Характеристика возбудимости, проводимости и автоматии сердечной мышцы

Характеристика возбудимости.

- Возбудимость – это способность отвечать на раздражение генерацией ПД.
- Связана с наличием ионоселективных каналов в мембране кардиомицитов.

Возбудимость сердечной мышцы зависит:

- 1) от величины ПП;
- 2) от величины Е кр.;

Потенциал покоя

- Это разность потенциалов между наружной и внутренней средой клетки.
- Величина ПП в различных клетках сердца:
- 1) в кардиомиоците – 90 мВ
- и почти целиком зависит от концентрационного градиента для K^+,
- поддерживается работой Na – K насоса.

- 2) В клетках водителя ритма -60 мВ.
- Во время диастолы спонтанно снижается, т. е. возникает
- медленная диастолическая деполяризация.

Потенциал действия

- В различных частях сердца имеет разную форму, различную ионную природу и разную причину возникновения.

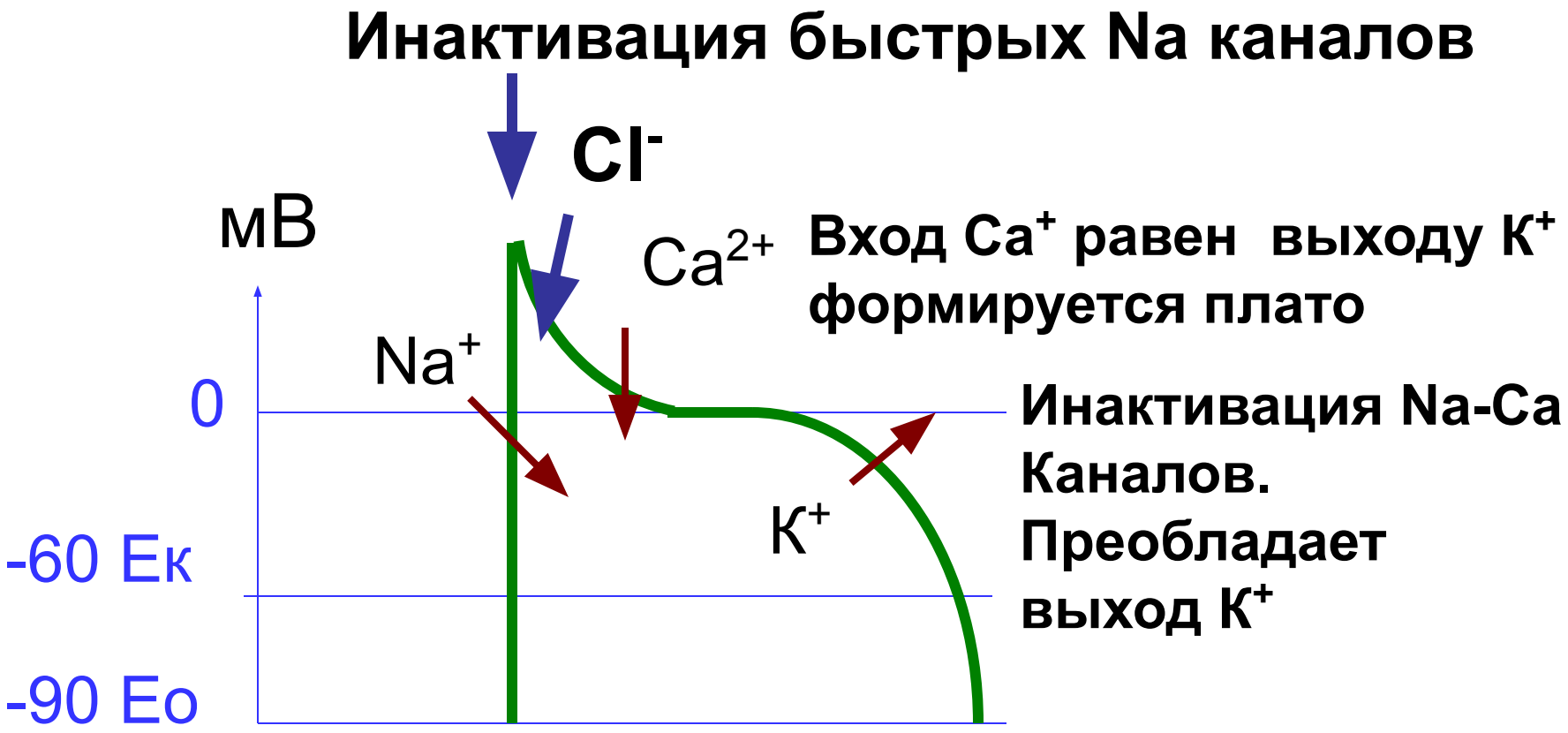
ПД типичного кардиомиоцита

- В норме возникает при поступлении к мышце желудочков стимула от синоатриального узла.

- Его формирование связано с работой быстрых каналов для Na+, K^+, и медленных каналов для Ca^{2+}.
- ПД развивается при деполяризации мембраны до - 60мв (Ек кардиомиоцита),
- открываются быстрые каналы для Na.Возникает деполяризация.

- При деполяризации до -40 mB открываются медленные Na-Ca каналы.

