



# ОСНОВЫ ЭКГ

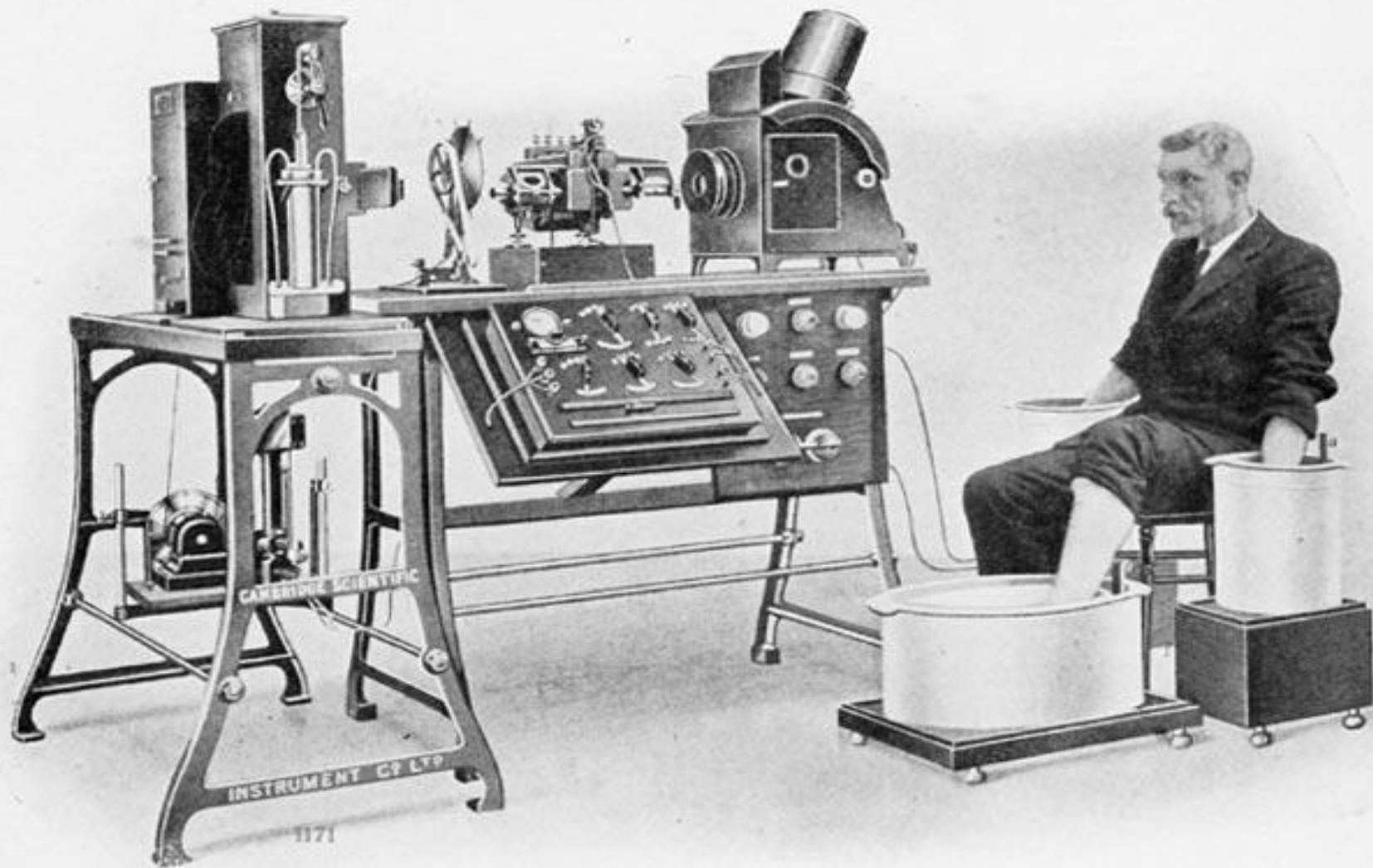
# История

- 1842- Итальянский учёный Карло Маттеучи – электричество связано с биением сердца.
- 1876- Ирландский учёный Marey анализирует электрическую работу сердца лягушки.
- 1895 - William Einthoven изобретает ЭКГ.
- 1906 - используя струнный гальванометр Эйнтховен диагностирует некоторые заболевания сердца.



# История

- 1924 – Нобелевская премия по физиологии/медицине вручается Эйнтховену за его работы по ЭКГ.
- 1938 – кардиологические Общества США и Великобритании вводят грудные отведения (по Wilson).
- 1942 - Goldberger на основании однополярных отведений Wilson создаёт усиленные отведения от конечностей (avF, avL, avR).



PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSSED IN JARS OF SALT SOLUTION

# Современный ЭКГ



# Что такое ЭКГ?

- ЭКГ – представление электрических событий сердечного цикла.
- Каждое событие имеет определённую отличительную форму. Изучение формы сигнала позволяет оценить функции сердца (автоматизм и т.д.)
- .

# Что можно установить при помощи ЭКГ?

Аритмии

Ишемию миокарда

Перикардит

Гипертрофию камер сердца

Электролитные нарушения

Лекарственную токсичность (алкалоиды наперстянки).



# Деполаризация

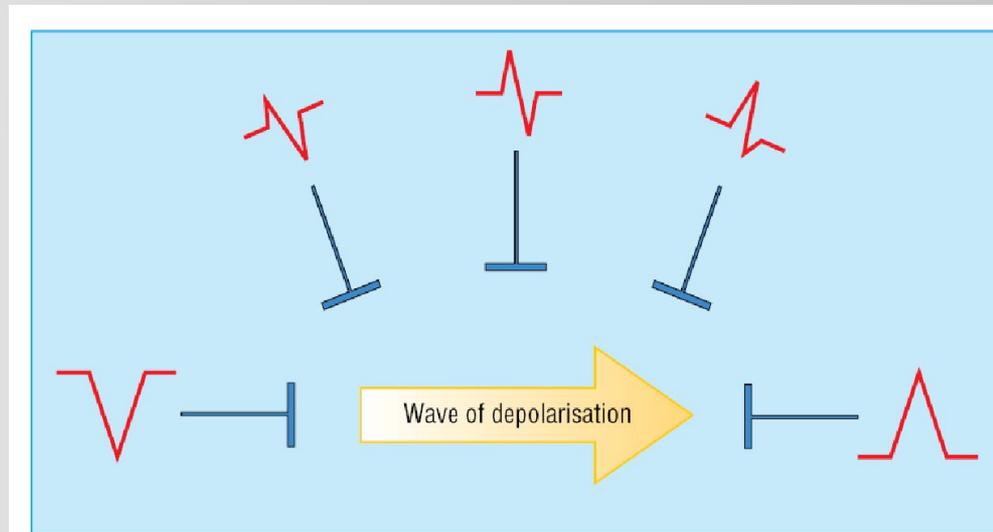
- Сокращение любой мышцы связано с электрическими изменениями, называемыми деполяризацией.
- Эти изменения могут быть определены с помощью электродов на поверхности тела.



# Водители ритма сердца

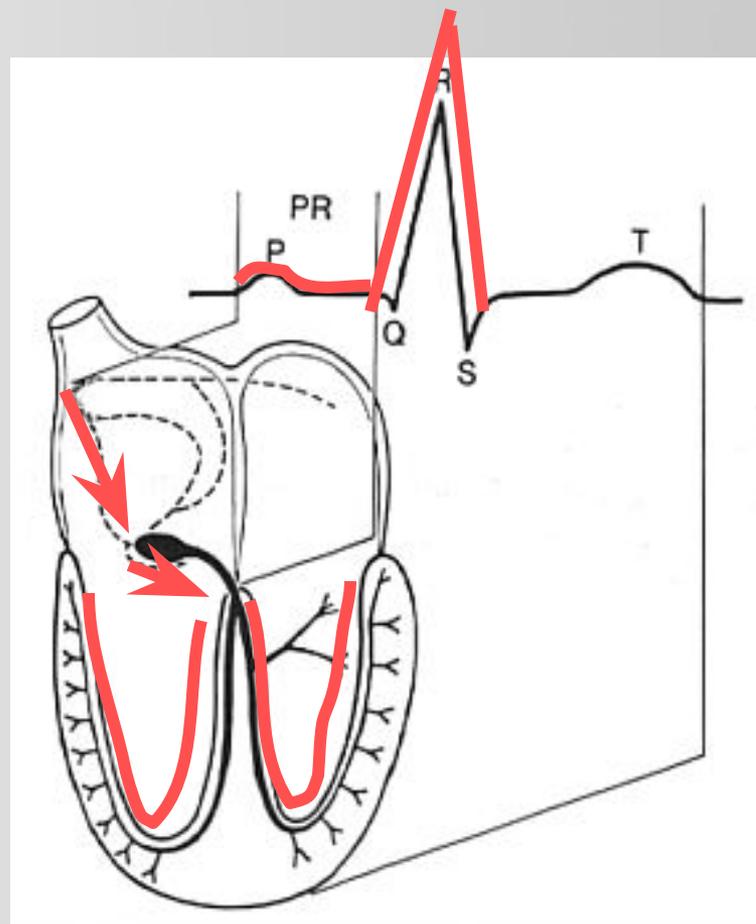
- **СА-узел** – Главный водитель ритма с частотой генерации 60 - 100 ударов в минуту.
- **АВ-узел** – Второстепенный водитель ритма с частотой генерации 40 - 60 ударов в минуту.
- **Проводящая система желудочков** – частота генерации 20 - 45 ударов в минуту.

- Электрический импульс, который движется по направлению к электроду, образует положительное (позитивное) отклонение (зубец) от изолинии.



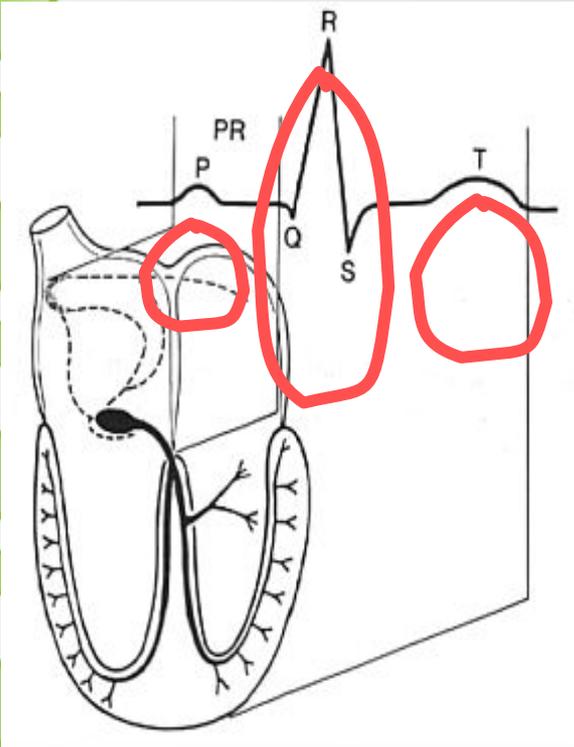
Wave of depolarisation. Shape of QRS complex in any lead depends on orientation of that lead to vector of depolarisation

# Распространение импульса и ЭКГ



# PQRST

- Зубец Р -  
деполяризация  
предсердий
- Комплекс QRS –  
деполяризация  
желудочков
- Зубец Т –  
реполяризация  
желудочков

