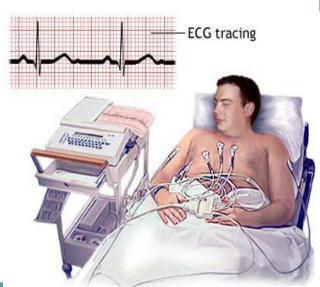
## ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

## Электрокардиография (ЭКГ)

метод графической регистрации электрических процессов, протекающих в сердце при его возбуждении.

Электрокардиография

 метод исследования биоэлектрической активности сердца

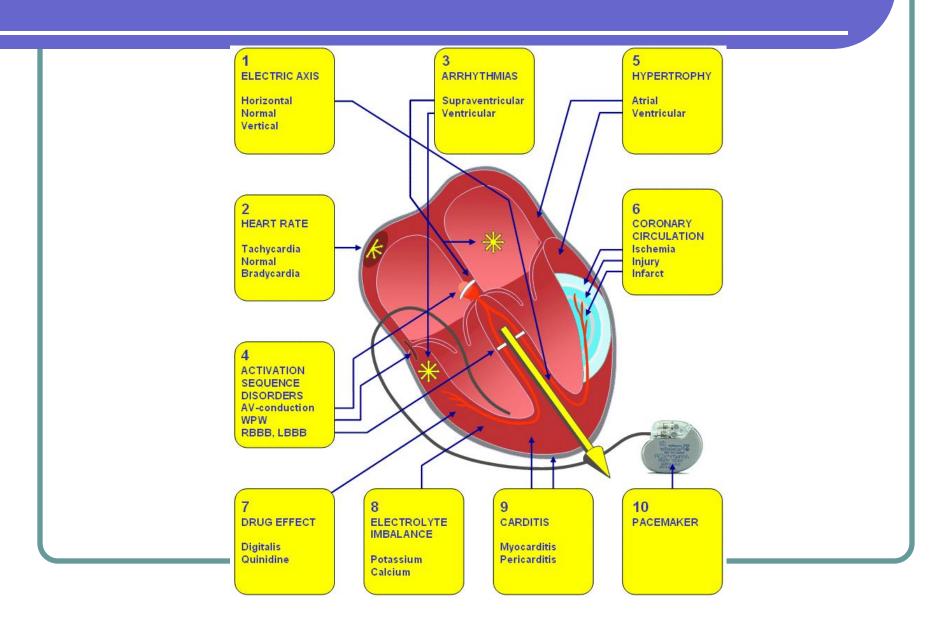


## Определение

 Электрокардиография – регистрация разности потенциалов между двумя точками в электрическом поле сердца.

• Электрокардиограмма - графическая запись проекции электродвижущей силы сердца (ЭДС) на оси отведений.

### Возможности ЭКГ



ЭКГ является незаменимым методом в диагностике нарушений ритма и проводимости сердца, ишемической болезни сердца, гипертрофии миокарда и других заболеваний сердца.

## История возникновения метода

1858 год – немецкие ученые Р. Келликер и И.Мюллер обнаружили наличие электрических явлений в сердечной мышце.

1873 год- сконструирован первый электрометр, позволивший регистрировать электрические потенциалы с поверхности тела.

## История возникновения метода

Август Уоллер - английский физиолог. В 1887 году обнаружил, что измерение биопотенциалов сердца возможно с помощью электродов, наложенных на поверхность тела.

Уильям Эйнтховен - голландский физиолог. В 1893г. предложил термин электрокардиограмма. В 1903 сконструировал первый электрокардиограф. Разработал большую часть современной ЭКГ-номенклатуры . Разработал основы векторного анализа ЭКГ

1913 год – В.Эйнтховен предложил технику регистрации ЭКГ, располагая электроды на конечностях, ввел понятие «отведение ЭКГ».

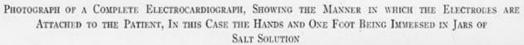
1924 год – В. Эйнтховену присуждена Нобелевская премия по медицине за внедрение в практическое здравоохранение метода ЭКГ диагностики.

1936 год – Вильсоном были предложены грудные отведения.

1942 год- Гольдбергер – введены однополюсные усиленные отведения от конечностей.

## Модели электрокардиографов









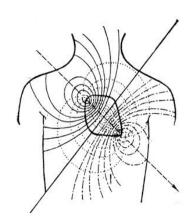
Первый ЭКГ аппарат имел вес 270 кг и в его обслуживании были задействованы 5 человек.

В настоящее время применяются портативные ЭКГ аппараты, которые работают от аккумулятора.

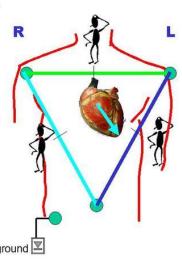
С помощью современных ЭКГ аппаратов можно передавать ЭКГ из отдаленных районов в ведущие клиники страны.

### Основы ЭКГ:





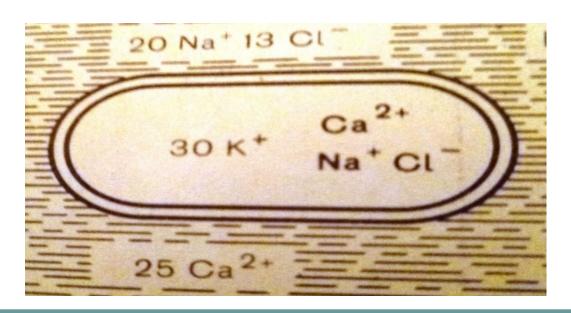
Векторная теория



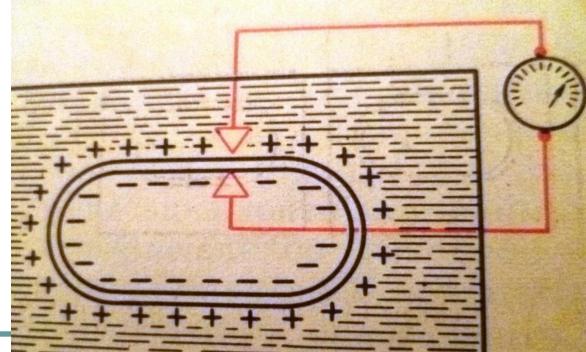
Мембранная теория ЭКГ

В основе возникновения электрических явлений в сердце лежит проникновение ионов Na+, K+, Cl-, Ca++ через мембрану мышечной клетки.

В невозбужденном состоянии в силу концентрационного градиента ионы К+ стремятся выйти из клетки, а ионы Cl-проникнуть в клетку.



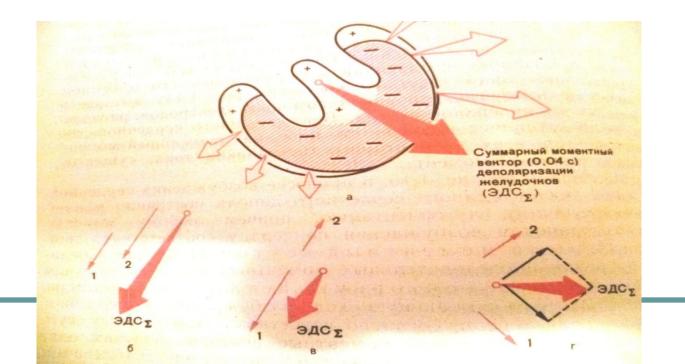
На поверхности клеточной мембраны возникает разность потенциала и электрический ток.



#### Дипольная теория

Возбужденные и невозбужденные кардиомиоциты предложено рассматривать как два разноименно заряженных полюса сердца, между которыми возникает разность потенциалов и электрический ток.