Платообразный ПД кардиомиоцита желудочков

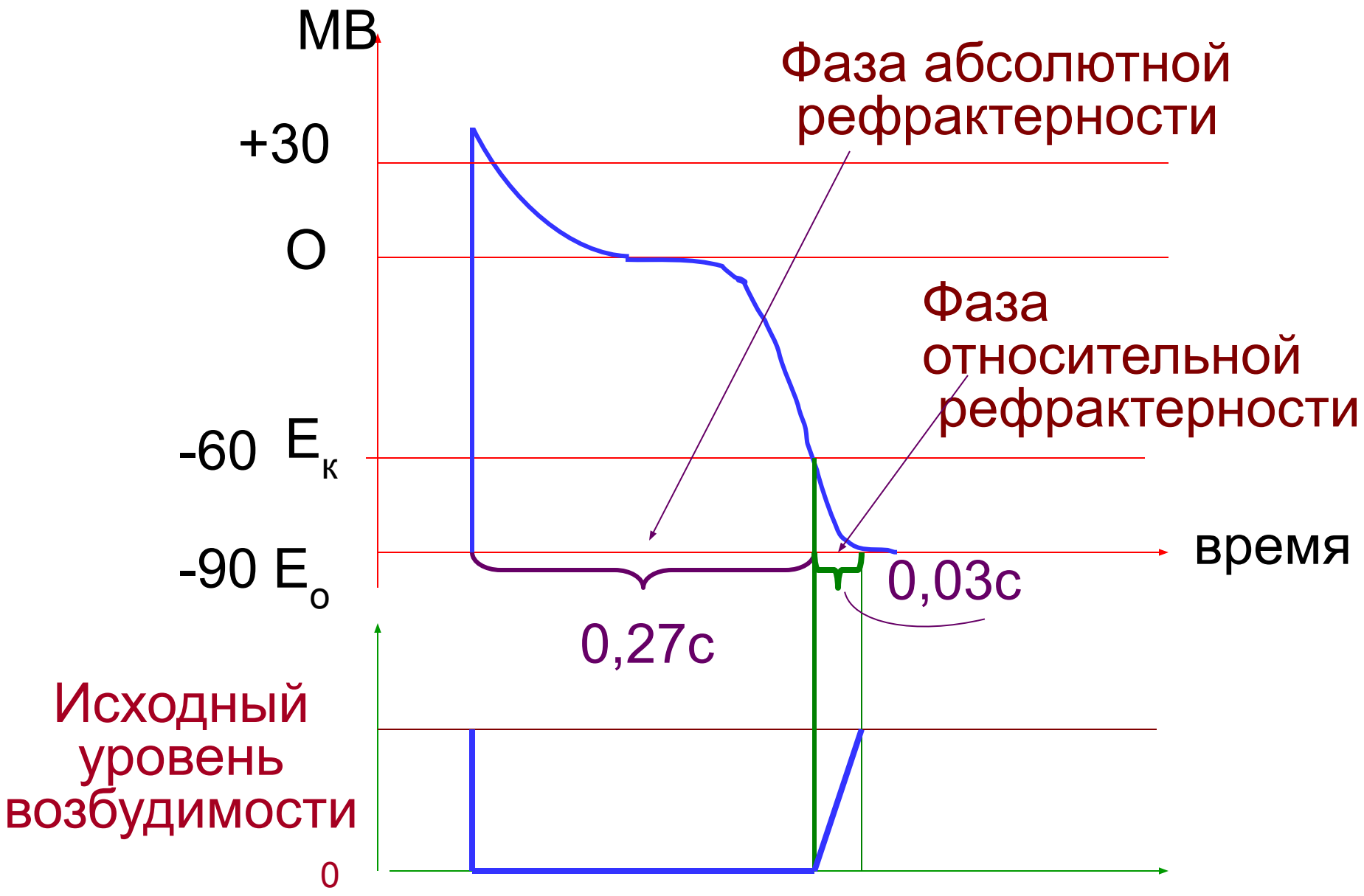


Изменение возбудимости при возбуждении.

- Длительность ПД – 0,3сек;
- абсолютная рефрактерность (абсолютная невозбудимость) – 0,27сек;
- относительная рефрактерность – 0,03сек.

- Значение длительной абсолютной рефрактерности –
- не возникает суммации сокращений

Изменение возбудимости при возбуждении


МВ
+30
О
-60 Ек
-90 Ео
Фаза абсолютной рефрактерности
Фаза относительной рефрактерности
время
0,03с
0,27с
Исходный уровень возбудимости
0

Автоматия сердца

- Это способность сердца сокращаться под действием импульсов, возникающих в нем самом.
- Автоматией обладают только атипические мышечные волокна сердца, образующие его проводящую систему
- Клетки рабочего миокарда автоматией не обладают.

Градиент автоматии

Частота генерации ПД

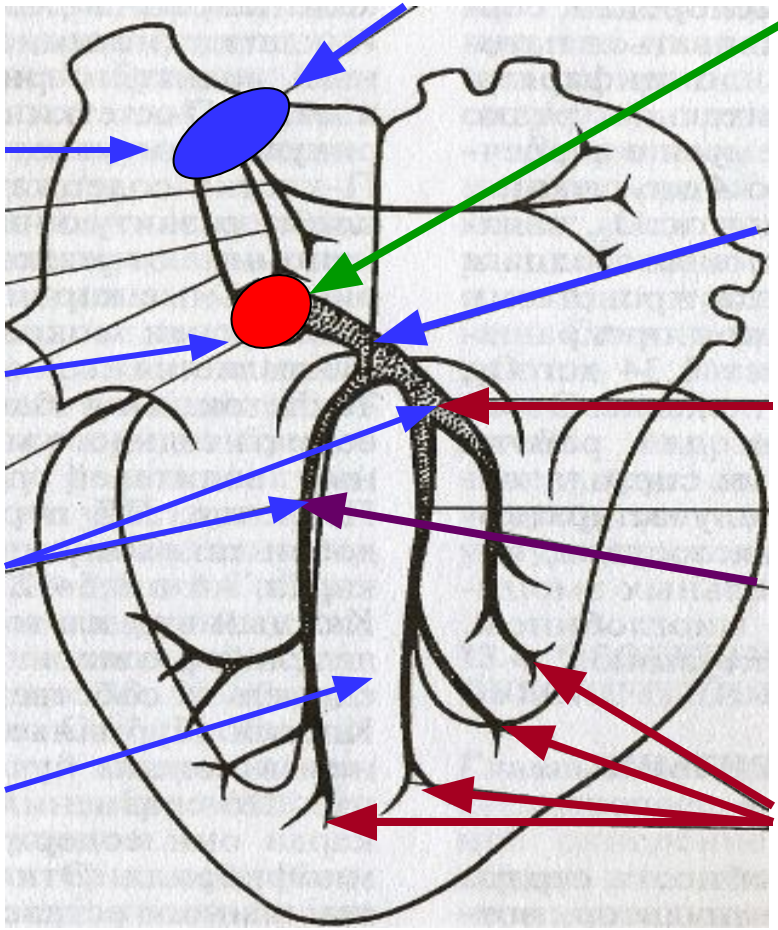
Порядок водителя ритма

I порядка **60 – 80**

II порядка **40 - 50**

III порядка **30 - 40**

IVпорядка **20**



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

В норме работает только СА узел.