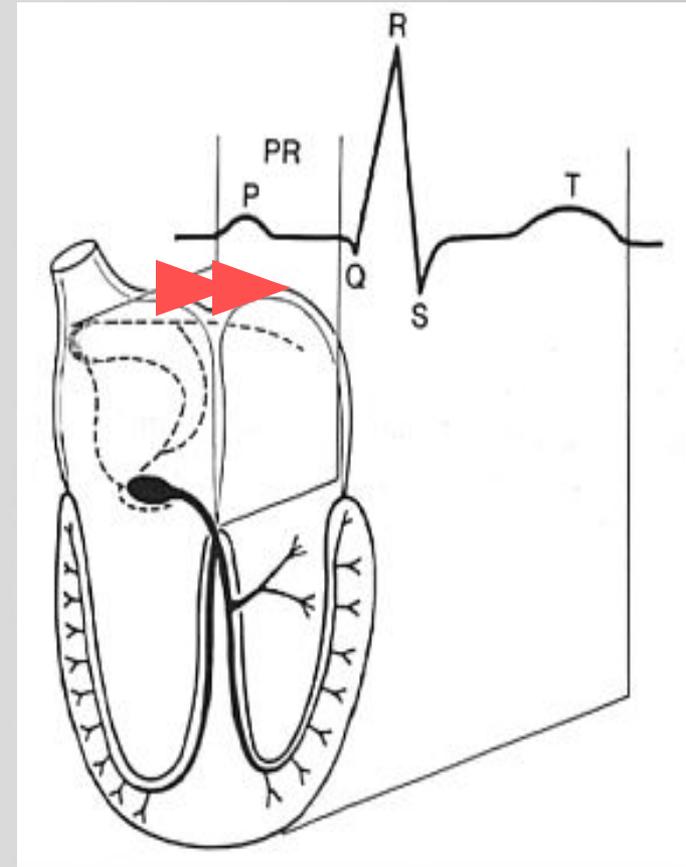


# PR (PQ) - интервал

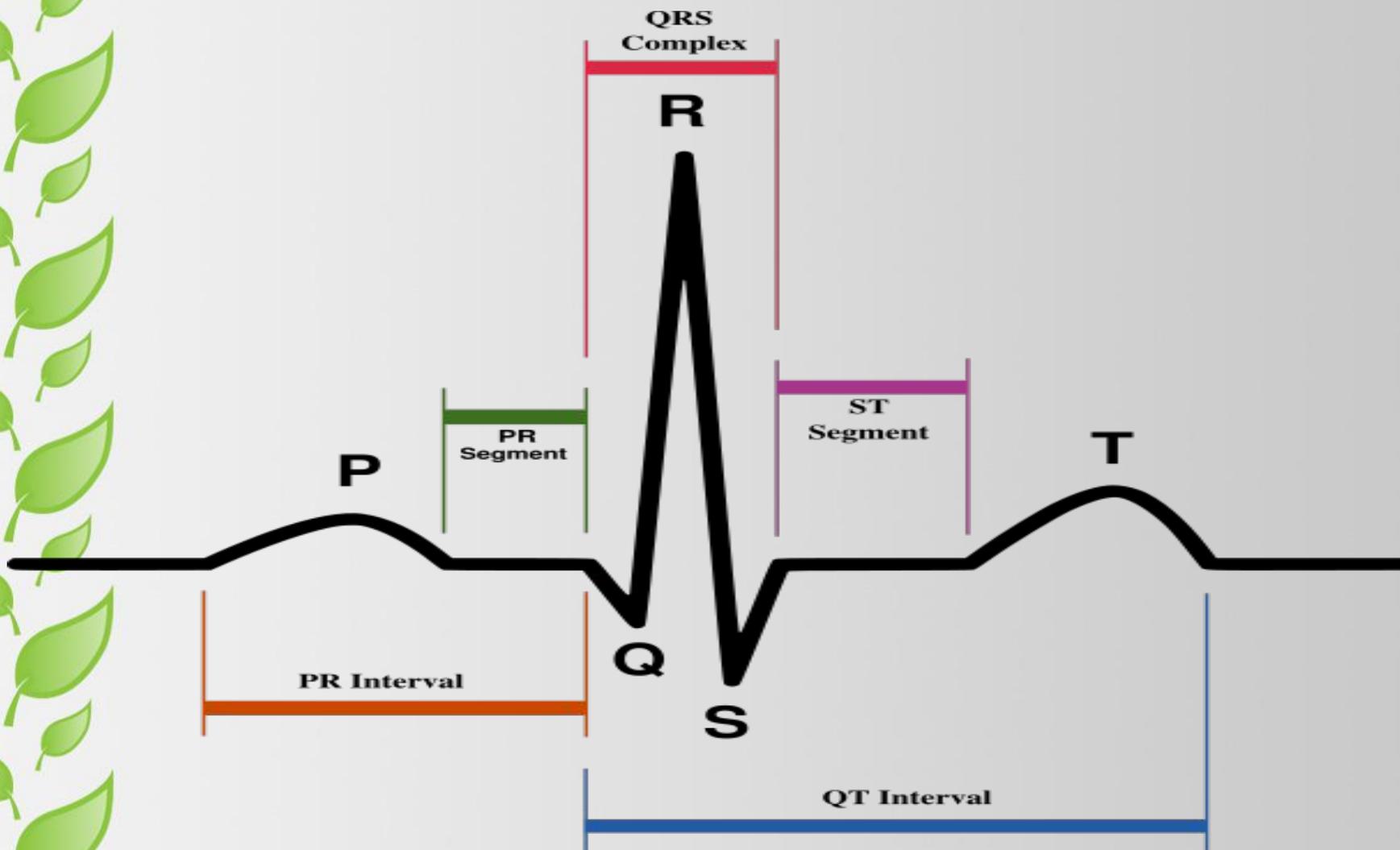
Деполяризация  
предсердий

+

Задержка в АВ-  
соединении

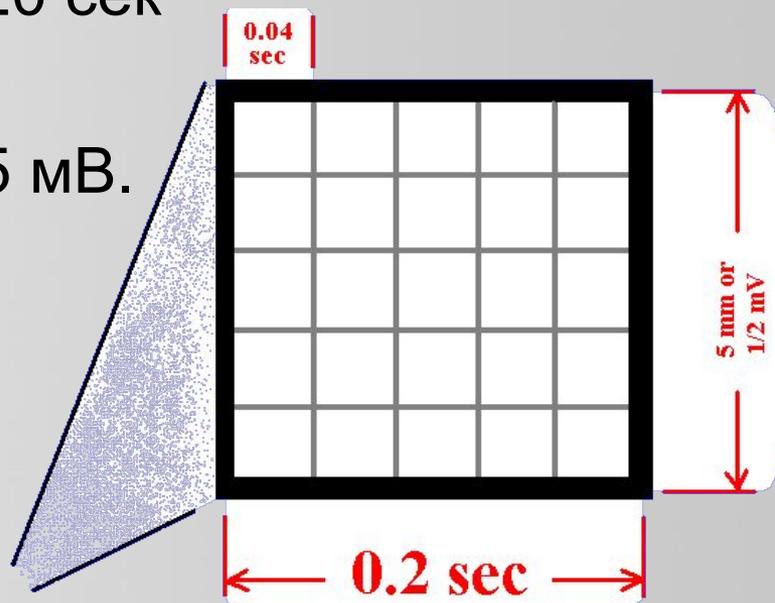


# Нормальная ЭКГ



# Бумага для записи ЭКГ

- Горизонтально
  - Один малый квадрат - 0.04 сек.
  - Один большой квадрат - 0.20 сек
- Вертикально
  - Один большой квадрат - 0.5 мВ.



# Отведения ЭКГ

Измеряют разницу электрического потенциала между двумя точками.

1. Биполярные отведения: две различные точки на теле.
2. Униполярные отведения: Одна точка на теле и виртуальная референтная точка с нулевым электрическим потенциалом, расположенная в центре сердца.

# Отведения ЭКГ

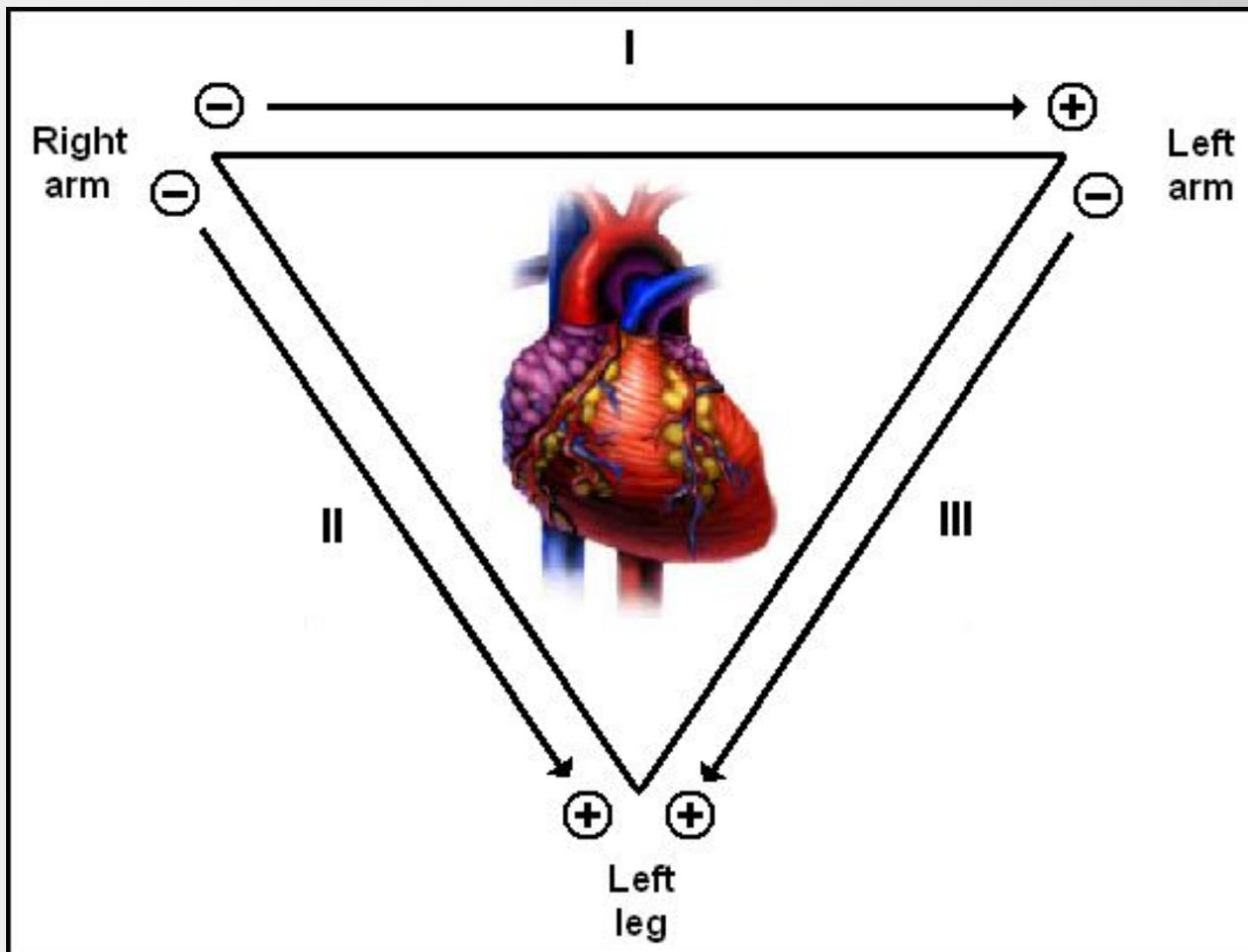
**Стандартная ЭКГ имеет 12 отведений:**

3 стандартных отведений  
от конечностей;

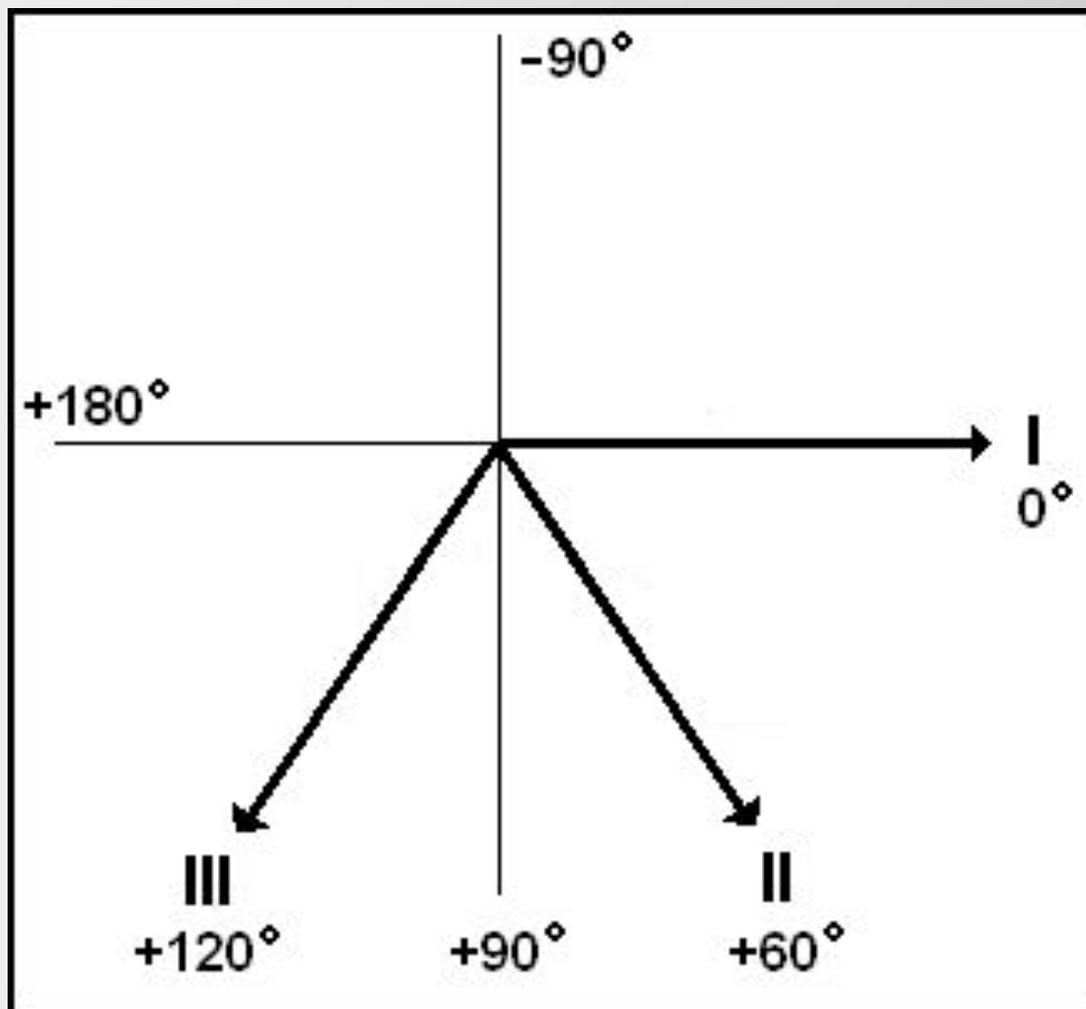
3 усиленных отведения от  
конечностей

6 грудных отведений.