Потенциал действия всех кардиомиоцитов суммируется, возникает суммарная ЭДС сердца. ЭДС сердца направлена от эндокарда к эпикарду.



#### Суммарная ЭДС сердца складывается из 3 векторов:

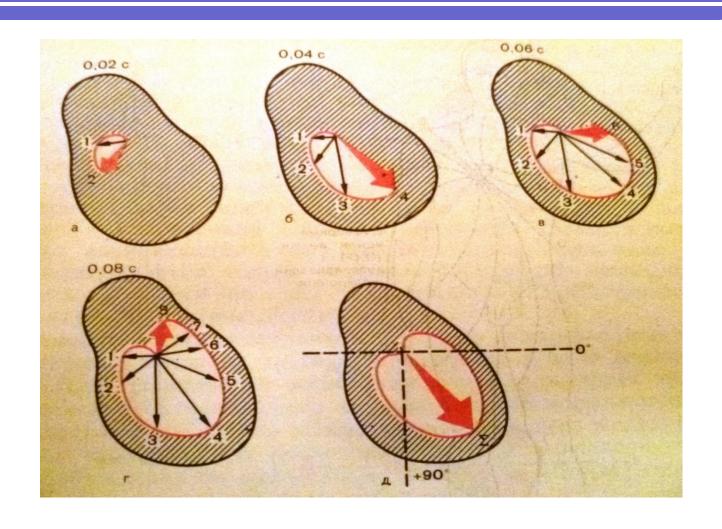
- вектор возбуждения перегородки;
- вектор возбуждения миокарда левого желудочка;
- вектор возбуждения миокарда базальных отделов **сердца**

#### Векторная теория

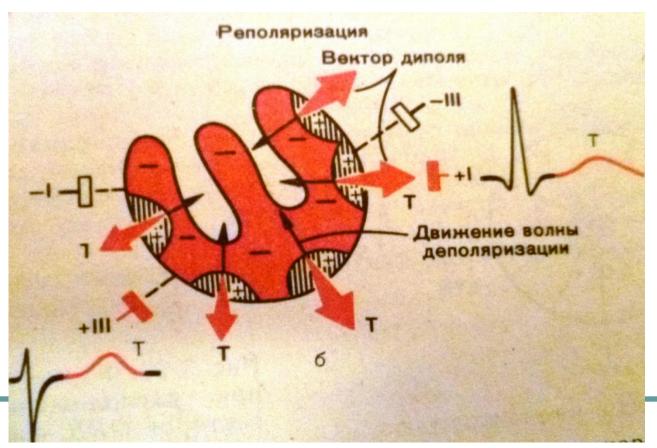
ЭДС – векторная величина (величина и направление).

Вектор ЭДС направлен сзади вперед, сверху вниз и справа налево. Направление вектора ЭДС – электрическая ось сердца.

### Суммарная ЭДС



# Суммарная ЭДС сердца направлена от эндокарда к эпикарду



Вектор ЭДС направлен сзади вперед, сверху вниз и справа налево. Направление вектора ЭДС — электрическая ось сердца.

В норме ЭОС расположена под углом + 30 + 70 градусов, что совпадает с анатомической осью сердца.

#### ЭКГ отведения

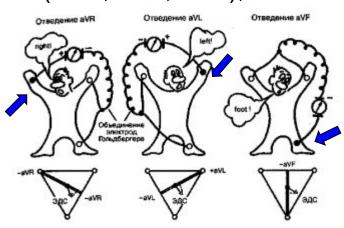
В настоящее время в практике наиболее широко используется запись ЭКГ в 12 отведениях:

- 3 стандартных двухполюсных отведений от конечностей (I,II,III),
- 3 усиленных однополюсных отведений от конечностей (aVR, aVL avF);
- 6 грудных отведений (v1-v6).

### Регистрация ЭКГ

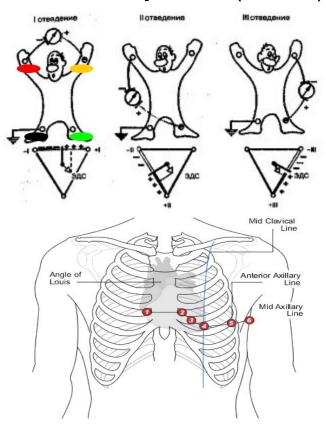
#### Стандартная ЭКГ записывается в 12 отведениях:

 3 усиленных от конечностей (aVR, aVL, aVF),



• **6 грудных** (V1, V2, V3, V4, V5, V6).

3 стандартных (I, II, III)

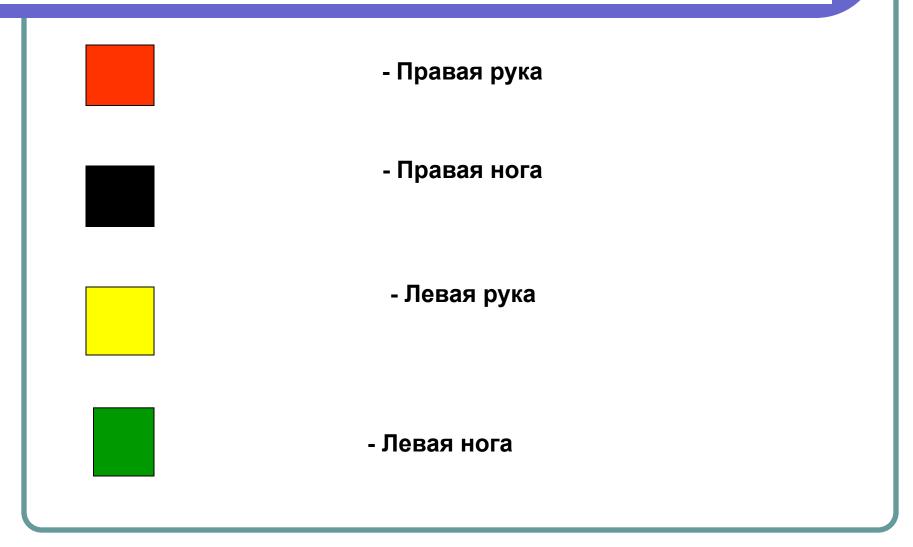


# **Стандартные двухполюсные отведения от конечностей**

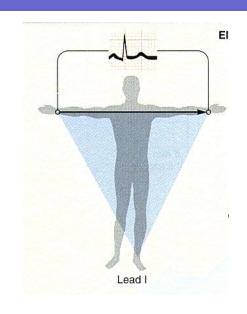
Стандартные двухполюсные отведения от конечностей (I,II, III отведения)

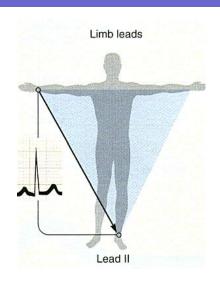
- предложены в 1913 году В. Эйнтховеном – фиксируют разность потенциалов между двумя точками электрического поля, удаленными от сердца (на конечностях) и расположенными во фронтальной плоскости.

