

*ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский
медицинский университет» им. Н.И.Пирогова
Кафедра общей терапии ФДПО*

**ТЕМА ЛЕКЦИИ:
Нормальная ЭКГ.**



*Доцент кафедры общей терапии ФДПО
к.м.н. Сванадзе А.М.*





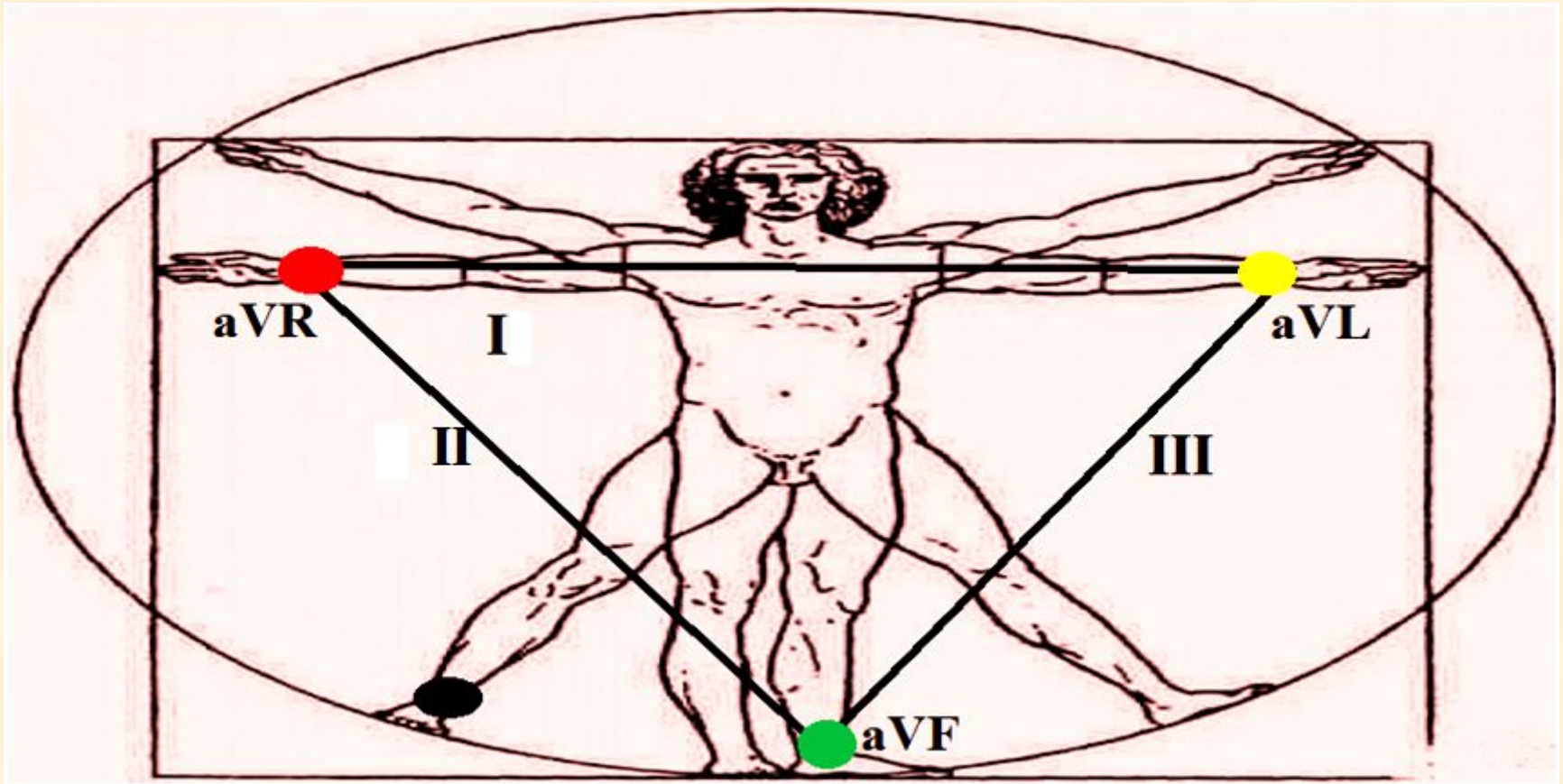
**Электрокардиография-
графическое изображение
колебаний разности
электрических
потенциалов, снятых с
поверхности тела в период
сердечного цикла**

История электрокардиографии

- Наличие электрических явлений в сокращающейся сердечной мышце впервые обнаружили **Р. Келликер** и **И.Мюллер** в 1856 году.
- Физиолог А. Уоллер впервые получил запись электрической активности миокарда человека и сформулировал основные положения электрофизиологических понятий ЭКГ .
- Голландский физиолог **Виллем Эйнтховен** на основе струнного гальванометра создал первый электрокардиограф.

В 1908 г. предложил располагать электроды на руках и ногах. Он ввел понятие «отведения», предложив три **стандартных** отведения от конечностей.

Расположение электродов стандартных отведений на конечностях



I отведение – измерение разницы потенциалов на левой руке и правой руке,

II отведение - на левой ноге и правой руке,

III отведение - на левой ноге и левой руке.

В 1942 г. Е. Гольдбергер предложил еще три отведения, назвав их усиленными.

Усиленные однополюсные отведения обозначаются **aVR, aVL, aVF**,

где а - первая буква английского слова augmented (усиленный),

V -вольтаж, R - правая рука,

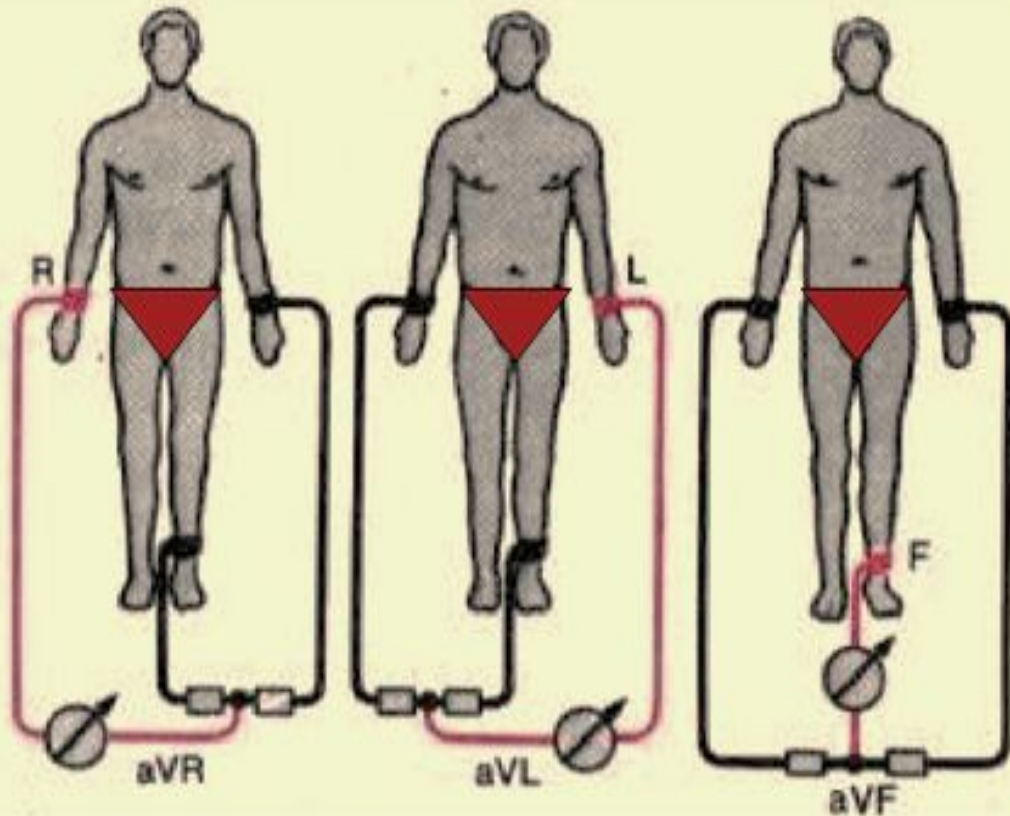
L - левая рука и F - левая нога.

Схема усиленных отведений от конечностей

aVR-разница потенциалов, измеренная между правой рукой и объединенным электродом левой рукой и левой ногой

aVL-между левой рукой объединенными правой рукой и левой ногой

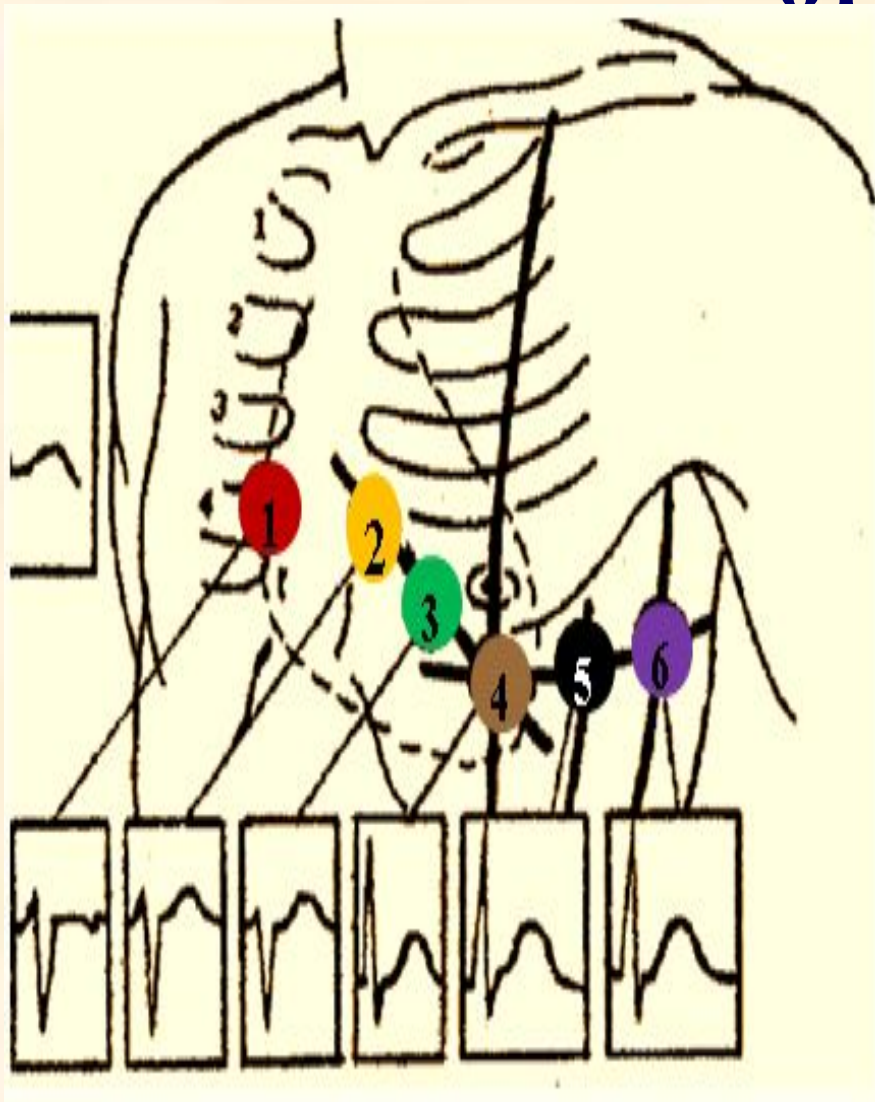
aVF-между левой ногой и объединенными руками



Отведения Гольдбергера

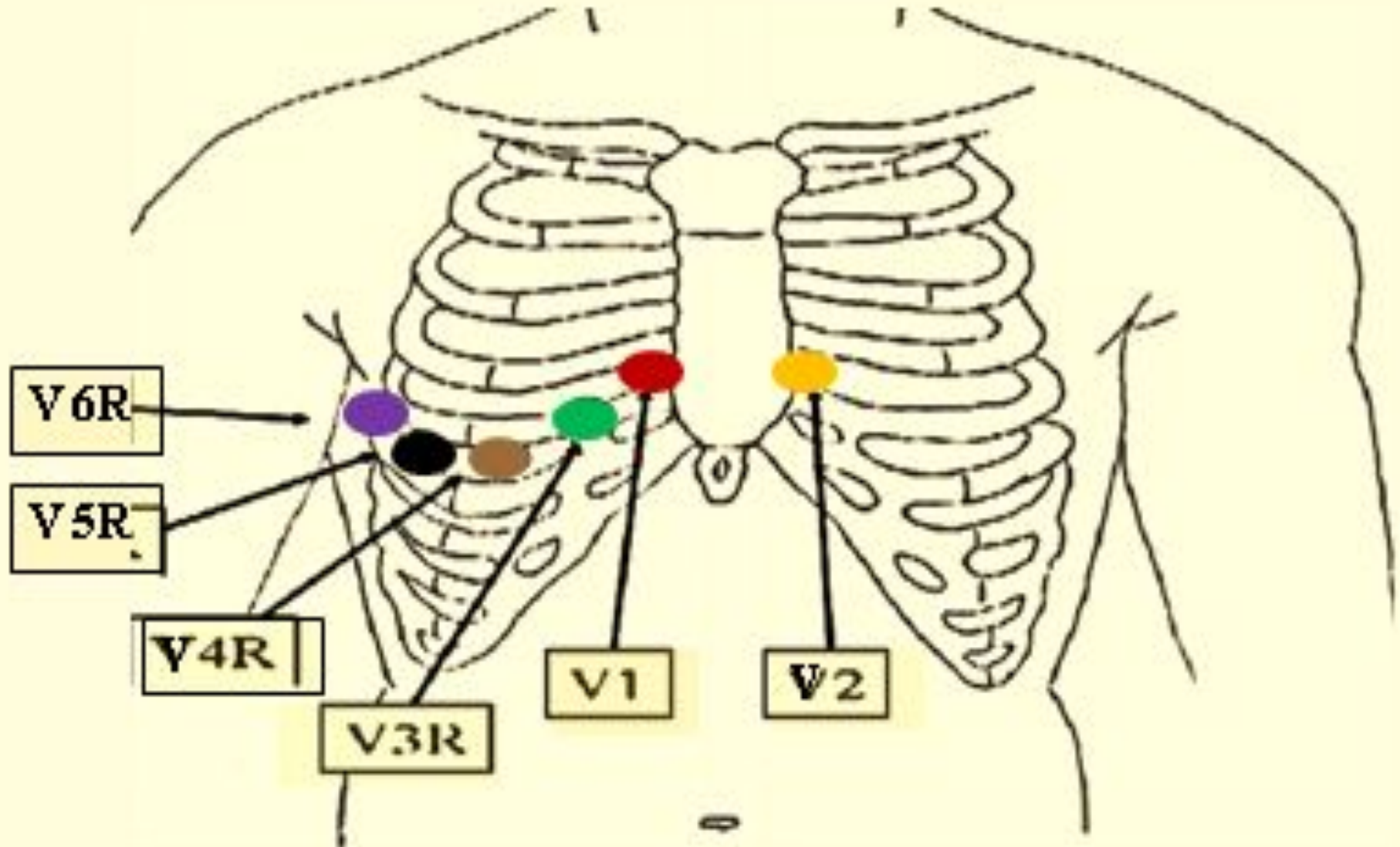
В 1946 г. Ф. Вильсоном были предложены грудные отведения ЭКГ, в которых одним из электродов является точка на поверхности грудной клетки, а другим — объединенный электрод от всех конечностей.

Грудные отведения

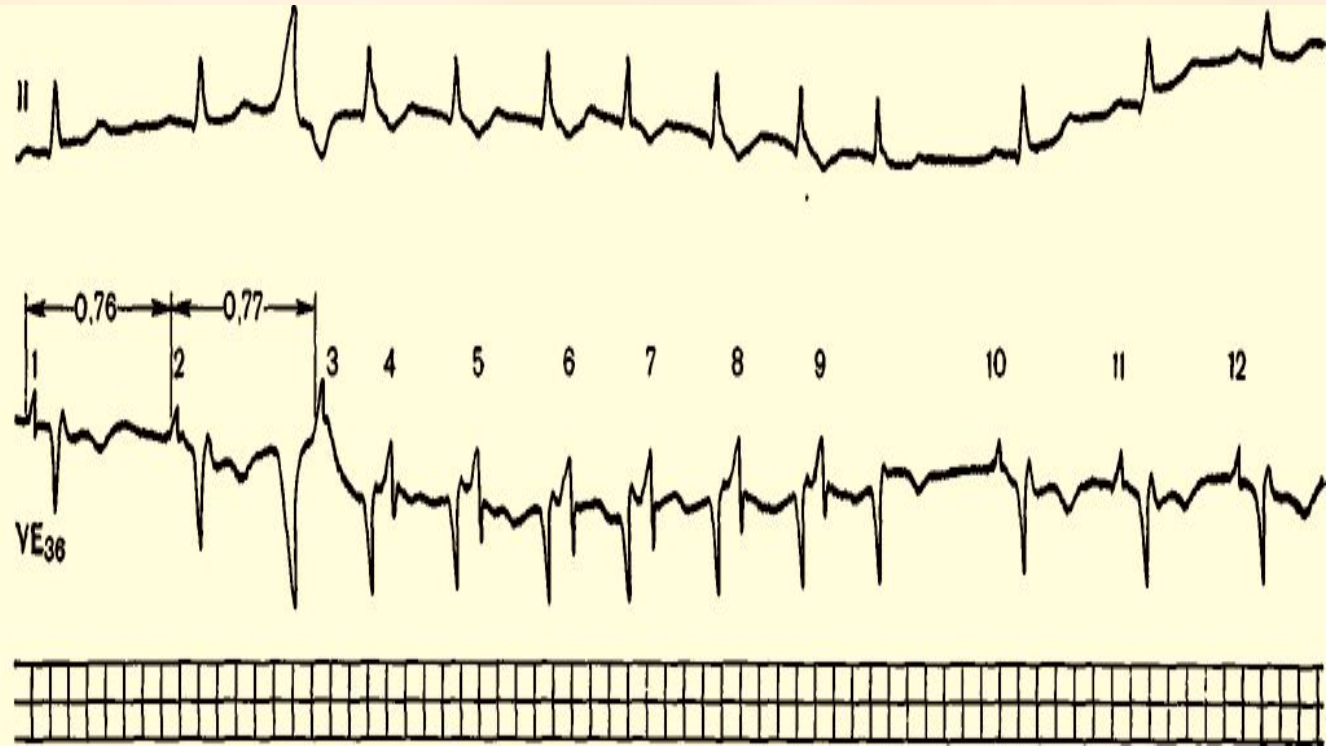


- V1 - в IV межреберье у правого края грудины
- V2 - в IV межреберье у левого края грудины
- V3 - посередине линии, соединяющей позиции V2и V4
- V4 - в V межреберье по левой среднеключичной линии
- V5 - в V межреберье по левой передней подмышечной линии
- V6 - в V межреберье по левой средней подмышечной линии

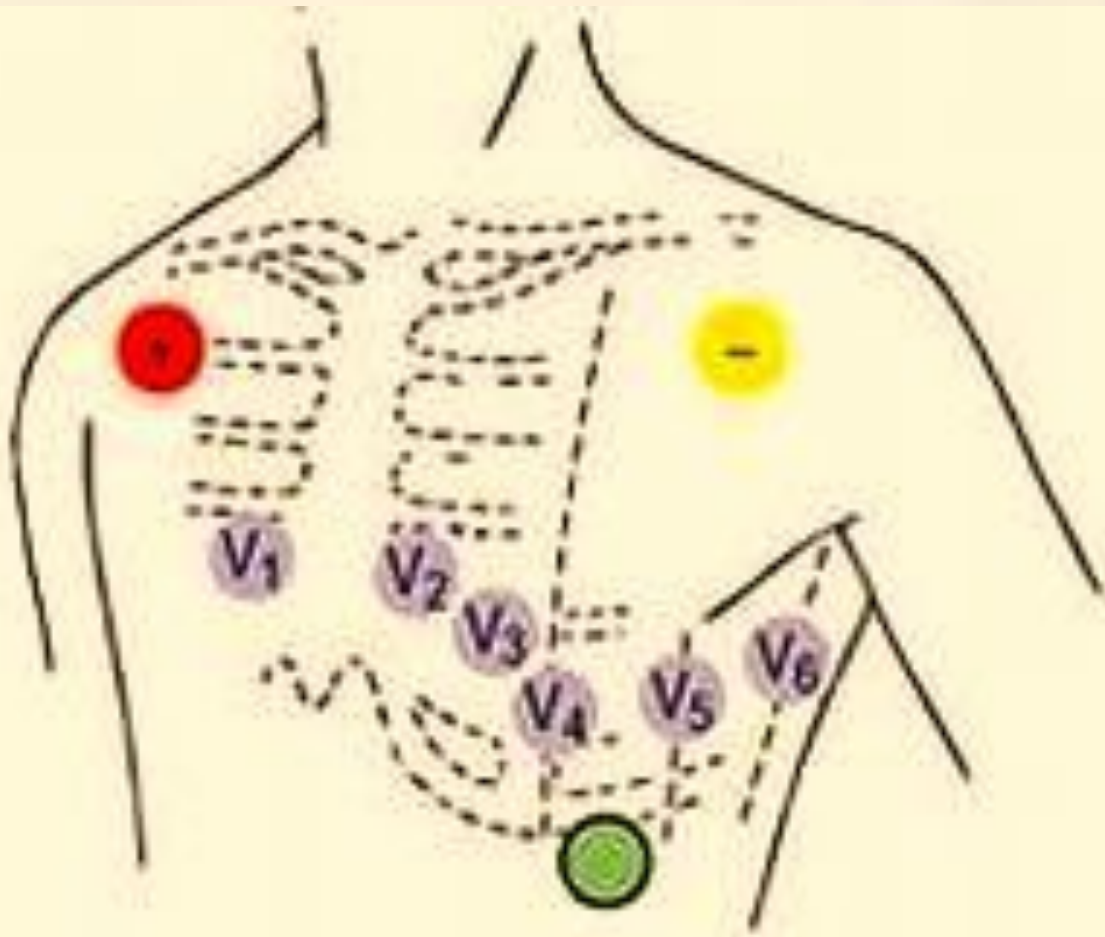
Правые грудные отведения



Пищеводное отведение



ЭКГ отведение по Небу



D (dorsalis –
спинальное)