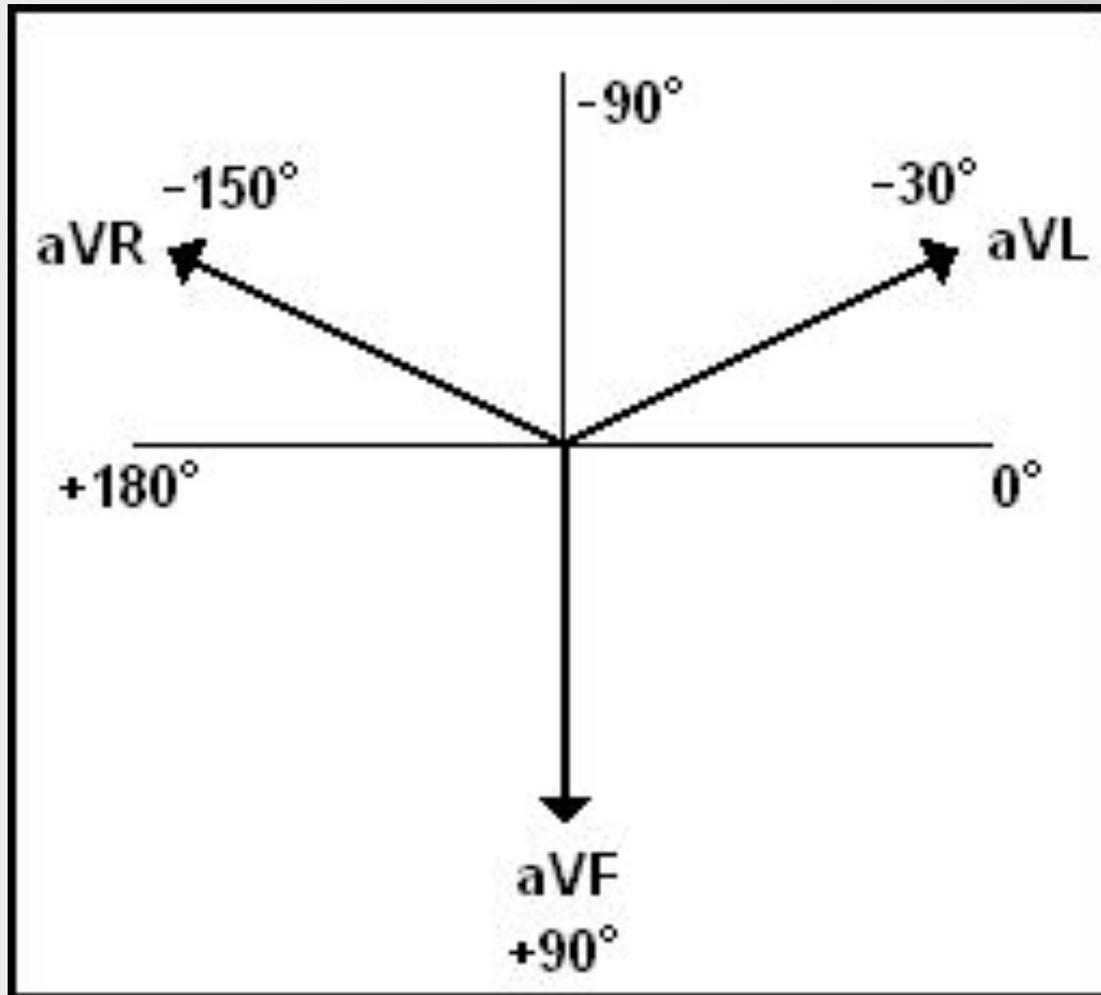
# Стандартные отведения



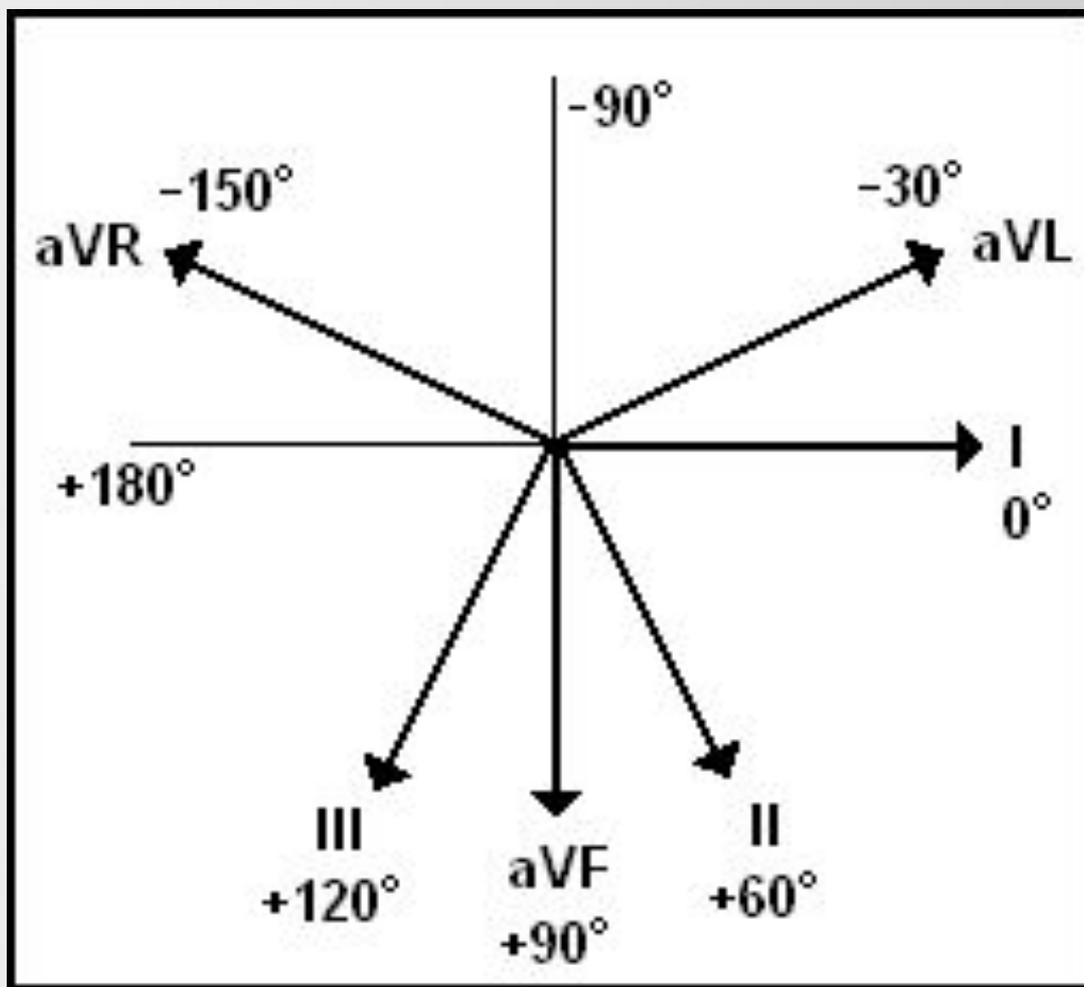
# Стандартные отведения



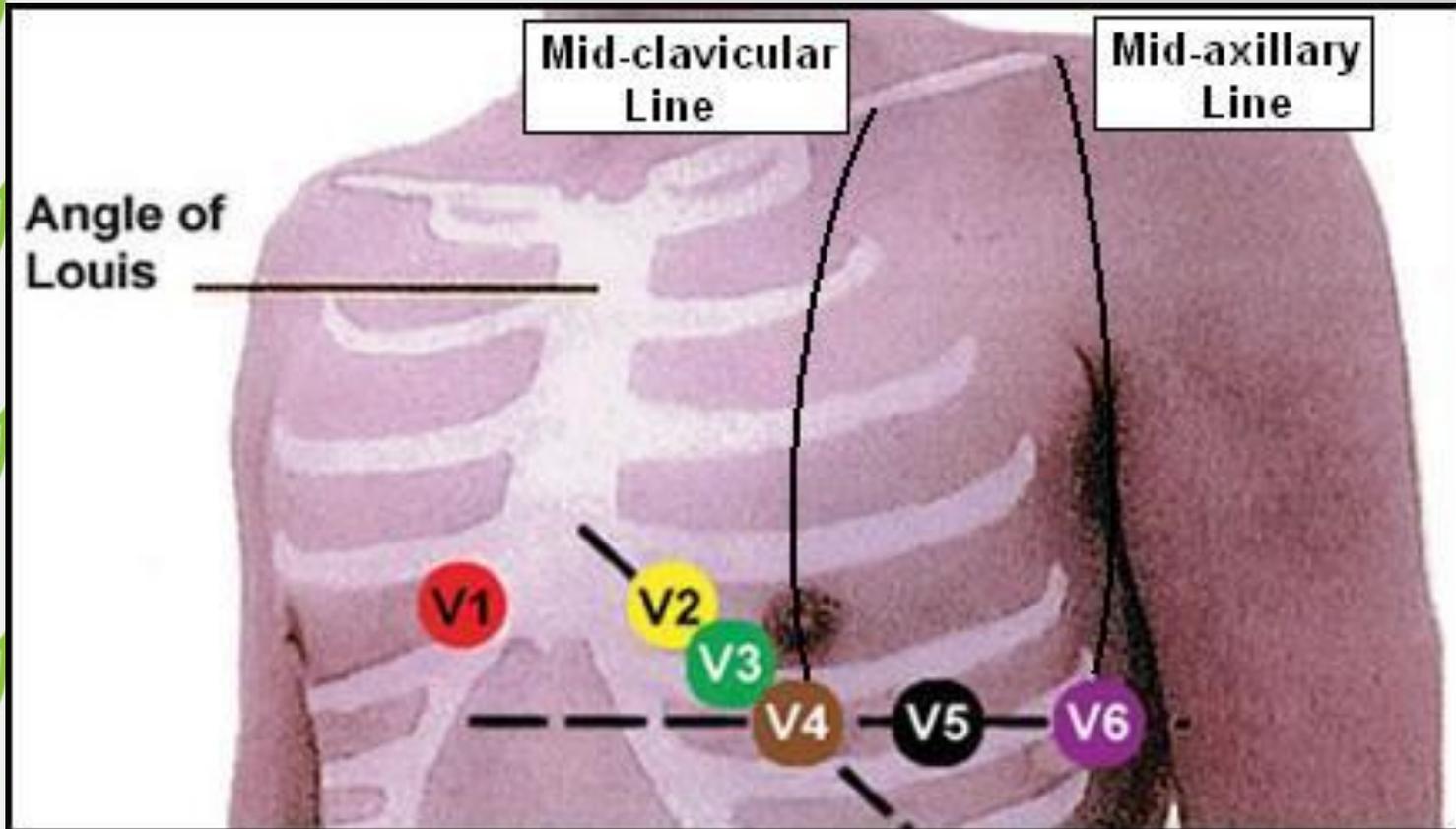
# Усиленные отведения



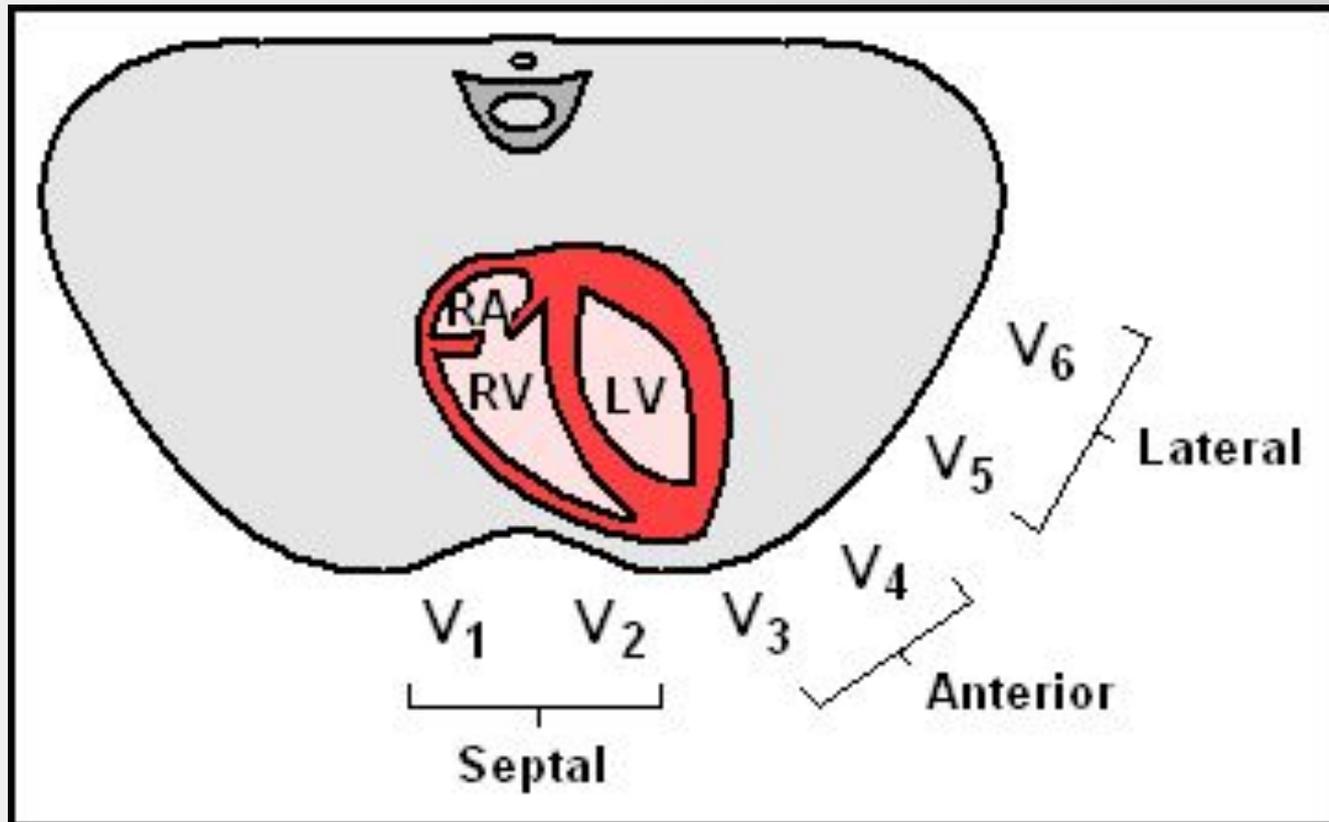
# Все отведения от конечностей



# Грудные отведения



# Грудные отведения



# Анатомические группы отведений (перегородочные)

I Lateral	aVR None	V <sub>1</sub> Septal	V <sub>4</sub> Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V <sub>2</sub> Septal	V <sub>5</sub> Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V <sub>3</sub> Anterior	V <sub>6</sub> Lateral

# Передняя стенка

I Lateral	aVR None	V <sub>1</sub> Septal	V <sub>4</sub> Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V <sub>2</sub> Septal	V <sub>5</sub> Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V <sub>3</sub> Anterior	V <sub>6</sub> Lateral

# Боковая стенка сердца

I Lateral	aVR None	V <sub>1</sub> Septal	V <sub>4</sub> Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V <sub>2</sub> Septal	V <sub>5</sub> Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V <sub>3</sub> Anterior	V <sub>6</sub> Lateral

# Нижняя стенка

I Lateral	aVR None	V <sub>1</sub> Septal	V <sub>4</sub> Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V <sub>2</sub> Septal	V <sub>5</sub> Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V <sub>3</sub> Anterior	V <sub>6</sub> Lateral

