

## *ТЕМА ЛЕКЦИИ:*

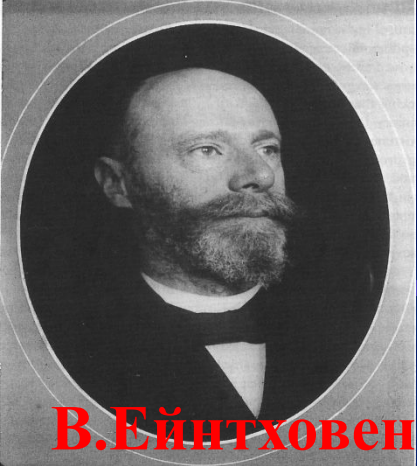
- **“ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ.**
- **ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБСЛЕДОВАНИЯ ”**



# ПЛАН ЛЕКЦИИ:



- *1. Формирование электрокардиограммы мышечного волокна сердца:*
- *2. Формирование электрокардиограммы при распространении возбуждения сердцем.*
- *3. Электрокардиографические отведения:*
  - а) стандартные;
  - б) усиленные;
  - в) грудные;
- *4. Характеристика нормальной электрокардиограммы*
- *5. Анализ электрокардиограммы:*
  - а) определение источника возбуждения;
  - б) оценка сердечного ритма;
  - в) определение частоты сердечных сокращений;
  - г) оценка вольтажа электрокардиограммы;
  - д) определение направления электрической оси;
  - е) анализ отдельных элементов электрокардиограммы.

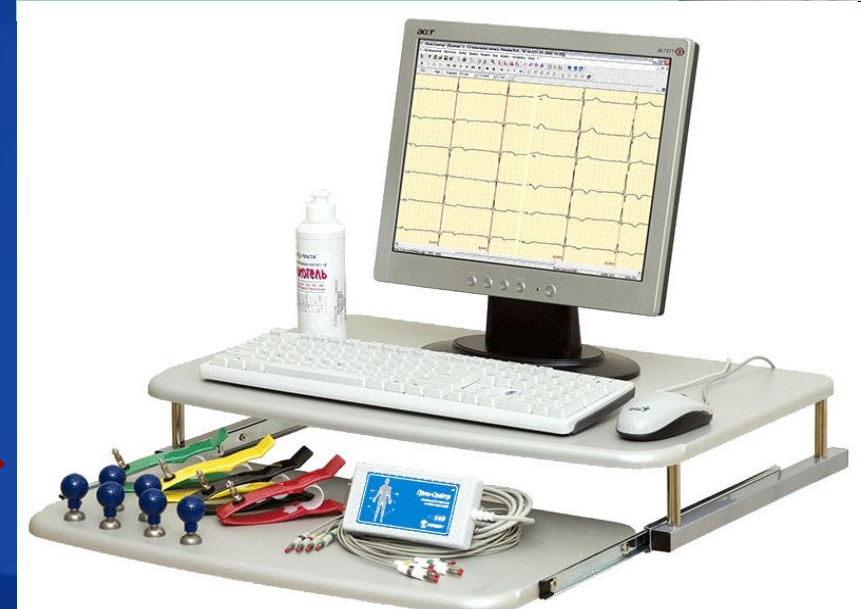
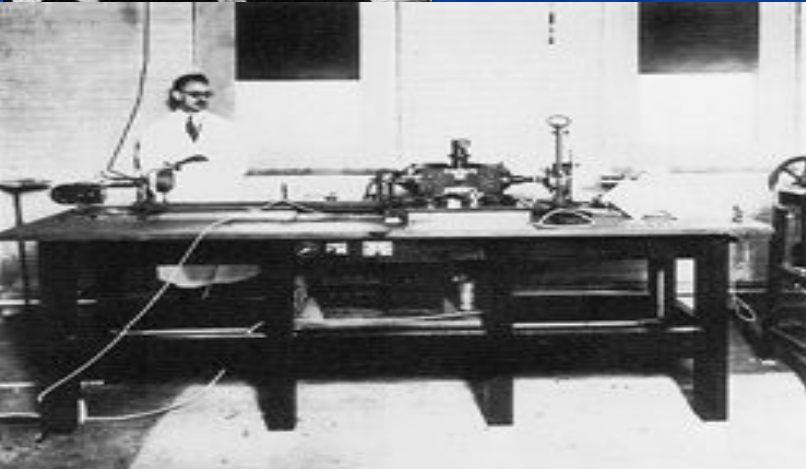
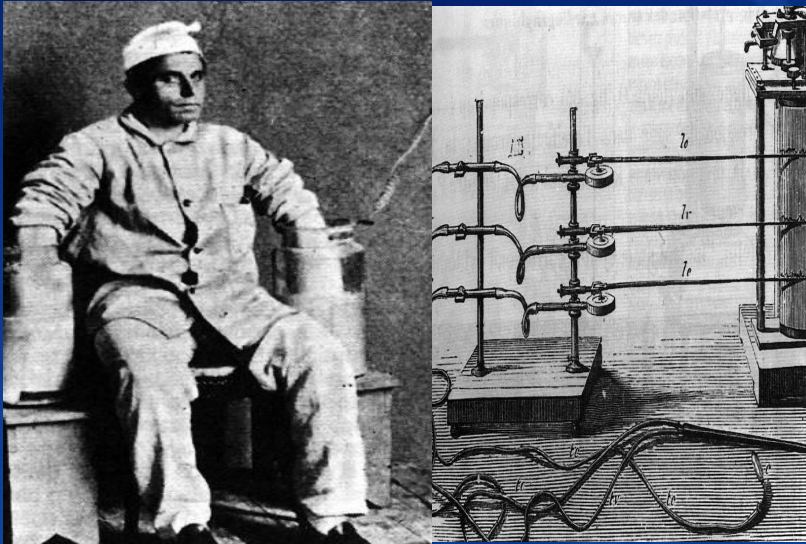