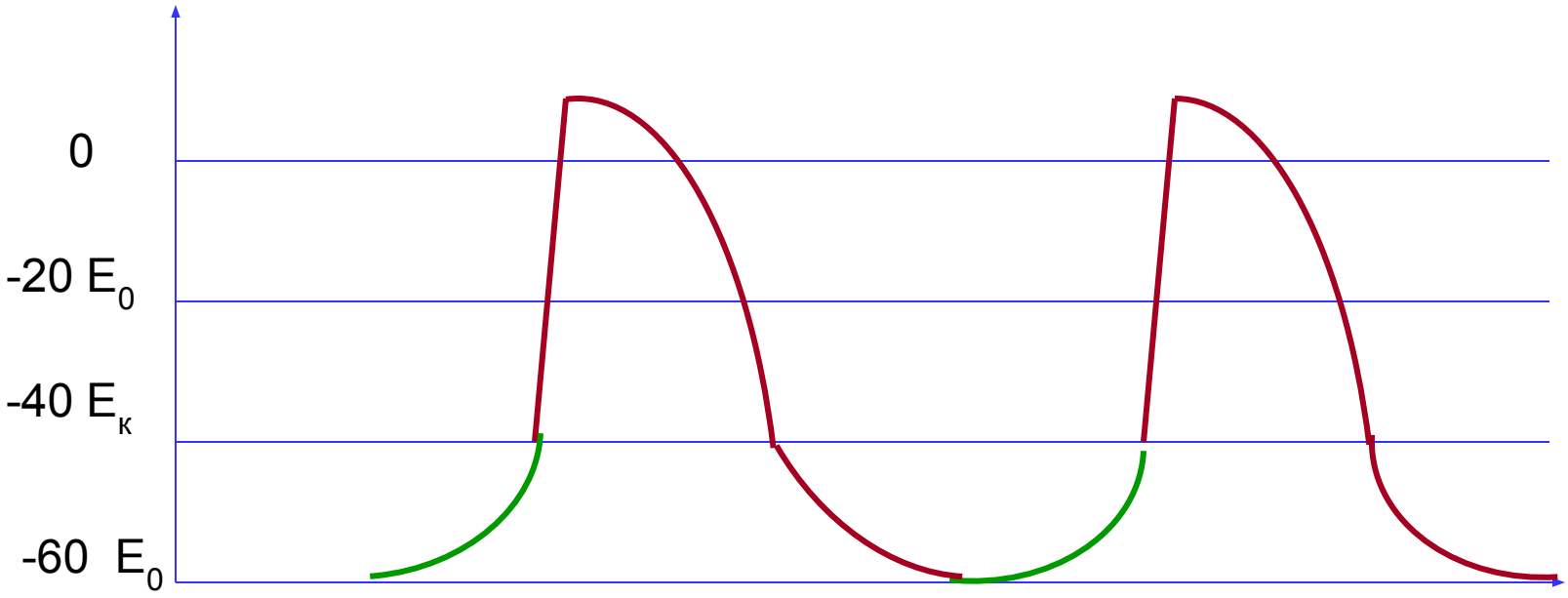
- Водители ритма с более низкой автоматией находятся в заторможенном состоянии.
- Пробуждение других водителей ритма приводит к экстрасистолии.

Механизм автоматии

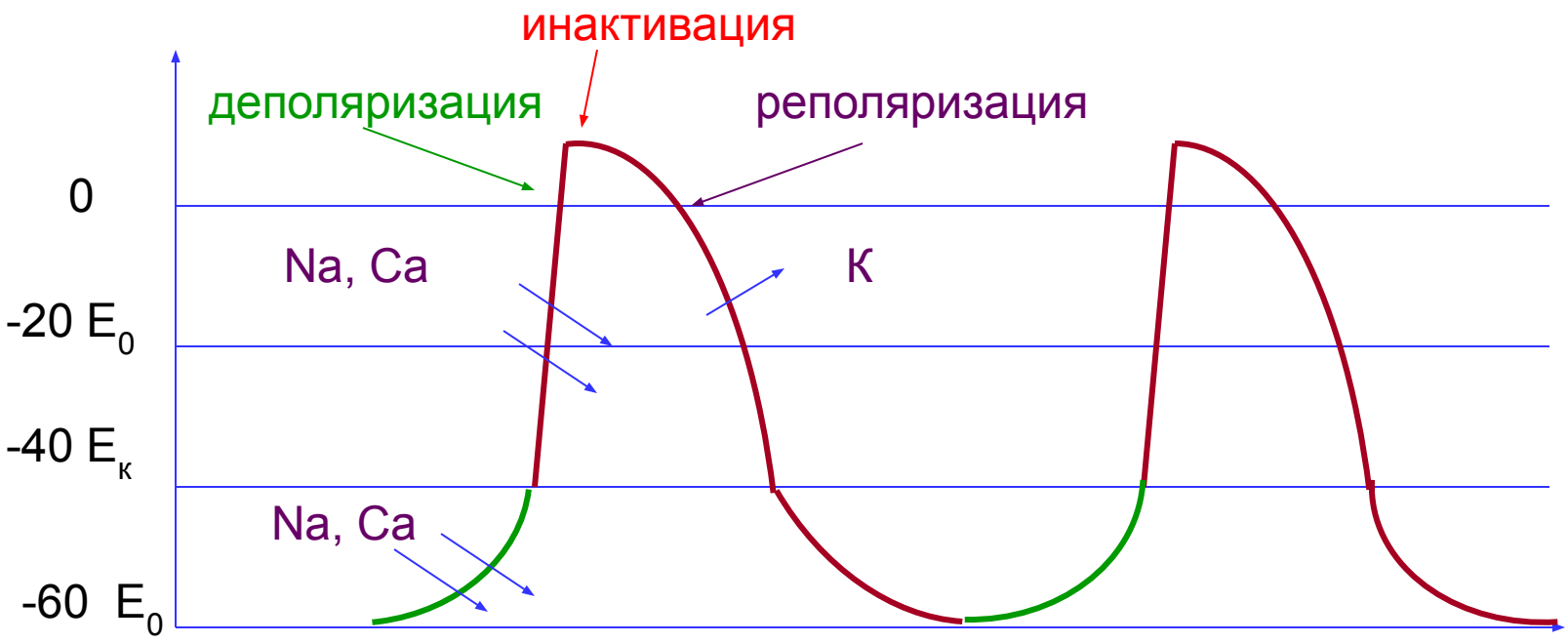
- Ритмичное возбуждение пейсмекерных клеток
- объясняется ритмичным спонтанным изменением в диастолу
- проницаемости их мембраны для ионов Na и Ca.