устанавливается во
втором межреберье
справа от грудины

A (anterior – переднее)
в пятом межреберье по
задней подмышечной
линии слева

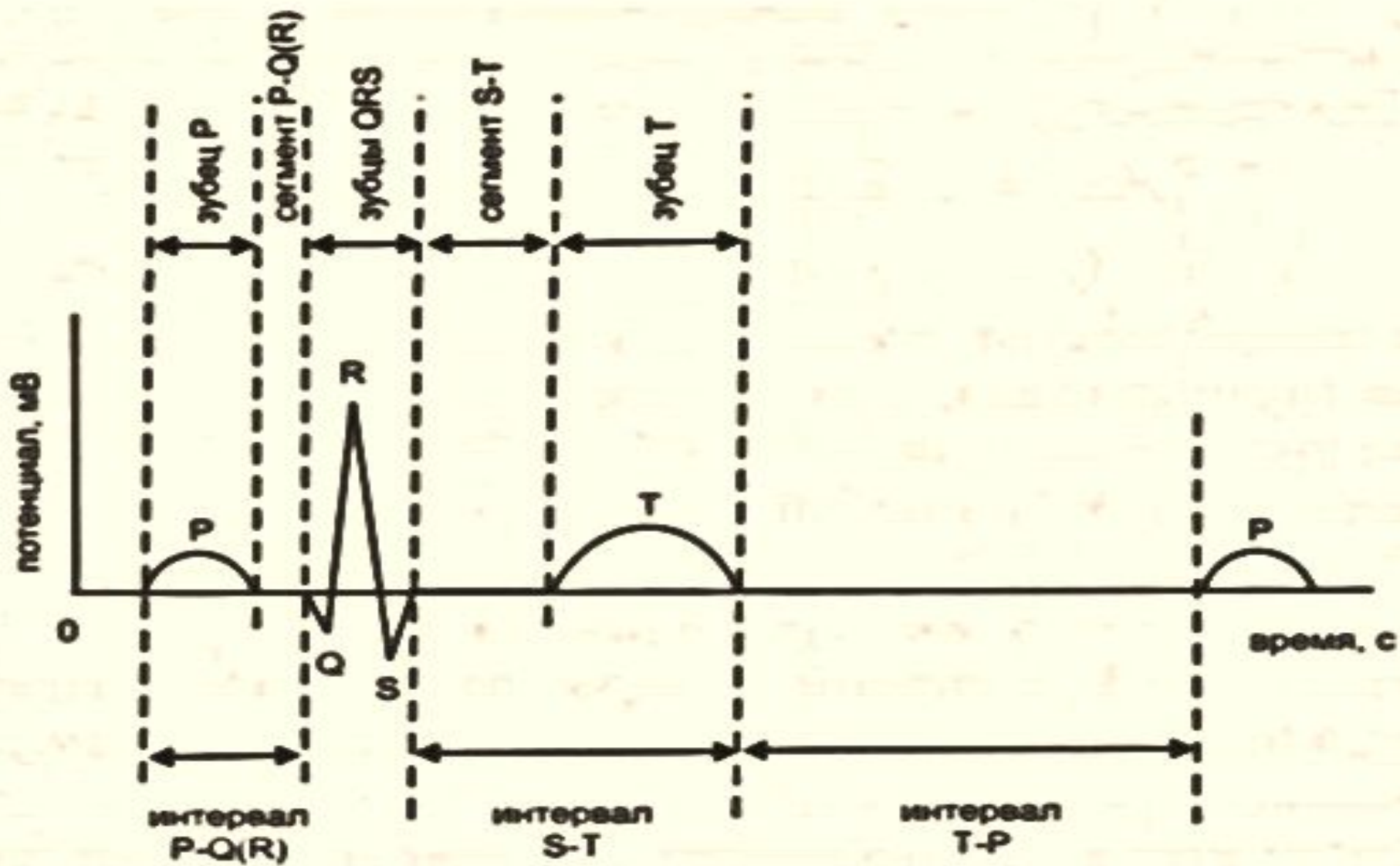
I (inferior – нижнее)
пятое межреберье по
срединно-ключичной
линии слева

D-информативно при очаговых изменениях в задней стенке ЛЖ

A – при изменениях в переднебоковой стенке ЛЖ

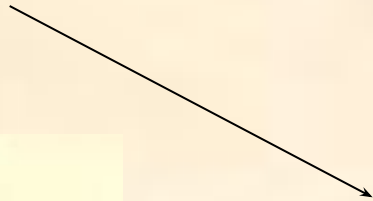
I -в нижних отделах переднебоковой стенки ЛЖ

НОРМАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА

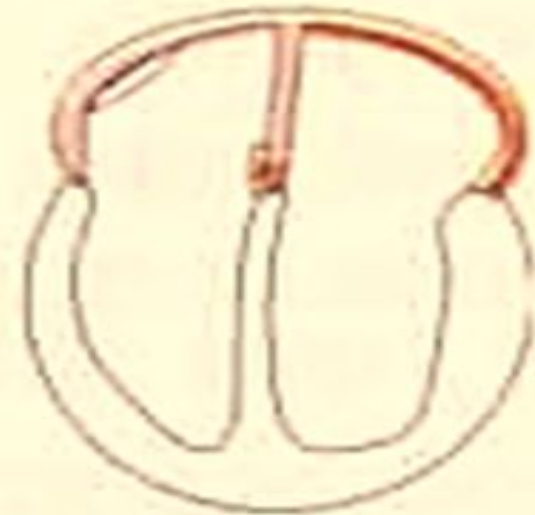
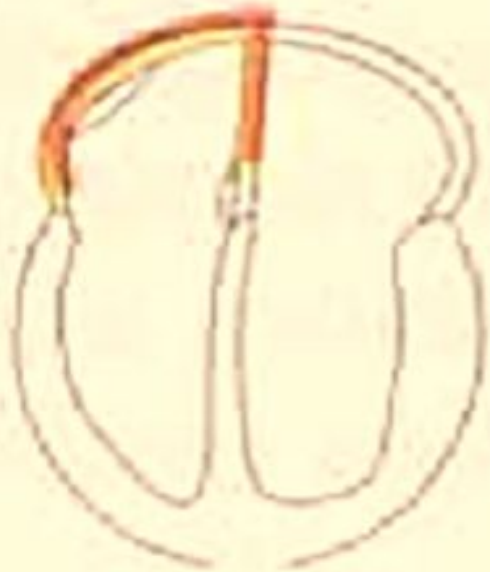


Зубец Р

возбуждение
правого
предсердия



возбуждение
левого
предсердия

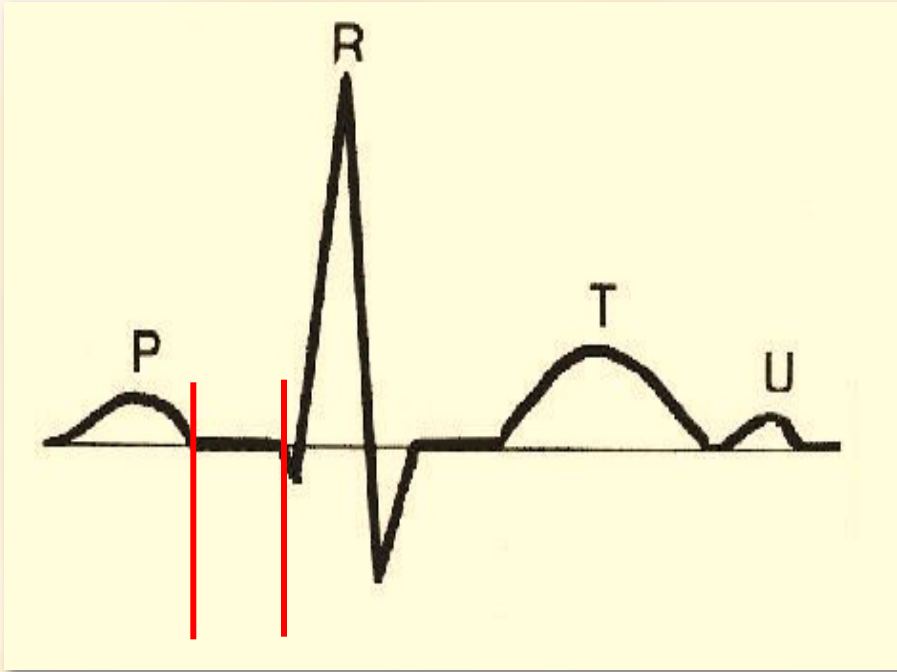


Зубец Р

- Продолжительность: до 0,1 с;
- амплитуда: не более 2,5 мм;
- $R_{II} > R_I > R_{III}$;
- может быть «+» во всех отведениях, за исключением aVR ;
- может быть «-» в:
 - III отведении (при горизонтальном положении сердца),
 - aVL (при вертикальном положении сердца),
 - V_1 ;
- в некоторых случаях в отведениях V_1 и aVL регистрируется двухфазный (положительно-отрицательный) зубец Р (вариант нормы).

Сегмент P-Q (R)

оба предсердия охвачены возбуждением

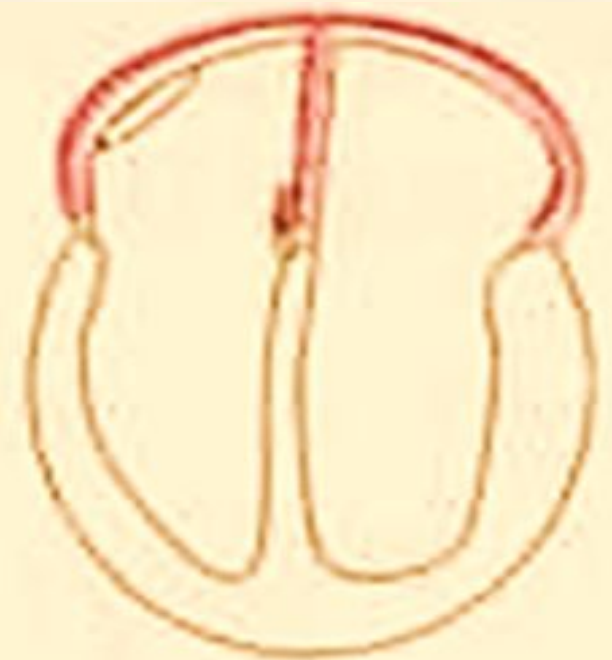
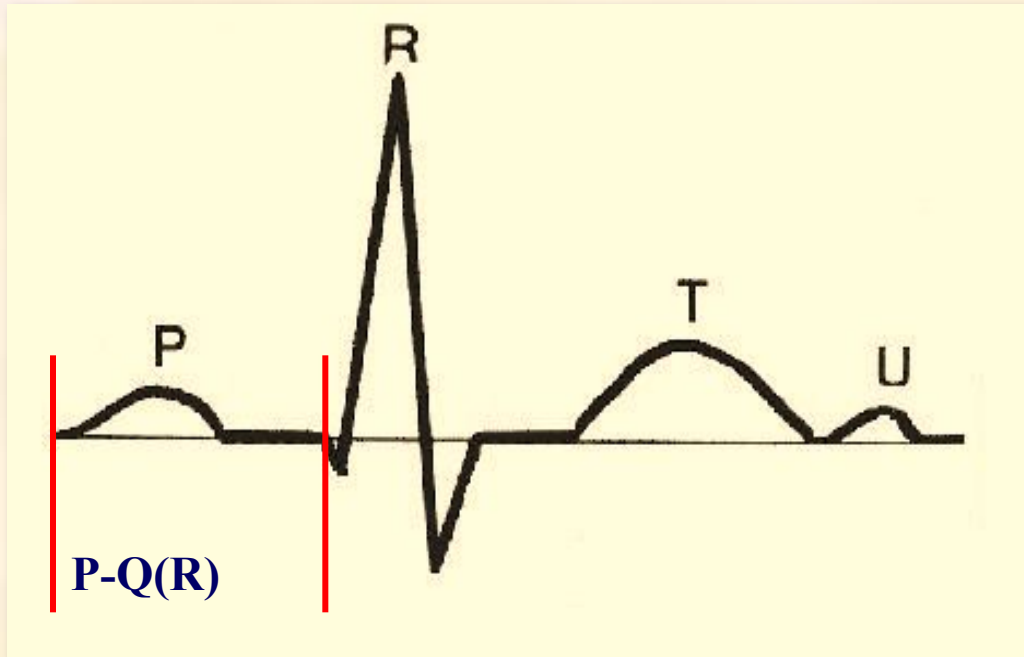


- Продолжительность: не более 0,1 с.
- **Индекс Макруза** — отношение продолжительности зубца P к продолжительности сегмента P-Q.

В норме Индекс Макруза = 1,1-1,6.

Интервал P-Q(R)

время прохождения возбуждения по предсердиям и АВ-соединению до миокарда желудочков.

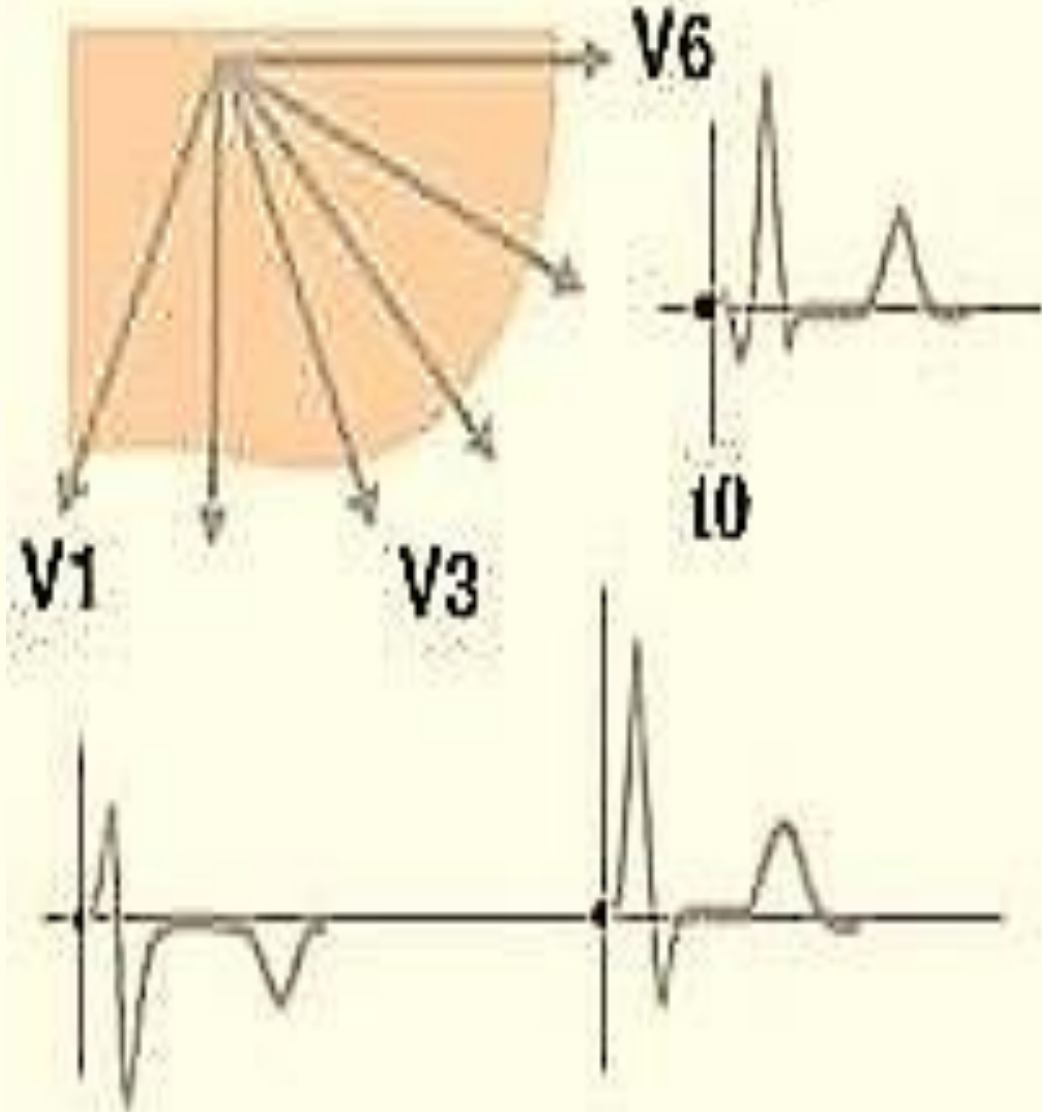
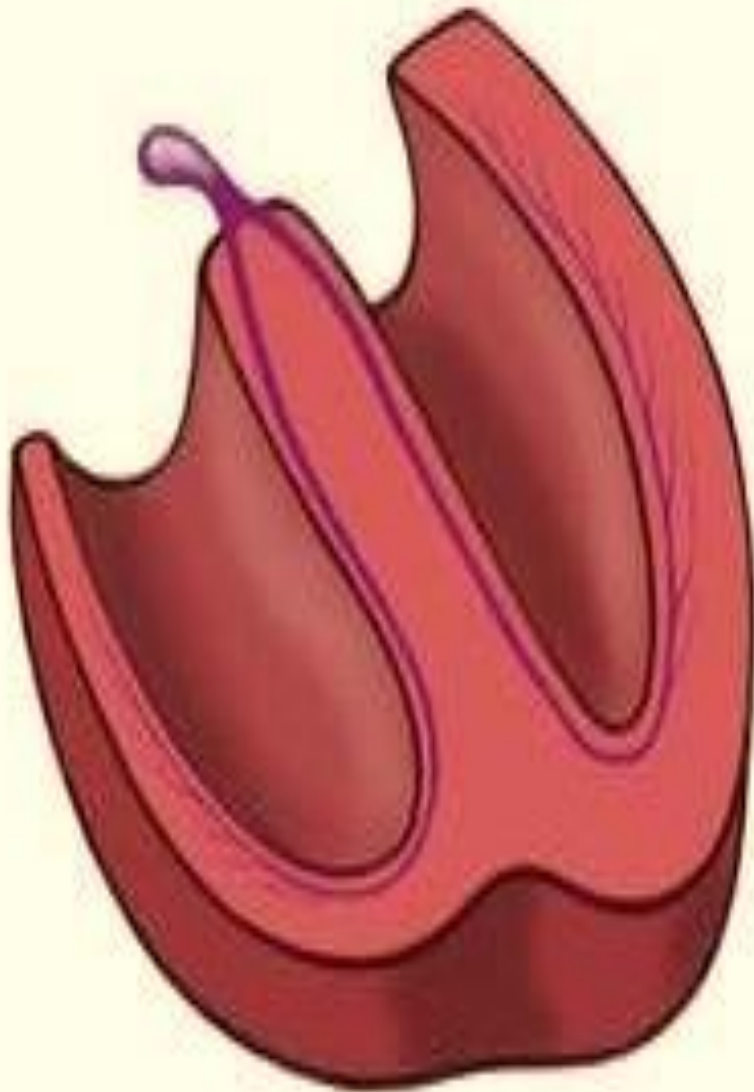


- Продолжительность: от 0,12 до 0,18 (0,20) с.
- Имеет тенденцию удлиняться с возрастом и укорачиваться при увеличении ЧСС.