**В.Эйнтховен**

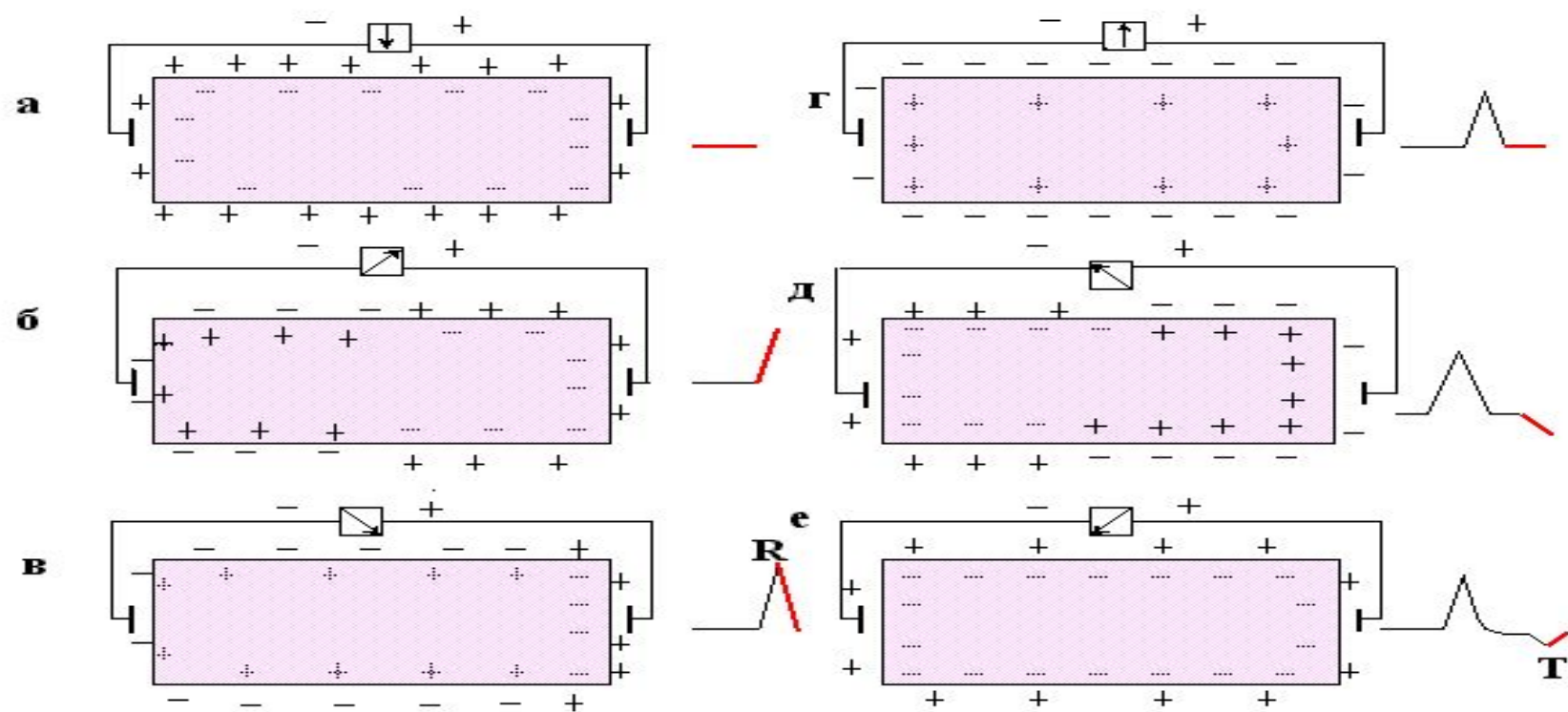
# ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