# Анатомические группы отведений

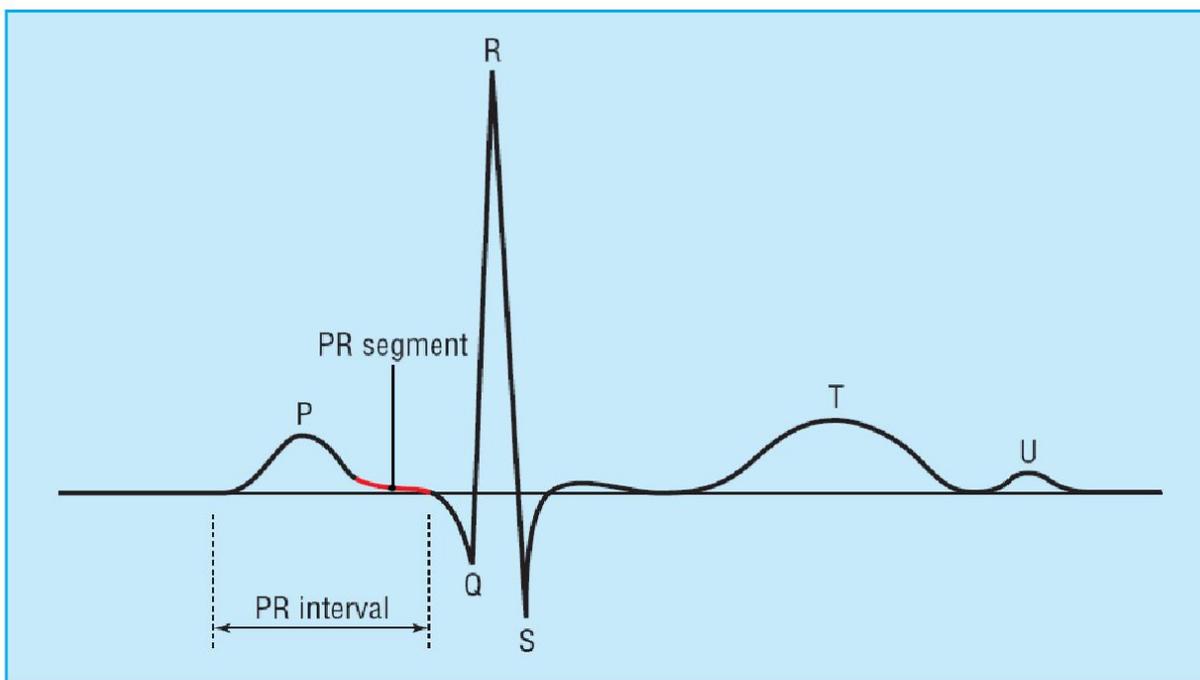
<b>I</b> Lateral	<b>aVR</b> None	<b>V<sub>1</sub></b> Septal	<b>V<sub>4</sub></b> Anterior
<b>II</b> Inferior	<b>aVL</b> Lateral	<b>V<sub>2</sub></b> Septal	<b>V<sub>5</sub></b> Lateral
<b>III</b> Inferior	<b>aVF</b> Inferior	<b>V<sub>3</sub></b> Anterior	<b>V<sub>6</sub></b> Lateral

# Правила ЭКГ

- 10 правил нормальной ЭКГ (prof. Douglas Chamberlain)



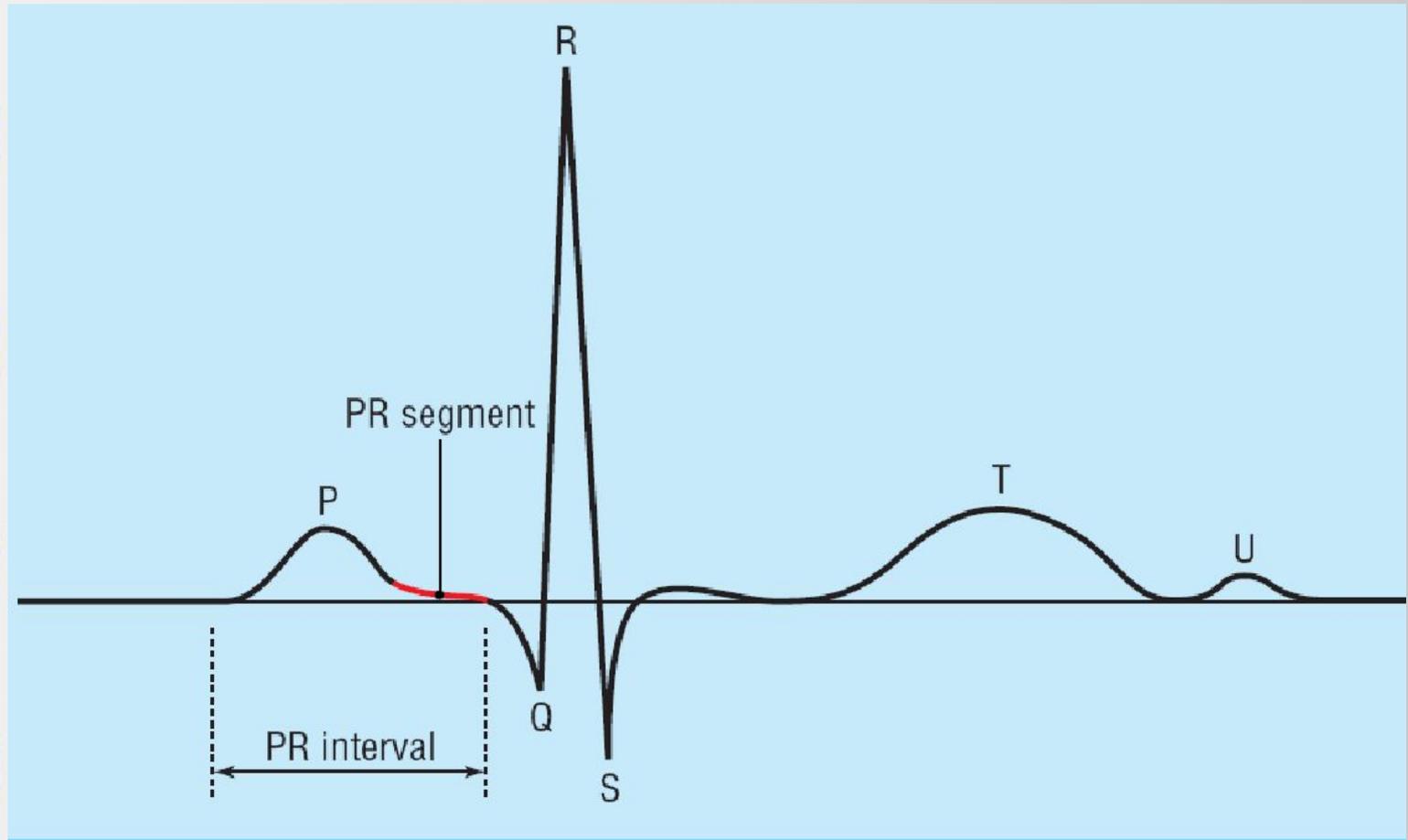
# Правило 1



Normal duration of PR interval is 0.12-0.20 s (three to five small squares)

**PR (PQ)-интервал должен быть от 120 до 200 мс (0,12 – 0,2 сек)**

# Правило 2



**Ширина комплекса QRS не должна превышать 110 мс (0,11 сек)**

# Правило 3



**Комплекс QRS должен выше в I и II отведениях.**

# Правило 4



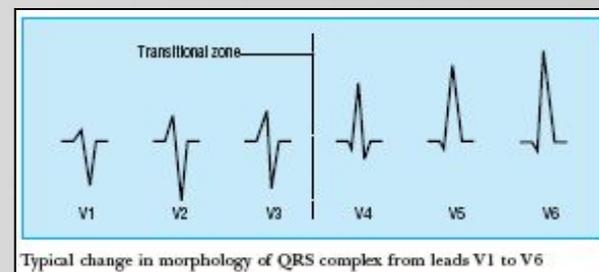
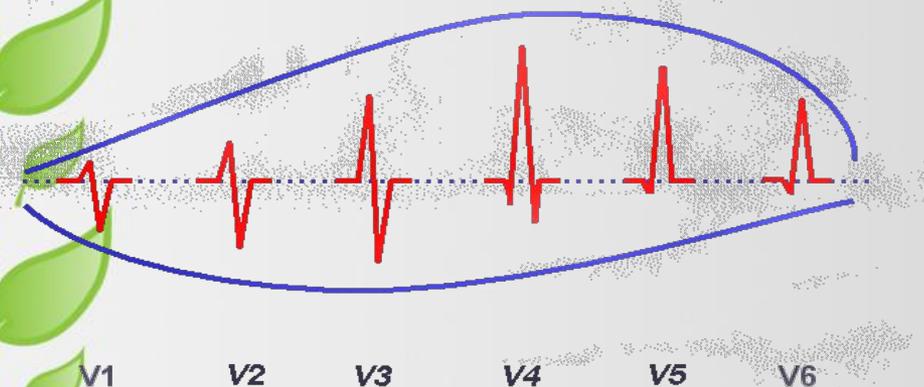
**QRS-комплекс и T-волна должны иметь одинаковое направление в отведениях от конечностей.**

# Правило 5



**Все зубцы отрицательны в aVR.**

# Правило 6



Typical change in morphology of QRS complex from leads V1 to V6

**R-зубец должен увеличиваться от V1 до V4;**  
**S-зубец должен расти от V1 до V3 и исчезать в V6.**

# Правило 7



**ST –сегмент должен быть на  
изоэлектрической линии, кроме V1 и V2, где  
он может быть поднят.**

# Правило 8



**R-зубцы должны быть высокими в I, II, и V2-V6.**

# Правило 9



**Не должно быть зубца Q или допускается малый Q, по ширине не более 0.04 секунд, в I, II, V2-V6**

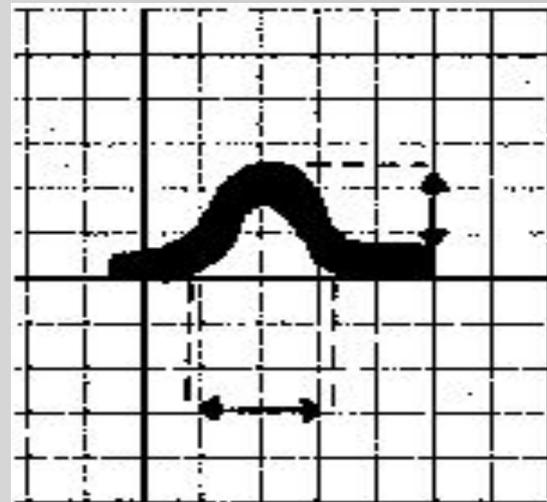
# Правило 10



**T-зубец должен быть направлен вверх в I, II, V2 - V6.**

# R-зубец

- Всегда положительный в отведениях I и II, AVF
- Наиболее выражен во II
- Всегда отрицательный в отведении aVR.
- Высота 0,5-2,5 мм
- Продолжительность 0,07-0,1
- Как правило двухфазный в V1



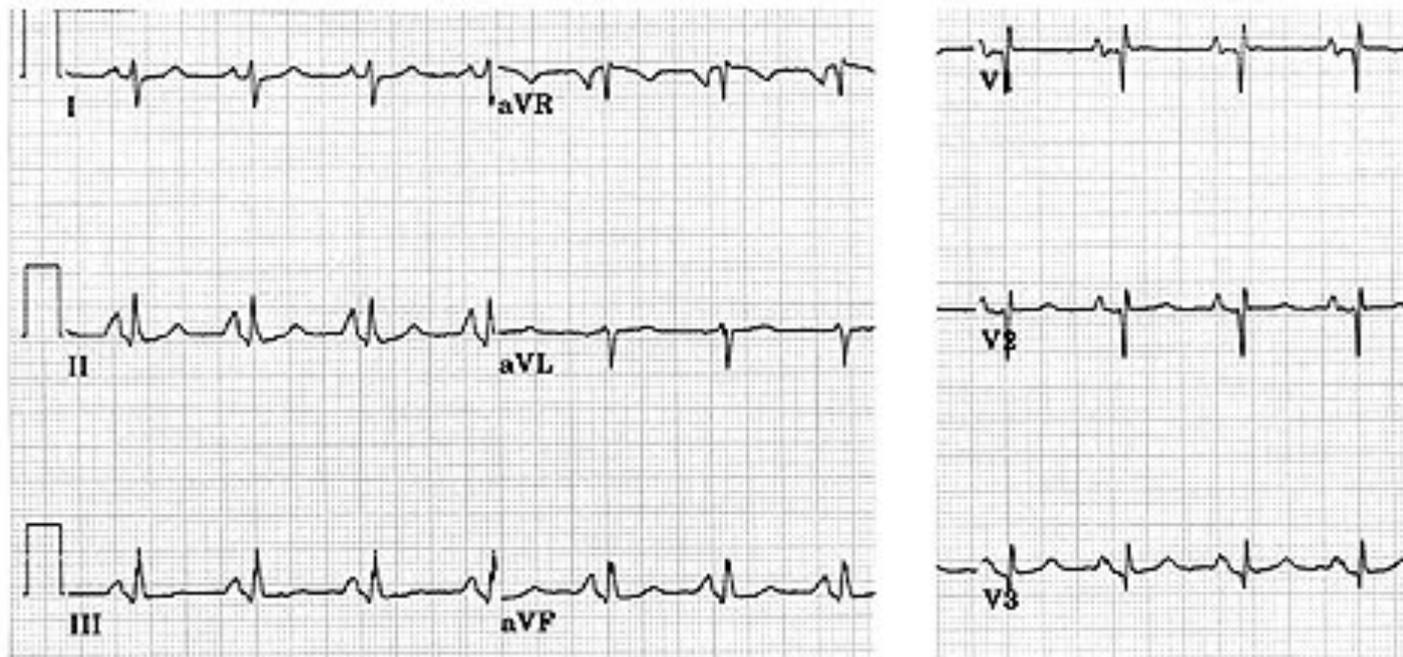


## Время внутреннего отклонения предсердий

- Время от начала возбуждения предсердий до охвата возбуждением максимального количества волокон.
- Измеряется от начала зубца до перпендикуляра, опущенного на изолинию из самой высокой точки.
- Норма для ПП (III, V1, aVF) – не более 0,04 сек,
- Для ЛП (I, aVL, V5-V6) – не более 0,06

# Увеличение правого предсердия

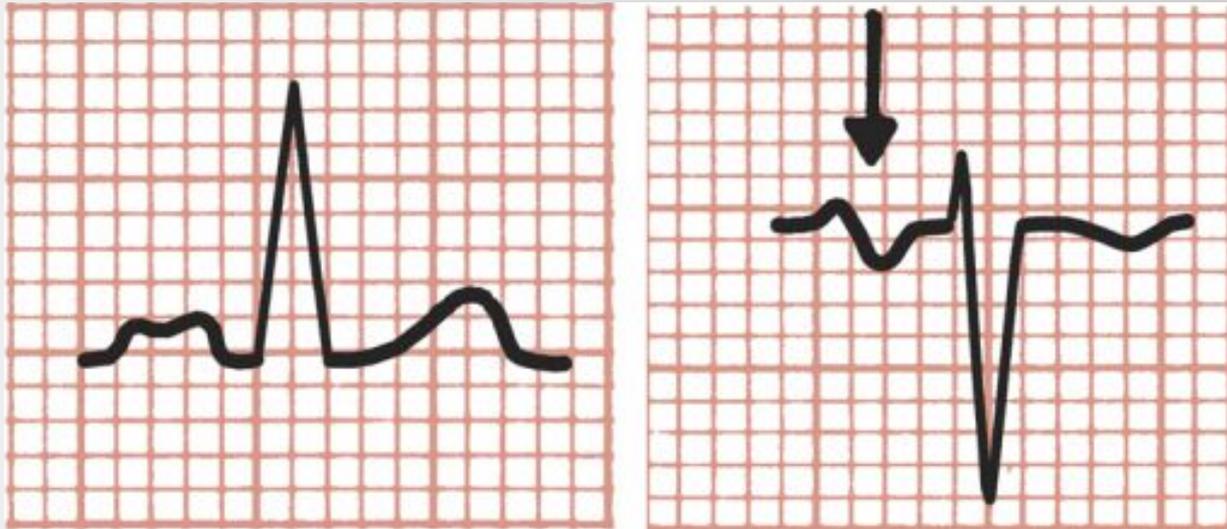
- Высокие ( $> 2.5$  mm), острые Р-зубцы (лёгочный Р)



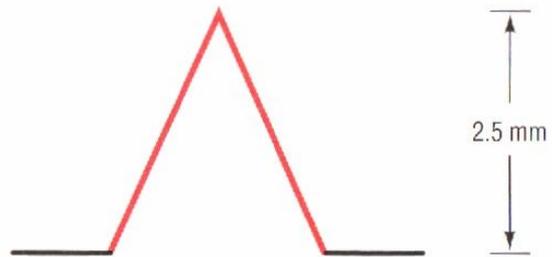
© 1997 Frank G. Yanowitz, M.D.