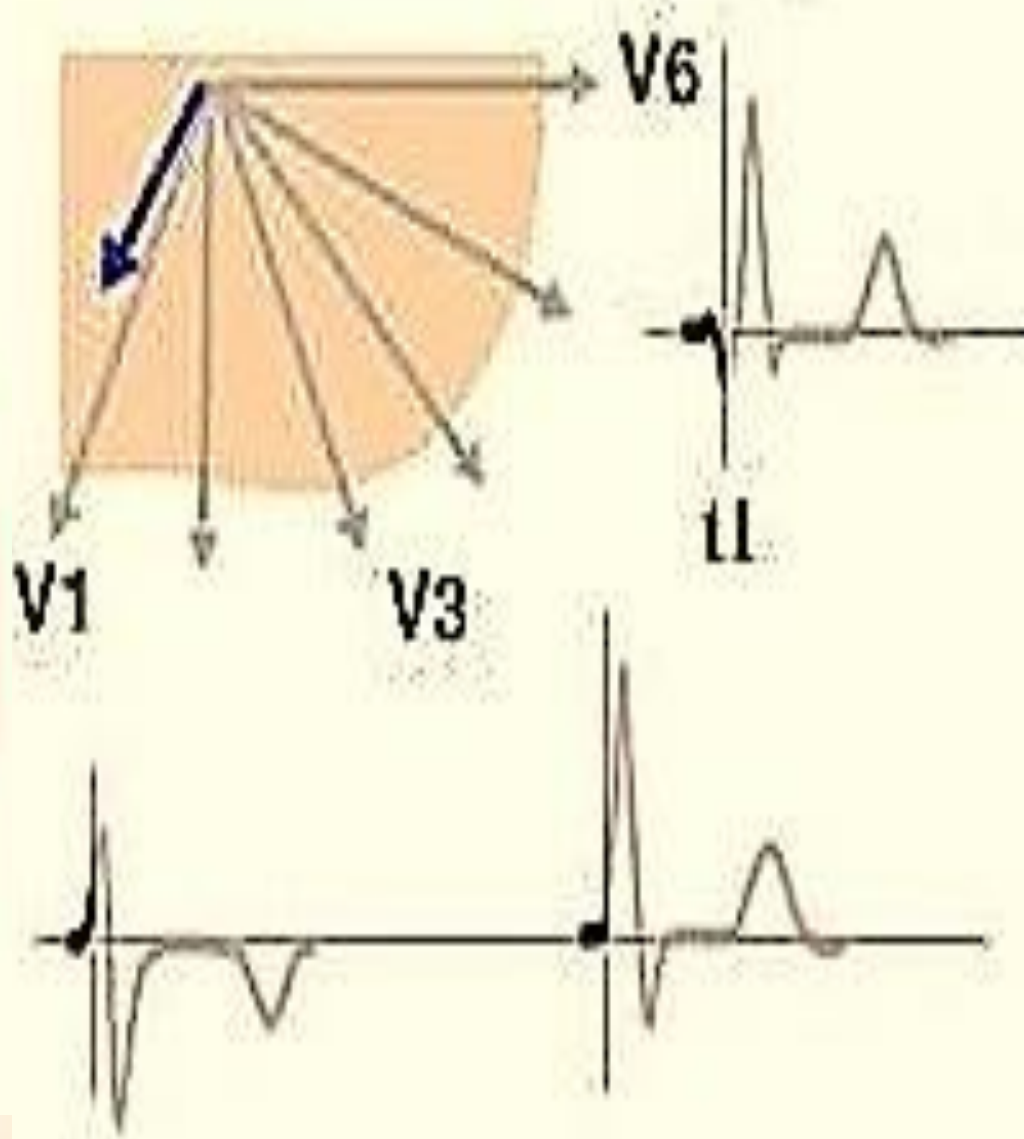
Комплекс QRS

*желудочковый комплекс, который
регистрируется во время возбуждения
желудочков*

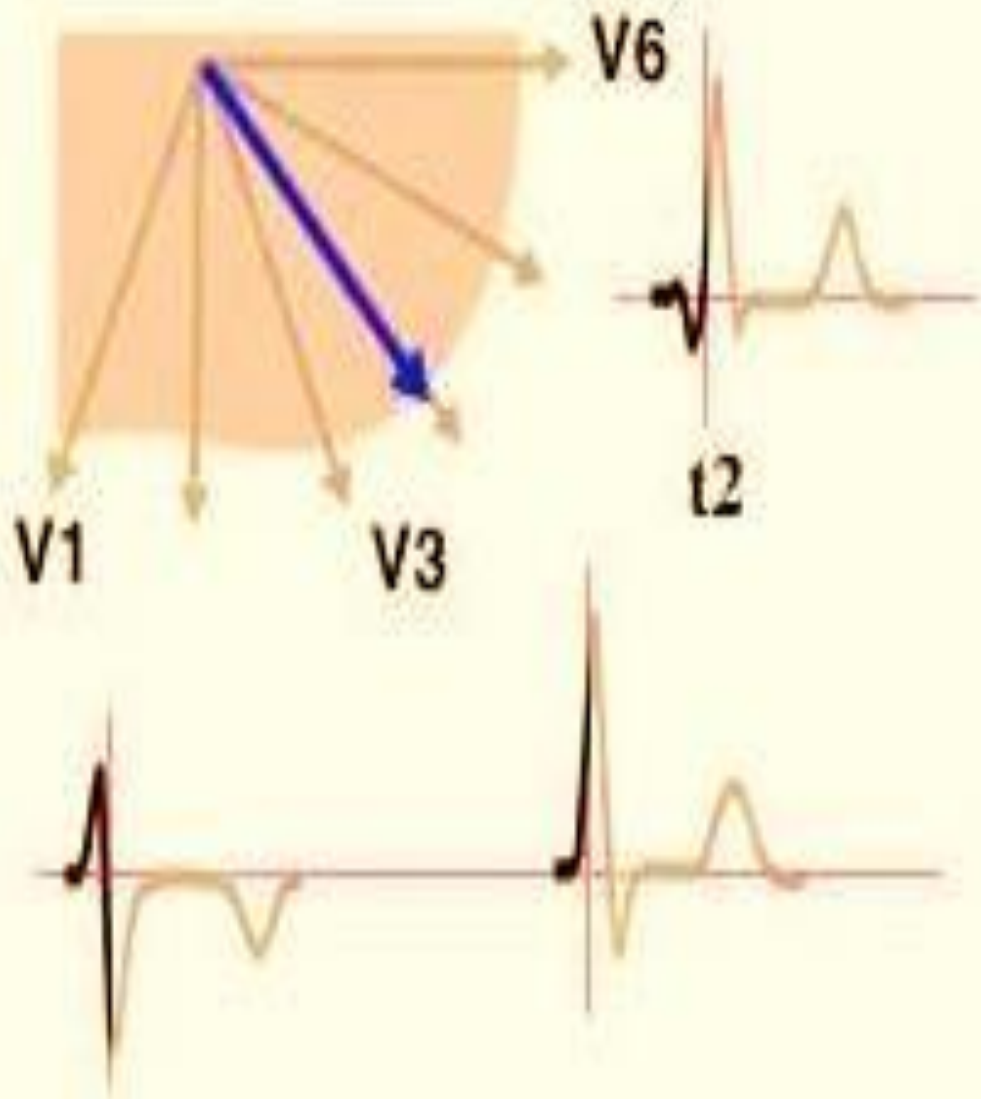
Механизм появления комплекса QRS



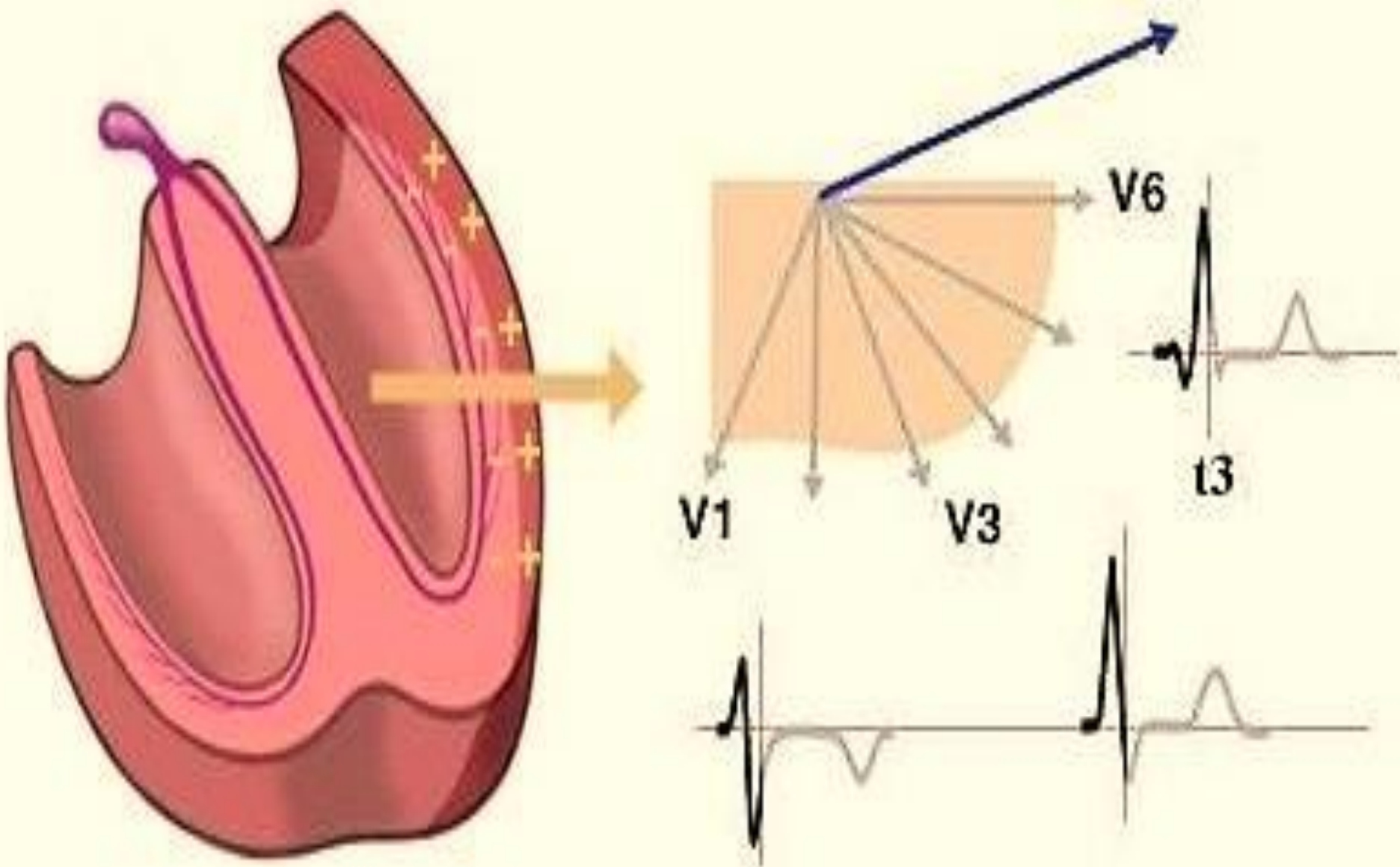
Механизм появления комплекса QRS



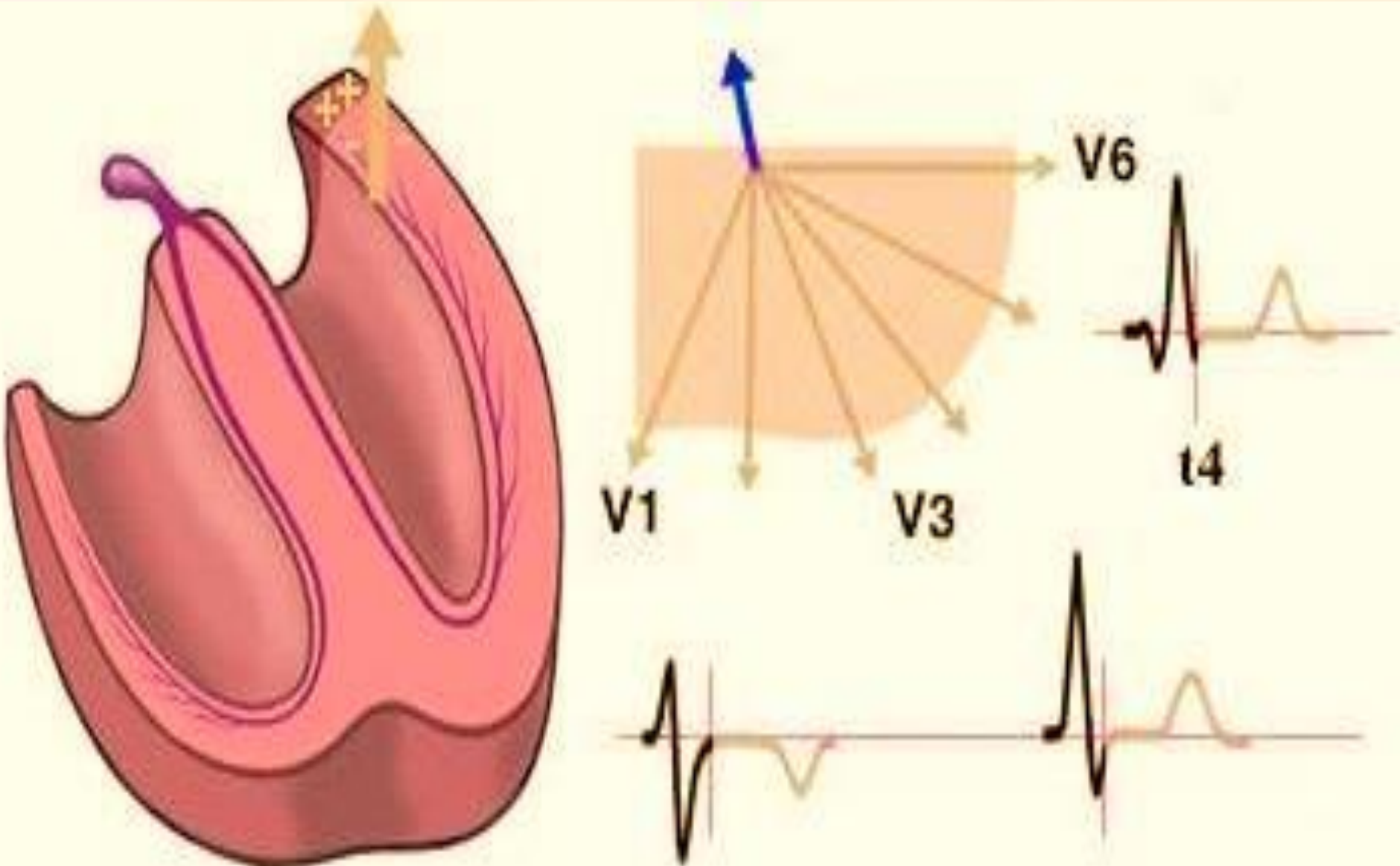
Механизм появления комплекса QRS



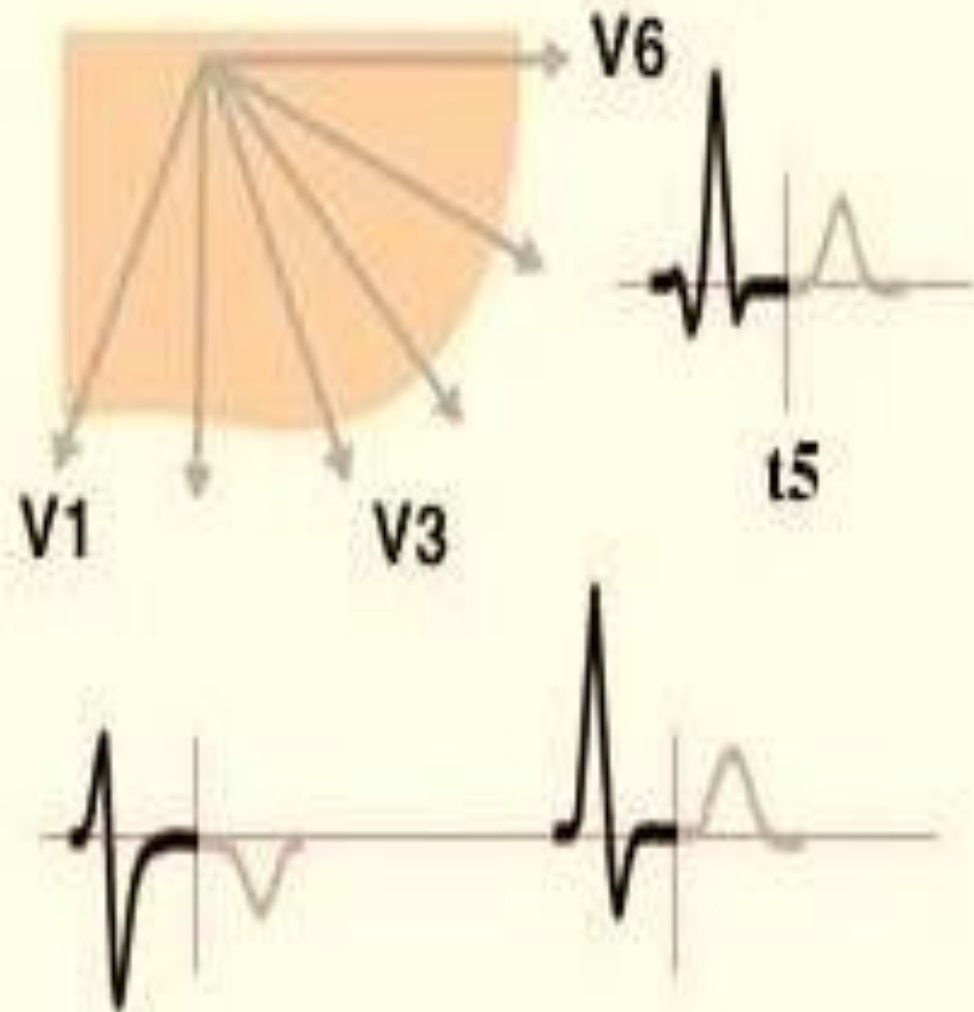
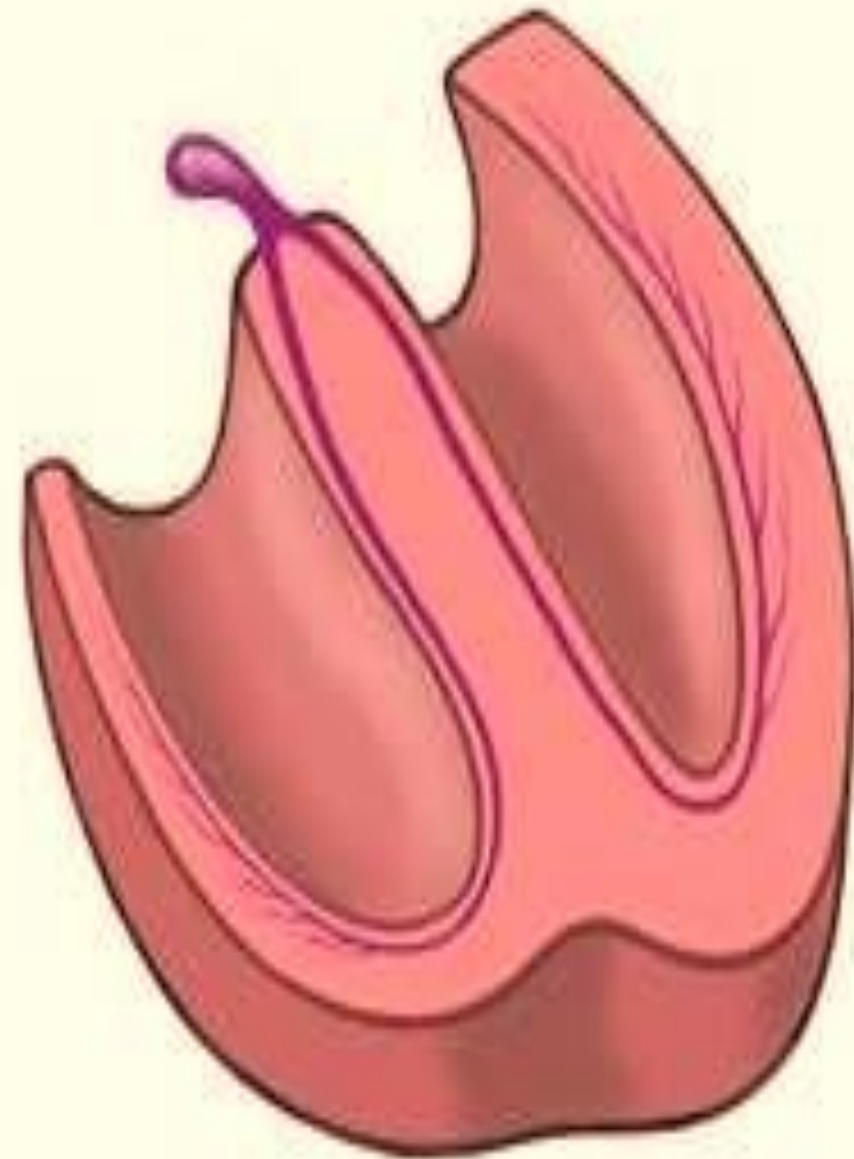
Механизм появления комплекса QRS



Механизм появления комплекса QRS

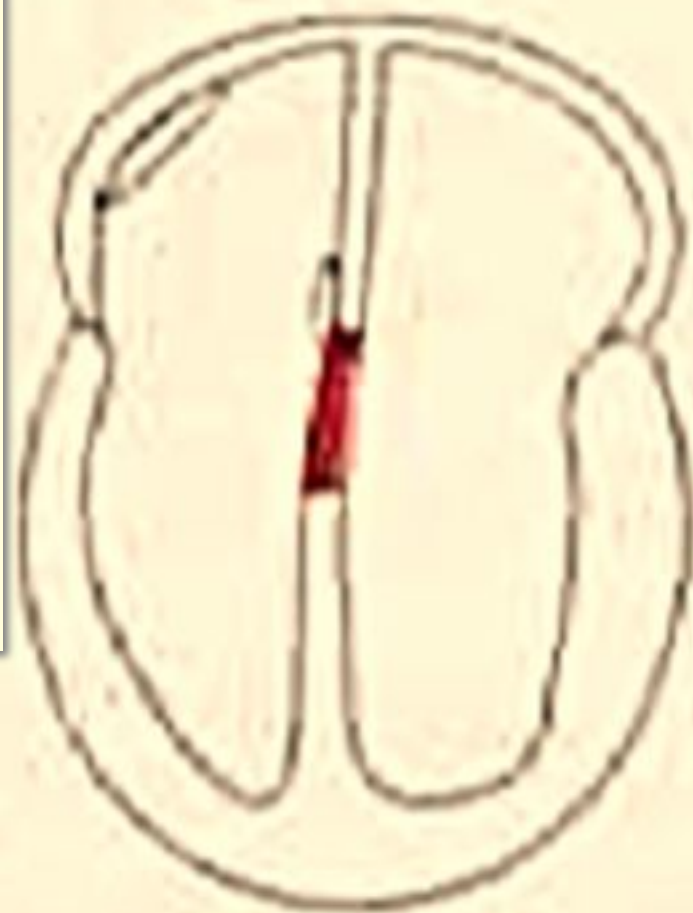
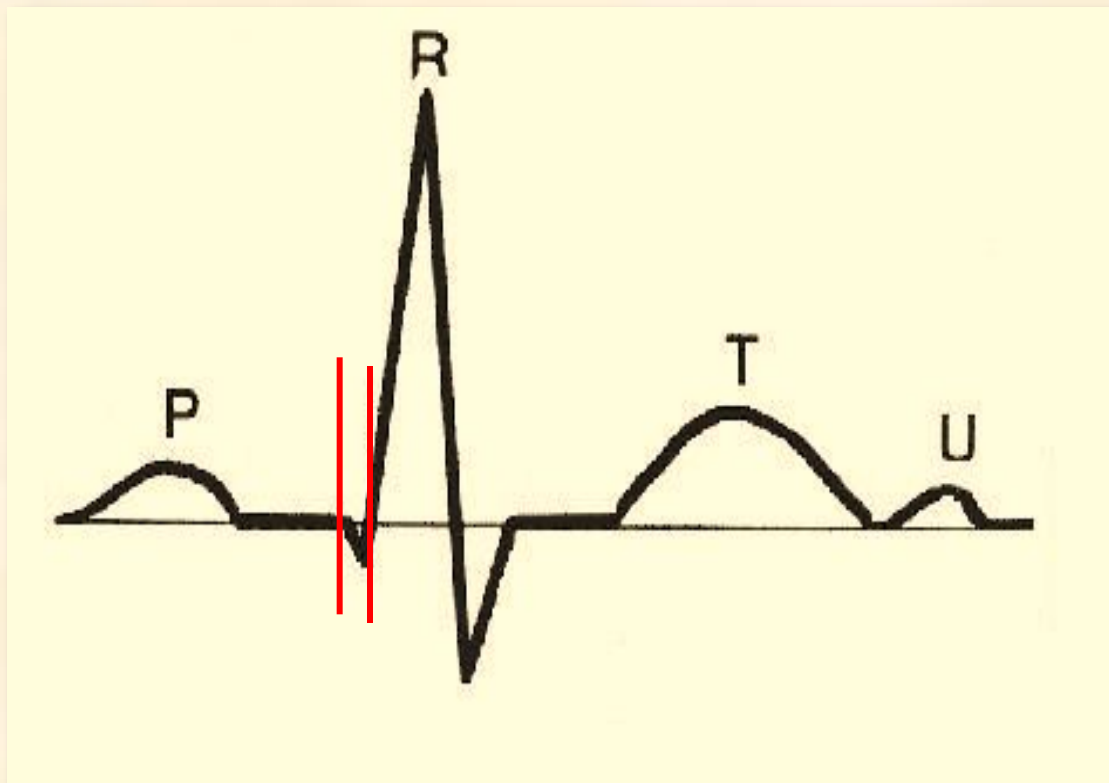


Механизм появления комплекса QRS



Зубец Q

регистрируется при возбуждении левой половины МЖП.

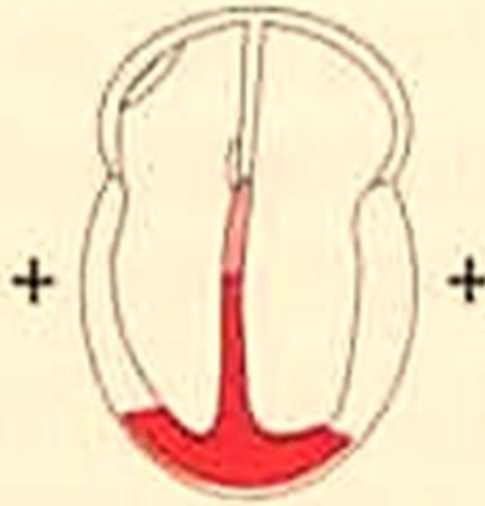
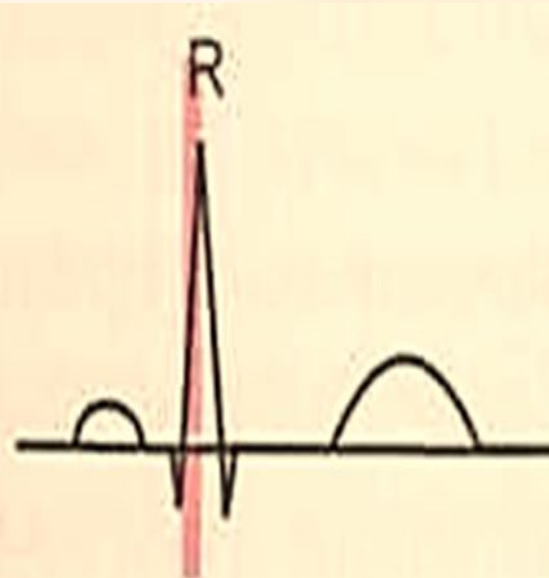


Зубец Q

- Должен регистрироваться в V4-V6. Появление зубца Q даже малой амплитуды в отведениях V1-V3 является патологией.
- Не должен быть зазубрен.
- Ширина не более 0,03 с.
- Амплитуда зубца Q $< \frac{1}{4}$ амплитуды следующего за ним зубца R в этом отведении.
- Регистрируется во II, III, aVF отведениях при вертикальном расположении ЭОС.
- Регистрируется в I и aVL отведениях при горизонтальной ЭОС.

