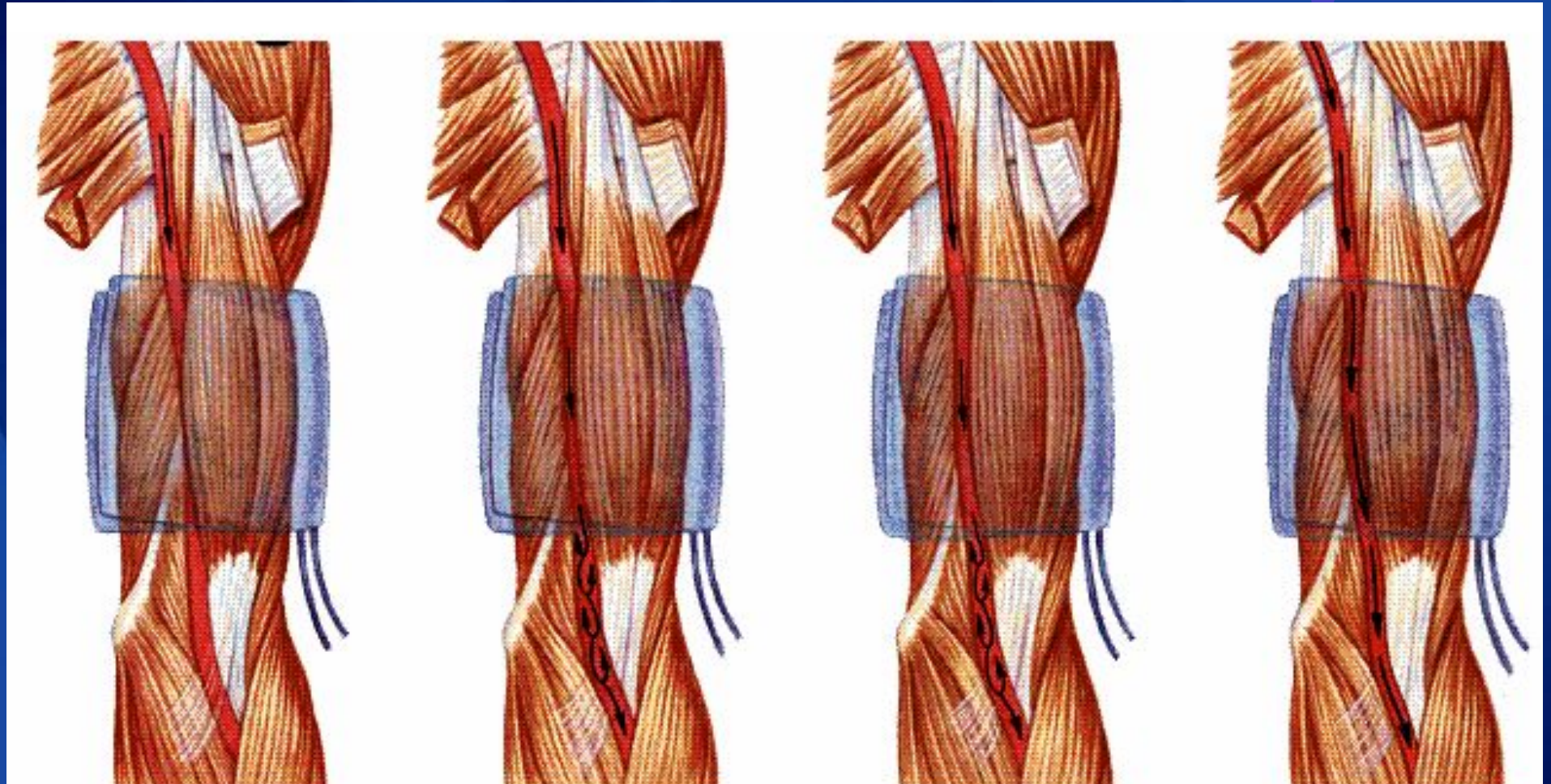
КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПЕРТЕНЗИЙ ПО УРОВНЮ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ ВОЗ (1999 ГОД)

Категория	Уровень артериального давления	
	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.
Оптимальное АД	< 120	< 80
Нормальное АД	< 130	<85
Высокое-нормальное АД	130-139	85-89
Гипертензия I ст (мягкая)	140-159	90-99
Подгруппа – пограничная гіпертензія	140-149	90-94
Гипертензия II ст (умеренная)	160-179	100-109
Гипертензия III ст (тяжелая)	>180	>110
Изолированная систолическая гипертензия	>140	<90
Подгруппа - пограничная гипертензия	140-149	<90