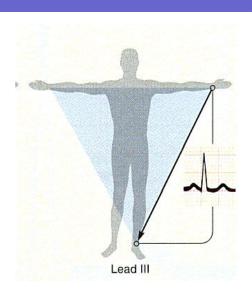
# Правила наложения электродов на конечности для снятия ЭКГ



## Стандартные двухполюсные отведения от конечностей







## Усиленные однополюсные отведения от конечностей

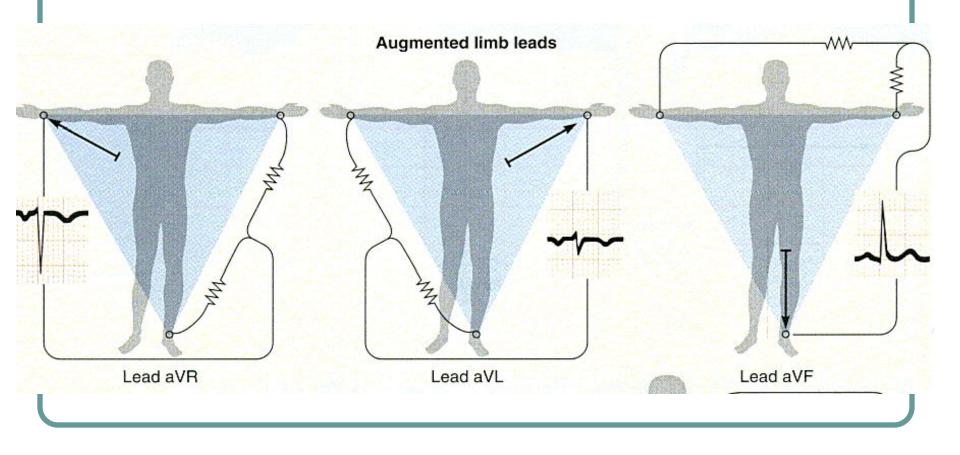
Усиленные однополюсные отведения от конечностей были предложены в 1942 году Гольдбергером.

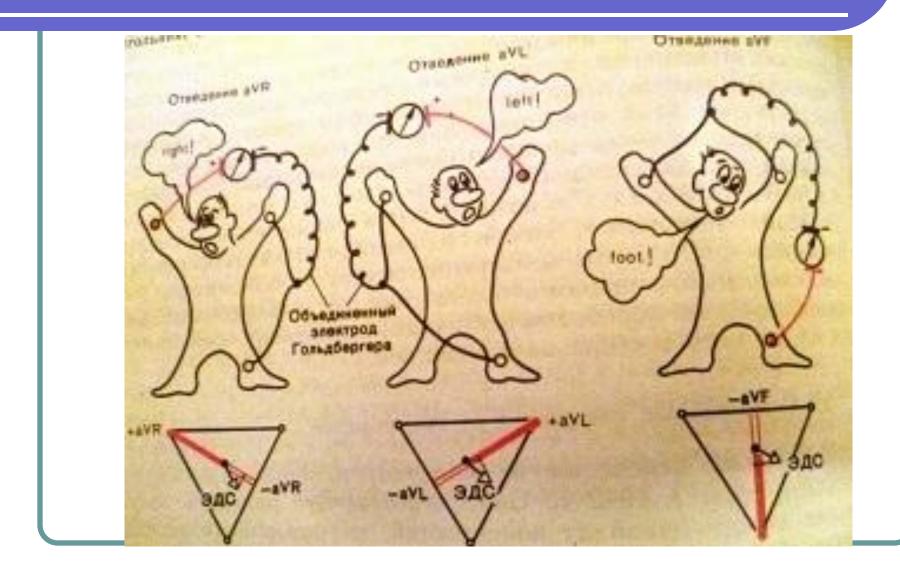
отведения aVR, aVL, aVF

Точки наложения электродов:

aVR – правая рука aVL – левая рука aVF- левая нога

## Усиленные однополюсные отведения от конечностей





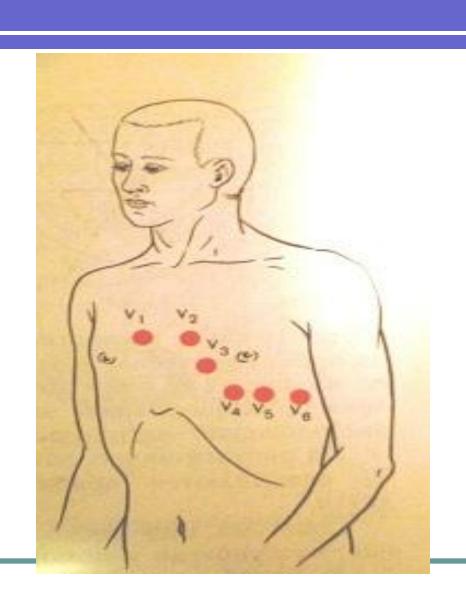
#### Грудные отведения

Грудные отведения предложены Вильсоном в 1934 году

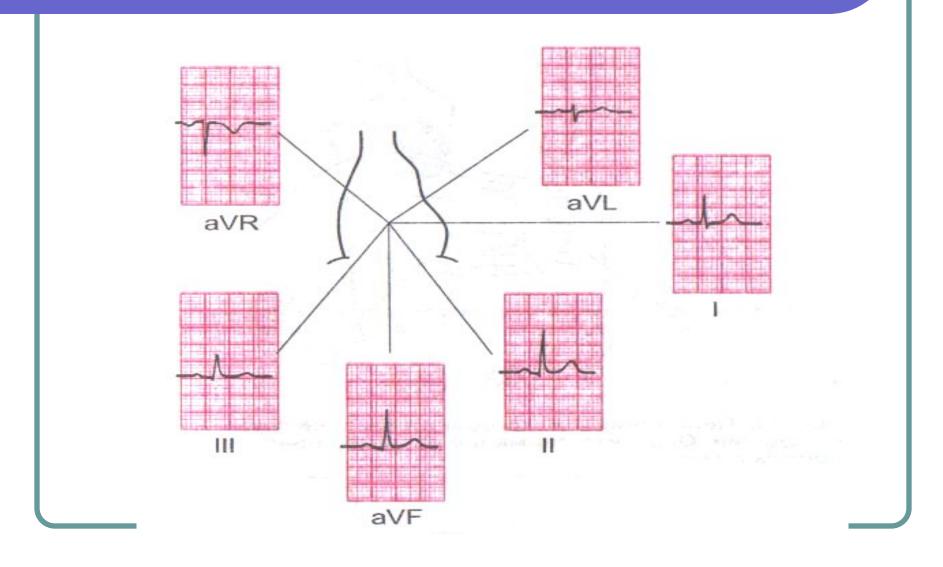
- регистрируют разность потенциалов между активными положительными электродами на поверхности грудной клетки и отрицательным электродом Вильсона (разность потенциалов от трех конечностей)

#### Точки наложения грудных электродов:

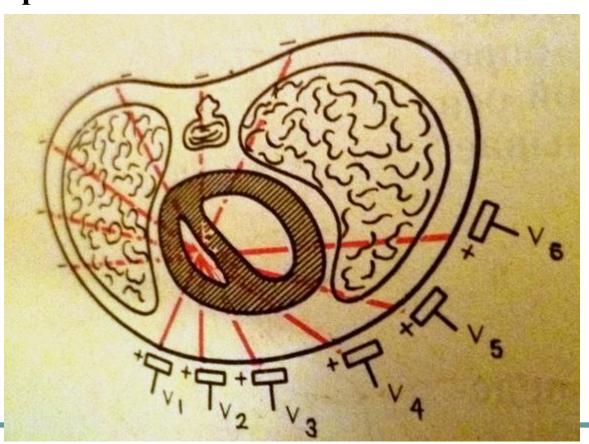
- V1 4 межреберье справа от грудины
- V2- 4 межреберье слева от грудины
- V3- расстояние между V2 V4
- V4- 5 межреберье по левой средне-ключичной линии
- V5- на уровне V4 по передней подмышечной линии
- V6- на уровне V4 по средней подмышечной линии



# Форма комплексов ЭКГ в стандартных отведениях



#### Грудные отведения позволяют оценить изменения ЭКГ в горизонтальной плоскости.



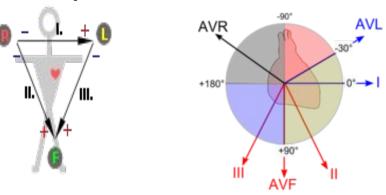
## Топическая диагностика

Отведения	Отделы миокарда
I, II, aVL	Передняя стенка
II, III, aVF	Задне-базальные отд.
V1, V2	Передняя стенка
V3	Межжелудочковая перегородка
V4	Верхушка
V5, V6	Боковая стенка

### Электрическая ось сердца

**Электрическая ось сердца** — это проекция суммарного электрического вектора ЭКГ-комплекса QRS на фронтальную плоскость.