- Этот процесс называется
- медленная диастолическая деполяризация.

Возникновение потенциала действия в клетках водителя ритма СА узла



Ионный механизм потенциала действия в клетках водителя ритма



- 3.Инактивация Na-Ca каналов происходит при значении мембранного потенциала 0 или (+10 МВ) сразу после инверсии или в начале реполяризации.
- 4.Реполяризация связана с выходом K^+ из клетки. ПП достигает исходного уровня – 60 МВ.
- Начинается новая МДД и новое возбуждение пейсмекера .

Отличия ПД пейсмекера от ПД типичного кардиомиоцита

- 1. **Возникает спонтанно, отражает свойство автоматию.**
- **2. Малая крутизна нарастания.**
- **3. Слабо выраженная инверсия заряда мембраны (до +10 МВ).**
- **4. Отсутствует выраженное плато.**
- **5. Быстрая реполяризация плавно переходит в медленную.**

- В норме:
- ЧСС 60 – 80 уд/мин. (у новорожденных до 140).
- Регистрируется дыхательная аритмия:
- на вдохе ЧСС выше, на выдохе снижается.

Изменения автоматии:

- 1. синусовая тахикардия
- 90 -100 уд/мин.
- 2. синусовая брадикардия
- 40 – 50 уд/мин. (у спортсменов это норма)

- **3. Отсутствие ритма – асинхронное сокращение волокон миокарда:**
- 1) трепетание 200 – 300 уд/мин.
- 2) мерцание 500 – 600 уд/мин. В этих случаях требуется применение дефибриллятора, дающего мощный разряд до 1000в.
- Цель – одновременно возбудить все кардиомиоциты

Экстрасистолы

- – внеочередное сокращение сердца.
- Причины:
- а) внеочередное возбуждение синусового узла;
- б) пробуждение других желудочковых водителей ритма.
- При этом появляется компенсаторная пауза.

- Новые очаги возбуждения, лежащие вне синусового узла, называются эктопическими

Проводимость.

- Это способность типичных и атипических кардиомиоцитов проводить возбуждение.

Проводящая система сердца

- Образована атипическими кардиомиоцитами.
- Обеспечивает:
- 1. проведение возбуждения от СА узла к миокарду предсердий и желудочков.

- 1.автоматию сердца;
- 2.последовательность сокращений предсердий и желудочков за счет задержки проведения возбуждения в атриовентрикулярном узле;

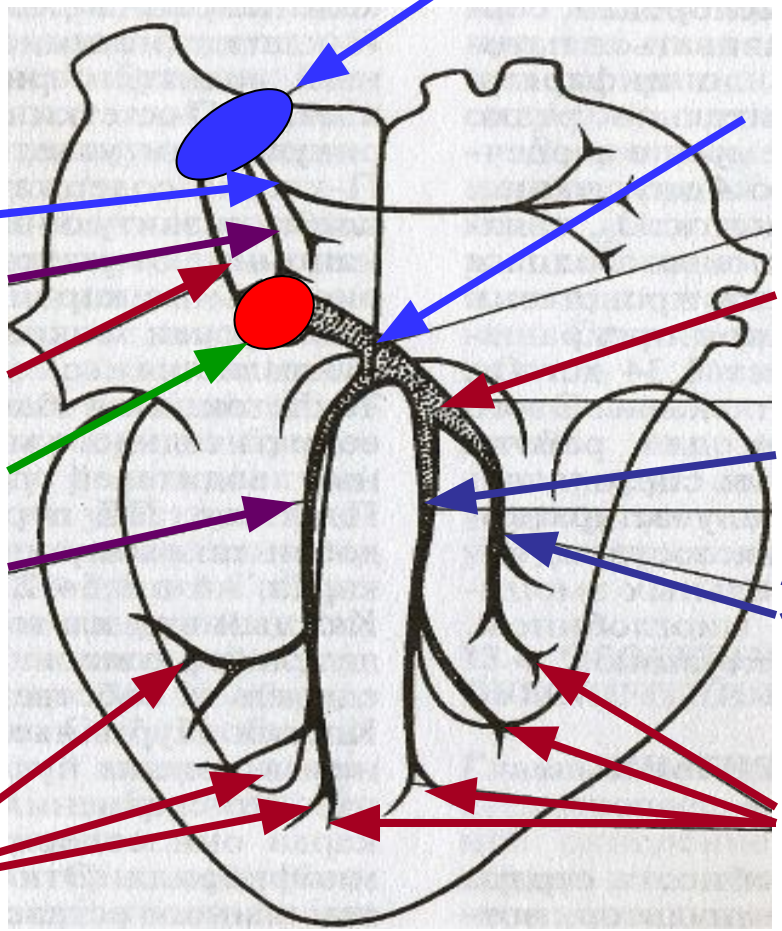
- 3.синхронное сокращение всех отделов желудочков;
- 4.надежность в работе сердца за счет наличия резервных водителей ритма.

Элементы проводящей системы. Скорость проведения.

- 1) синоатриальный узел → пучки Бахмана → мышца правого и левого предсердия.
- V = 0,8 – 1м/с.
- 2) По пучкам Венкебаха, Тореля возбуждение переходит на АВ узел.
- V = 0,05м/с – **атриовентрикулярная задержка.**

- 3) Внутрижелудочковая проводящая система представлена общей, левой и правой ножками пучка Гиса, волокнами Пуркинье.
- V = 4м/с.
- 4) По рабочему миокарду возбуждение распространяется со скоростью 1м/с.