# Увеличение левого предсердия

- Зазубренный ('М'-образный) Р-зубец (митральный Р) в отведениях от конечностей.

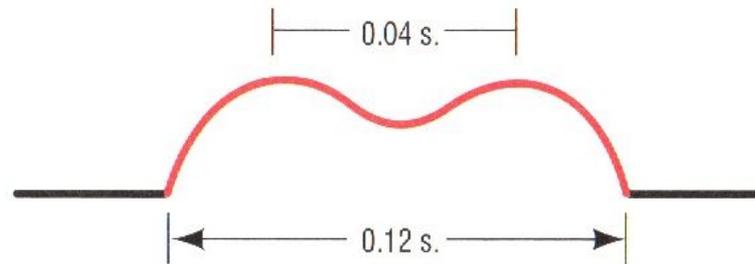


# P Pulmonale



**Figure 12-4:** A peaked P wave taller than 2.5 mm in the limb leads indicates P-pulmonale.

# P Mitrale



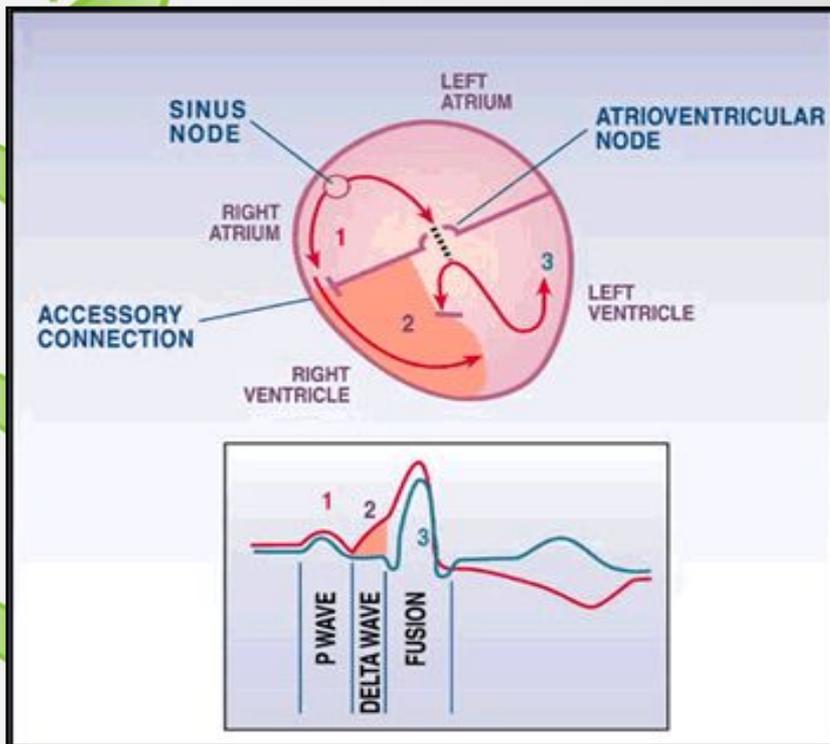


# Интервал PQ (PR)

Период распространения возбуждения по всей проводящей системе сердца.

Норма – от 0,12 до 0,20 сек при нормальной ЧСС (до 0,21 при брадикардии).

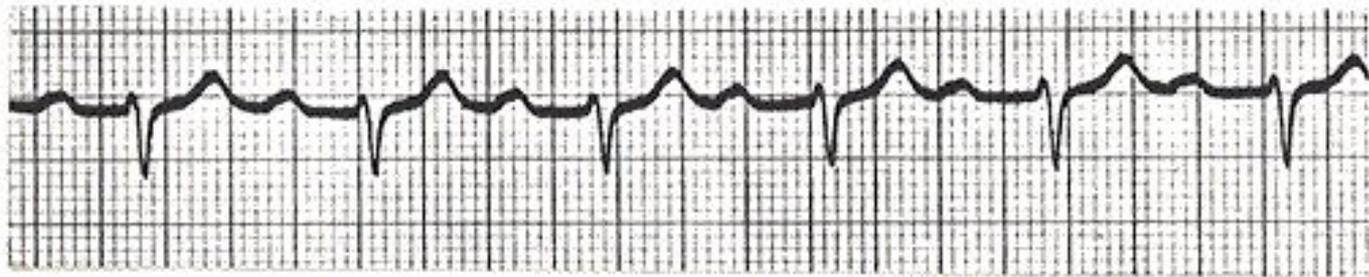
# Короткий PR-интервал



- WPW-синдром (Wolff-Parkinson-White)
- Добавочный путь (пучок Кента) обеспечивает раннюю деполяризацию желудочков (дельта-волна и короткий PR-интервал).

# Длинный PR-интервал

- Первая степень сердечного блока



1st degree AV block (PR = 280 ms)

# QRS-комплекс

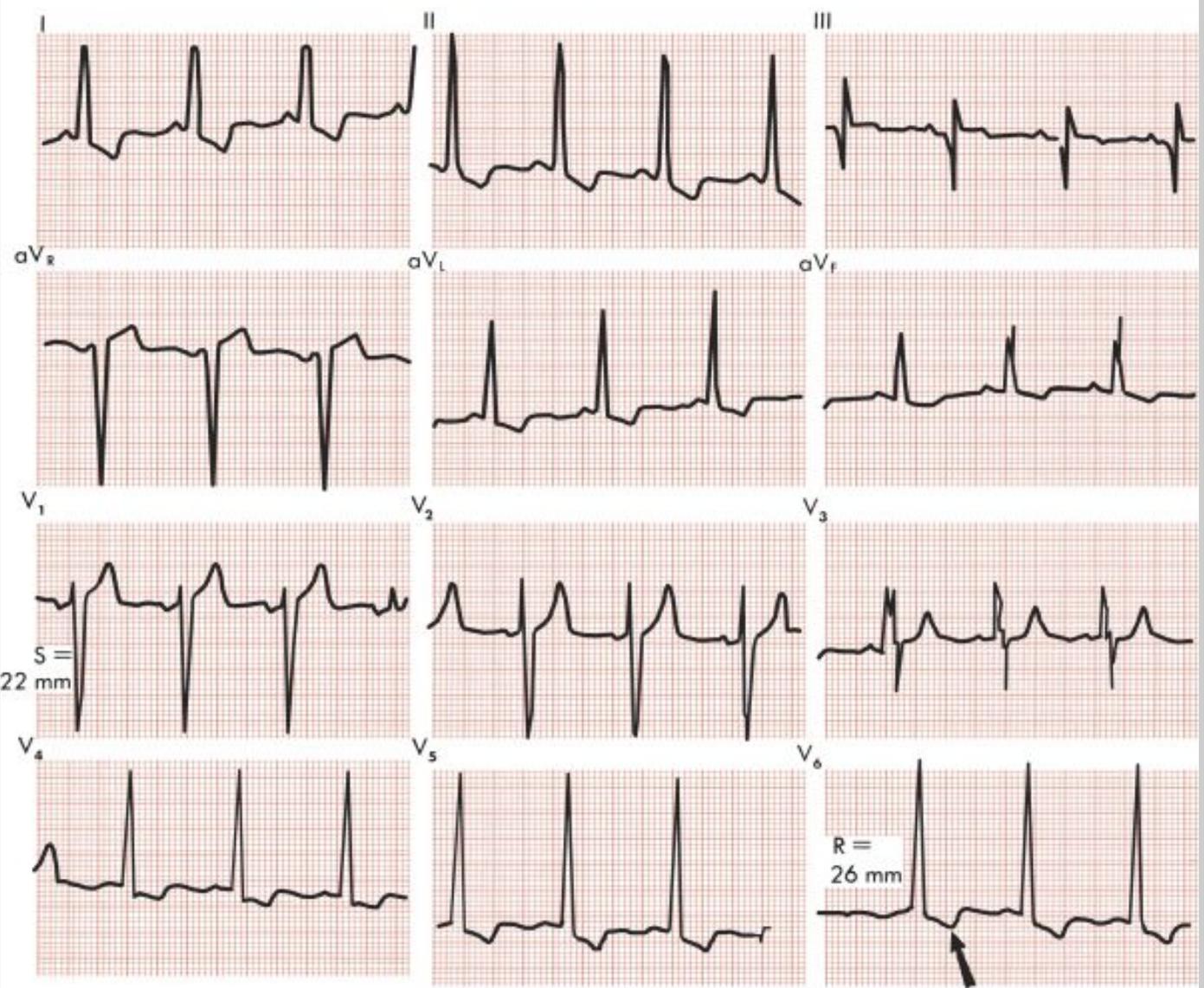
- Непатологические Q-зубцы могут присутствовать в I, III, aVL, V5, и V6
- R-зубец в V6 меньше, чем в V5
- Глубина S-зубца не должна превышать 30 mm
- Патологический Q-зубец  $> 2$  мм глубиной и  $> 1$  мм шириной или  $> 25\%$  амплитуды последующего зубца R.



# Гипертрофия левого желудочка

- Критерии Sokolow и Lyon
- $S$  в  $V1 + R$  в  $V5$  или  $V6 > 35$  mm
- R-зубец от 11 до 13 mm (1.1 до 1.3 mV) или более в aVL.

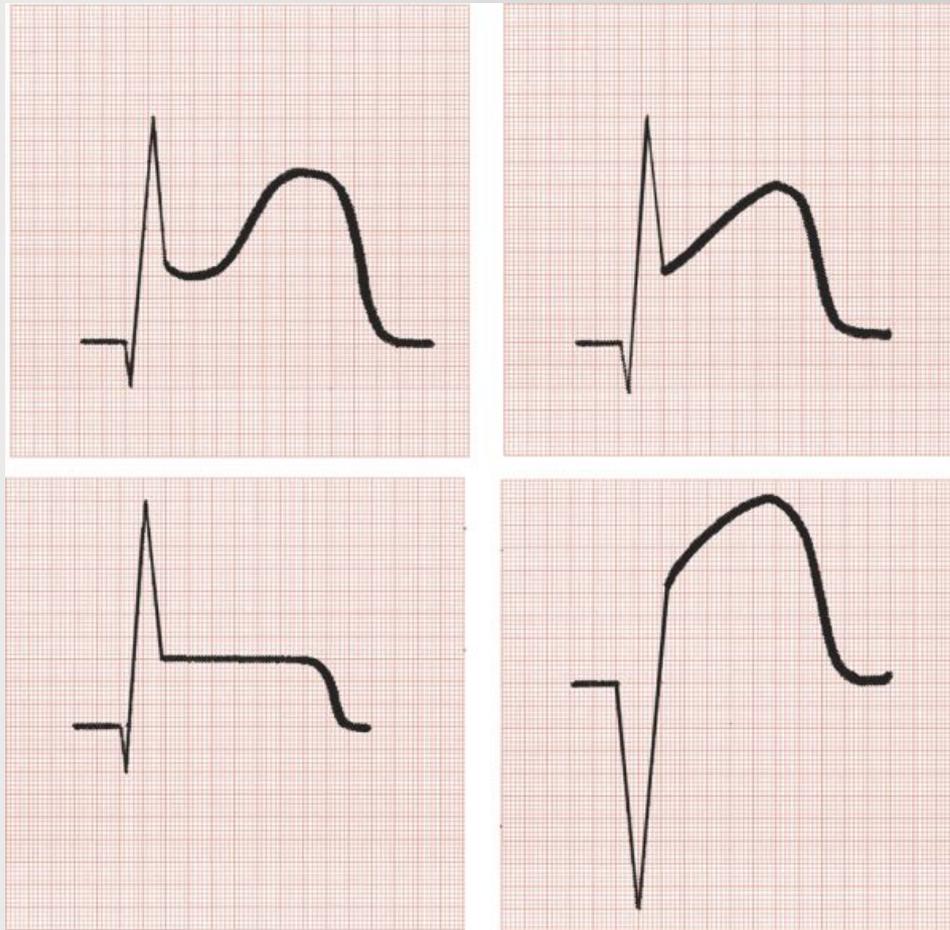
# Left Ventricular Hypertrophy



# ST-сегмент

- ST-сегмент находится на изоэлектрической линии.
- Подъём (элевация) или опущение (депрессия) ST-сегмента на 1 мм или более
- Точка J – точка между комплексом QRS и сегментом ST.

# Разнообразные формы подъёма сегмента ST при остром инфаркте миокарда



Goldberger AL. Goldberger: Clinical Electrocardiography: A Simplified Approach. 7th ed: Mosby Elsevier; 2006.