Зубец R

Обусловлен возбуждением желудочков



□ $R_{II} > R_I > R_{III}$ и $R_{aVF} > R_{III}$ (при нормальной ЭОС).

□ Зубец R может отсутствовать в отведениях:

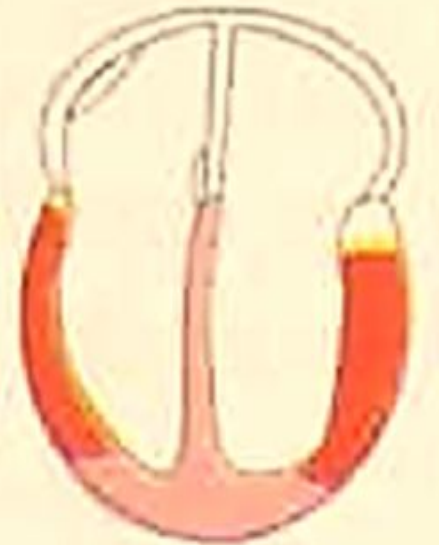
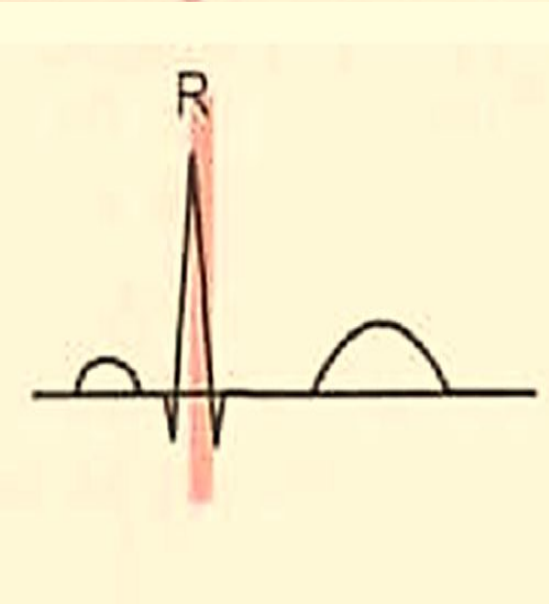
-aVR

-aVL (при вертикальном расположении ЭОС);

-V1.

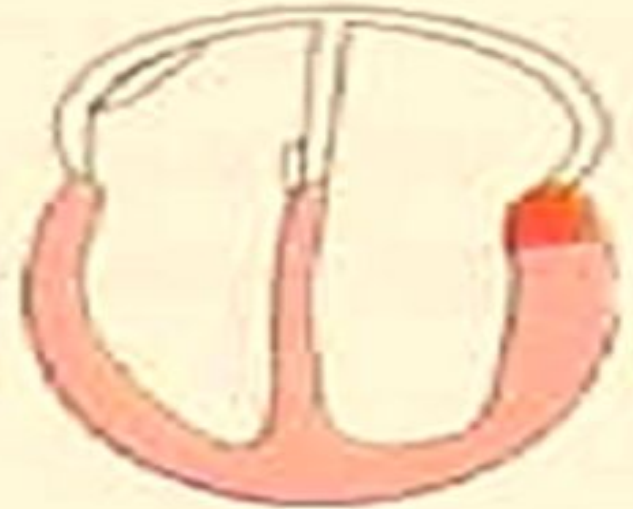
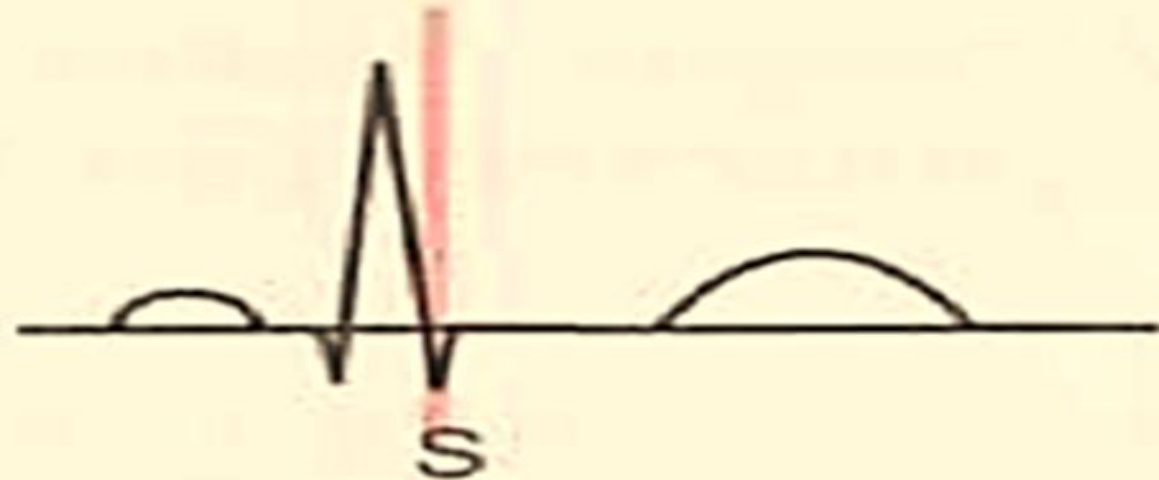
□ Зубец R нарастает с V1 по RV4.

□ $RV4 > RV5-V6$.



Зубец S

обусловлен конечным возбуждением основания ЛЖ.



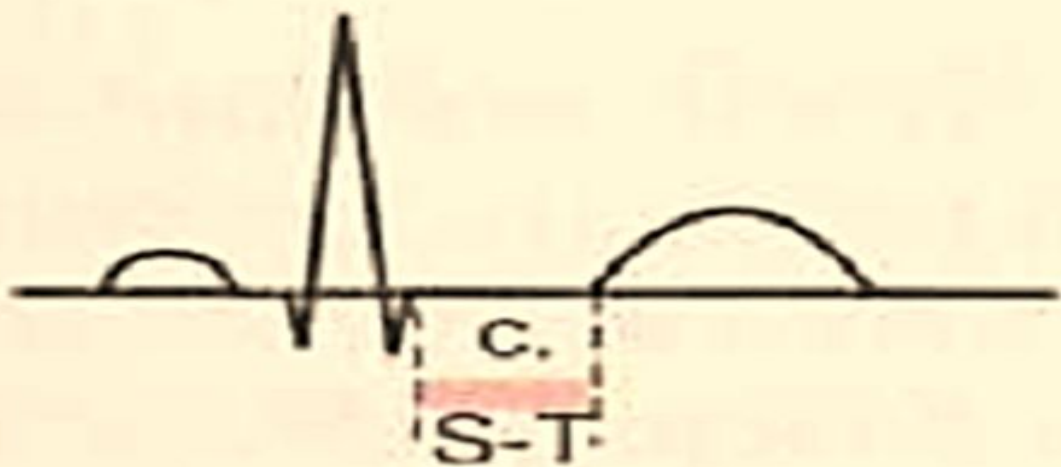
- Непостоянный зубец, может отсутствовать в отведениях от конечностей.
- $SV1-V2 > SV5-V6$
- В отведениях $V5-V6$ может отсутствовать.
- Отведение, в котором амплитуда R = амплитуде S, называется **переходной зоной**, которая, в большинстве случаев, отмечается в отведении $V3$, реже в $V4$.

Комплекс QRS

- Амплитуда: в стандартных отведениях и отведениях, усиленных от конечностей – от 5 до 22 мм, в грудных отведениях – 8-25 мм.
- Продолжительность: в норме - 0,06-0,08 (0,10)с и характеризует продолжительность внутрижелудочкового проведения возбуждения.
 - Продолжительность комплекса QRS лучше определять *в стандартных отведениях* (преимущественно во II) или *в усиленных отведениях от конечностей*. При этом учитывают *наибольшую ширину комплекса* у данного больного.

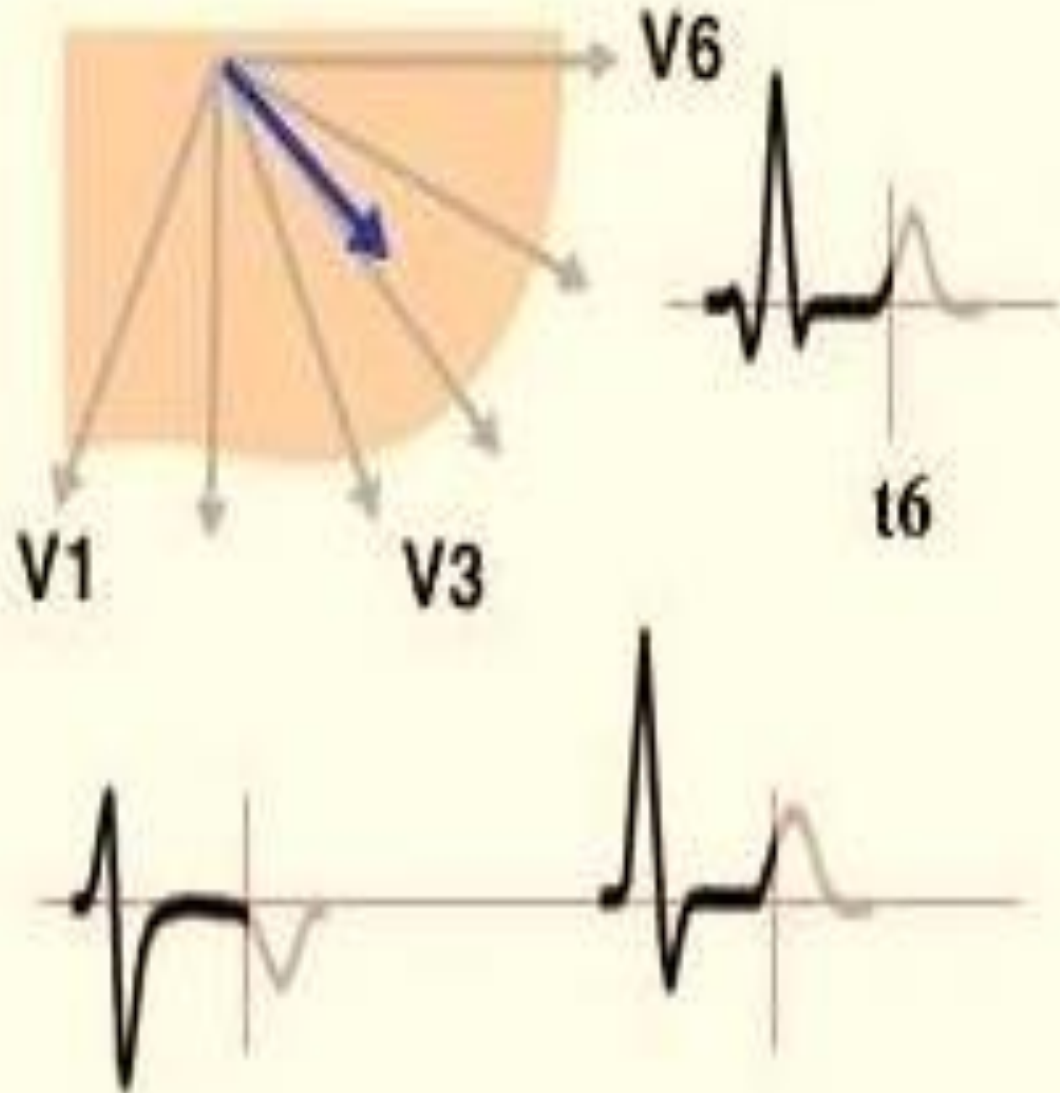
Сегмент ST

период, когда оба желудочка полностью охвачены возбуждением.

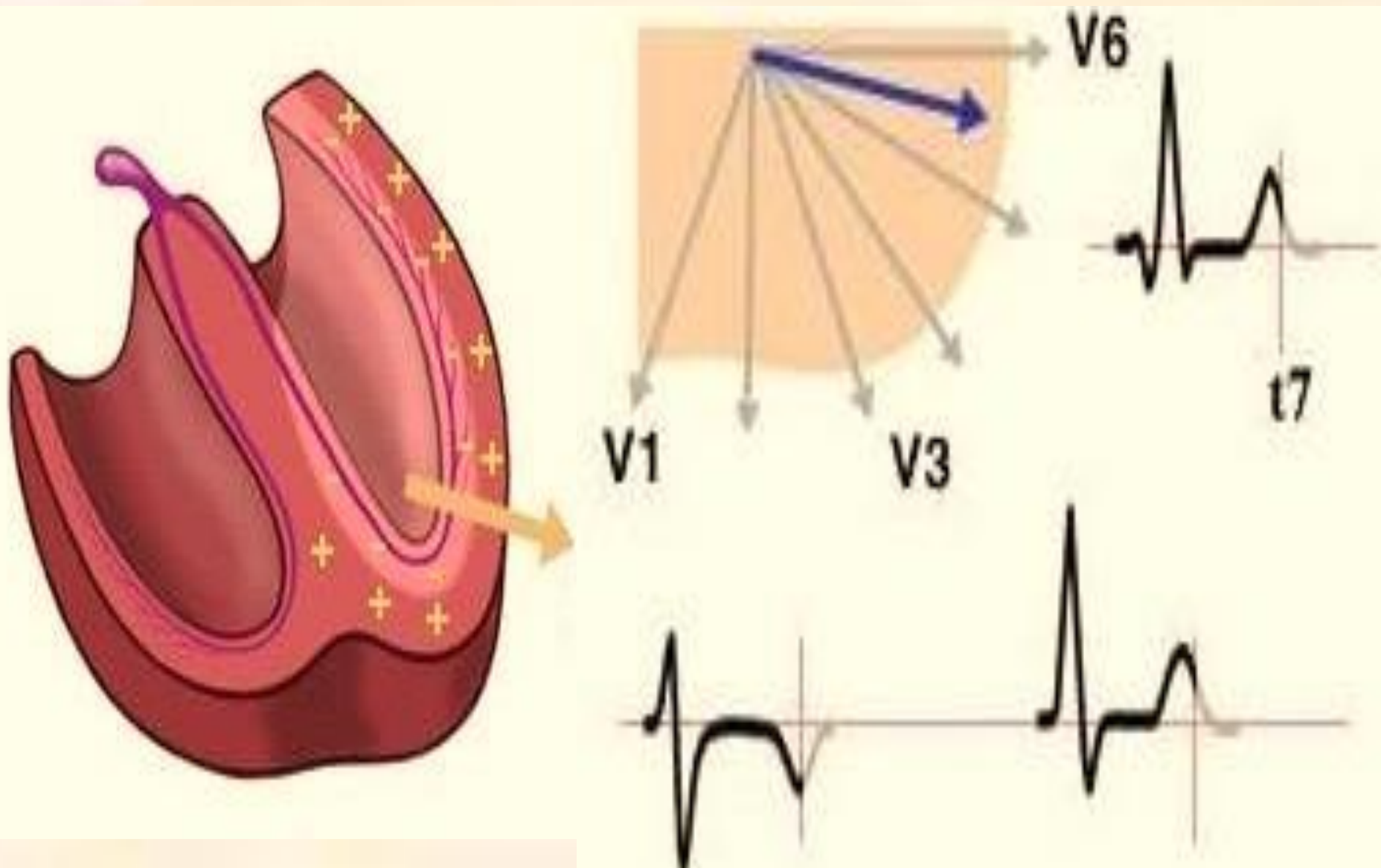


- Точная продолжительность не имеет существенного значения.
 - В норме сегмент ST может отклоняться от изолинии:
 - в стандартных отведениях до 1,0 мм вверх и до 0,5 мм вниз;
 - в правых грудных (V1, V2) до 3 мм вверх.
- В грудных отведениях снижение сегмента ST на 0,5 мм и более считается отклонением от нормы.**

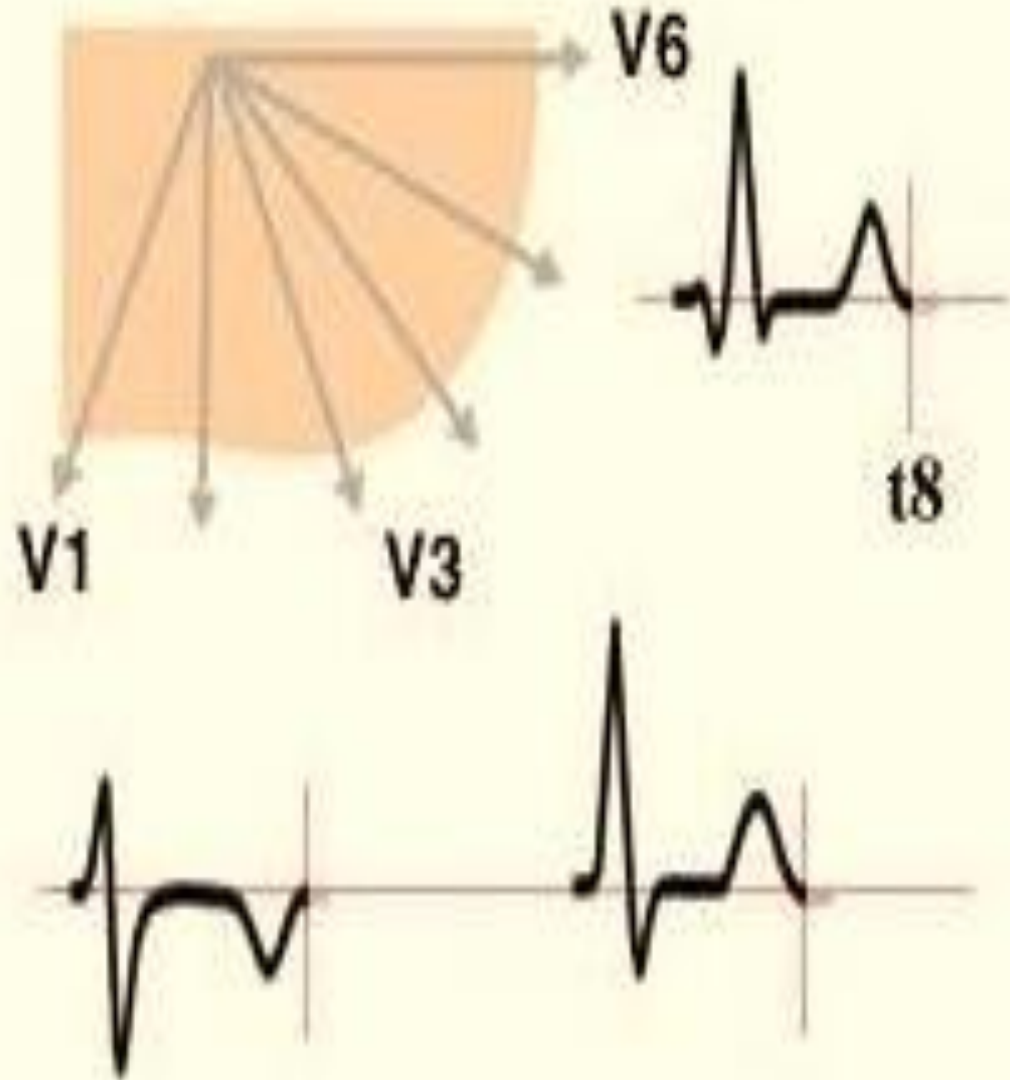
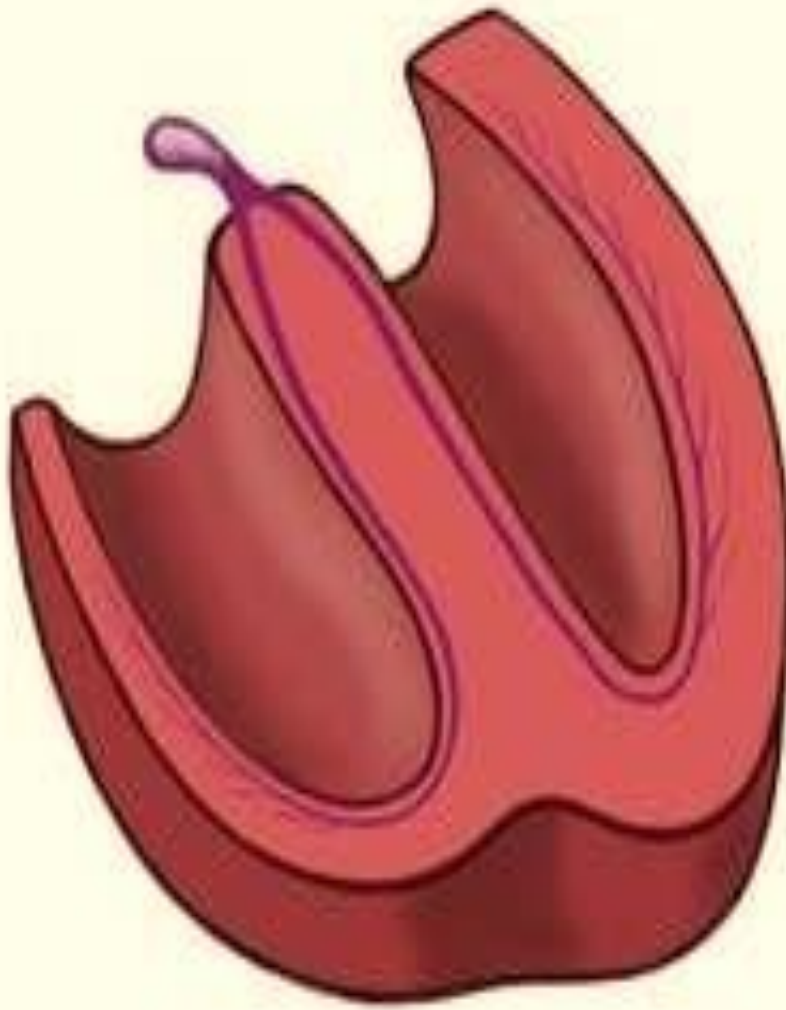
Механизм появления зубца Т