Проводящая система сердца (фронтальный срез)



СА узел

Пучок Гиса

Пучки

Бахмана

Венкебаха

Тореля

АВ узел

Правая ножка

Левая ножка

Передняя ветвь

Задняя ветвь

Волокна Пуркинье

Волокна Пуркинье

Особенности распространения возбуждения в сердечной мышце.

- Сердечная мышца – функциональный синцитий.
- Возбуждение распространяется по нексусам.
- Это увеличивает надежность проведения возбуждения в миокарде.

Нарушения проводимости

- 1) **Атриовентрикулярные_ блокады.**
- **Неполная.**
- **Не все импульсы от СА узла доходят до желудочков.**
- **Полная блокада.**
- **В этом случае полностью нарушается проведение возбуждения.**
- **Предсердия и желудочки работают каждый в своем ритме.**

2. Блокада ножек пучка Гиса.

- В результате желудочки сокращаются неодновременно.
- Коррекция нарушения проводимости.
- 1) Использование кардиостимулятора.
- 2) Лекарства, воздействующие на миокард, проводящую систему.

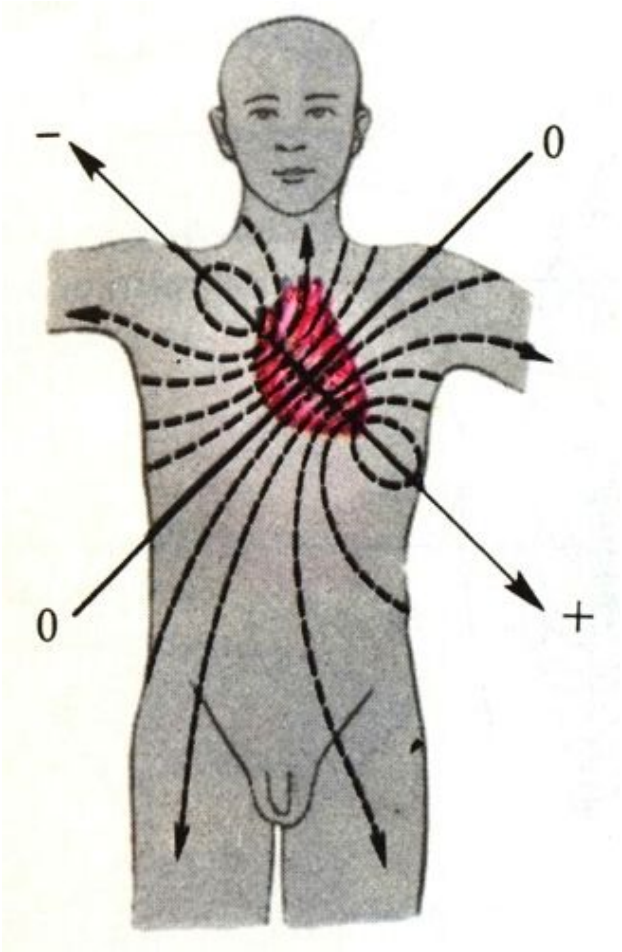
Биоэлектрические явления в целом сердце.

Возбудимость, проводимость и автоматию можно оценить по ЭКГ.

- ЭКГ – запись изменений разности потенциалов,
- возникающих на поверхности сердца
- или окружающей его проводящей среде,
- при распространении возбуждения по сердцу.

Работающее сердце - диполь

- Невозбужденный участок сердца – «+» возбужденный „-”.
- Силовые линии распределены вдоль тела.
- В зависимости от положения сердца и положения электродов вид ЭКГ будет различаться по форме и амплитуде зубцов.



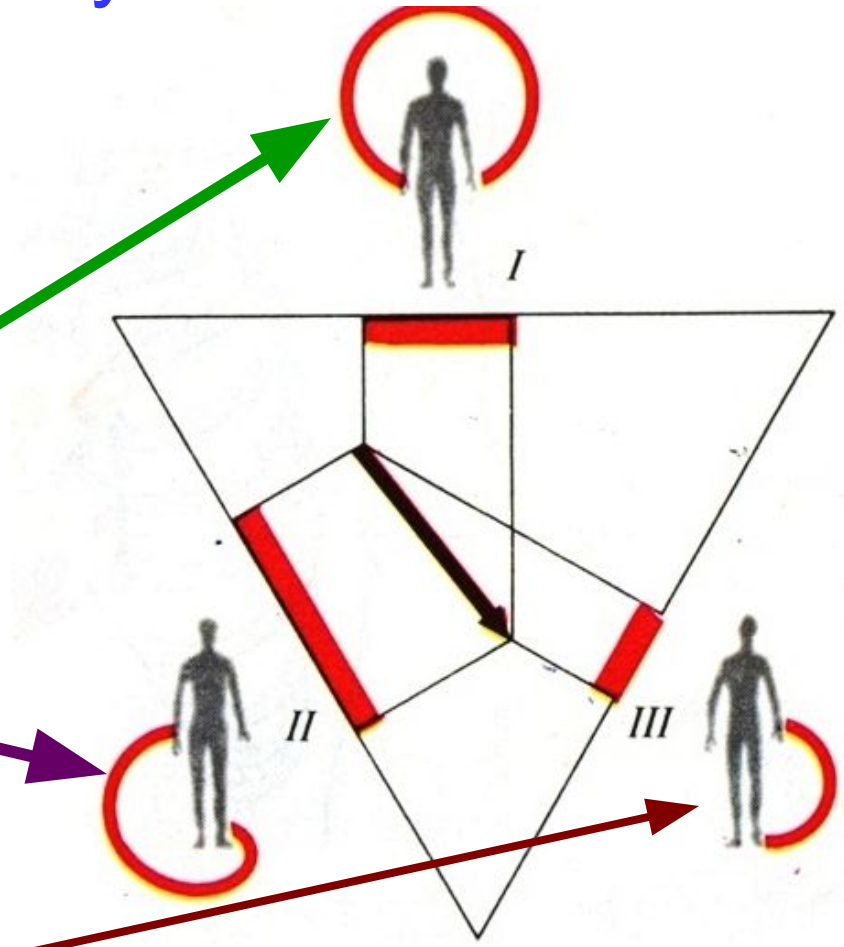
Электрокардиографические отведения

- Это варианты расположения электродов на теле при регистрации электрокардиограммы.
- Виды отведений.
- 1.Монофазные – регистрируется потенциал в одной точке.
- 2.Биполярные – регистрируется разность потенциалов между двумя точками.