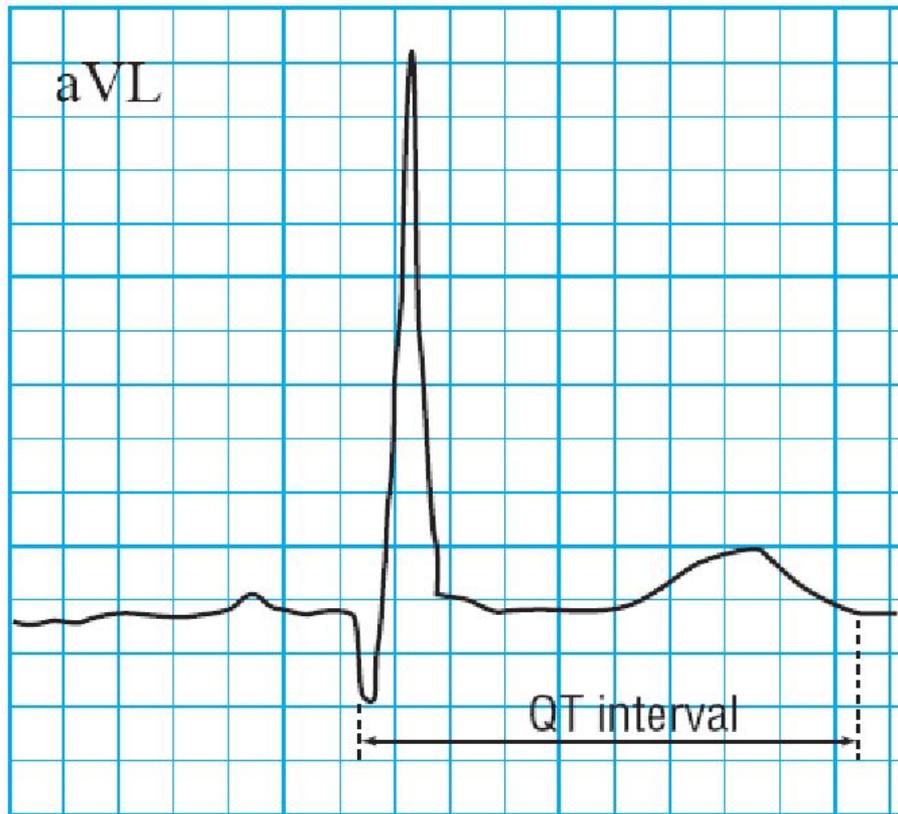
# T-зубец

- Нормальный T-зубец несколько асимметричен, первая половина имеет постепенный наклон, в отличие от второй.
- Должен быть не меньше  $1/8$ , но не больше, чем  $2/3$  амплитуды зубца R.
- Амплитуда зубца T редко превышает 10 мм.
- Аномальные зубцы T – симметричны, высокие, заострённые, двухфазные или инвертированные.
- T-зубец того же направления, что и QRS.

# QT-интервал

1. Суммарная продолжительность деполяризации и реполяризации.
2. QT-интервал уменьшается во времени при увеличении ЧСС.
4. QT-интервал должен быть от 0.35 до 0.45 сек

# QT-интервал



The QT interval is measured in lead aVL as this lead does not have prominent U waves (diagram is scaled up)

# Определение ЧСС

Правило 300/1500

# Правило 300

При правильном ритме рассчитайте число больших квадратов между двумя комплексами QRS и 300 разделите на это число (если маленькие квадраты, то 1500).

# Какова ЧСС?



$$(300 / 6) = 50$$

# Какова ЧСС?



$$(300 / \sim 4) = \sim 75$$

# Какова ЧСС?



$$(300 / 1.5) = 200$$

# Правило 300

<b>№ больших квадратов</b>	<b>Частота</b>
<b>1</b>	<b>300</b>
<b>2</b>	<b>150</b>
<b>3</b>	<b>100</b>
<b>4</b>	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>50</b>



# Правило 10 секунд

Возьмите 10 секундную запись ЭКГ;

Рассчитайте число сердечных комплексов;

Полученное число умножьте на 6;

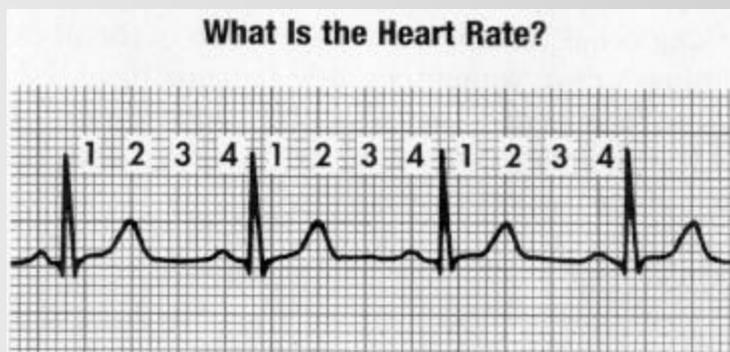
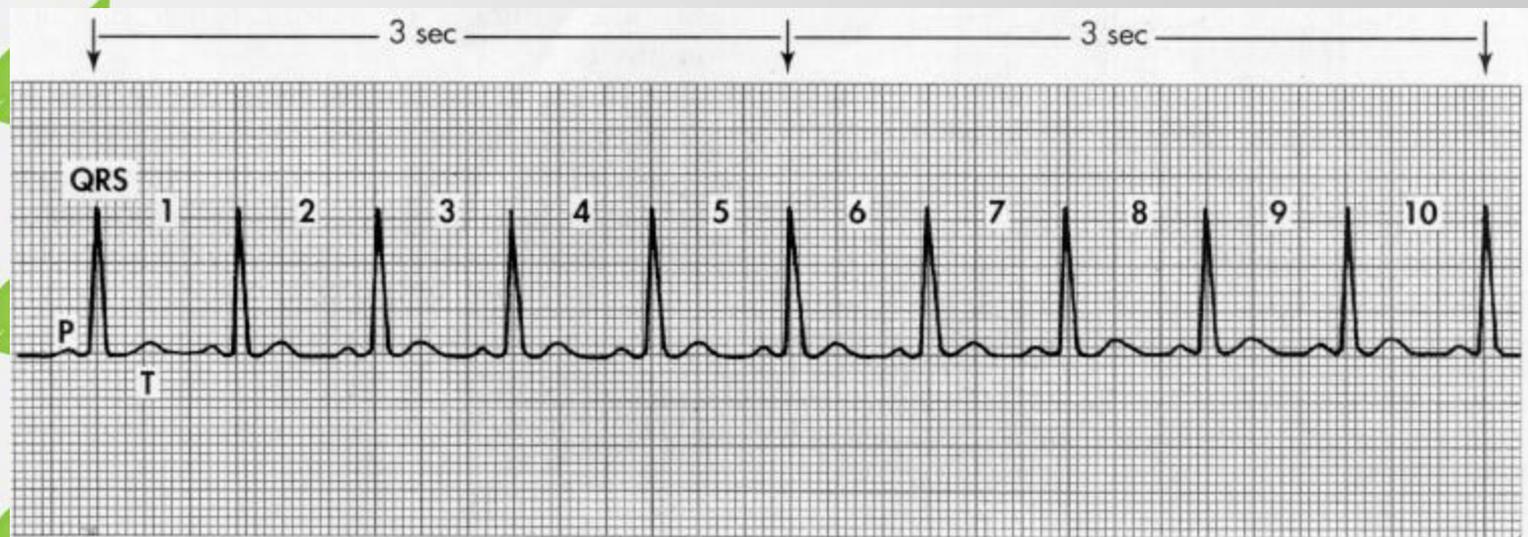
Используется для неправильных ритмов!

# Какова ЧСС?

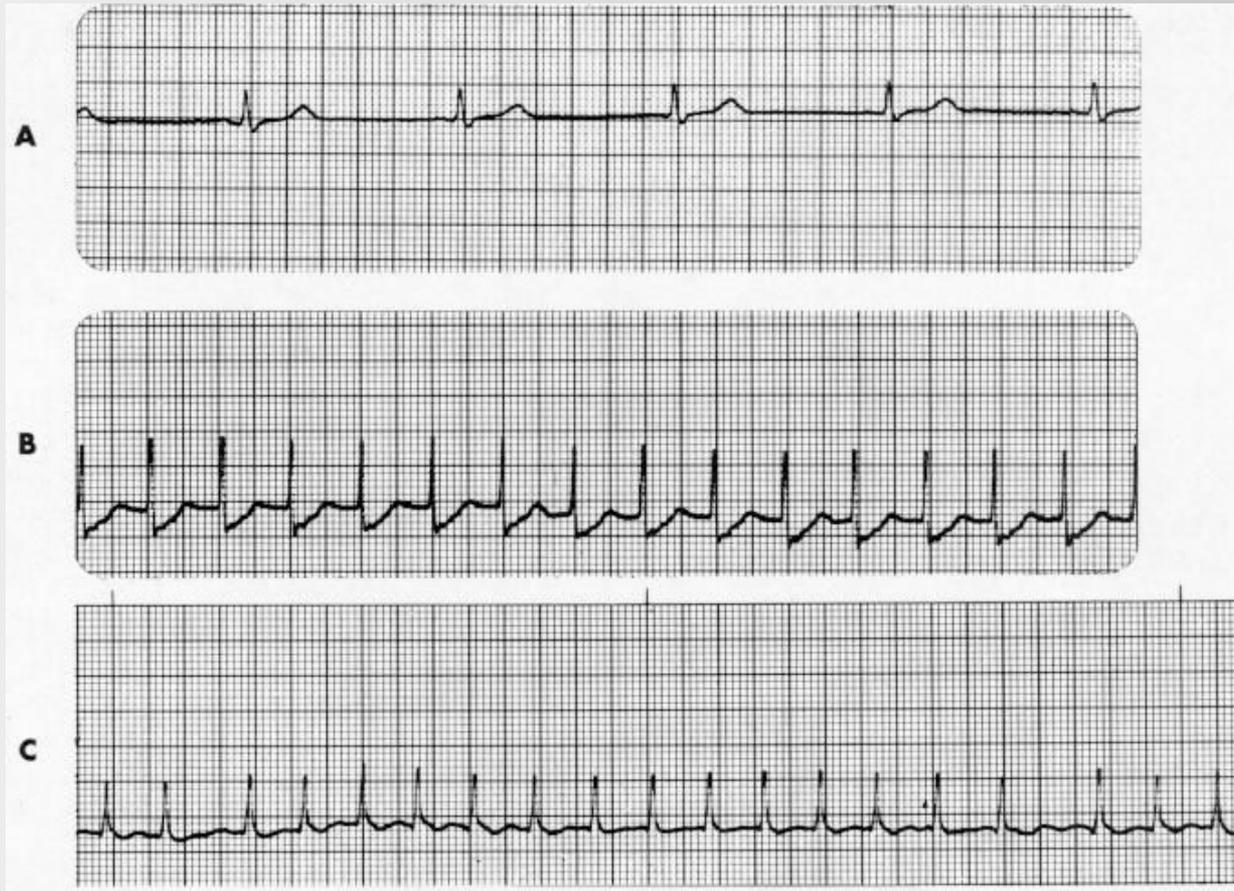


$33 \times 6 = 198$  уд/мин

# Расчёт ЧСС



# Рассчитайте ЧСС!





# Электрическая ось сердца (QRS-ось)

ЭОС представляет суммарное направление электрической активности сердца.

Нарушения указывают на:

- 1) Увеличение размеров желудочков;
- 2) Блоки проводимости.

# ЭОС

ЭОС:

от  $-30^\circ$  до  $+90^\circ$

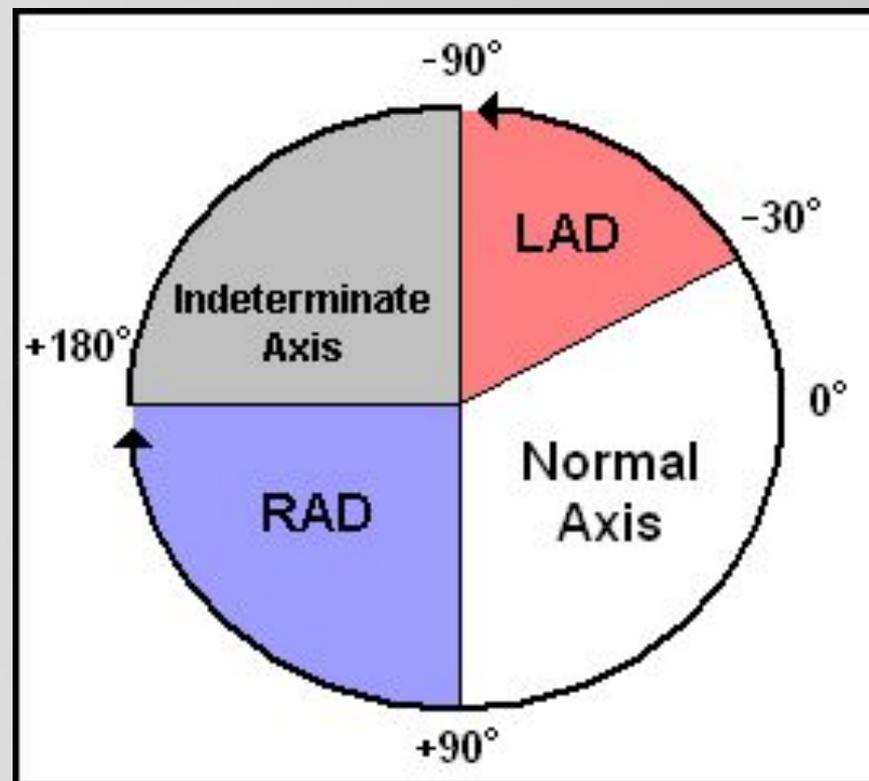
(нормограмма)

$-30^\circ$  до  $-90^\circ$

(левограмма)

$+90^\circ$  до  $+180^\circ$

(правограмма)



# Определение ЭОС

1) Метод квадранта

2) Эквивалентный метод

# Определение ЭОС



Преимущественно  
положительный



Преимущественно  
отрицательный



Эквифазический

# Метод квадранта

1. QRS -комплекс в отведении I и aVF
2. Определить, положительны они или отрицательны.
3. Разместить полученный результат в один из квадрантов.