- Наличие электрических явлений в сердечной мышце впервые обнаружили два немецких ученых: Р. Келликер и И. Мюллер в 1856 г. В 1873 английский физиолог А. Уоллер впервые получил запись электрической активности миокарда человека. Он впервые сформулировал основные положения электрофизиологических понятий ЭКГ, предположив, что сердце является диполем. 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 Эйтховеном, были революционными. Впервые в руках врача оказался прибор, который так много говорит о состоянии сердца. Схема размещения электродов на руках и ногах предложенная Эйтховеном, используется и по сей день. В 1924 ему была присвоена Нобелевская премия.

# ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ



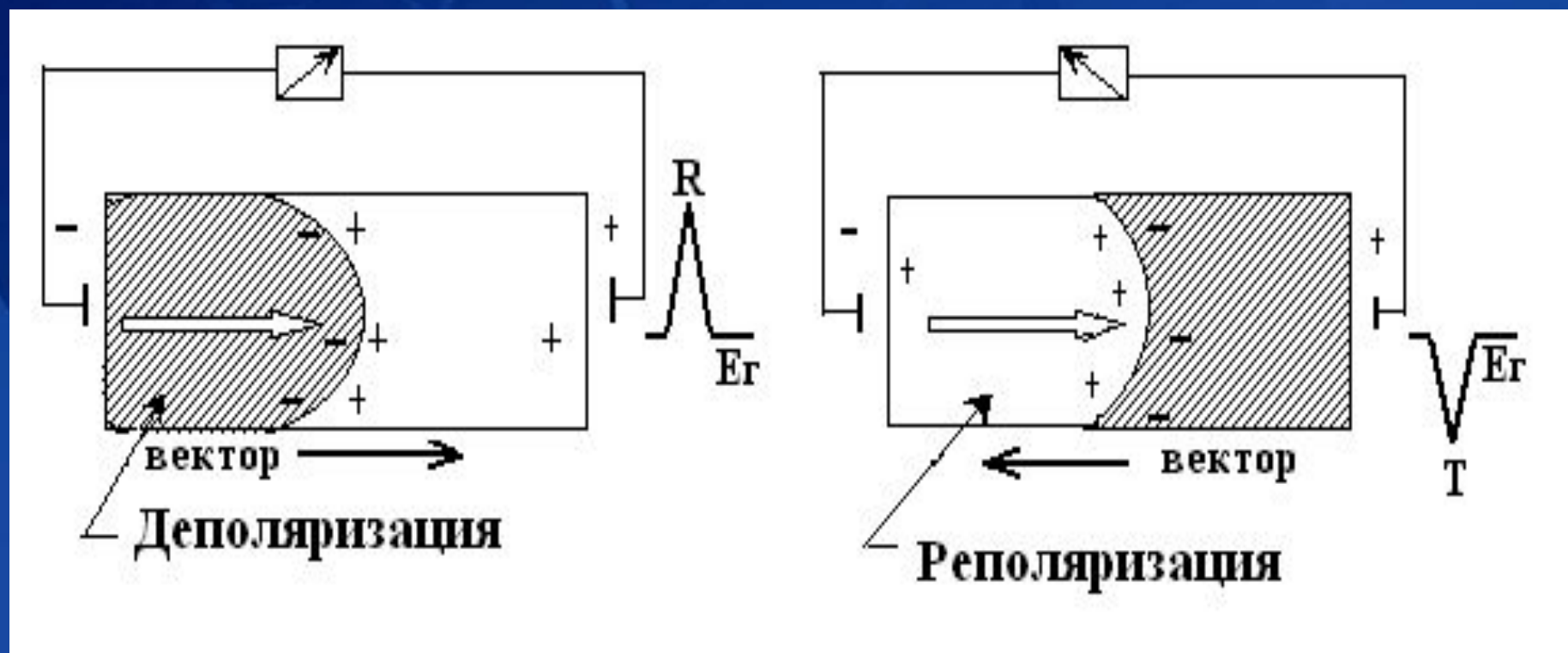
# Формирование электрокардиограммы мышечного волокна сердца