- Во всех случаях имеется 2 электрода.
- Один присоединяется к положительному полюсу гальванометра - положительный (активный) электрод.
- Второй – к отрицательному полюсу – отрицательный (нулевой) электрод отведения.

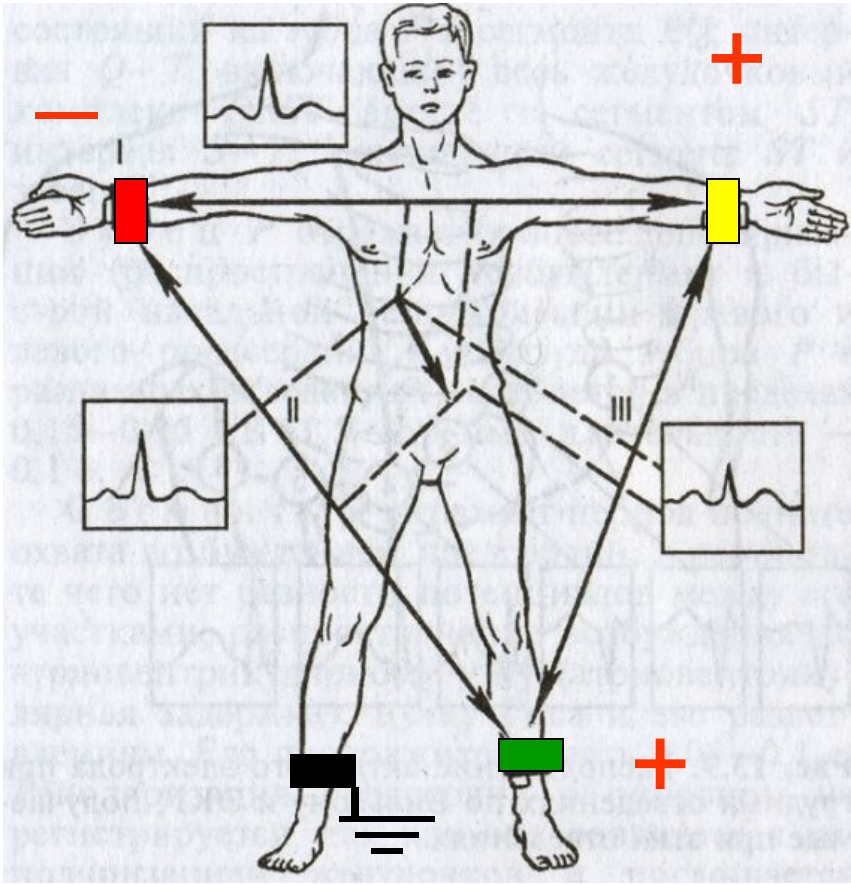
Стандартные биполярные отведения ЭКГ по Эйнтховену

- Регистрируется разность потенциалов между двумя точками на конечностях:
- I отведение – левая рука(+) – правая рука(-);
- II отведение – правая рука(-) – левая нога(+);
- III отведение – левая рука(-)– левая нога(+).



Расположение электродов

- Правая рука – красный
- Левая рука – желтый
- Левая нога – зеленый
- Правая нога - черный, заземляющий