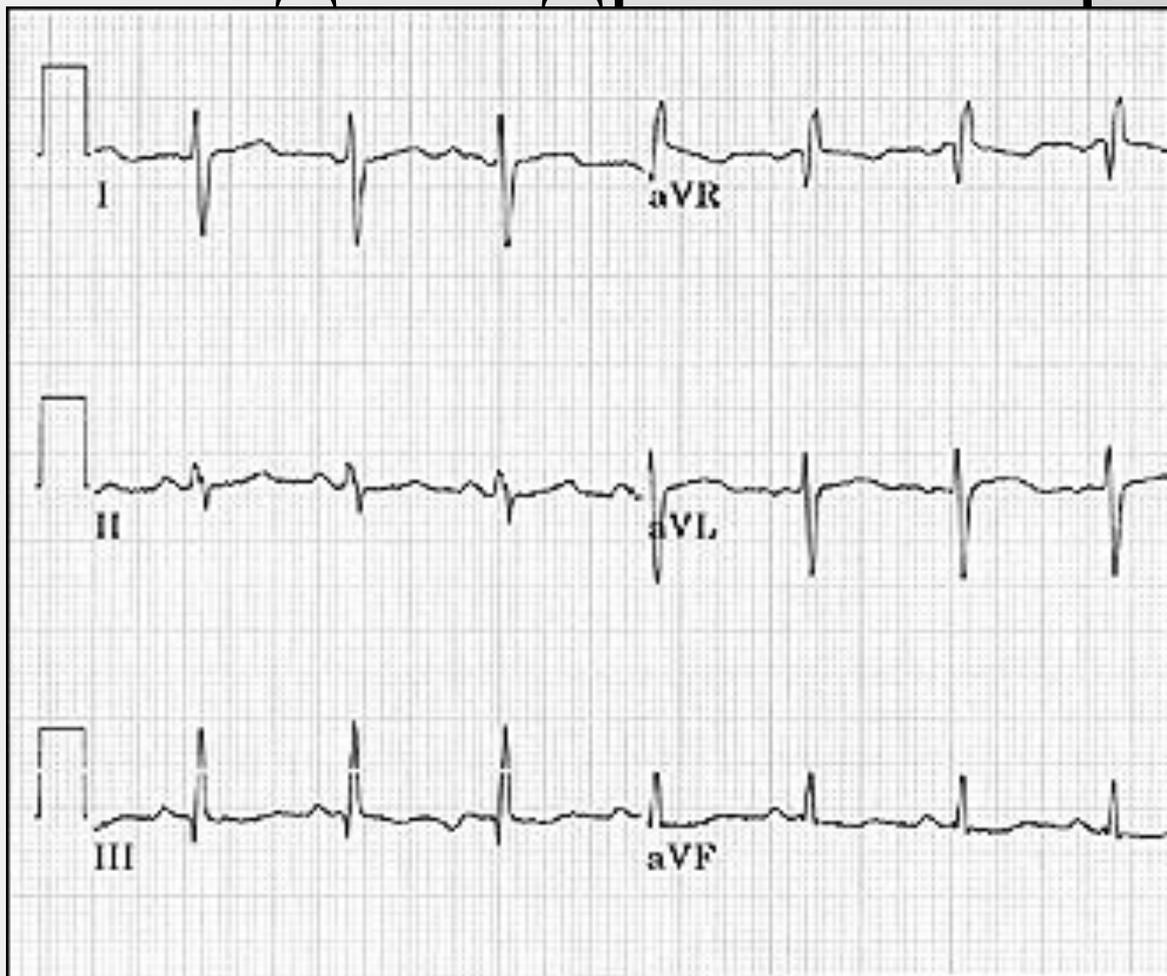
		Lead aVF	
		Positive	Negative
Lead I	Positive	Normal Axis	LAD
	Negative	RAD	Indeterminate Axis

# Метод квадранта

- При наличии левограммы,
- Если QRS во II отведении положителен, то левограмма не патологична или ось нормальна.
- Если QRS во II отведении отрицателен, то - патология

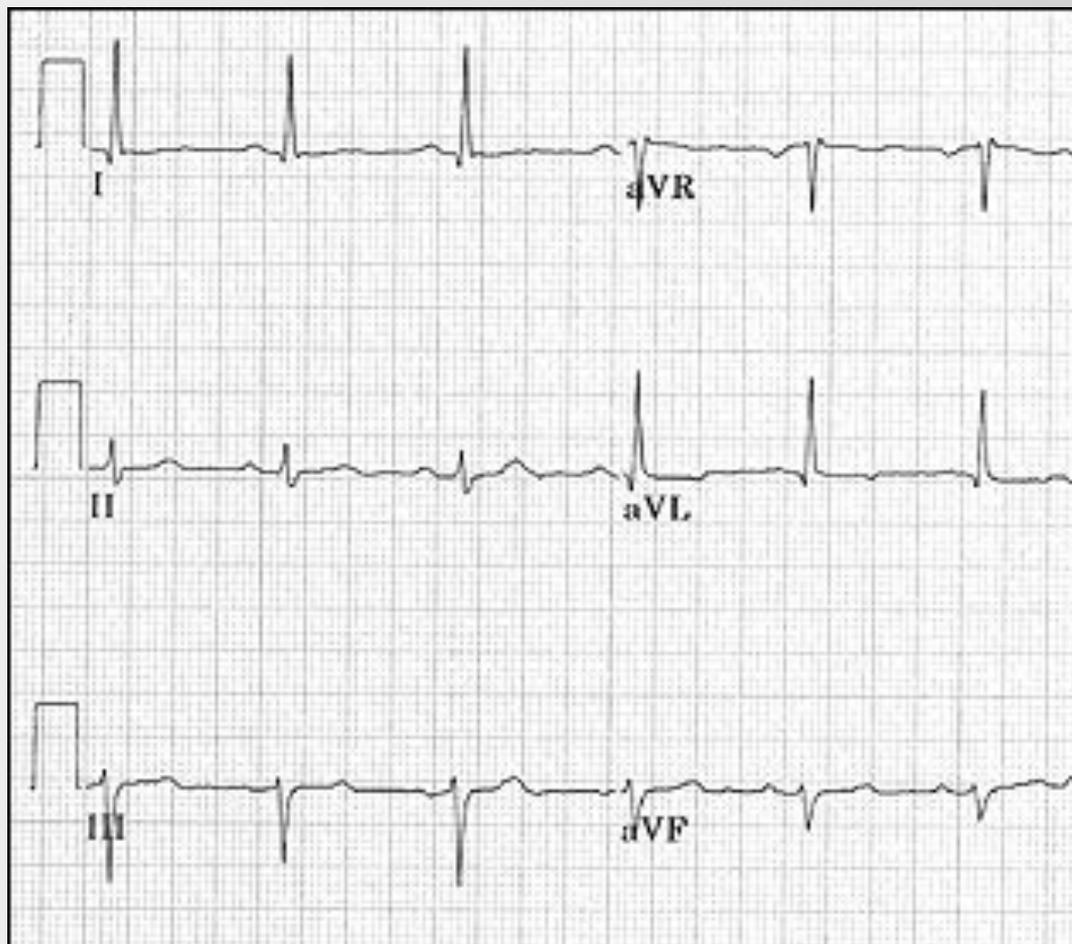
		Lead aVF	
		Positive	Negative
Lead I	Positive	Normal Axis	LAD
	Negative	RAD	Indeterminate Axis

# Метод квадранта. Пример 1



Негативен в I, положителен в aVF   
правограмма

# Метод квадранта. Пример 2

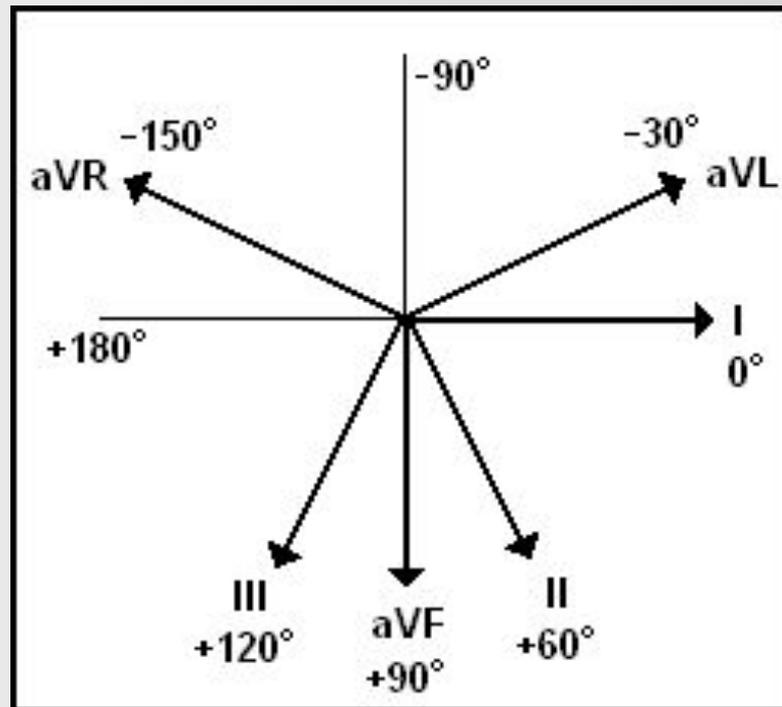


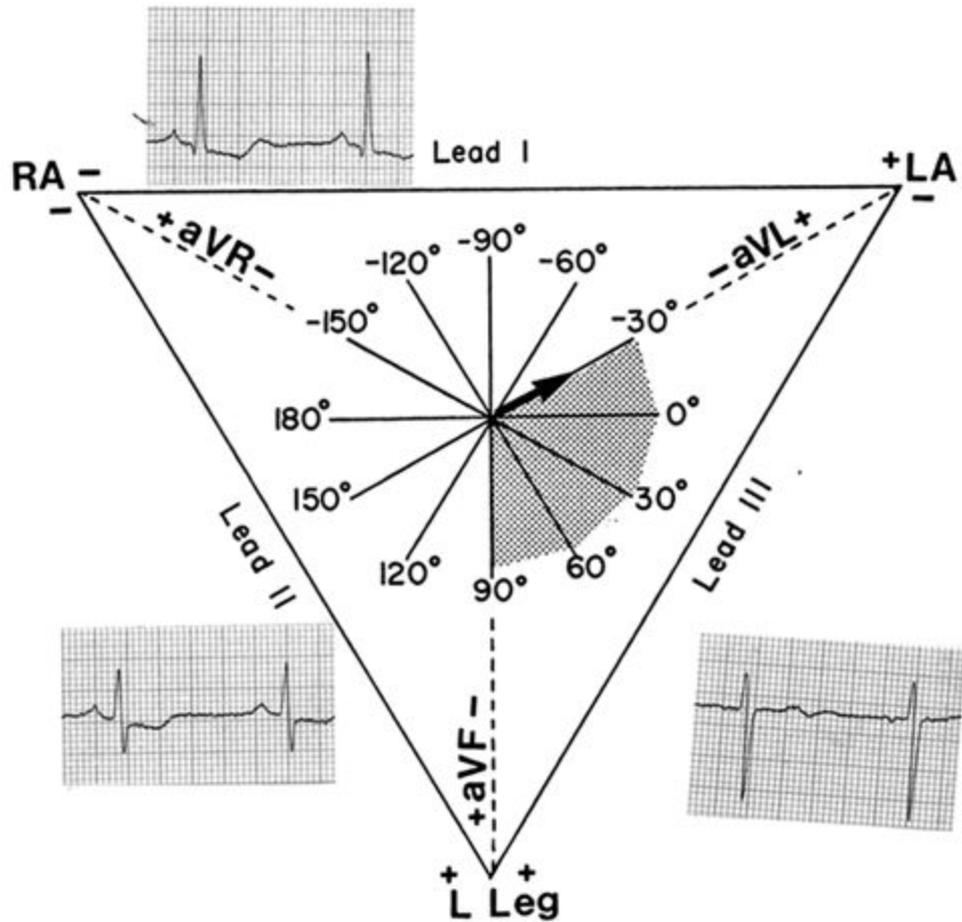
Позитивен в I, негативен в aVF  Положителен во II

Нормальное положение оси (непатологическая левограмма)

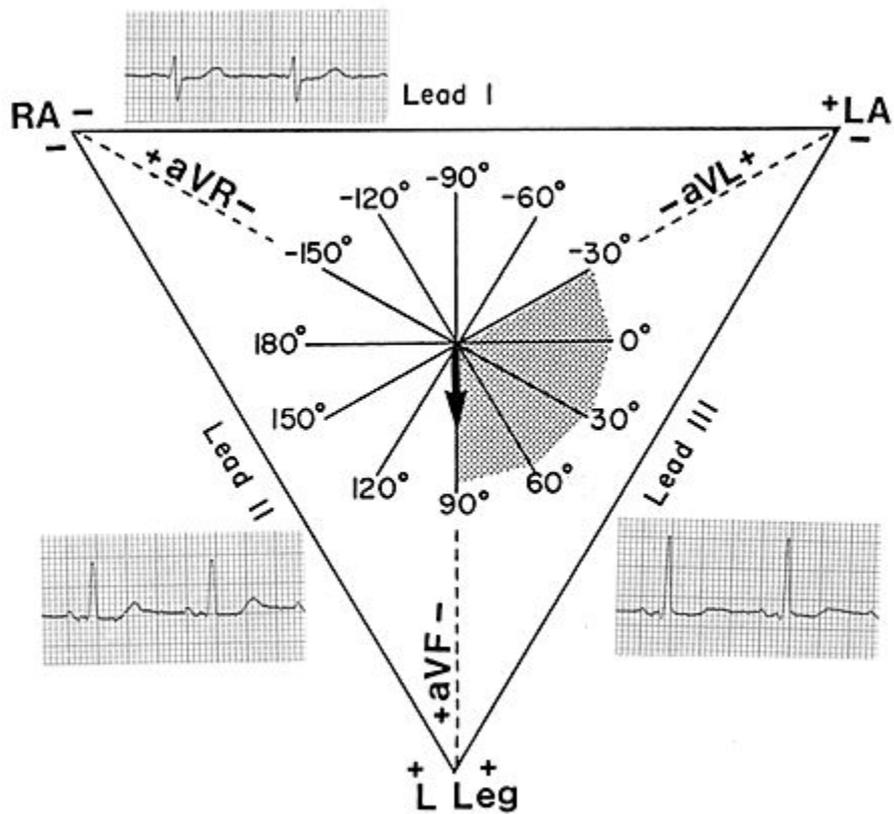
# Эквифазический метод

1. Most equiphasic QRS complex.
2. Identified Lead lies  $90^\circ$  away from the lead
3. QRS in this second lead is positive or Negative