# Распространение волны деполяризации и реполяризации одиноким мышечным

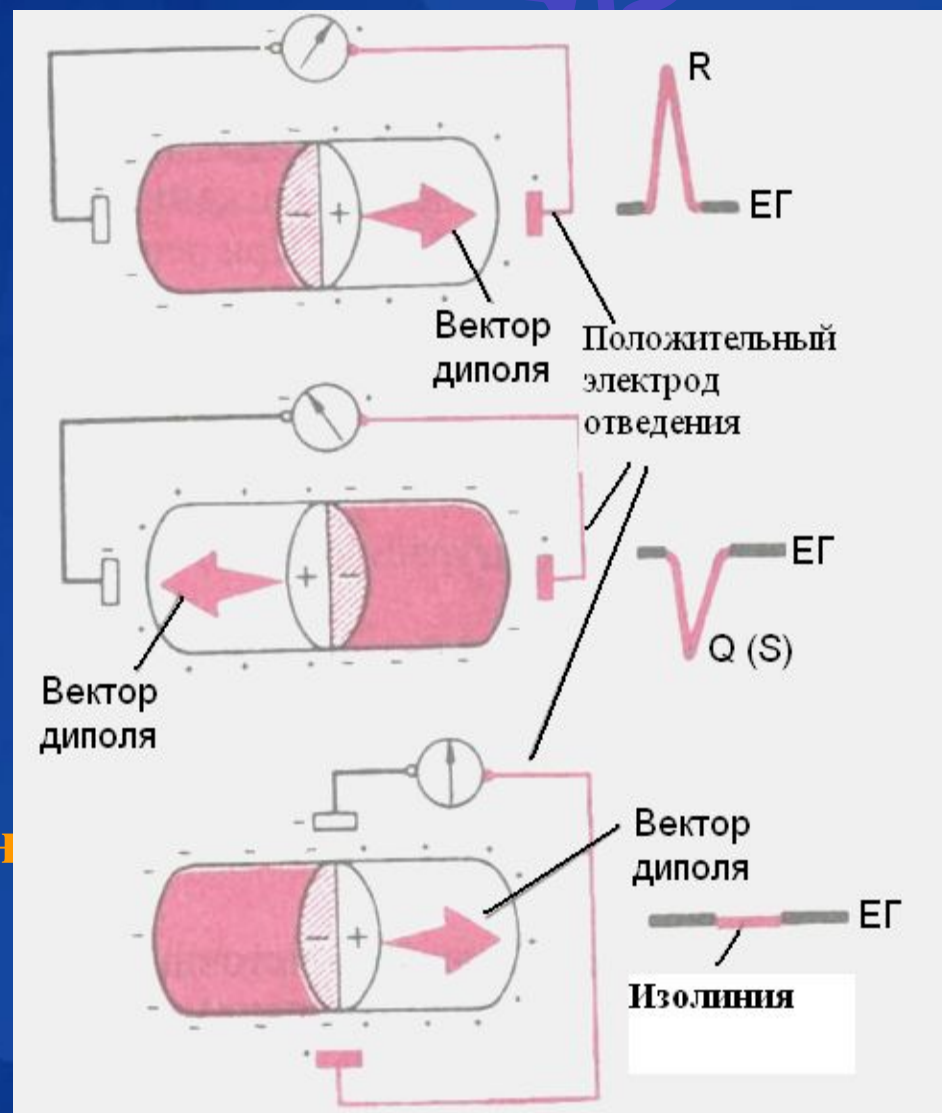
- Распространение волны деполяризации и волны реполяризации одиноким мышечным волокном можно условно представить как перемещение двух зарядов расположенных на границе возбужденного (-) и невозбужденного (+) участка волокна.
- Эти заряды, равные по величине и противоположные по знаку, образуют диполи. Одинокое возбужденное волокно можно условно считать диполем. Положительный полюс диполя всегда находится со стороны невозбужденного, а отрицательный полюс - со стороны возбужденного участка миокардиальной клетки.