Механизм появления зубца Т

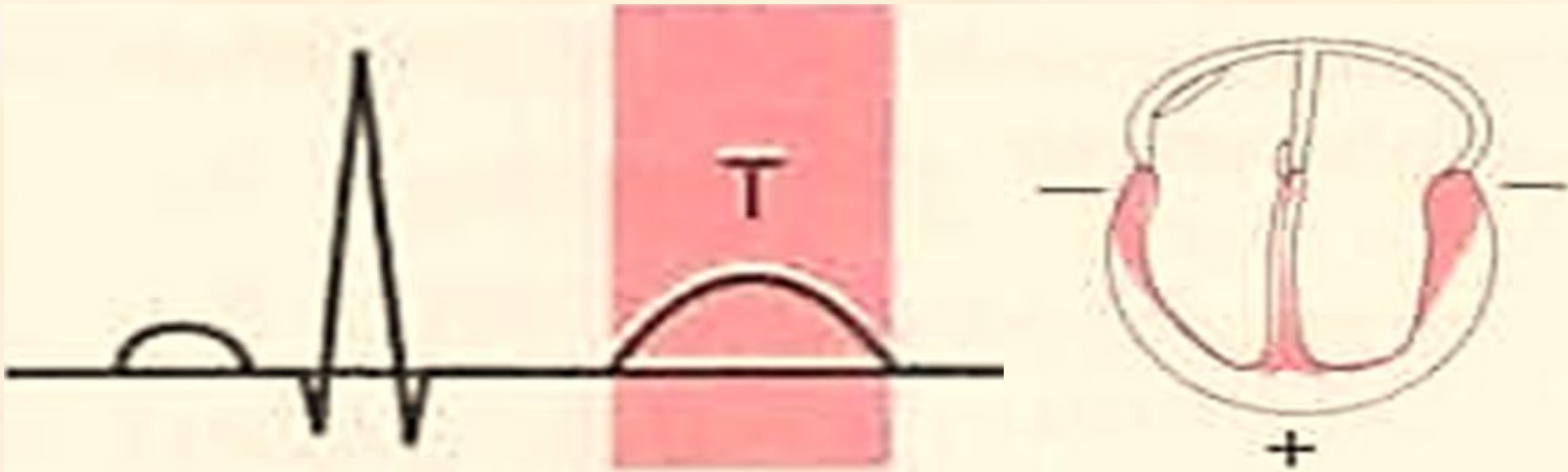


Механизм появления зубца Т



Зубец Т

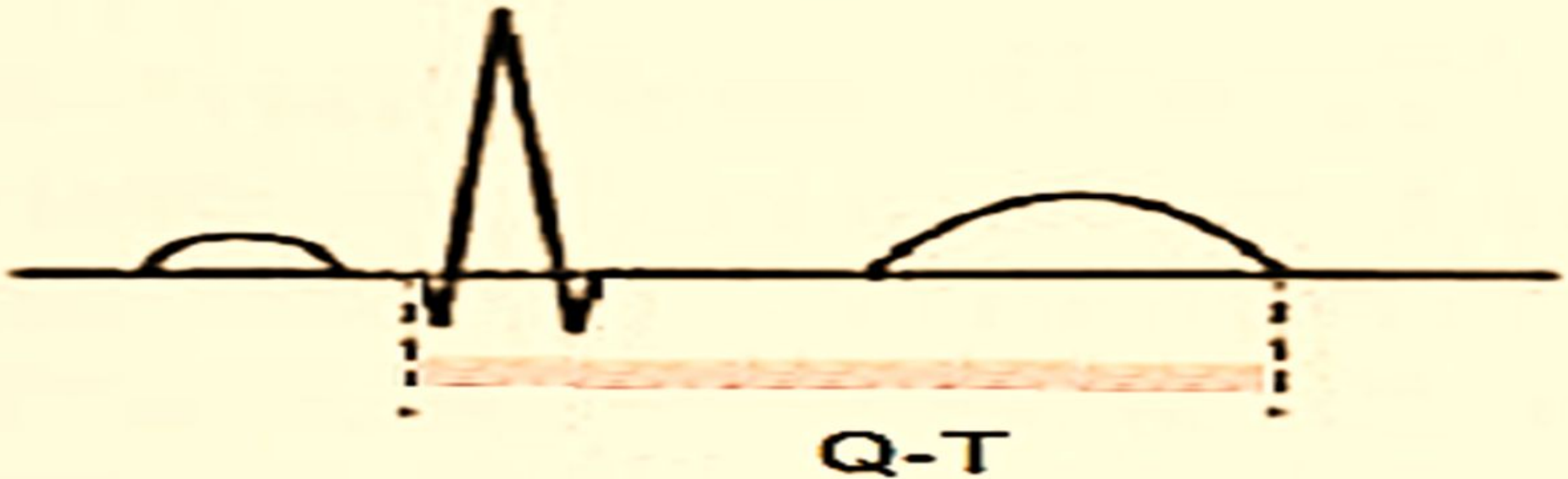
регистрируется во время реполяризации желудочков



- В норме направлен в ту же сторону, что и максимальный зубец комплекса QRS:
 - в комплексах с максимальным зубцом R (как правило, I, II, V5, V6) зубец Т – положительный;
 - В отведениях aVR, V1 – отрицательный.
- В III отведении зубец Т может быть «-» при любом QRS, а в отведении V2-V4 – зубец Т «+» независимо от направления максимального зубца комплекса QRS.

Интервал QT

электрическая систола желудочков



- Продолжительность зависит от пола, возраста и ЧСС.
- В норме его продолжительность не превышает 0,5 с (0,3-0,5 с).
- **Корригированный интервал QT** (формула Базетта):
$$QT_k = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$$
 , в норме не превышает 0,44 с (0,39-0,44 с).

Определение ЧСС



• При $V = 25$ мм/сек один маленький квадрат (1 мм) составляет 0,04 сек, а один большой квадрат (5 мм) — 0,20 сек.

• При $V = 50$ мм/сек 1 мм соответствует интервал 0,02 сек, 5 мм — 0,10 сек

$$\text{ЧСС} = 60 / R - R(\text{сек})$$

Определение ЧСС

25 мм /с

50 мм/с

$$25 \text{ мм} * 60 \text{ сек} = 1500 \text{ мм}$$

$$50 \text{ мм} * 60 \text{ сек} = 3000 \text{ мм}$$

1 малая клеточка = 1 мм

Вычисляем количество малых клеточек между двумя соседними зубцами R

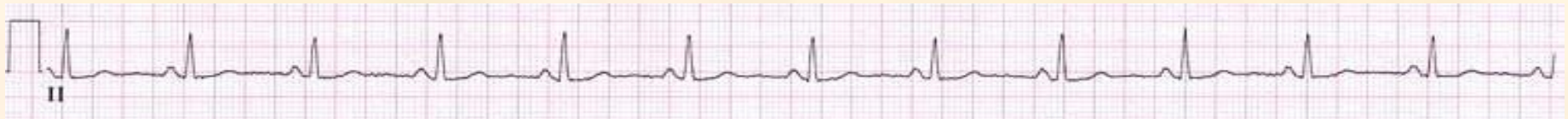
$$\text{ЧСС} = \frac{1500:5}{RR} = \frac{300}{RR}, \text{ уд. в мин}$$

$$\text{ЧСС} = \frac{3000}{RR}, \text{ уд. в мин}$$

1 большая клетка = 5 малых клеточек

$$\text{ЧСС} = \frac{1500:5}{RR} = \frac{300}{RR}, \text{ уд. в мин}$$

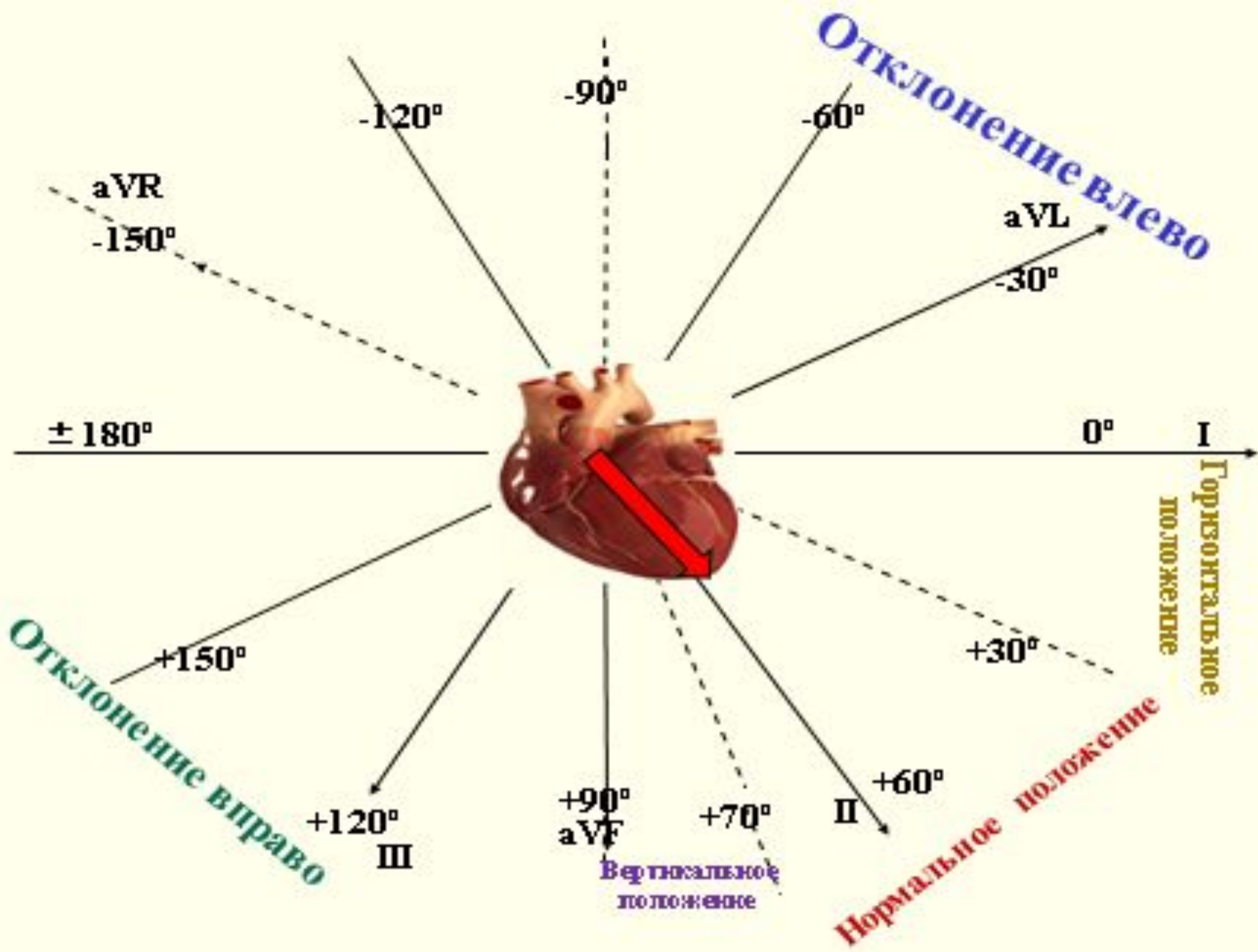
$$\text{ЧСС} = \frac{3000:5}{RR} = \frac{600}{RR}, \text{ уд. в мин}$$

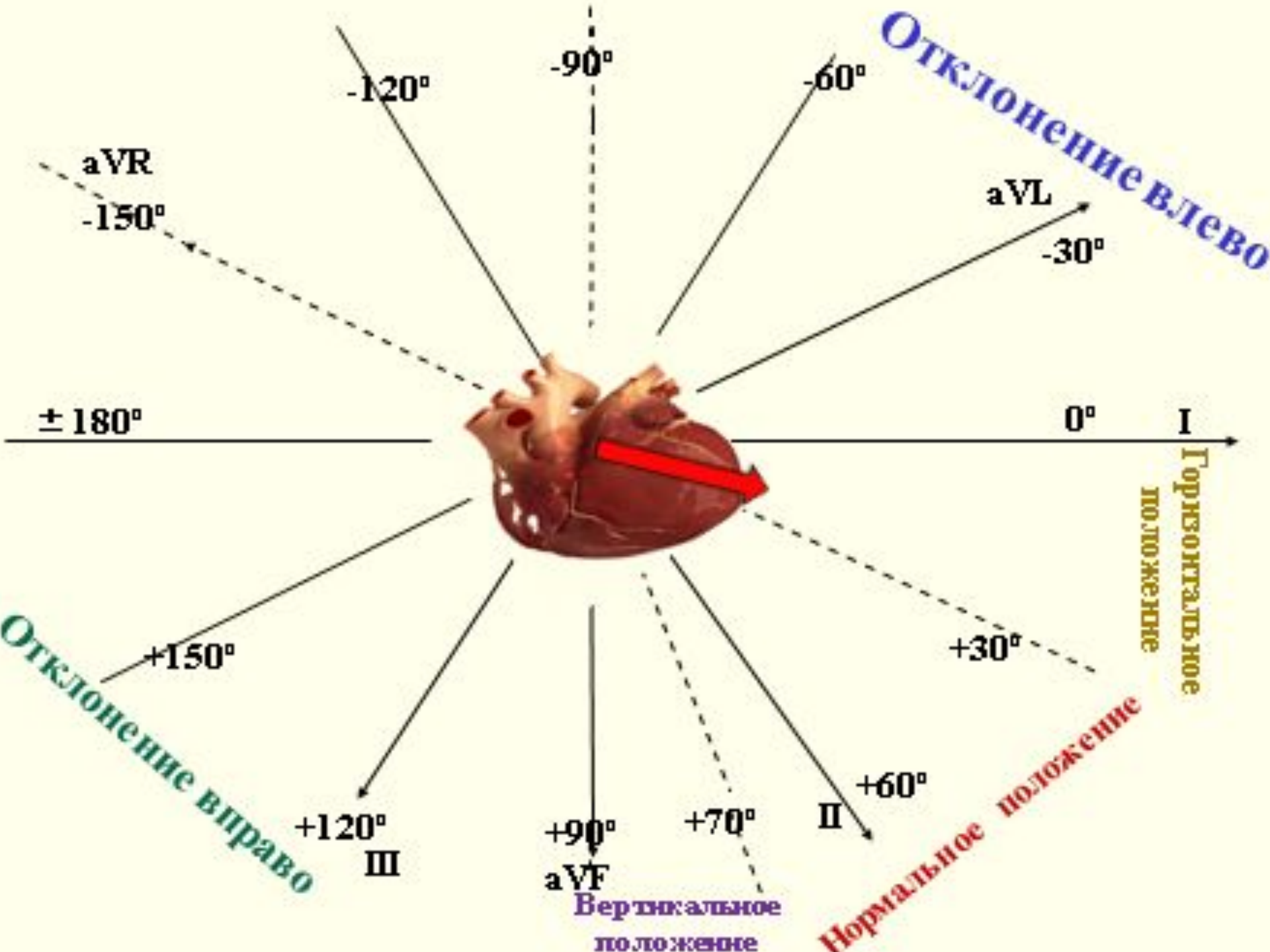


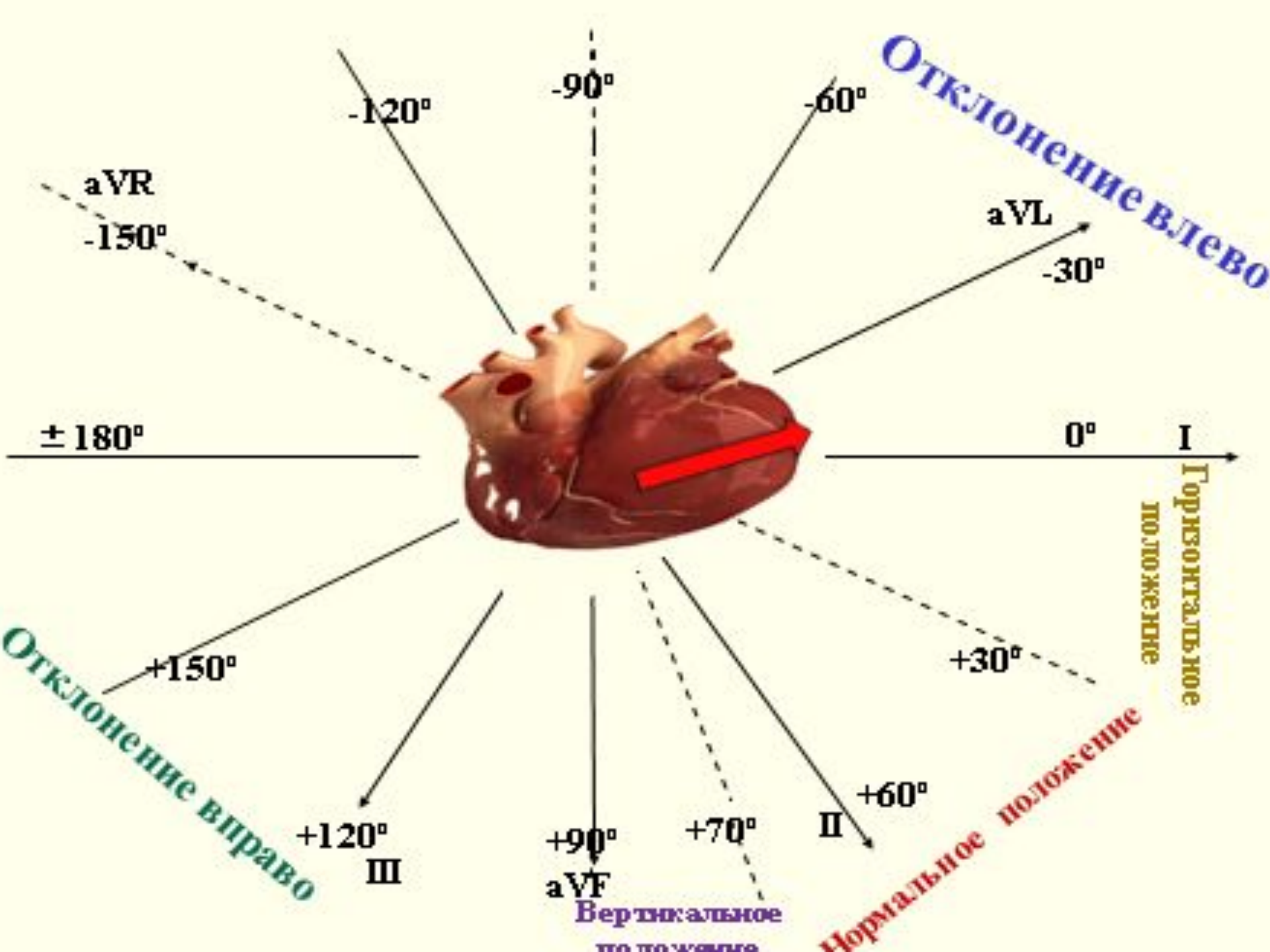
Нормальный синусовый ритм

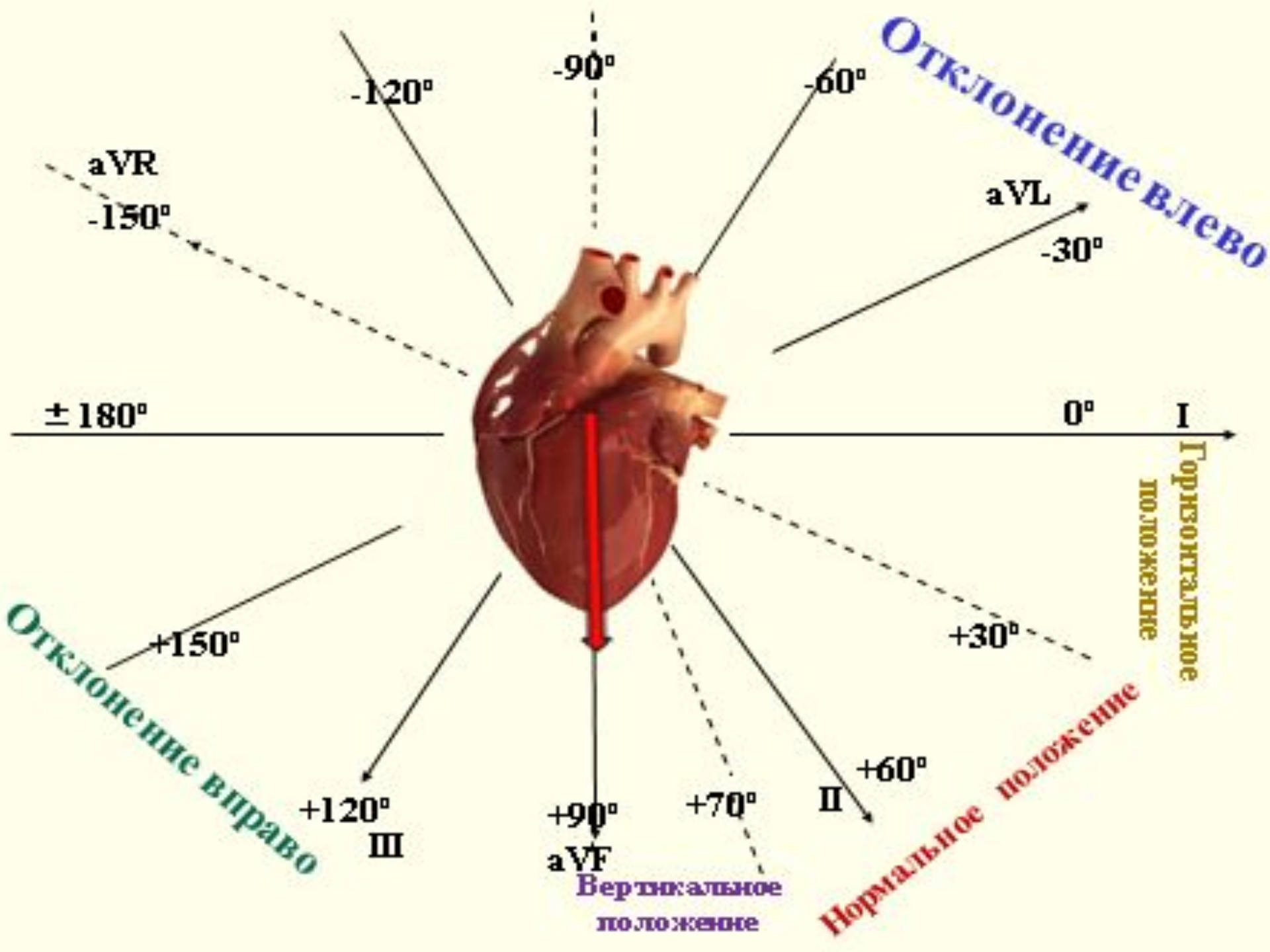
- Зубец Р обязательно должен быть «+» во II стандартном отведении и «-» в aVR.
- Постоянный и нормальный интервал PQ.
При этом за каждым зубцом Р должны следовать комплекс QRS и зубец Т.
- Постоянная форма зубца Р во всех отведениях.
 - *Однако, в некоторых отведениях, особенно во II, III и aVF, форма зубца Р может изменяться при дыхании. Форма зубцов комплекса QRS и зубца Т так же может немного колебаться при дыхании. Изменение формы зубцов ЭКГ можно устранить, записав ЭКГ на вдохе.*