## Электрическая ось сердца

Варианты положения электрической оси сердца:

**нормальное**:  $30^{\circ} > \alpha < 69^{\circ}$ ,

вертикальное:  $70^{\circ} > \alpha < 90^{\circ}$ ,

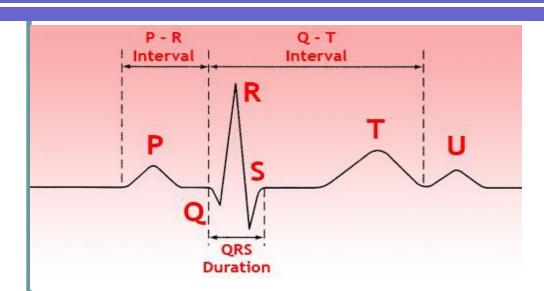
горизонтальное:  $0^{\circ} > \alpha < 29^{\circ}$ ,

резкое отклонение оси вправо:  $91^{\circ} > \alpha < \pm 180^{\circ}$ ,

резкое отклонение оси влево:  $0^{\circ} > \alpha < -90^{\circ}$ .



## Элементы нормальной ЭКГ



#### ЗУБЦЫ

Р (сокращение предсердий), Q, R, S (сокращение желудочков), Т (расслабление желудочков), U (непостоянный зубец, регистрируется редко).

#### ИНТЕРВАЛЫ

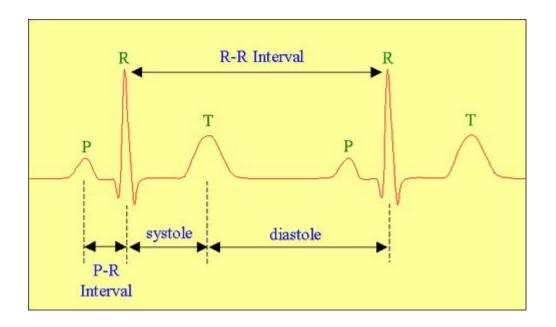
состоят из **зубца (комплекса зубцов)** и сегмента: PQ, QT

#### СЕГМЕНТЫ

участки **прямой линии** (изолинии) между двумя соседними зубцами: **PQ, ST, TP** 

# Элементы нормальной ЭКГ

• Соотношение **интервалов ЭКГ** с **фазами сердечного цикла** (систола и диастола желудочков)



- Проверка правильности регистрации ЭКГ.
- Анализ сердечного ритма и проводимости:
  - оценка регулярности сердечных сокращений,
  - подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС),
  - определение источника возбуждения,
  - оценка проводимости.
- Определение электрической оси сердца.
- Анализ предсердного зубца Р и интервала Р Q.
- Анализ желудочкового комплекса QRST:
  - анализ комплекса QRS,
  - анализ сегмента RS T,
  - анализ зубца Т,
  - анализ интервала Q T.
- Электрокардиографическое заключение.

Шаг 1. Проверка правильности ЭКГ



# 2. Оценка регулярности сердечных сокращений

Регулярность ритма оценивается **по интервалам R-R**. Допускается разброс длительности отдельных интервалов R-R не более **± 10%** от средней их длительности.

3. Подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС) ЧСС=60/ R-R (сек)

#### 4. Определение источника возбуждения:

Определение водителя ритма

#### СИНУСОВЫЙ ритм:

во II стандартном отведении зубцы P всегда положительные и находятся перед каждым комплексом QRS,

- зубцы P в одном и том же отведении имеют постоянную одинаковую форму.



### **Шаг 1**. Проверка правильности регистрации ЭКГ

Контрольный миливольт



Шаг 2. Оценка регулярности и частоты сердечных сокращений

Регулярность ритма оценивается **по интервалам R-R**.

R R



Допускается разброс длительности отдельных интервалов R-R не более ± 10% от средней их длительности.

Подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС)

ЧСС=60/ R-R (сек)

#### Шаг 3. Определение источника возбуждения:

(Определение водителя ритма)

#### СИНУСОВЫЙ ритм:

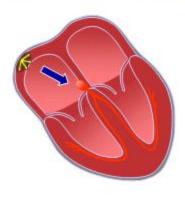
- во II стандартном отведении зубцы Р всегда положительные и находятся перед каждым комплексом QRS,
- зубцы Р в одном и том же отведении имеют постоянную одинаковую форму.

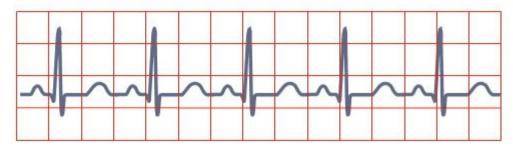




#### SINUS TACHYCARDIA

Impulses originate at S-A node at rapid rate

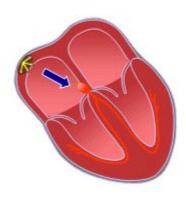


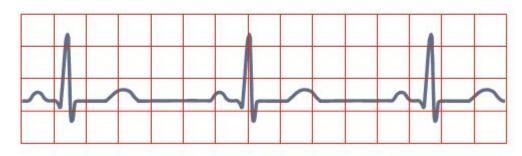


All complexes normal, evenly spaced. Rate >100/min.

#### SINUS BRADYCARDIA

Impulses originate at S-A node at slow rate





All complexes normal, evenly spaced. Rate < 60/min.

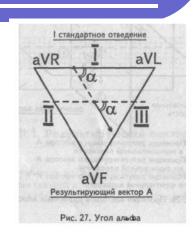
RESPIRATION

### SINUS ARRHYTHMIA Impulses originate at S-A node at varying rate All complexes normal, rhythm is irregular Longest R-R interval exceeds shortest > 0.16 s **MEDULLA OBLONGATA** VAGUS NERVE S-A NODE **PACEMAKER ACTIVITY** VARIES REFLEXLY WITH

EXPIRATION INSPIRATION EXPIRATION

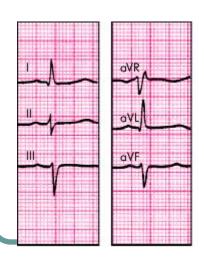
#### Шаг 4. Определение электрической оси сердца:

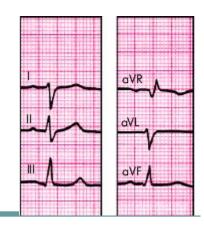
- по углу α;
- визуальное определение промежуточное положение ЭОС RII>RI>RIII