# Направление вектора диполя при деполяризации и реполяризации кардиомиоцита



**Чтобы описать как будет выглядеть электрограмма при любых направлений движения волны де - и реполяризации надо помнить три правила:**

- 1. Если вектор диполя направлен в сторону положительного электрода отведения, то на электрограмме мы получим положительный зубец.
- 2. Если вектор диполя направлен в сторону отрицательного электрода отведения, то на электрограмме получим отрицательный зубец.
- 3. Если вектор диполя расположен перпендикулярно оси отведения, то на электрограмме записывается изолиния.

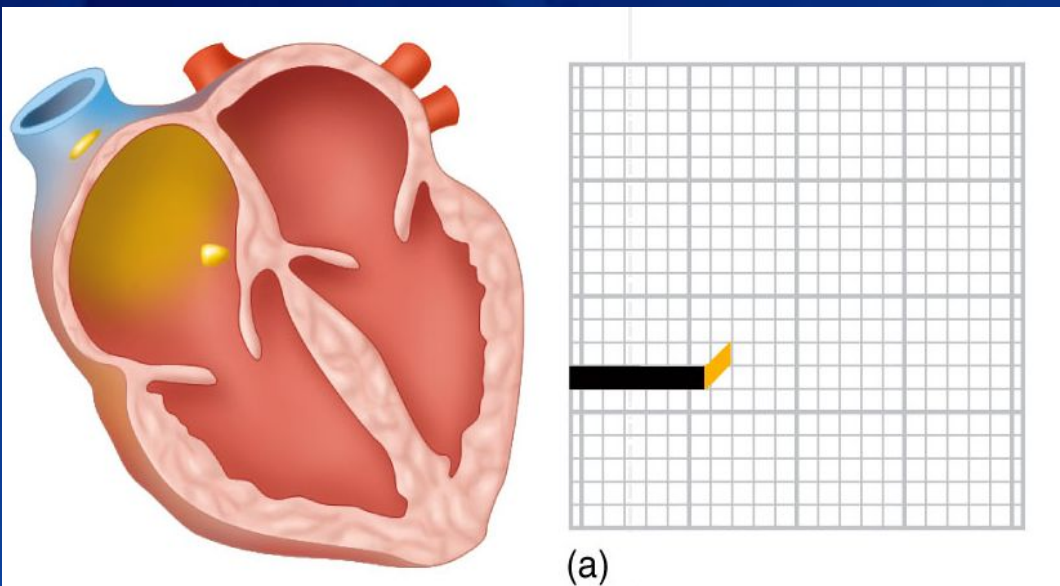






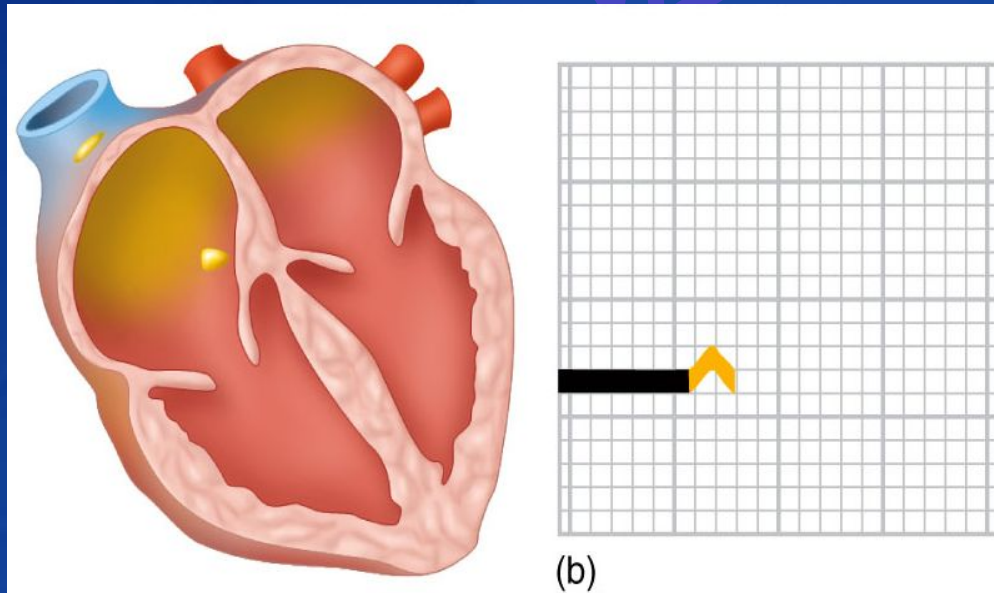
**Следует подчеркнуть, что основные закономерности формирования электрограммы одиночного мышечного волокна, остаются справедливыми и для формирования электрокардиограммы.**

- **В сердце одновременно происходит возбуждение многих участков миокарда, причем направление векторов деполяризации и реполяризации в этих участках может быть различным. Электрокардиограф записывает некоторую суммарную, результирующую электродвижущую силу сердца для данного момента возбуждения.**