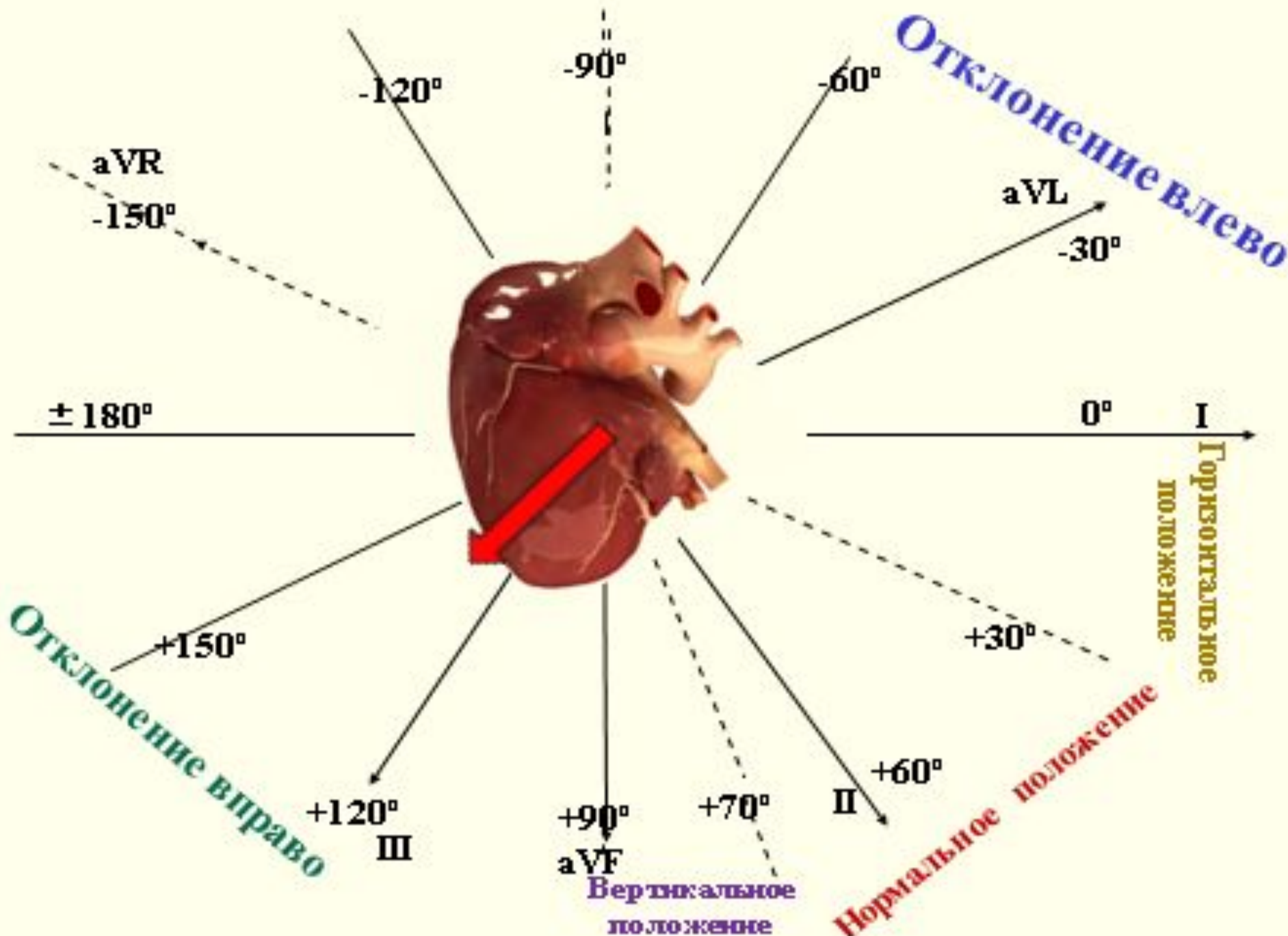
Определение электрической оси сердца

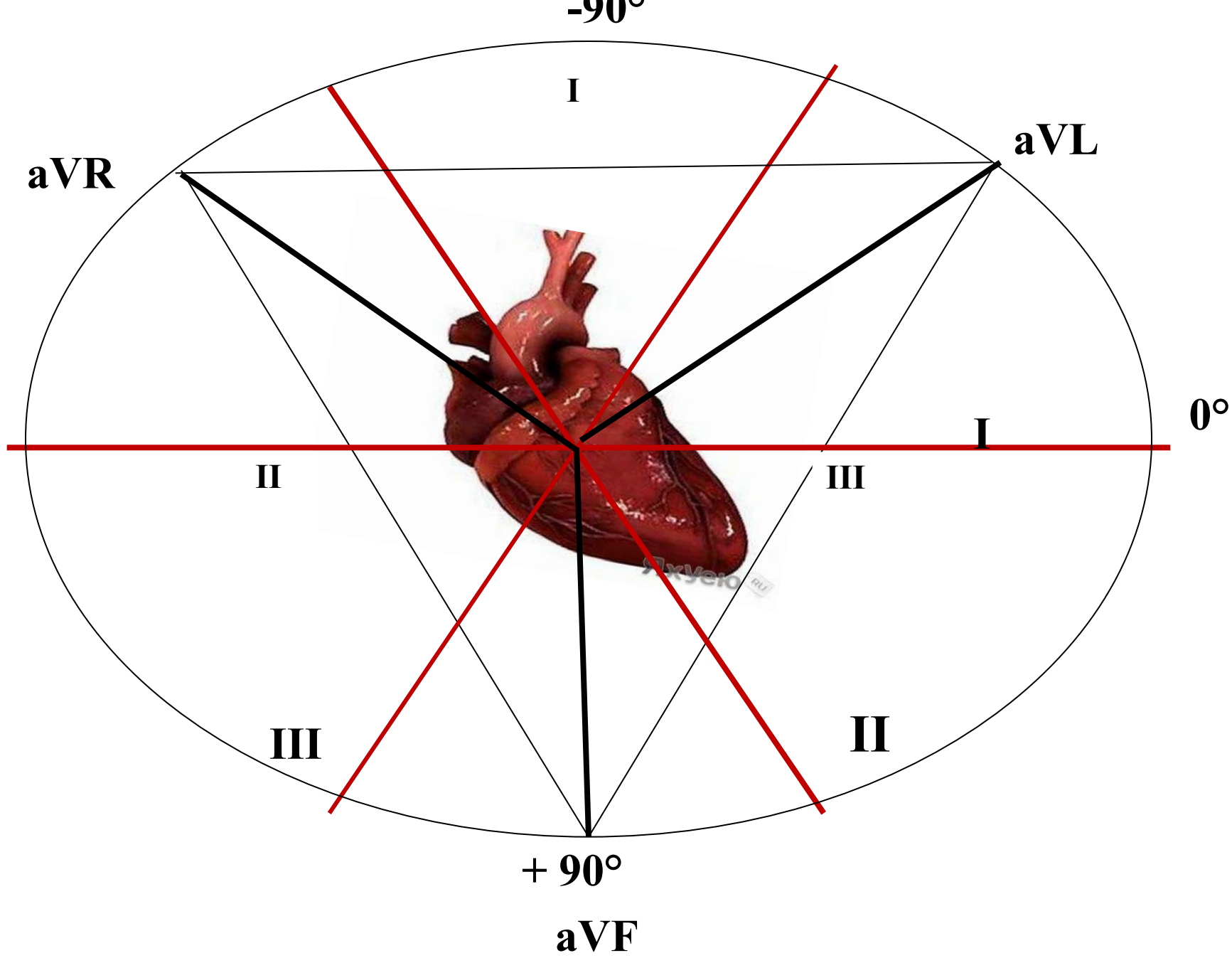






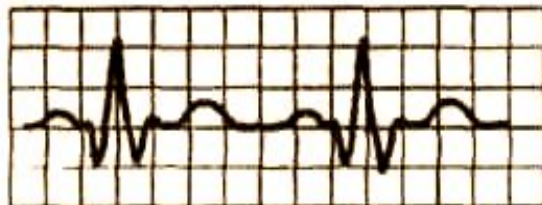






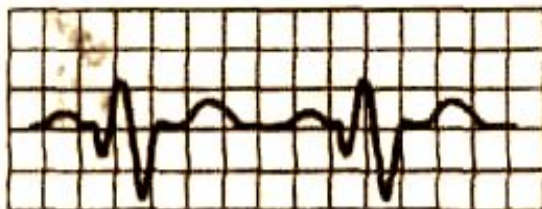
Визуальное определение электрической оси сердца

R-тип QRS



I стандартное отведение

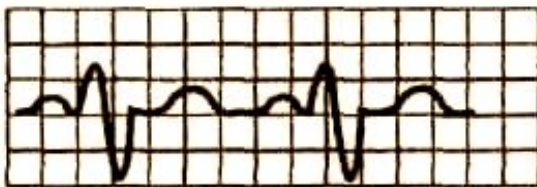
S-тип QRS



III стандартное отведение

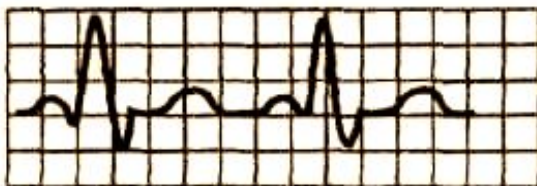
**ЛЕВОГРАММА
RI-SIII**

S-тип QRS



I стандартное отведение

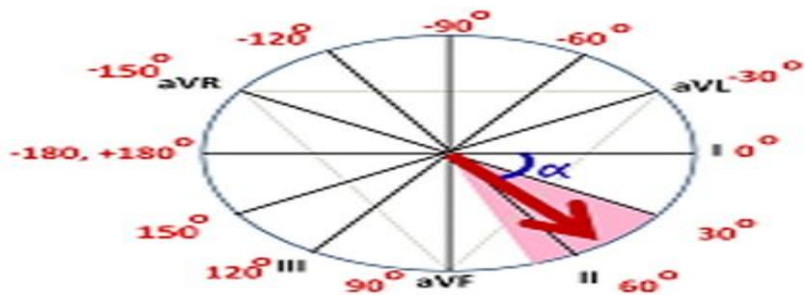
R-тип QRS



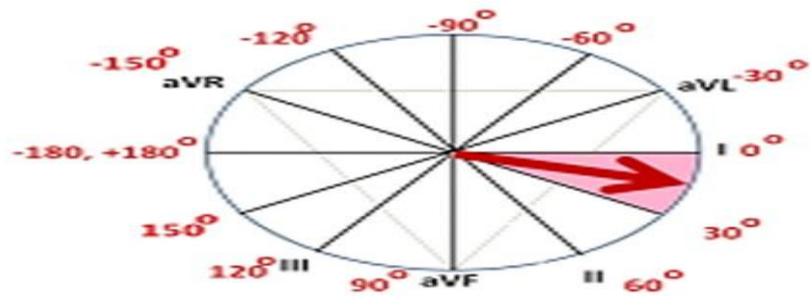
III стандартное отведение

**ПРАВОГРАММА
SI-RIII**

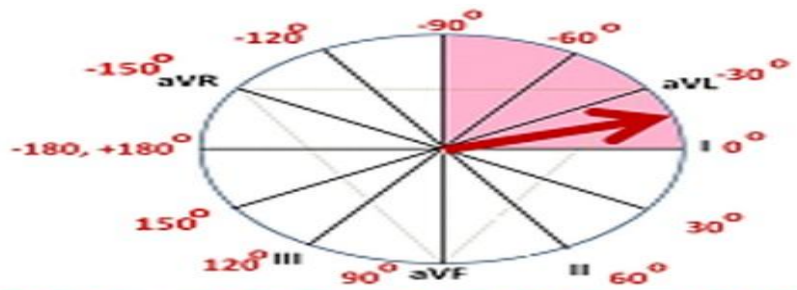
Электрическая ось сердца



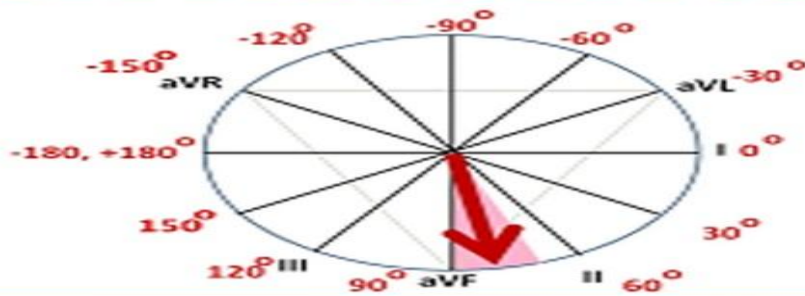
α от $+30^{\circ}$ до $+69^{\circ}$ –
нормальная
ЭОС



α от $+0^{\circ}$ до $+30^{\circ}$ –
горизонтальная
ЭОС



α от $+0^{\circ}$ до -90° –
отклонение ЭОС влево



α от $+70^{\circ}$ до $+90^{\circ}$ –
вертикальная ЭОС

Определения электрической оси сердца в градусах (по Дьеду)

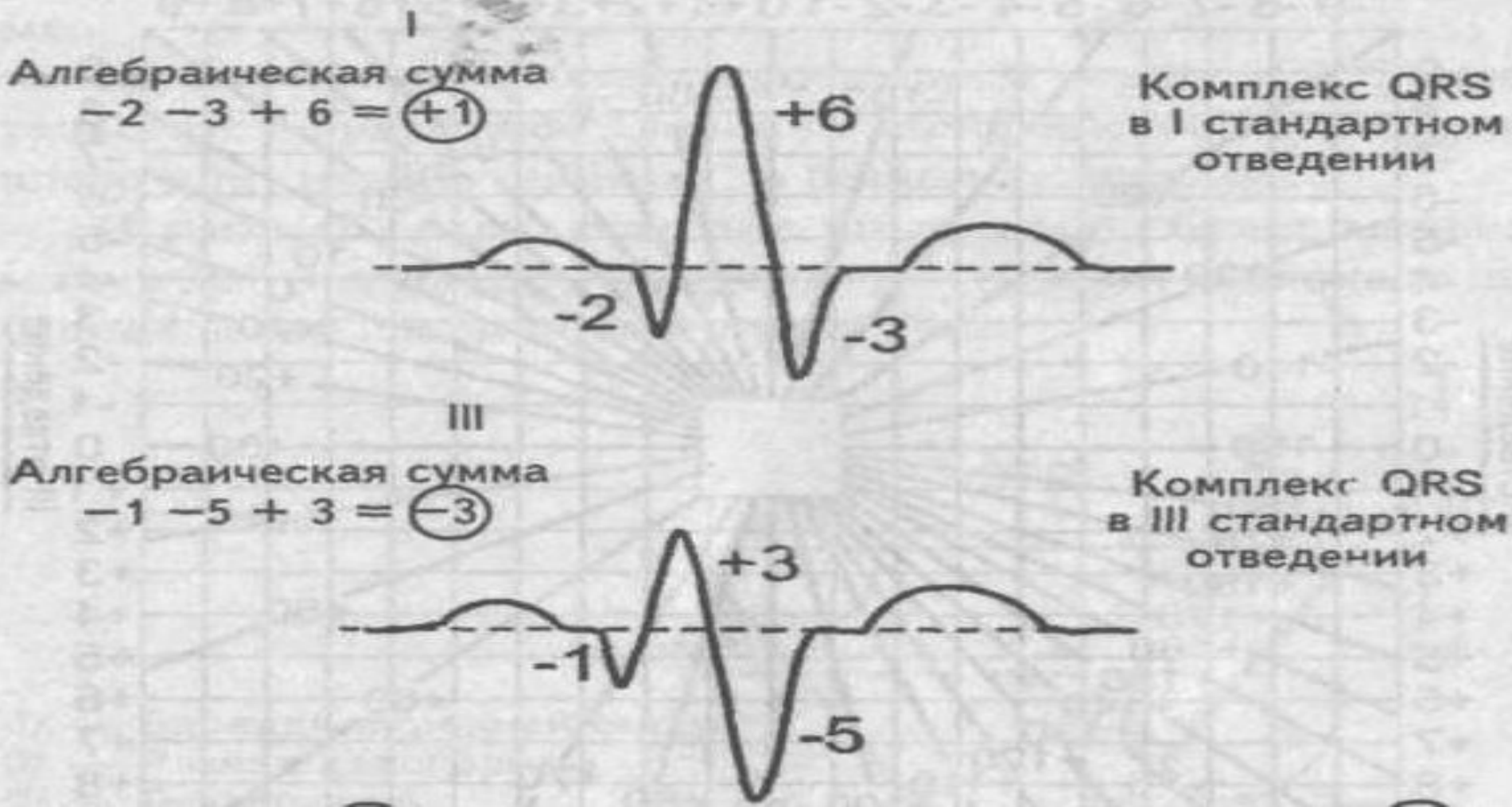
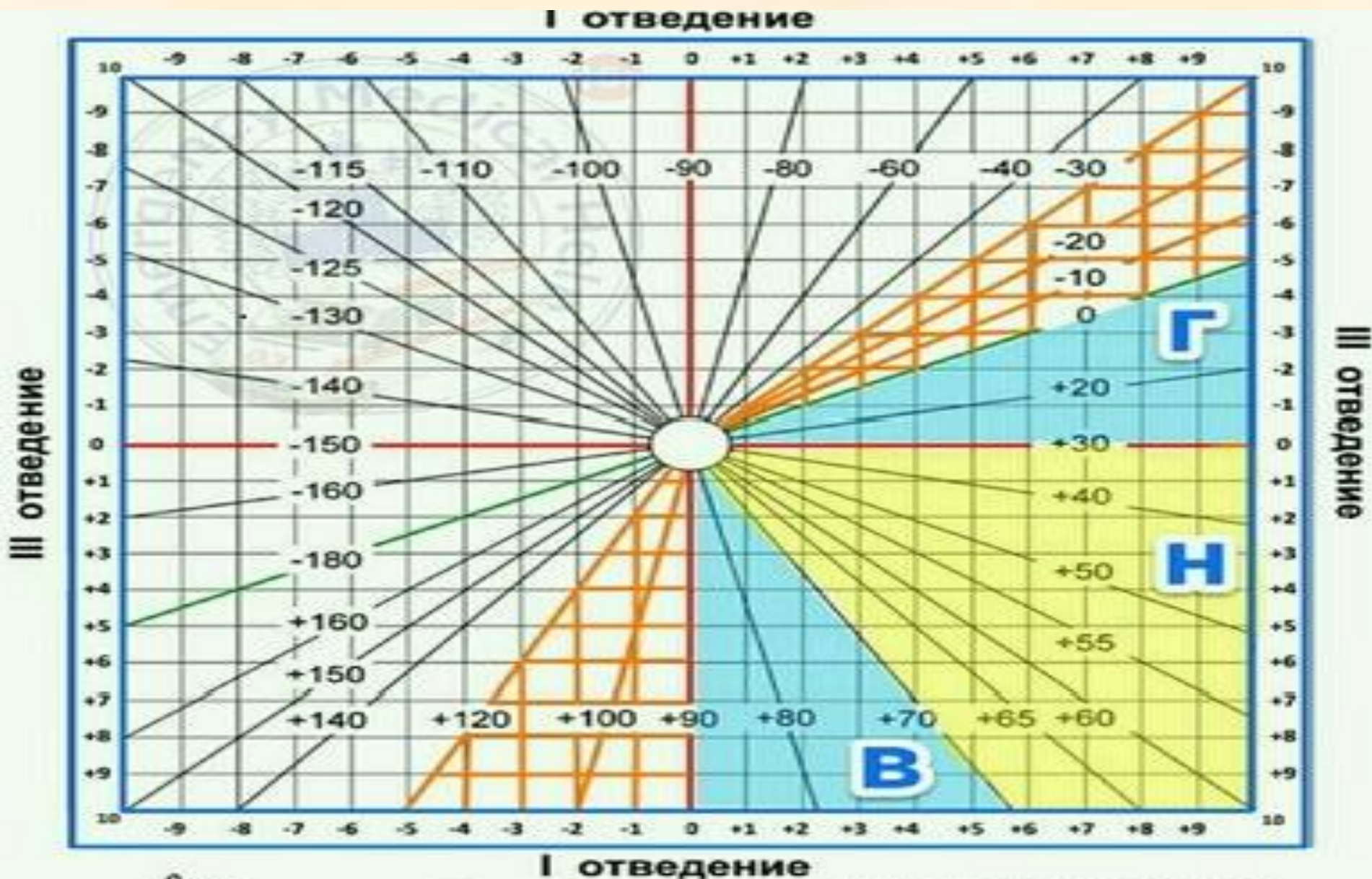
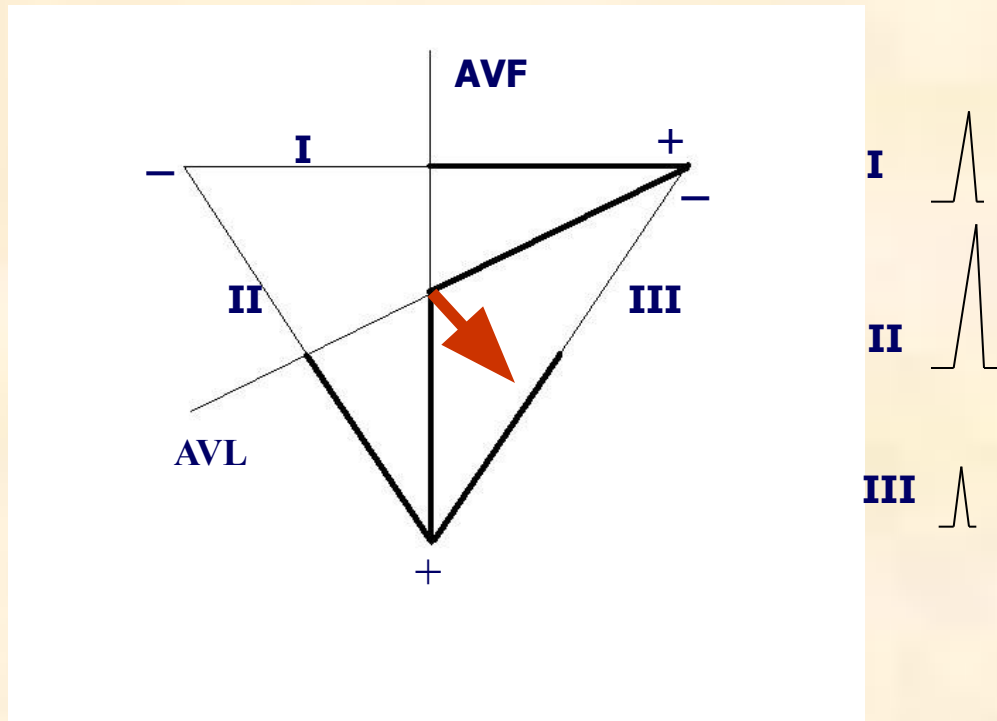


Таблица для определения электрической оси сердца в градусах (по Дьеду)