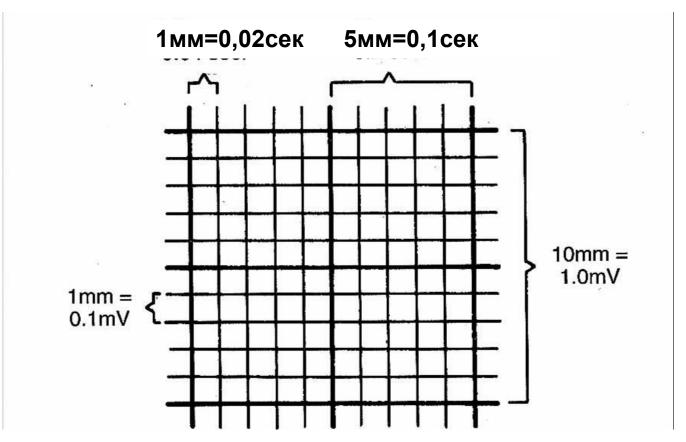
отклонение ЭОС влево –  $R_I S_{III}$ 

отклонение ЭОС вправо  $-R_{III}S_{II}$ 





**Шаг 5**. Подсчет зубцов, интервалов



### Анализ предсердного зубца Р:

Длительность Р ≤ 0,1сек амплитуда - 1.5 - 2.5 мм

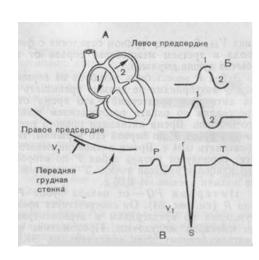


I, II, aVF, V2 - V6 - зубец Р всегда положительный.

III, aVL, V1 - зубец Р положительный или двухфазный. aVR зубец Р - всегда отрицательный.

#### Анализ интервала PQ:

P-Q ≤ 0.12-0.20 сек

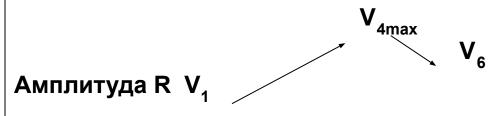


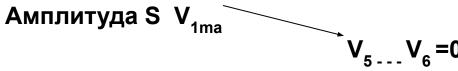
Анализ желудочкового комплекса QRST

QRST≤0,07-0,09 сек

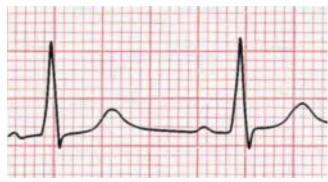
Q – ¼ R, Q≤0,03сек

R, S (в стандартных отведениях) ≤5мм (в грудных отведениях) ≤ 20мм

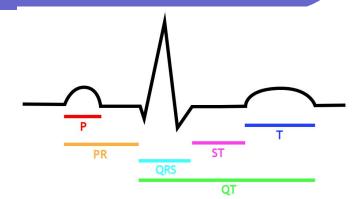




В отведении V<sub>3</sub> R≈S (переходная зона)



### Анализ сегмента RS – Т: Сегмент RS – Т находится на изолинии (±1мм)



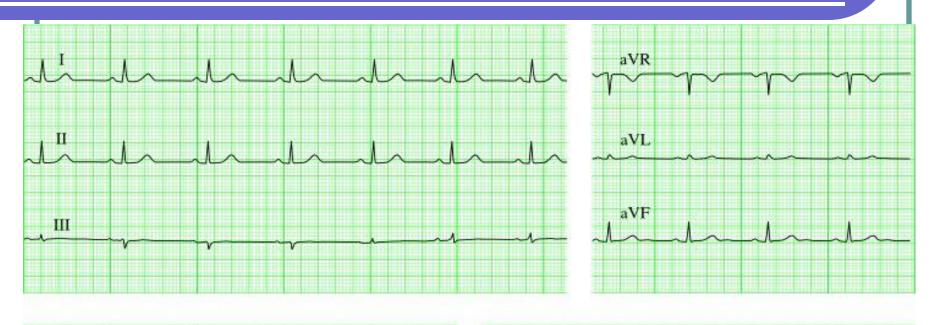
#### Анализ зубца Т:

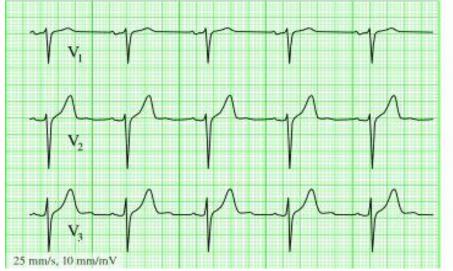
Зубец Т отражает процессы реполяризации миокарда.

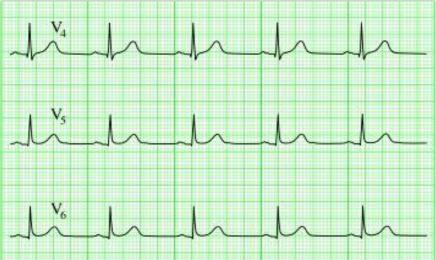
I, II, aVF, V2-V6 – зубец T всегда положительный, причем TI > TIII, а  $Tv_6 > Tv_1$  aVR – T всегда отрицательный

#### Анализ интервала Q – T:

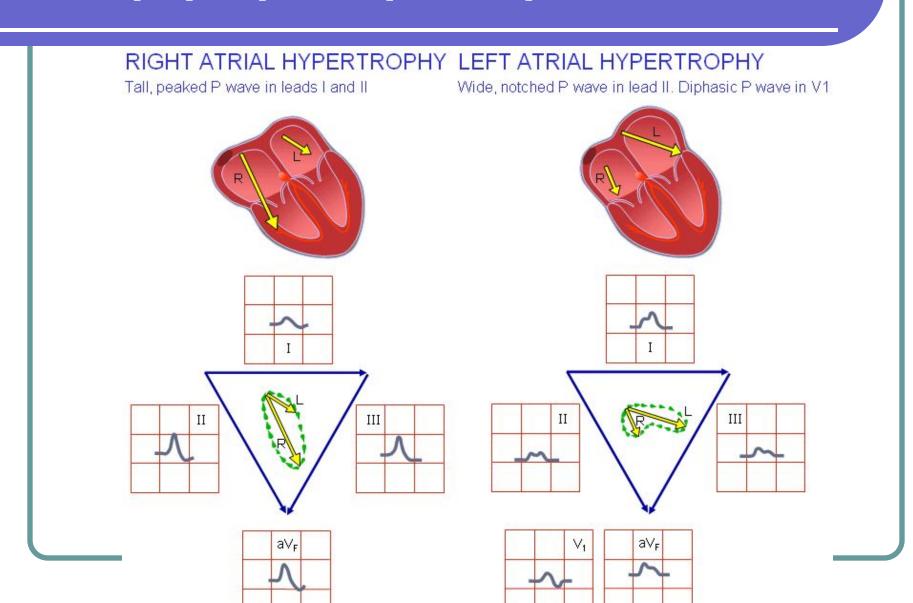
Интервал Q - T – электрическая систола желудочков