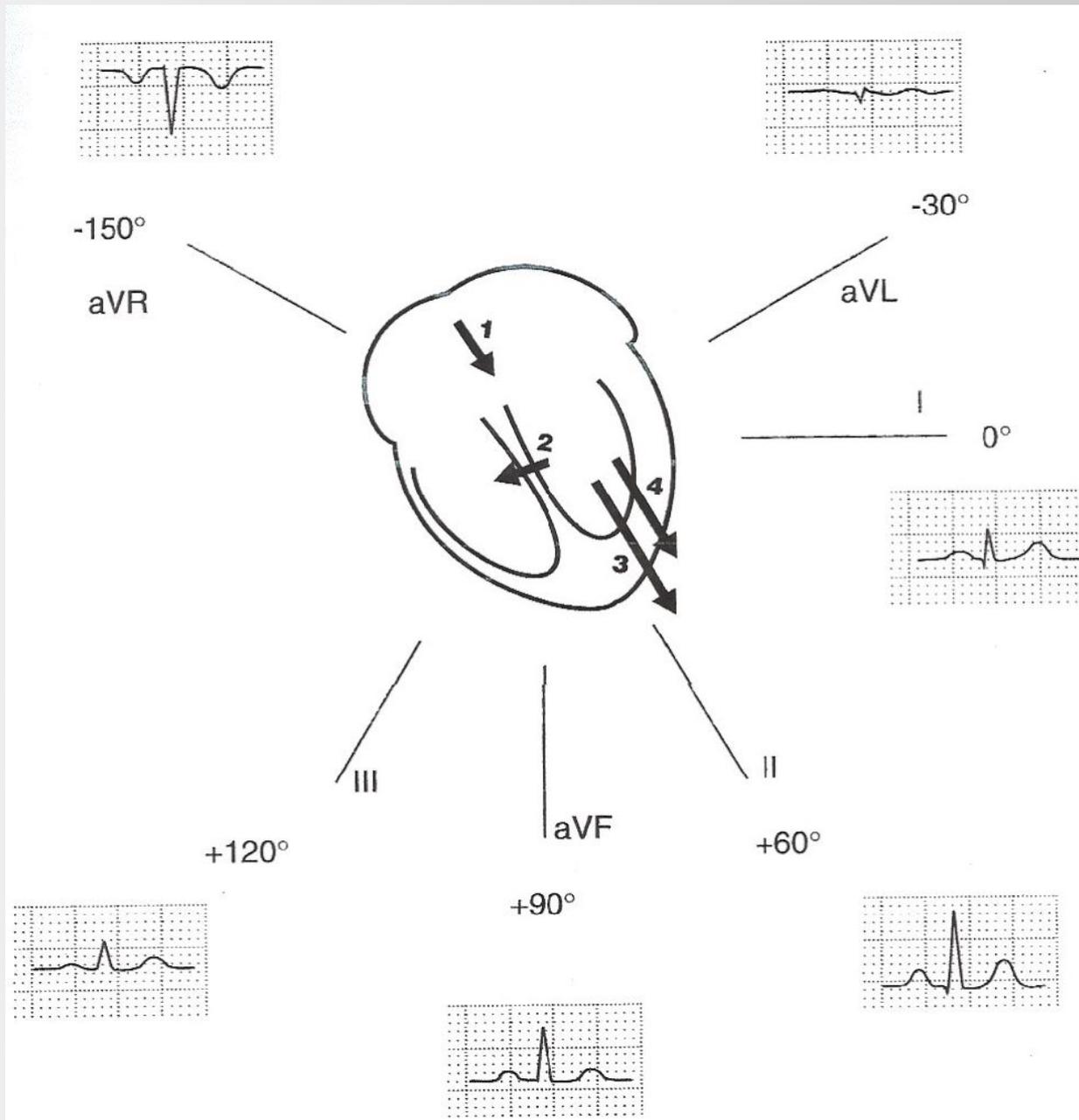




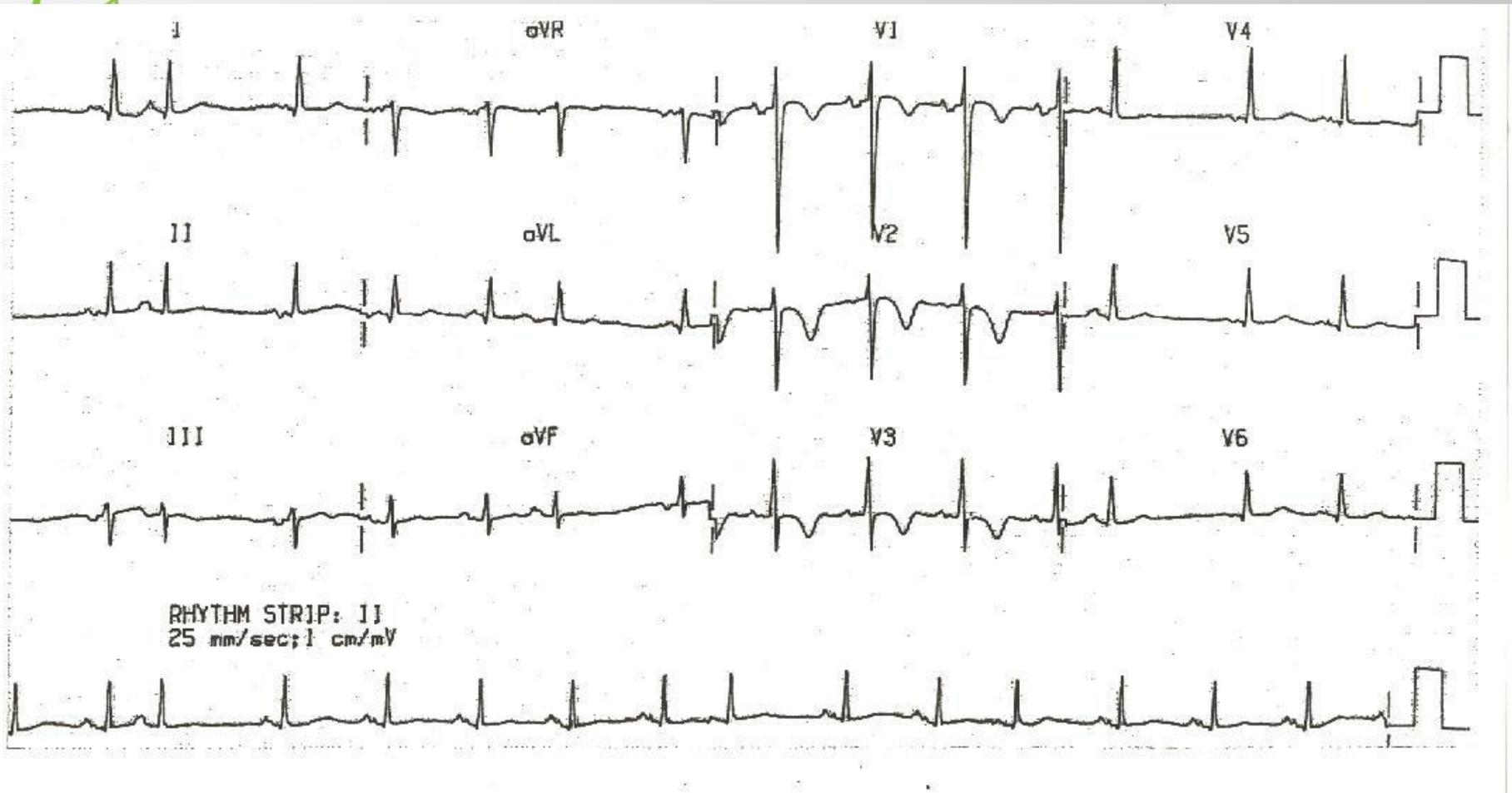
QRS Axis = -30 degrees



QRS Axis = +90 degrees-KH



# Equiphasic Approach



Equiphasic in aVF □ Predominantly positive in I □ QRS axis  $\approx 0^\circ$



# Лучший способ интерпретации ЭКГ – делать это шаг за шагом!



Частота

Ритм

Электрическая ось сердца

P – зубец

PR - интервал

QRS - комплекс

ST - сегмент

QT-интервал

Другие ЭЭГ-знаки

RATE

## Определение ЧСС

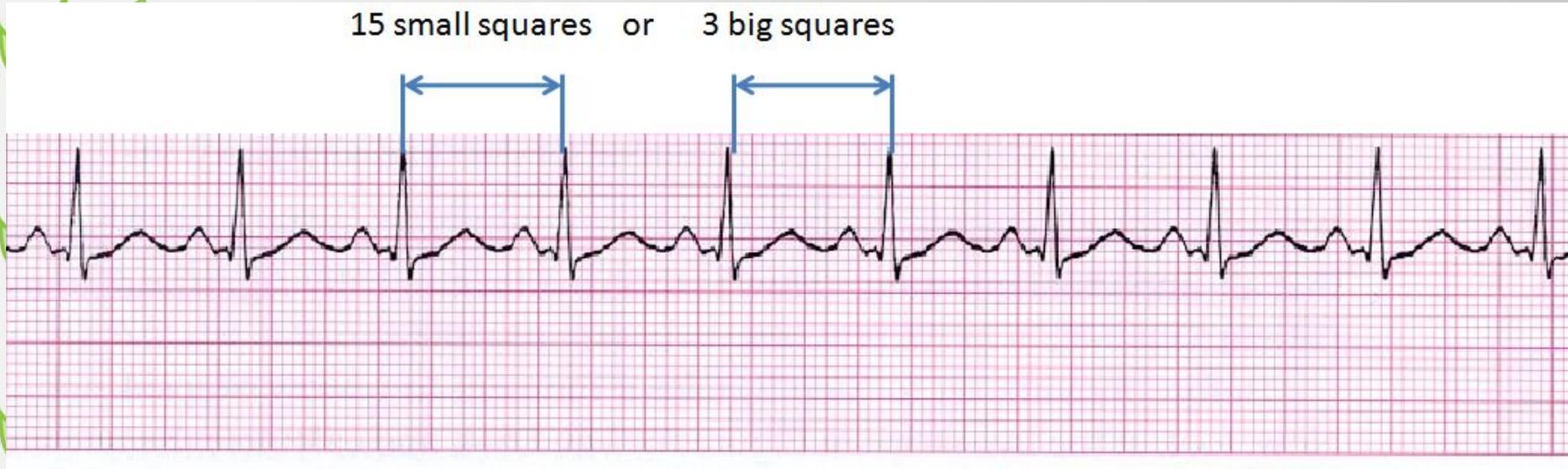
$$\text{ЧСС} = \frac{300}{\text{Число больших квадратов между R-R интервалами}}$$

или

$$\text{ЧСС} = \frac{1500}{\text{Число малых квадратов между R-R интервалами}}$$

## Определение ЧСС

Пример:



$$\text{ЧСС} = \frac{300}{3}$$

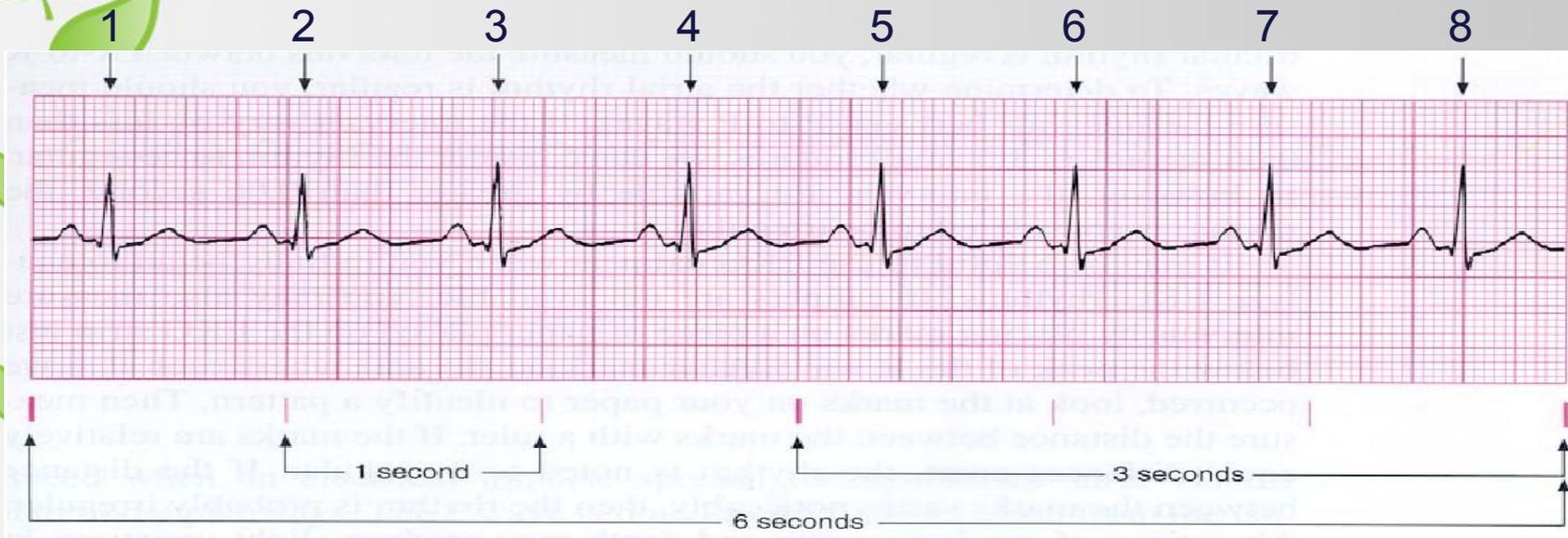
или

$$\text{ЧСС} = \frac{1500}{15}$$

ЧСС = **100** ударов в минуту

## CALCULATING RATE

If you think that the **rhythm is not regular**, count the number of electrical beats in a 6-second strip and multiply that number by 10. (Note that some ECG strips have 3 seconds and 6 seconds marks) Example below:



There are 8 waves in this 6-second strip.

$$\begin{aligned}\text{Rate} &= (\text{Number of waves in 6-second strips}) \times 10 \\ &= 8 \times 10 \\ &= \mathbf{80 \text{ bpm}}\end{aligned}$$