Нормальное положение ЭОС

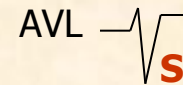
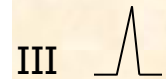
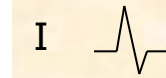
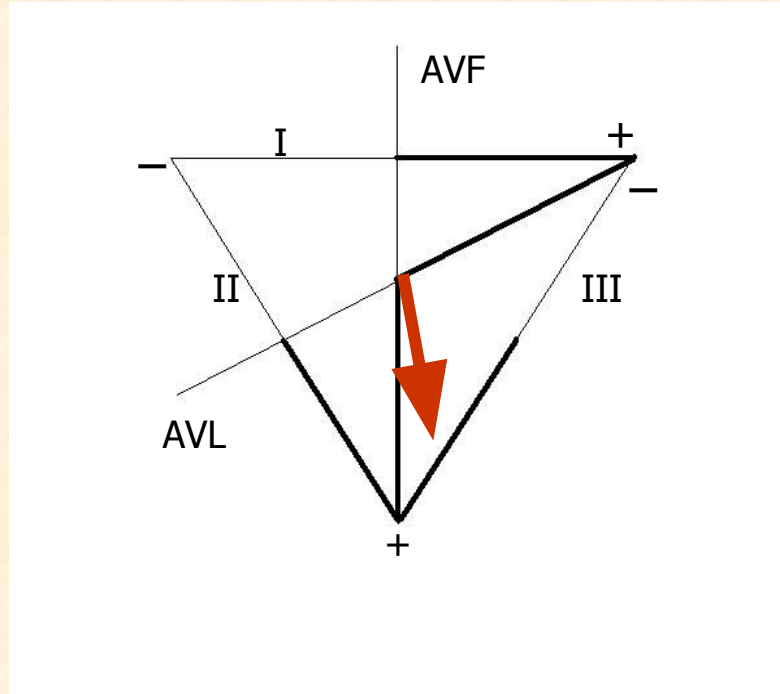
Угол α от $+40^\circ$ до $+70^\circ$



- ЭОС проецируется на положительные части всех осей отведений, где фиксируются зубцы R
- ЭОС параллельна II отведению, где R максимален
- $R_{II} > R_I > R_{III}$

Вертикальное положение ЭОС

Угол $\alpha =$ от $+70^\circ$ до $+90^\circ$



- ЭОС наиболее параллельная II отведению, где R максимален
- ЭОС проецируется на отрицательную часть AVL, где фиксируется $S > R$

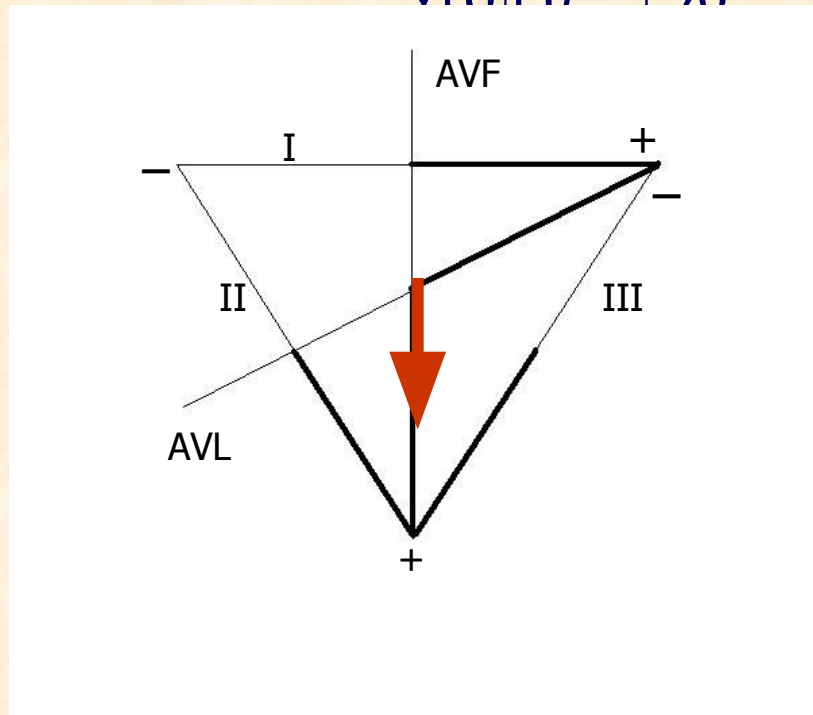
$$R_{II} > R_{III} > R_I$$

$$S_{AVL} > R_{AVL}$$

$$S_I < R_I$$

Вертикальное положение ЭОС

$V_{\text{ГОП}} \alpha = +90^\circ$



I $R=S$

II R

III R

aVL S

aVF R

• Проекция ЭОС на положительные части II и III отведений равны, $R_{II}=R_{III}$

• ЭОС перпендикулярна I отведению, где $S=R$

• ЭОС проецируется на отрицательную часть aVL, где фиксируется $S > R$

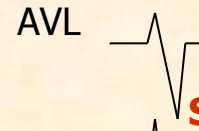
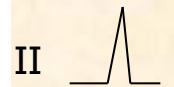
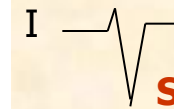
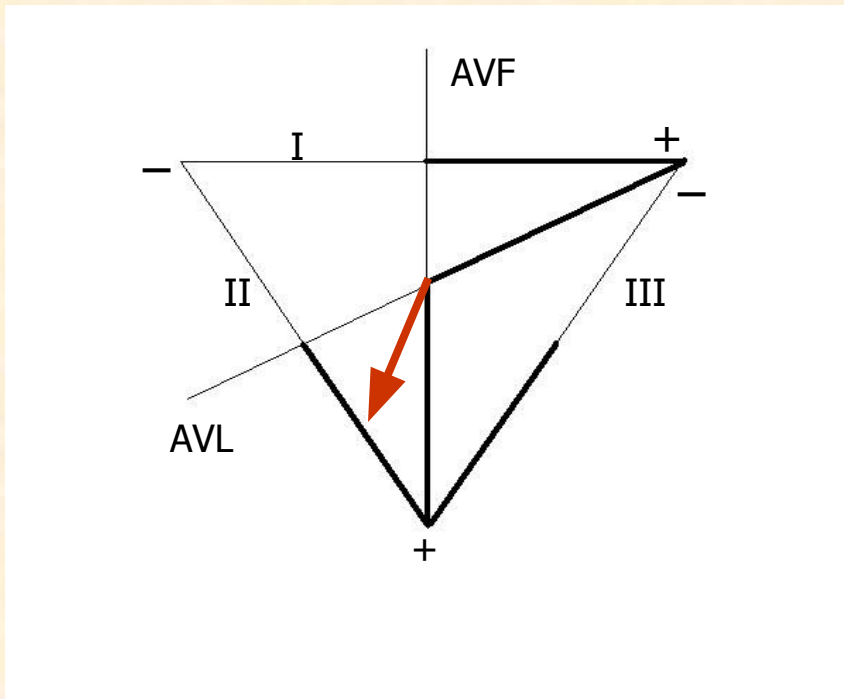
$$R_{II} = R_{III} > R_I$$

$$S_{aVL} > R_{aVL}$$

$$S_I = R_I$$

Отклонение ЭОС вправо

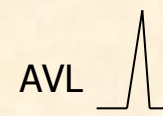
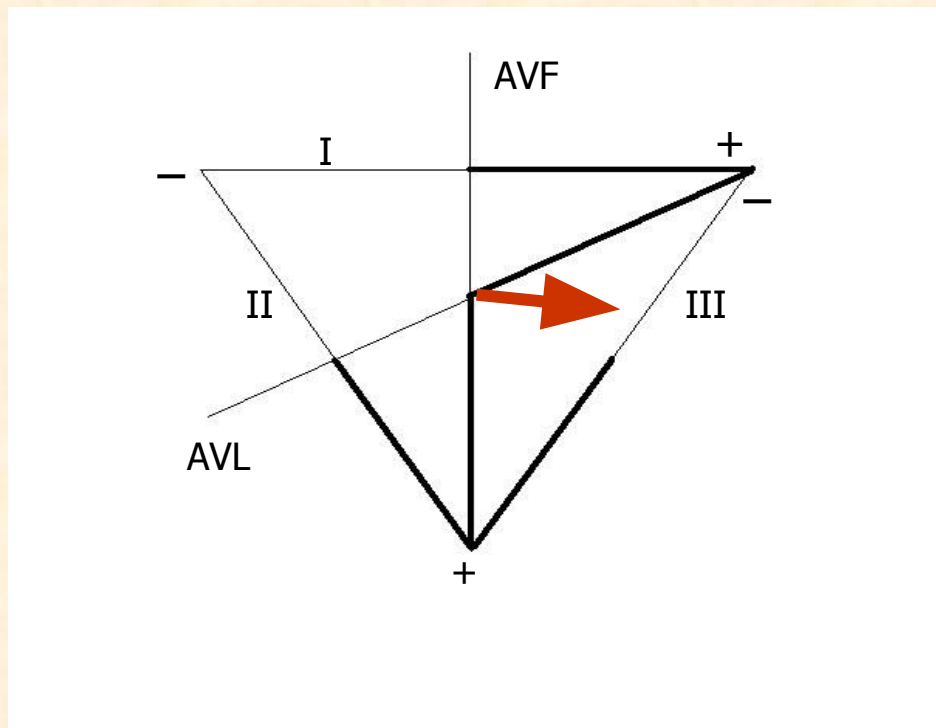
Угол $\alpha = > +90^\circ$



- ЭОС наиболее параллельная III отведению, где R максимален
 - ЭОС проецируется на отрицательную часть AVL, где фиксируется $S > R$
 - ЭОС проецируется на отрицательную часть I отведения, где фиксируется $S > R$
- $R_{III} > R_{II} > R_I$**
 $S_{AVL} > R_{AVL}$
 $S_I > R_I$

Горизонтальное положение ЭОС

Угол $\alpha =$ от $+40^\circ$ до 0°



- ЭОС наиболее параллельна I отведению, где фиксируется максимальный R
- ЭОС проецируется на отрицательную часть III отведения, где фиксируется $S > R$

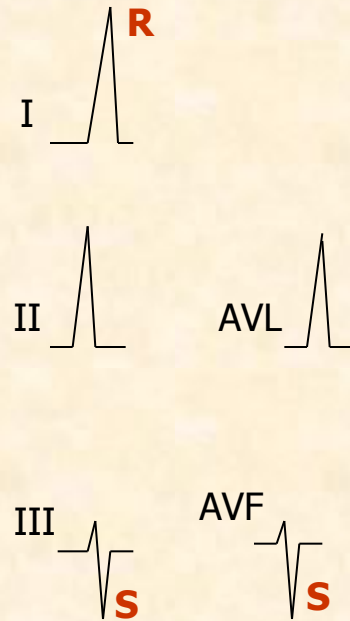
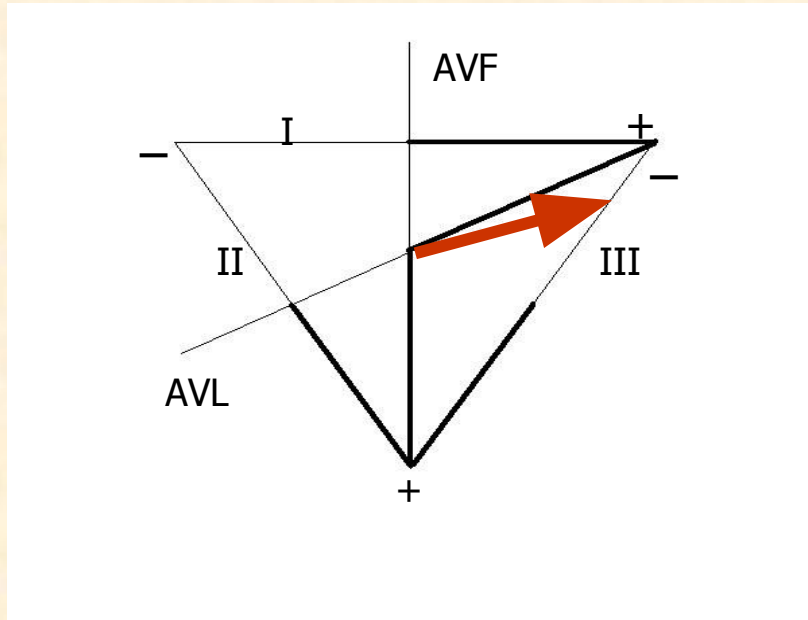
$R_I > R_{II} > R_{III}$

$S_{III} > R_{III}$

$S_{aVF} < R_{aVF}$

Отклонение ЭОС влево

Угол $\alpha =$ от 0° до -30°



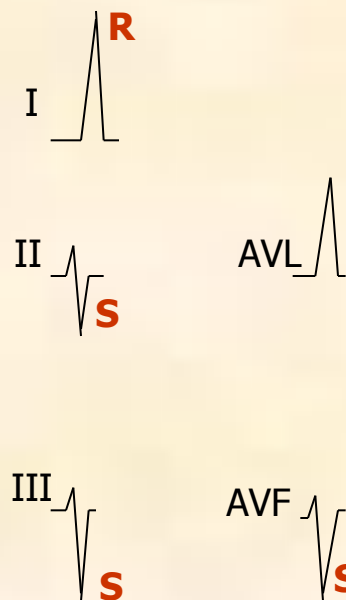
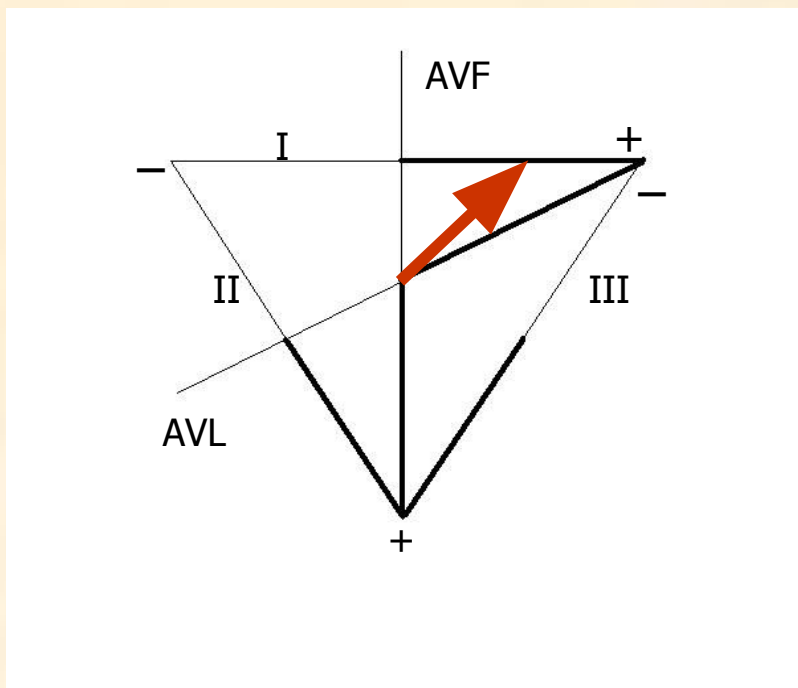
- ЭОС наиболее параллельна I отведению, где фиксируется максимальный R
- ЭОС проецируется на отрицательную часть III отведения, где фиксируется $S > R$
- ЭОС проецируется на отрицательную часть AVF, где фиксируется $S > R$

$R_I > R_{II} > R_{III}$

$S_{III} > R_{III}$

$S_{AVF} > R_{AVF}$

Резкое отклонение ЭОС влево; угол $\alpha = < -30^\circ$
- блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса



- ЭОС наиболее параллельна I отведению, где фиксируется максимальный R
- ЭОС проецируется на отрицательную часть III отведения, где фиксируется $S > R$
 - ЭОС проецируется на отрицательную часть AVF, где фиксируется $S > R$
- ЭОС проецируется на отрицательную часть II отведения, где фиксируется $S > R$

$$RI > RII > RIII$$

$$SIII > RIII$$

$$SAVF > RAVF$$

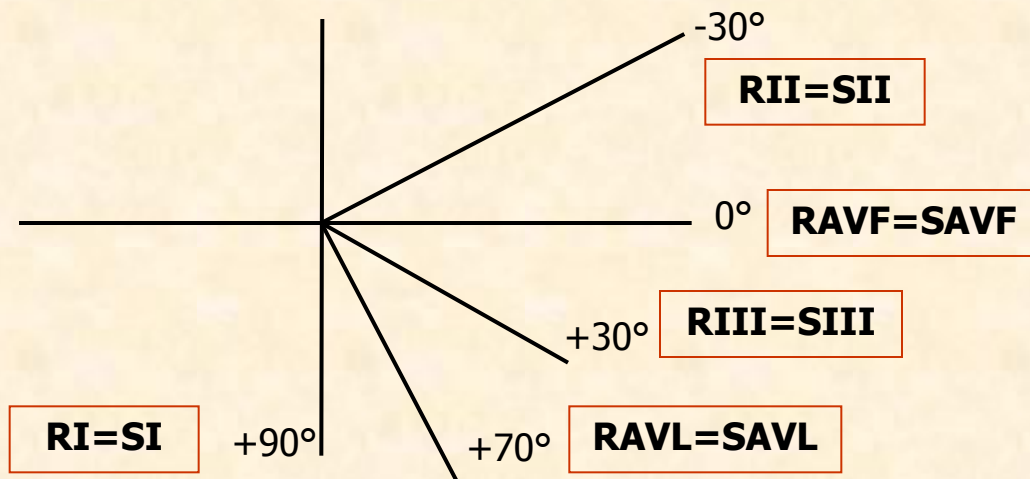
$$SII > RII$$

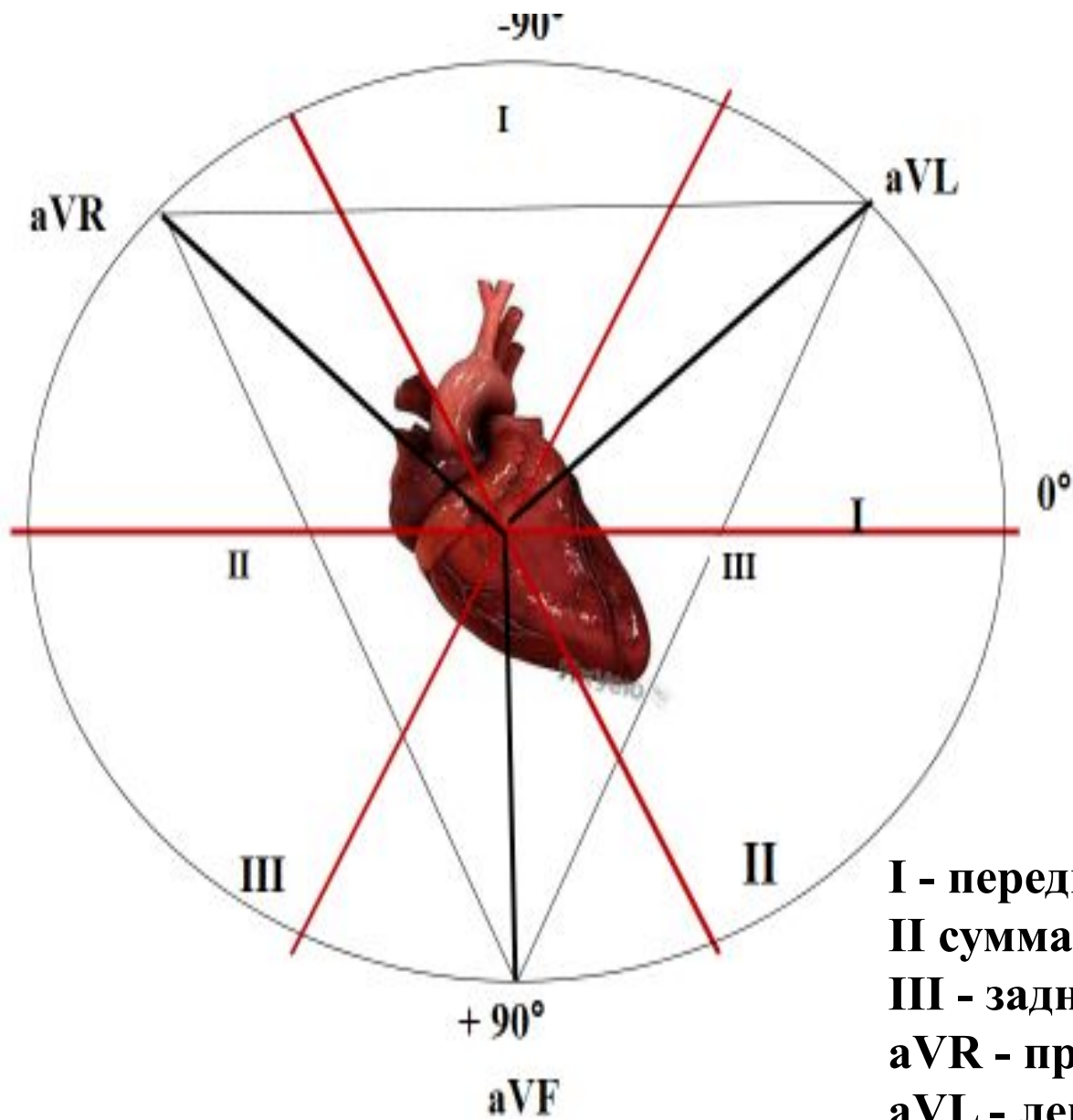
Алгоритм визуального определения ЭОС

- ✓ Найти максимальный по амплитуде R в стандартных отведениях
 - ✓ Определить соотношение амплитуд зубца R в стандартных отведениях
 - ✓ Найти глубокий S в стандартных и однополюсных отведениях:
 - $S = R$
 - $S > R$
 - ✓ Сопоставить полученные данные
-

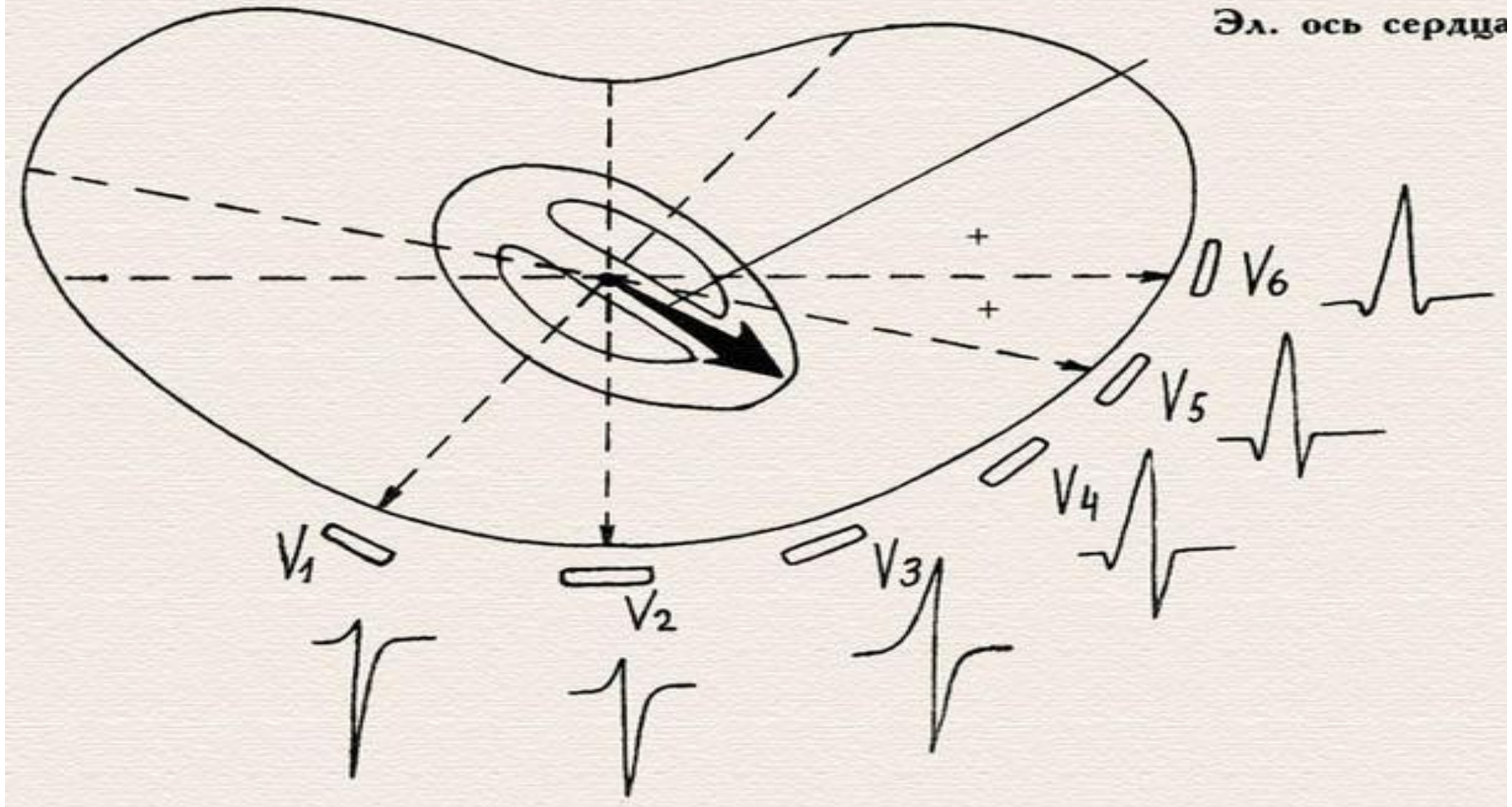
Алгоритм визуального определения ЭОС

| Максимальный R | | Глубокий S ($S > R$) | Положение ЭОС | Угол α |
|----------------|--------------------------|--|------------------------------|--------------------------|
| RI | | S III | горизонтальное | от 0 до $+40^\circ$ |
| | | SIII + SAVF | отклонена влево | от 0 до -30° |
| | | SIII+SAVF+SII | отклонена резко влево | от -30 до -90° |
| RII | RII>RI>RIII | R I,II,III,AVL,AVF > S I,II,III,AVL,AVF | не отклонена | от $+40$ до $+70^\circ$ |
| | RII>RIII>RI | SAVL | вертикальное | от $+70$ до $+90^\circ$ |
| RIII | | SAVL + SI | отклонена вправо | от $+90$ до $+180^\circ$ |





I - передняя стенка
II сумма I-III
III - задняя стенка сердца
aVR - правая боковая стенка
aVL - левая передне-боковая стенка
aVF - задне-нижняя стенка сердца.