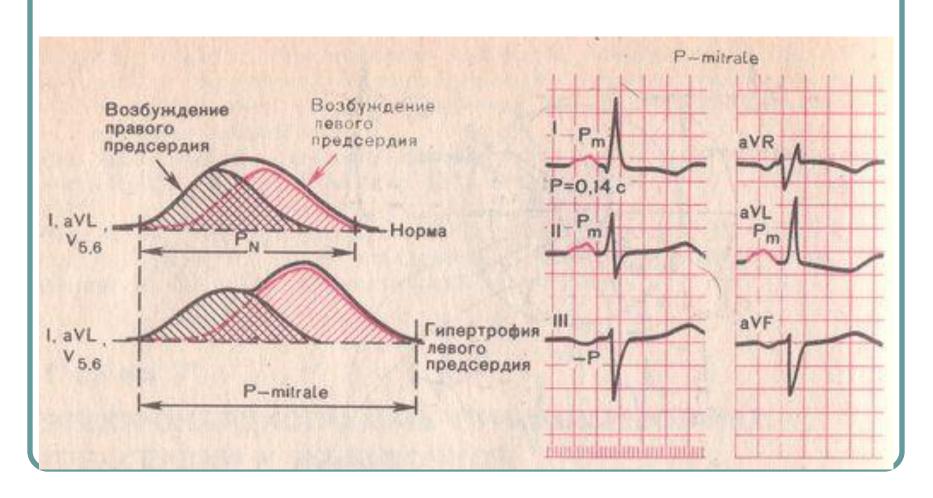


# Гипертрофия предсердий

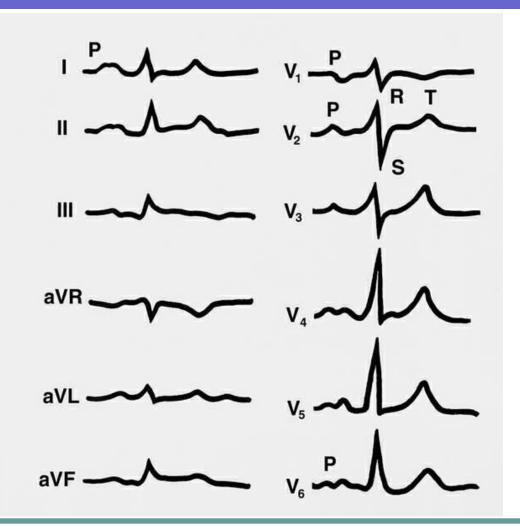


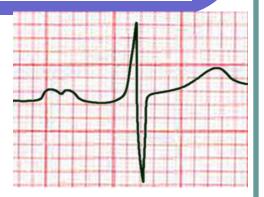
## Признаки гипертрофии ЛП

Формирование зубца Р (P-mitrale) при гипертрофии левого предсердия.



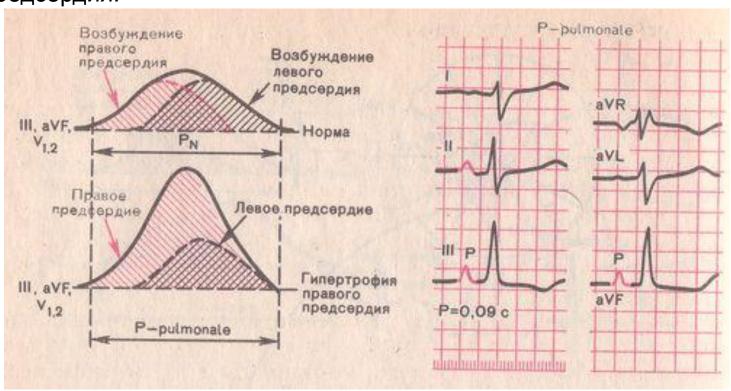
## Гипертрофия ЛП





## Признаки гипертрофии ПП:

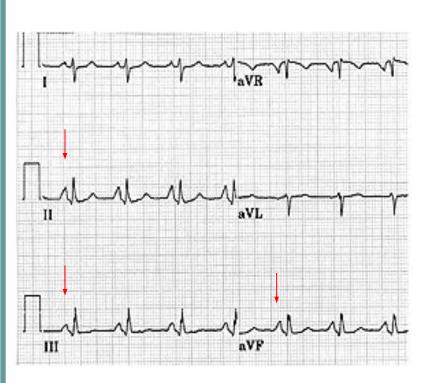
**Формирование зубца Р (P-pulmonale)** при гипертрофии правого предсердия.

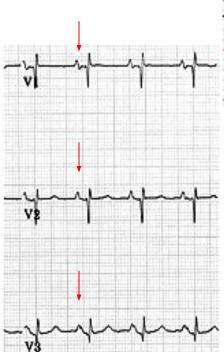


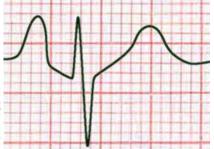
P pulmonale - II, III, aVF, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>

# Признаки гипертрофии ПП:

P pulmonale - II, III, aVF, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>



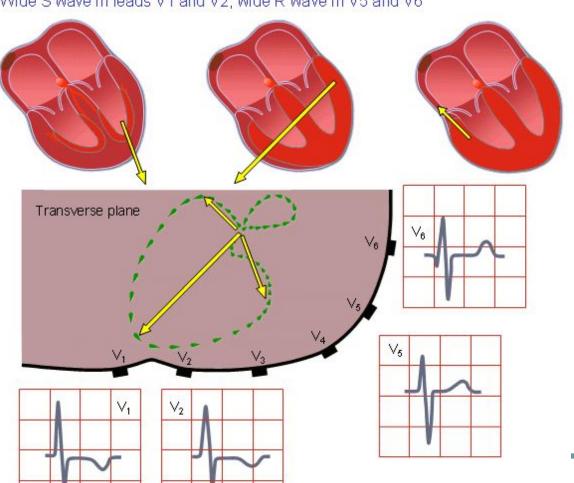




## Признаки гипертрофии ПЖ



Large R wave in leads V1 and V2, Wide S wave in leads V1 and V2, wide R wave in V5 and V6



## Признаки гипертрофии ПЖ

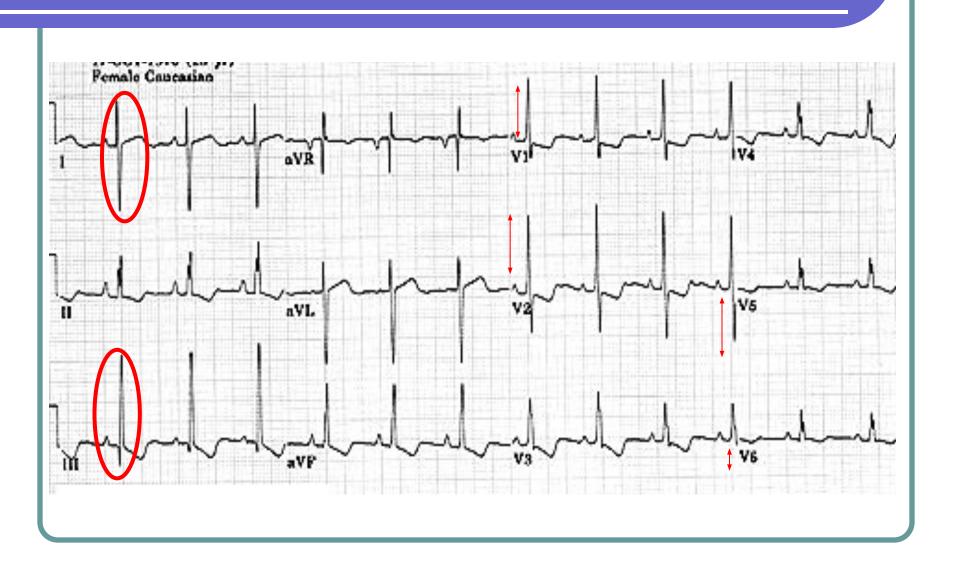
#### ЭКГ-признаки гипертрофии ПЖ:

• Отклонение ЭОС вправо ( $R_{III}$ ,  $S_{I}$ ,  $R_{aVF}$ ,  $S_{aVL}$ )

• 
$$V_1$$
 R > 5-7MM S < 2 MM

- $V_5$ ,  $V_6$  R < 5-7 MM S > 5-7MM
- Переходная зона смещена в V5
- $R_{V1} + S_{V5} > 10,5 \text{ MM}$

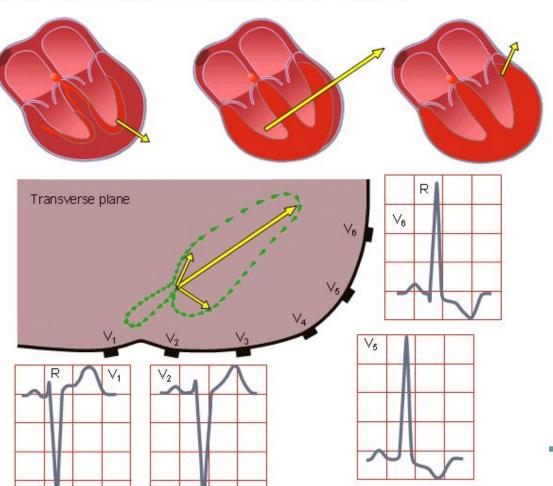
# Признаки гипертрофии ПЖ



## Признаки гипертрофии ЛЖ

#### LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY

Large S wave in leads V1 and V2, large R wave in V5 and V6

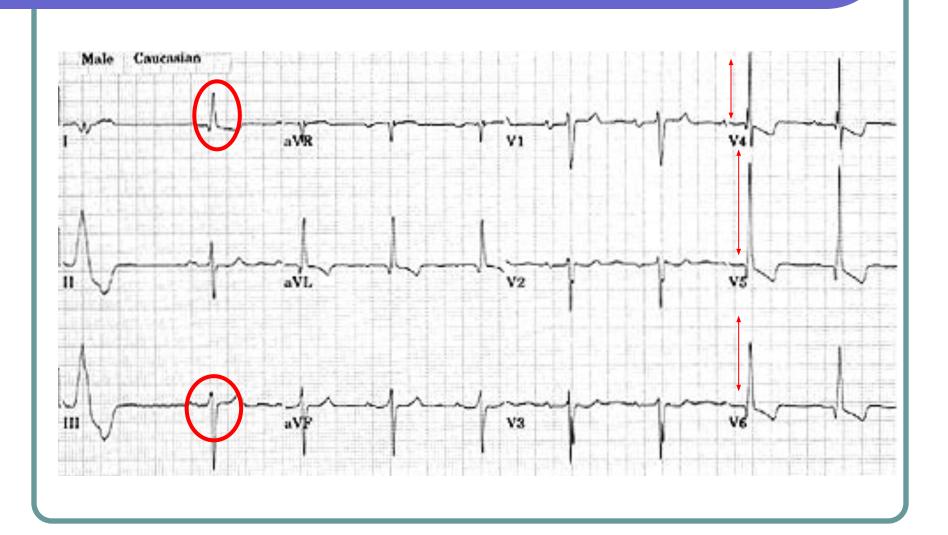


## Признаки гипертрофии ЛЖ

### ЭКГ-признаки гипертрофии ЛЖ:

- Отклонение ЭОС влево (R<sub>I</sub>, S<sub>III</sub>, R<sub>aVI</sub>, S<sub>aVE</sub>)
- RI > 10-15 MM
- RI + S III > 20 мм
- RV<sub>5</sub> > RV<sub>4</sub>
  V<sub>4</sub> R > 5-7мм S < 2 MM
- V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub> R < 5-7 MM S > 5-7 MM
- Переходная зона смещена в V<sub>2</sub>-V<sub>3</sub>
- $R_{V/1} + S_{V/5} > 10,5 \text{ MM}$
- $R\dot{V}_{5} + \dot{S}\dot{V}_{2} > 30-35 \text{ MM}$

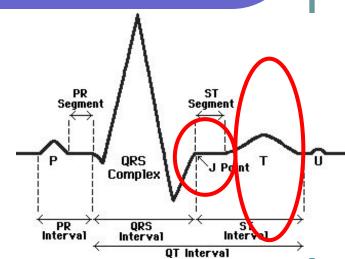
# Признаки гипертрофии ЛЖ

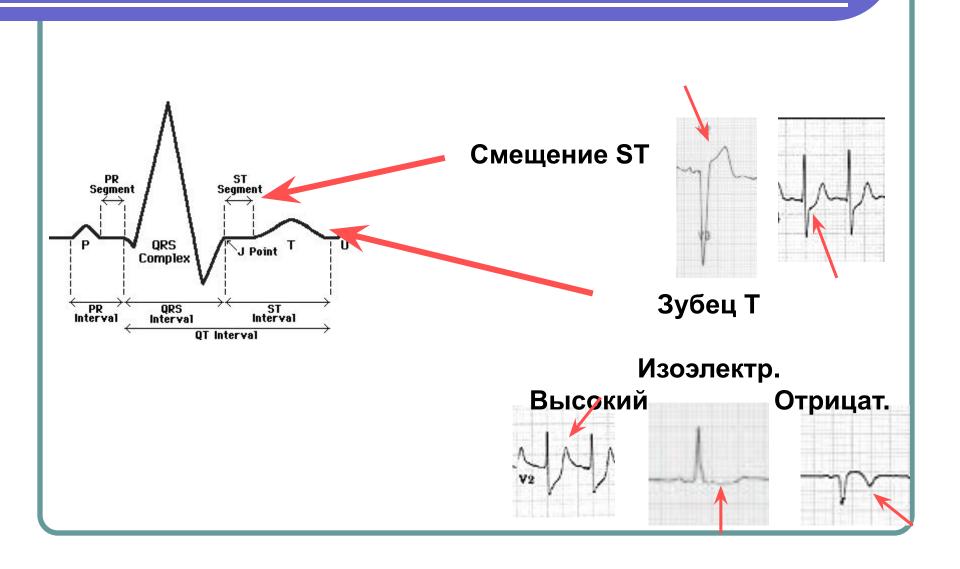


#### Признаки ишемии МК:

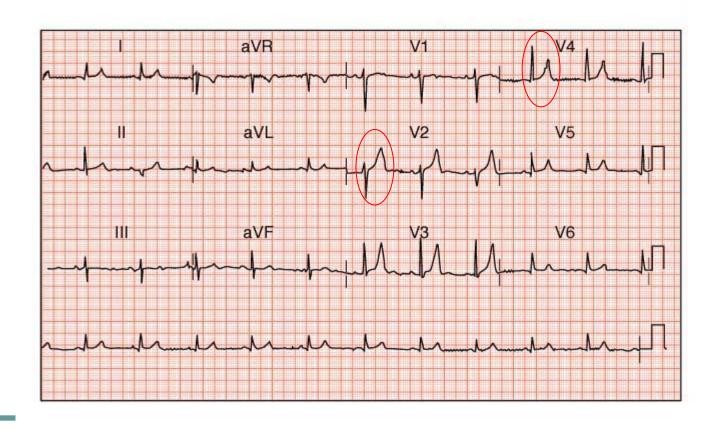
- Смещение сегмента ST >1 мм
- Изменения зубца Т отрицательный изоэлектрический