Методика измерения артериального давления по методу Короткова

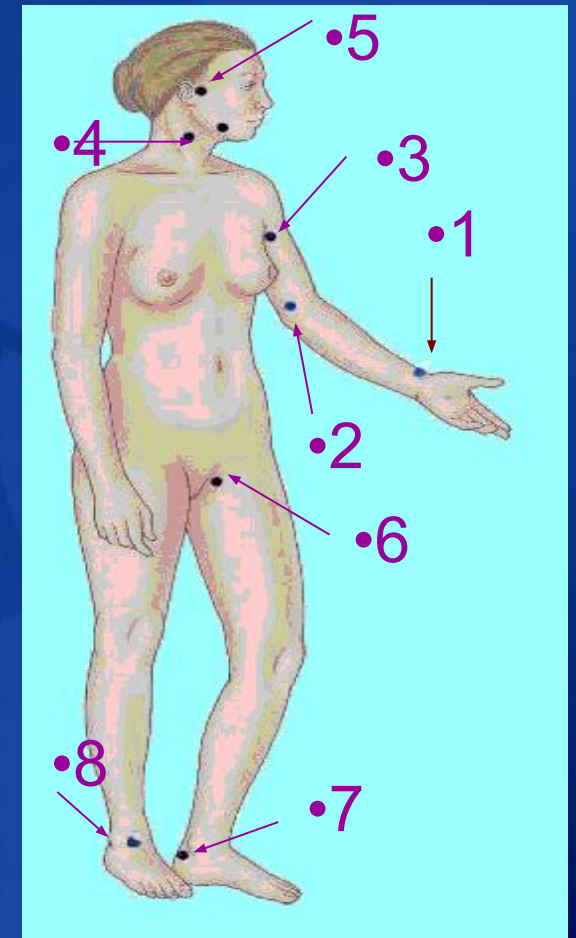


Механизм формирования тонов Короткова



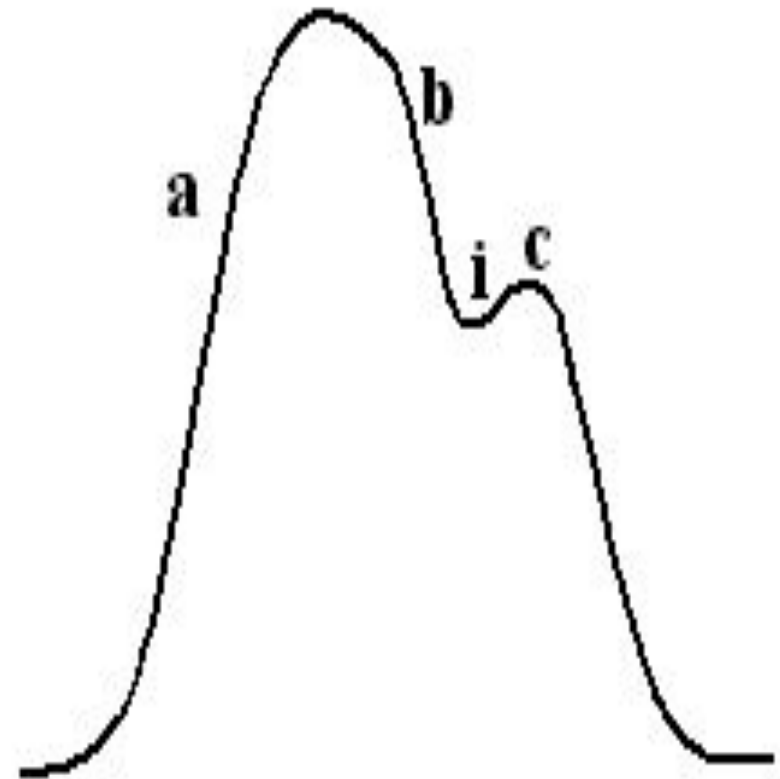
ПАЛЬПАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА


1. *A. radialis*
2. *A. ulnaris*
3. *A. brachialis*
4. *A. carotica communis*
5. *A. temporalis*
6. *A. femoralis*
7. *A. dorsalis pedis*
8. *A. tibialis posterior*



Графический метод исследования артериального пульса

- На сфигмограмме различают: крутой подъем, восходящее колено - анакроту (ана - движение вверх, crotos - удар), который переходит в нисходящее колено - катакроту (cata - вниз), которая имеет дополнительную волну - дикротичну. Анакрота отвечает открытию полулунных клапанов и выхода крови в аорту. Катакрота возникает в конце систолы желудочка, когда давление в нем начинает падать.
- Нисходящее колено имеет выемку - инцизуру и дополнительную волну - вторичный, или дикротичный подъем, который совпадает с закрытием полулунных клапанов аорты и отражением крови от них.





**•Спасибо за
внимание !**