V1 - V2 правый желудочек

V3- межжелудочковая перегородка

V4 – верхушка сердца

V5- переднебоковая стенка левого желудочка

V6- боковая стенка левого желудочка

Локализация инфаркта миокарда по отведениям ЭКГ

Зудбинов "Азбука ЭКГ"

- I - передняя стенка сердца
- II - суммационное отображение I и III
- III - задняя стенка сердца
- aVR - правая боковая стенка сердца
- aVL - левая передне-боковая стенка сердца
- aVF - задне-нижняя стенка сердца
- V1 и V2 - правый желудочек
- V3 - межжелудочковая перегородка
- V4 - верхушка сердца
- V5 - передне-боковая стенка левого желудочка
- V6 - боковая стенка левого желудочка

ЭКГ-линейка "КардиоLine"

- Переднеперегородочный инфаркт миокарда – I, aVL, V1, V2, V3;
- Переднегородочно-верхушечный – I, aVL, V1, V2, V3, V4;
- Переднегородочно-верхушечно-боковой – I, aVL, V1, V2, V3, V4, V5, V6;
- Нижний – II, III, aVF;
- Нижнебоковой – II, III, aVF, V5, V6.

ЭКГ справочник "Интерпретация ЭКГ" для врачей и студентов

- | | |
|--|---|
| Переднеперегородочный - V1-V3 | Заднедиафрагмальный (нижний) - III, aVF, II |
| Передневерхушечный - V3, V4 | Заднебазальный - V7-V9 |
| Передний боковой - I, aVL, V5, V6 | Заднебоковой - V5, V6, III, aVF |
| Высокий передний - V2/4-V2/6 и/или V3/4-V4/6 | Задний распространенный - III, aVF, II, V5, V6, V7-V9 |
| Распространенный передний - I, aVL, V1-V6 | |

Оценка контрольного милливольтга

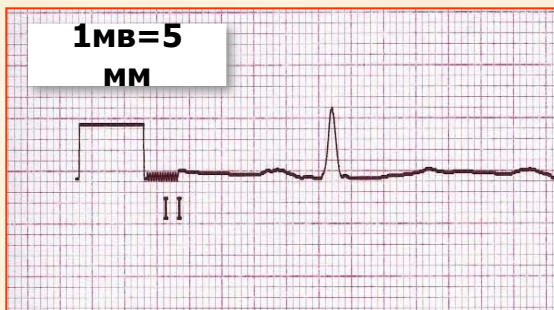
Величина милливольтга влияет на амплитуду зубцов ЭКГ



- Электрокардиограф обычно регулируют таким образом, чтобы включение напряжения в 1 мВ давало смещение изоэлектрической линии на 10 мм



- При «низковольтной» ЭКГ для выявления наличия и формы зубцов электрокардиограмму регистрируют при большем усилении, когда включение милливольтга смещает изолинию на 20 мм

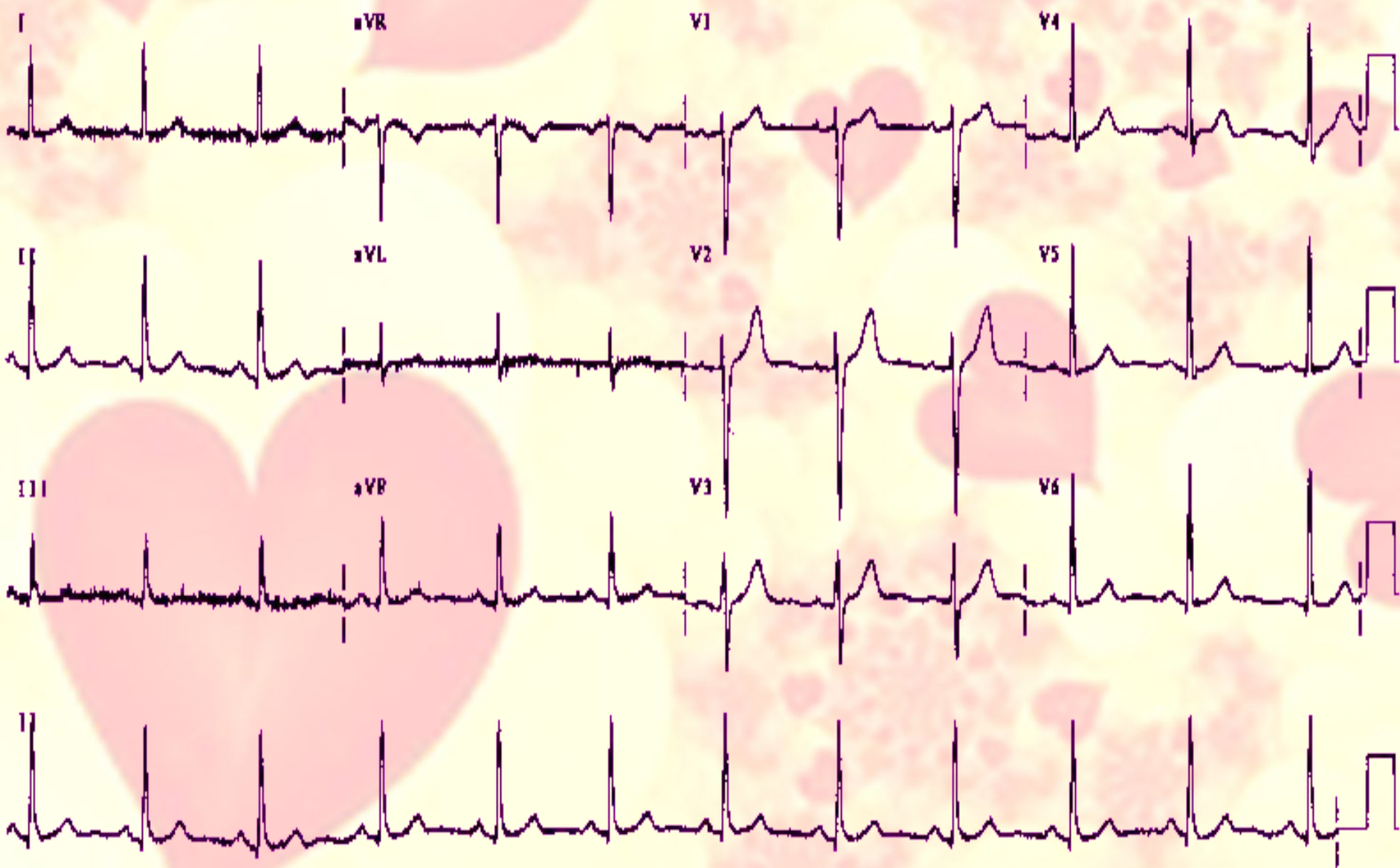


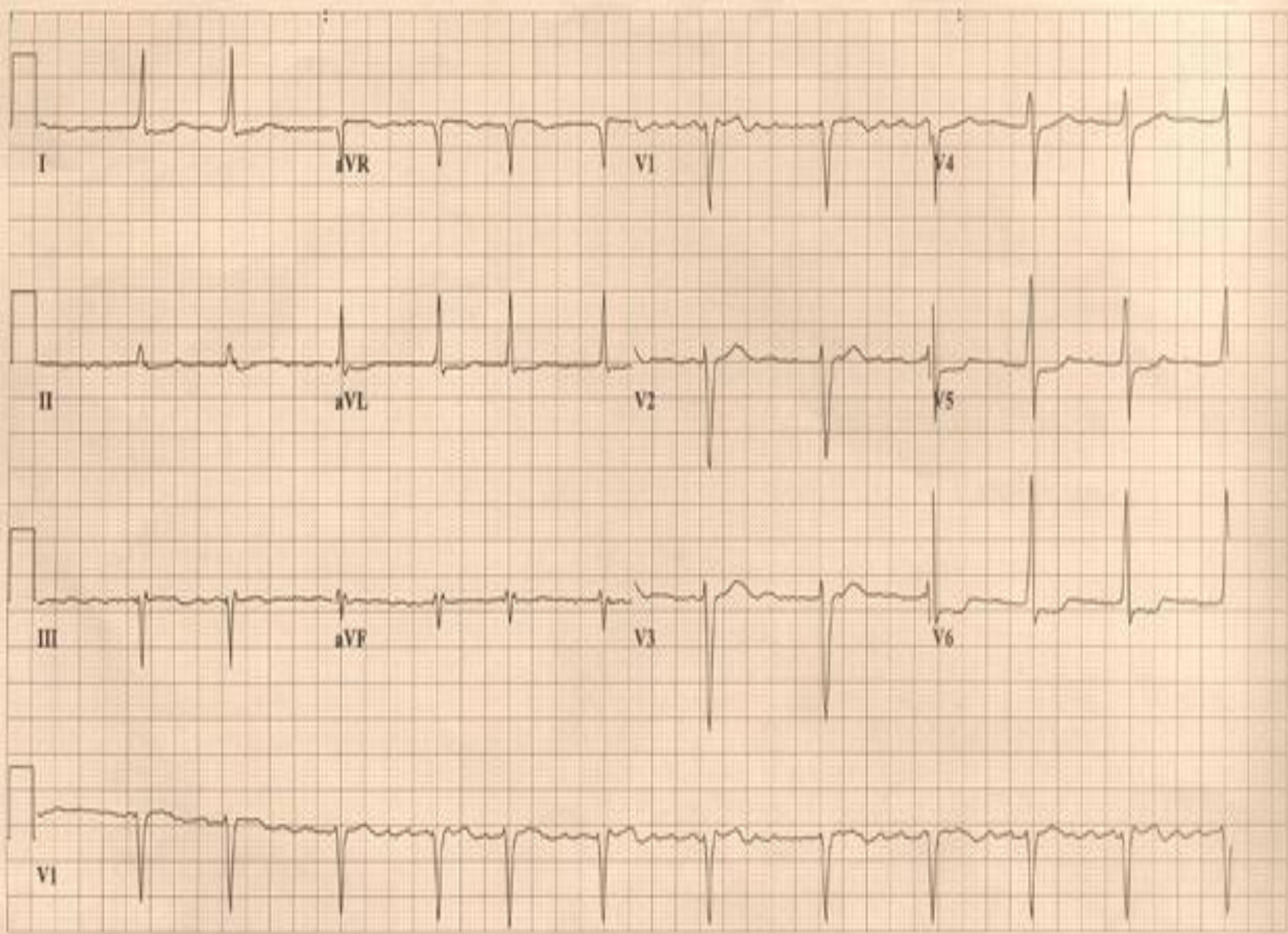
- Редко при высоком вольтаже зубцов используют малое усиление, когда включение милливольтга смещает изолинию на 5 мм

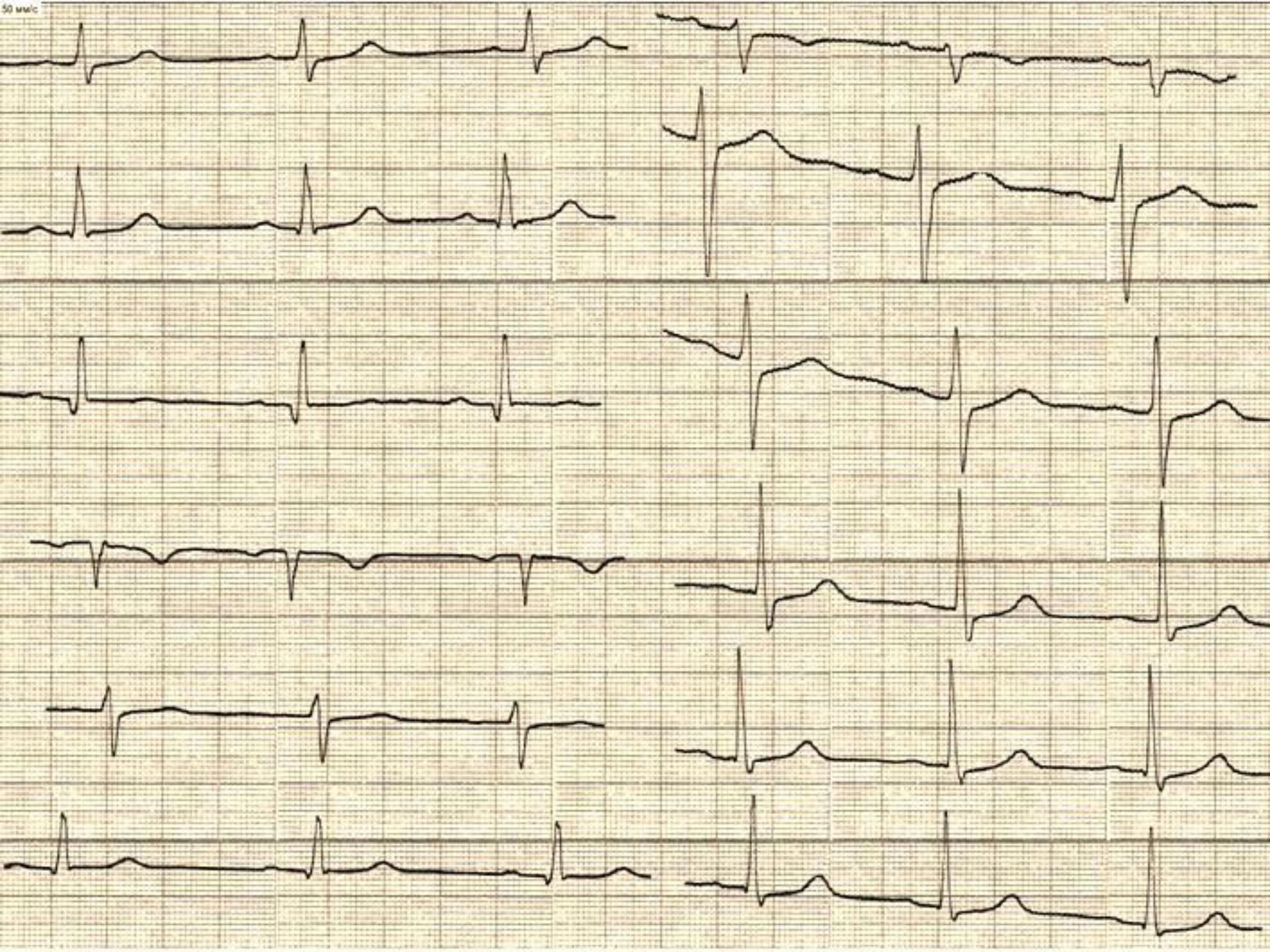
| Локализация ИМ | Отведения, где обнаруживают признаки ИМ | |
|--|--|---|
| | Прямые признаки: патологический Q (QS); элевация RS-T; отрицательный коронарный T | Реципрокные признаки: депрессия RS-T; высокий положительный T; высокий R (при задних ИМ) |
| Инфаркт миокарда передней стенки ЛЖ | | |
| Переднеперегородочный | V1 - V3 | |
| Передневерхушечный | V3, V4 | |
| Переднебоковой | I, aVL, V5, V6 | |
| Переднебазальный (высокий передний) | V24-V26 и/или V34-V36 | |
| Распространенный передний | I, aVL, V1 - V6 | III, aVF, II |
| Инфаркт миокарда задней стенки ЛЖ | | |
| Заднедиафрагмальный (нижний) | III, aVF, II | |
| Заднебазальный | V7 - V9 | V1 - V3 |
| Заднебоковой | V5, V6, III, aVF | |
| Распространенный задний | III, aVF, II, V5, V6, V7-V9 | V1 - V3 |

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

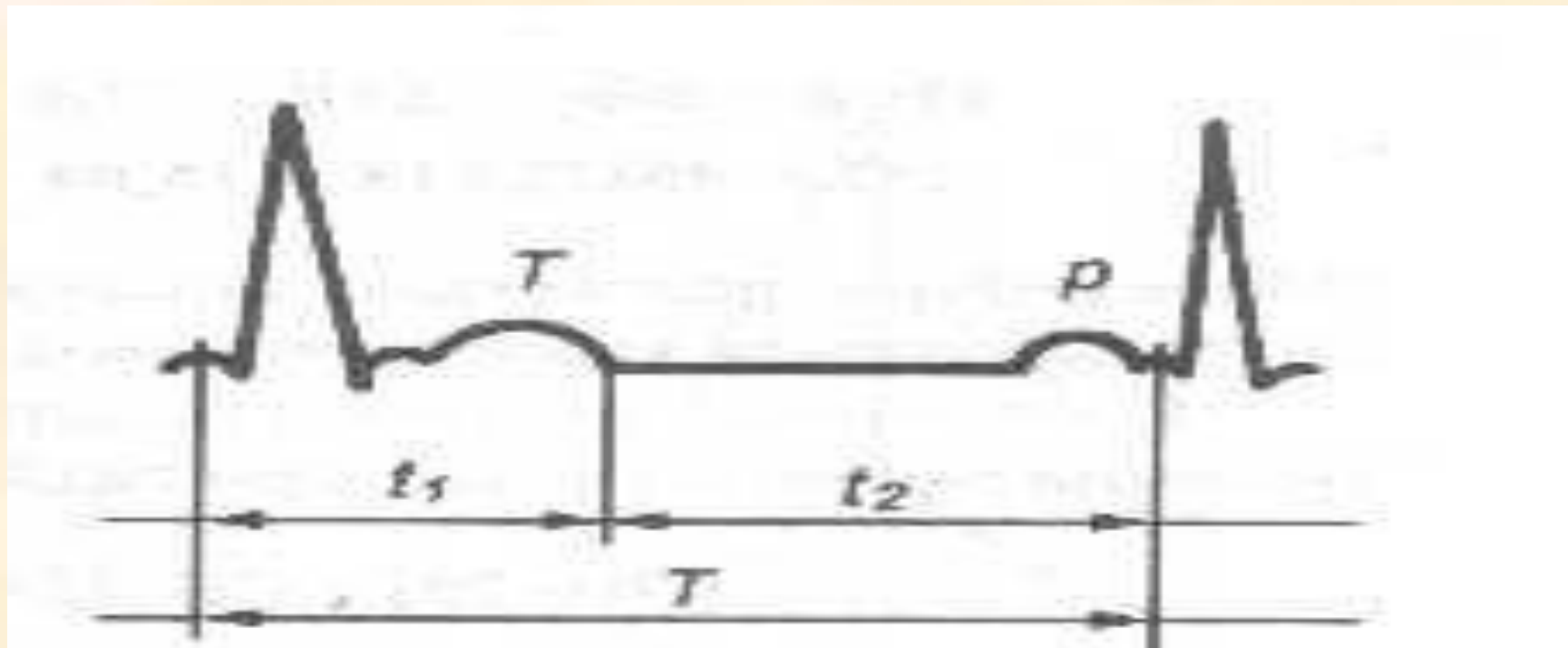
1. Исключение технических погрешностей
 2. Оценка контрольного милливольтга
 3. Оценка скорости регистрации ЭКГ
 4. Определение основного ритма (синусовый, эктопический)
 5. Определение правильности ритма
 6. Подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС)
 7. Характеристика зубцов, интервалов, сегментов
 8. Определение вольтажа
 9. Определение электрической оси сердца (ЭОС)
 - 10. Электрокардиографическое заключение**
 11. Сопоставить данные ЭКГ с:
 - возрастом и конституцией пациента
 - физиологическими особенностями (беременность...)
 - клинической картиной и давностью заболевания
 - проводимой терапией
-







Золотое сечение — это деление величины (например, длины отрезка) на две части таким образом, при котором отношение большей части к меньшей равно отношению всей величины к её большей части.



$$T : t_2 = t_2 : t_1.$$

$$1 = 1,618.$$

Случайное ли это совпадение или закономерное, отражающее гармоническую организацию сердечной деятельности?

Отношение максимального (систолического) к минимальному (диастолическому) давлению равно в среднем 1,6.

В декабре 2009 года "British Medical Journal" опубликовал результаты исследований, показавших, что золотое сечение может быть важным предиктором инфаркта миокарда.

Автор исследования профессор Ханно Ульмер, обнаружил, что работа человеческого сердца управляется правилами высшей гармонии и его математические параметры соответствуют знаменитому Золотому сечению.

У здорового человека соотношение между систолическим (максимальным) и диастолическим (минимальным) значениями артериального давления варьирующейся в течение дня в соотношении Золотого сечения — 1:1,618. Эти люди имеют меньший риск сердечного приступа.

Спасибо за внимание!