высокий, положительный

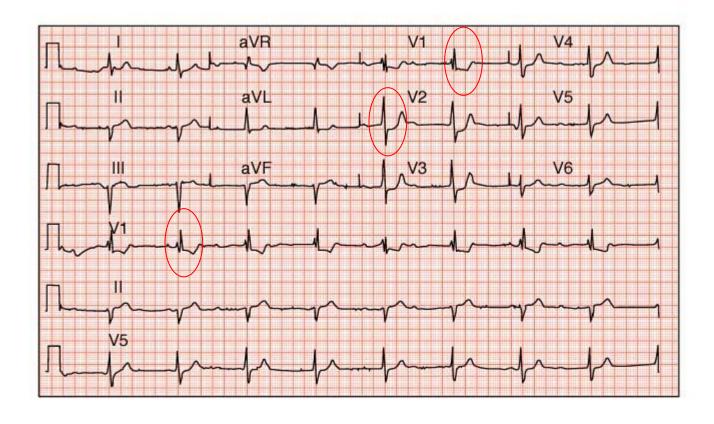




• Ишемия МК, коронарный зубец Т

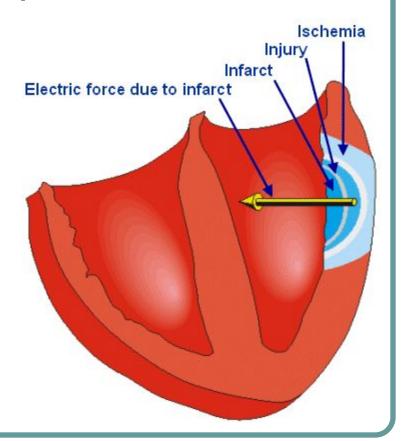


• Ишемия МК, депрессия ST-сегмента



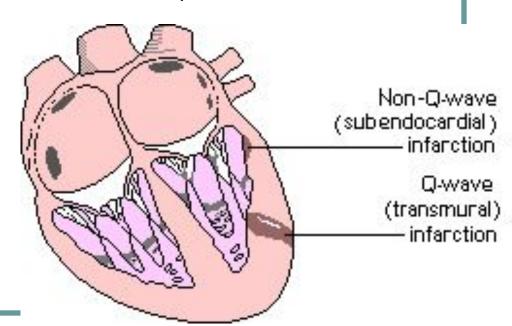
### Зоны поражения миокарда:

- Некроз
- Повреждение
- Ишемия



#### Варианты поражения:

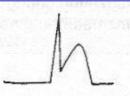
- Трансмуральный ИМ
- Нетрансмуральный (Q-негативный)



Стадии ИМ:

Острейшая

0-6 час.



Hyperacute (Acute Injury)

- 个ST

- peaked T waves

Острая

6-24 час.

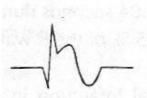


Acute (Evolving)

- 个ST

- ↓ R wave

24-72 час.



Recent (Resolving)

- Tinversion

- still ↑ ST but lesser than acute

- deeper Q waves

**Подострая** 72 час.- 6нед.



>6нед.



Undetermined (Healing)

normal ST

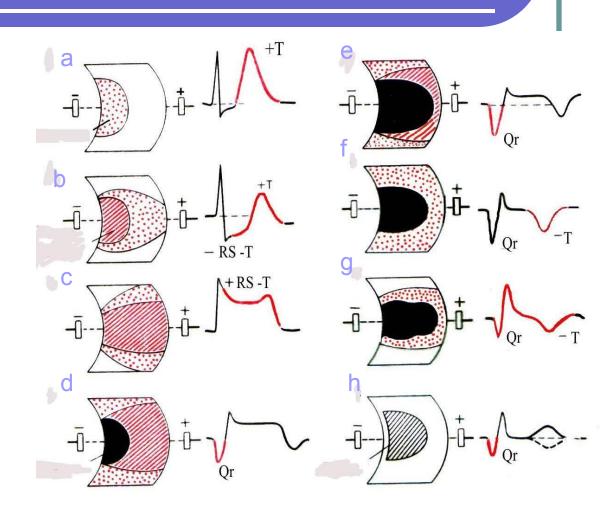
- Tinversion

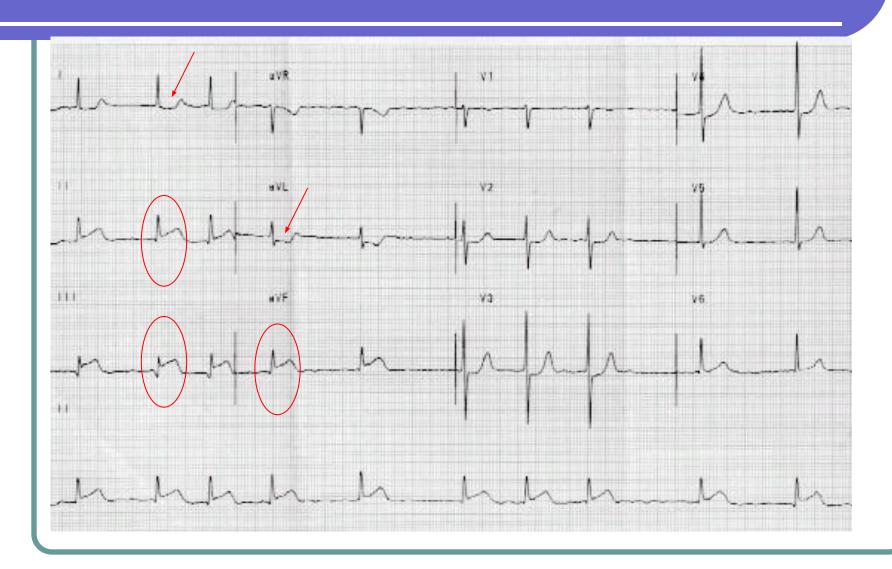
Old (Healed/Scarred)

normal ST and T waves

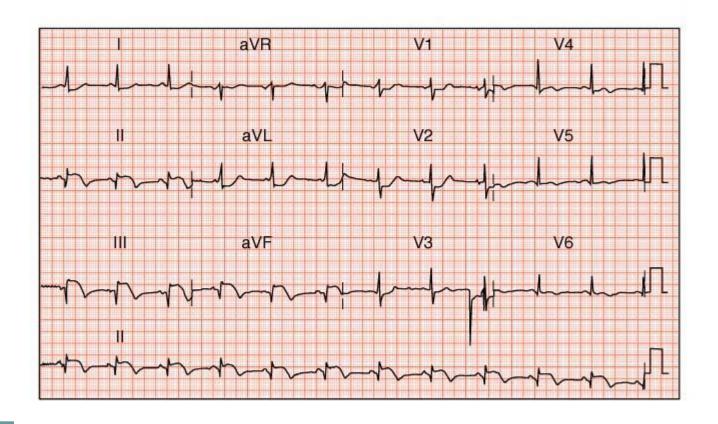
- Q wave persists

- а. Ишемия: депрессия ST и высокий коронарный зубец Т
- b. Повреждение: продолжающаяся ишемия приводит к депрессии ST.
- с. Повреждение: ухудшение состояния и подъем ST
- d. Некроз: появление патологического зубца Q и инверсией зубца Т
- e/g. Инфаркт, подострый: патологический зубец Q и отрицательныйзубец Т
- h. Рубец (месяц спустя) патологический Q при неизмененном ST сегменте и зубце Т





### Заднебазальный ИМ, подострая стадия



**ИМ** передне-боковой области, межжедудочковой перегородки, верхушки, стадия рубцевания