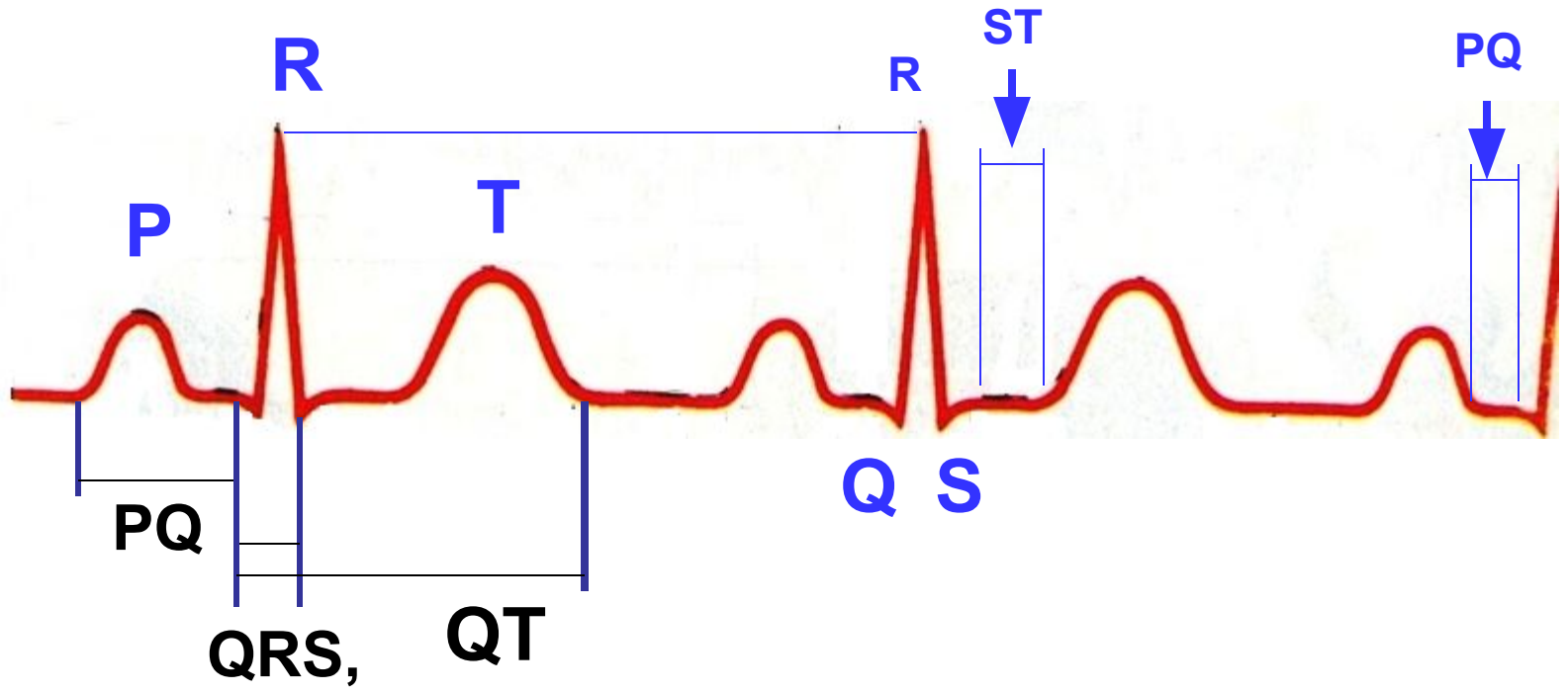


Элементы ЭКГ

1.Зубцы → положительные: P,R, T
1.Зубцы → отрицательные: Q, S

} В стандартных отведениях

2.Интервалы: PQ, QRS,QT,R-R (и другие)

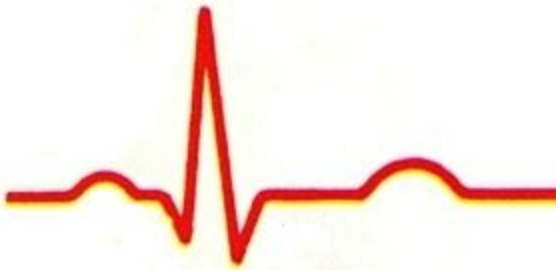


3. Сегменты: PQ, ST

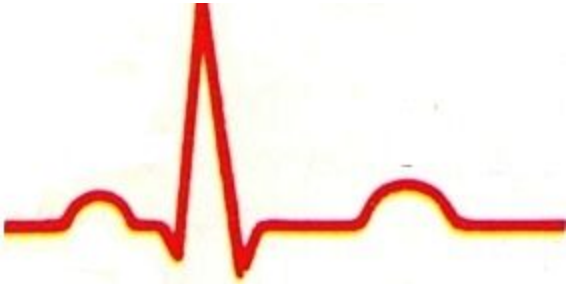
Вид ЭКГ в стандартных отведениях

отведение

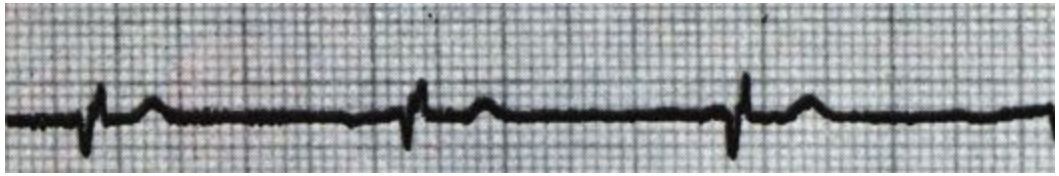
I



II



III



Характеристика зубцов ЭКГ

- Отражают возбуждение отделов сердца.
- P- возбуждение предсердий.
- Комплекс QRS – возбуждение желудочков.
- Q – возбуждение межжелудочковой перегородки.
- R - распространение возбуждения по миокарду правого и левого желудочков от эндокарда к эпикарду.

- S – распространение возбуждения на основание желудочков.
- T – быстрая реполяризация.
- U – иногда регистрируется после T, особенно в V_1 и V_2.
- Происхождение его не ясно.

Параметры ЭКГ в норме.

- Длительность зубцов и интервалов в секундах:
- P = 0,06 – 0,11
- PQ – 0,12 – 0,20
- QRS – 0,06 – 0,1
- T – 0,05 – 0,25
- QT – 0,27 – 0,55
- R – R – 0,8

- Амплитуда зубцов в милливольтах:
- P – 0,1 – 0,2
- Q – 0,3
- R – 1,0 – 2,0
- S – 0 – 0,06
- T – 0,2 – 0,6

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.

3) Оценка автоматии:

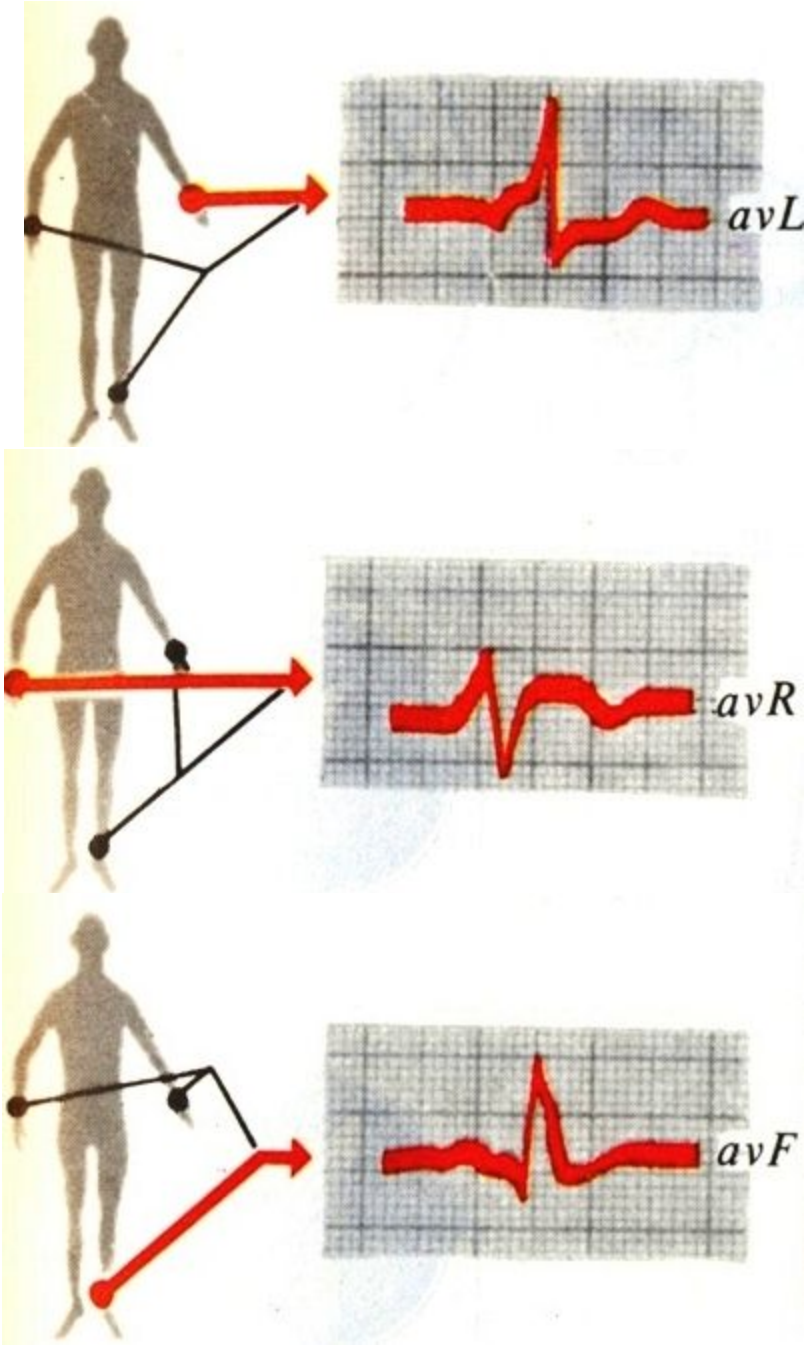
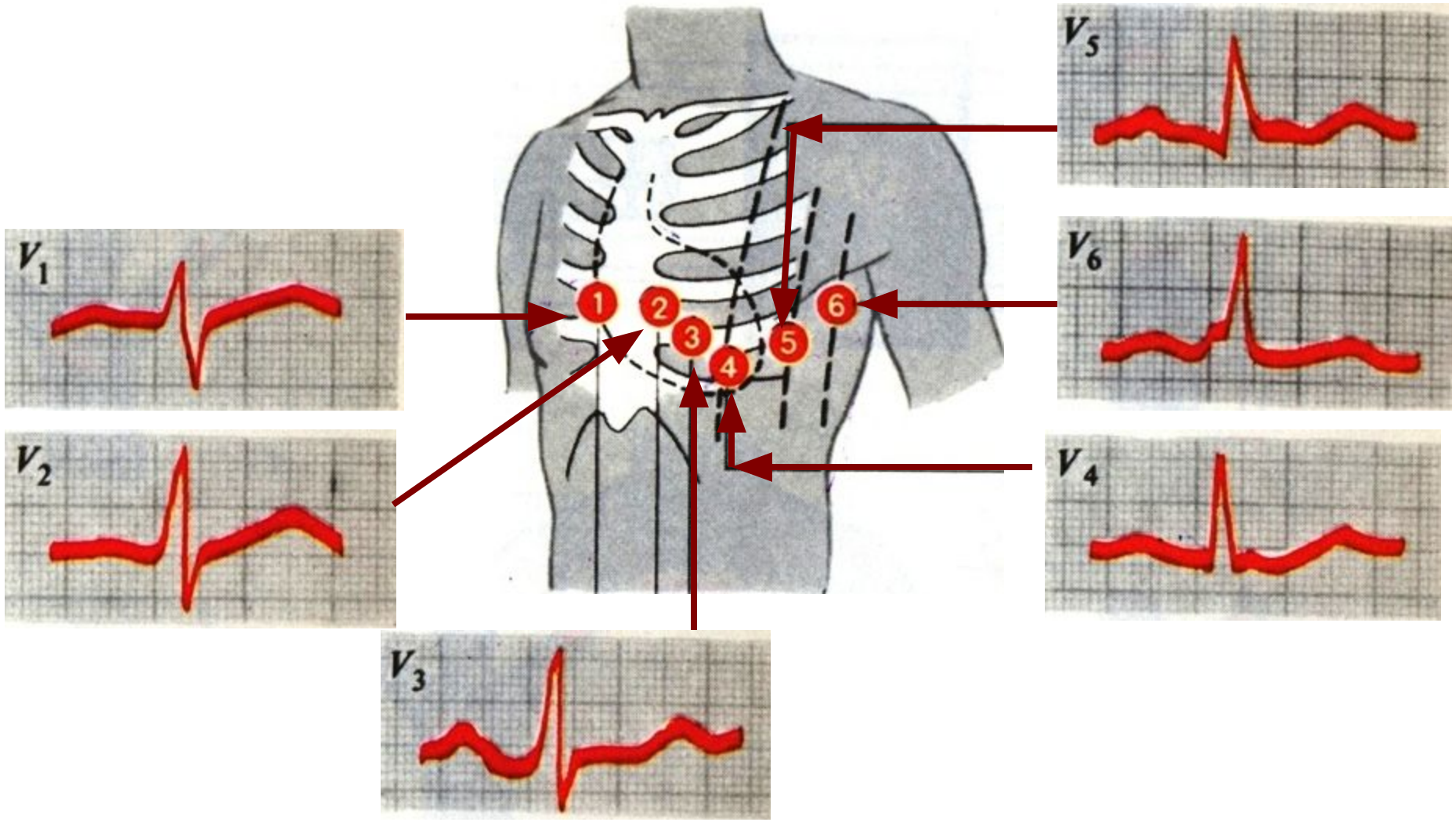
- а) положение водителя ритма - по чередованию зубцов ЭКГ.
- .При синусовом ритме каждый комплекс зубцов начинается зубцом Р.
- б) Уровень автоматии – по ЧСС, которая рассчитывается по длительности интервала R-R

Усиленные однополюсные отведения от конечностей по Гольдбергеру - aV:
a-augmented – усиленный.
V-voltage -потенциал

aVL (left)–усиленное отведение от левой руки

aVR (right) –усиленное отведение от правой руки

aVF (foot) –усиленное отведение от левой ноги



Грудные однополюсные отведения по Вильсону V_1 –V_6