- **Теоретически можно представить себе три случая суммирования векторов и получения суммарного результирующего вектора:**
  - **1) Если два вектора источников тока направлены в одну сторону и параллельны друг другу, то результирующий вектор будет составлять сумму векторов и будет направлением в ту же сторону.**
  - **2 ) Если два вектора источников тока направлены в противоположные стороны, то результирующий вектор равен их разности и ориентирован в сторону большего вектора.**
  - **3 ) Если два вектора источников тока направлены под углом друг к другу, то результирующий вектор равен по величине и направлению диагонали параллелограмма , сторонами которого являются два вектора.**

# Формирование ЭКГ



 Деполяризация  
 Реполяризация

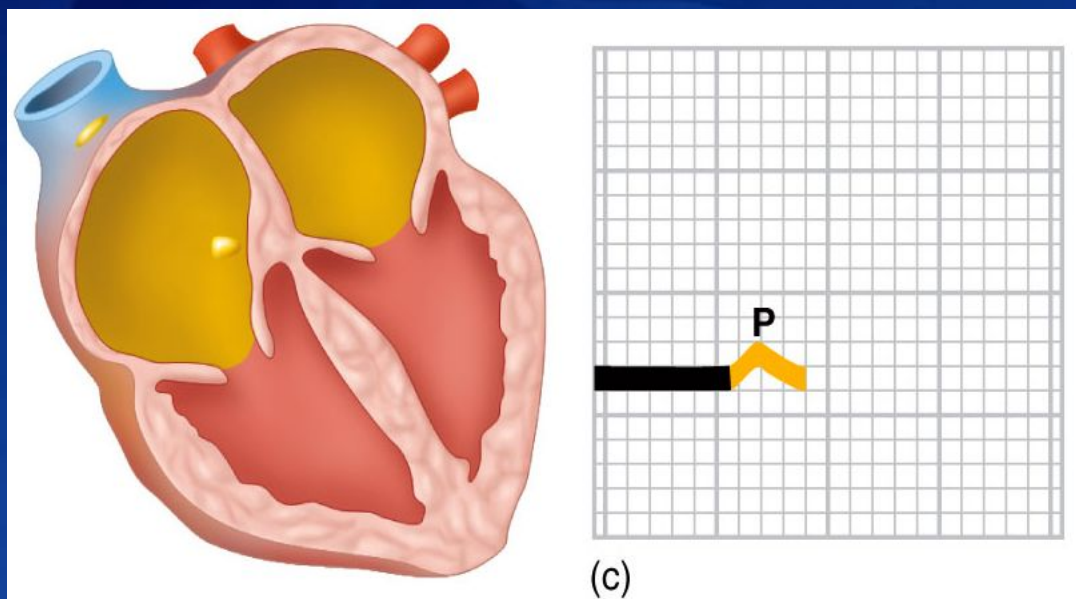



 Деполяризация  
 Реполяризация

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

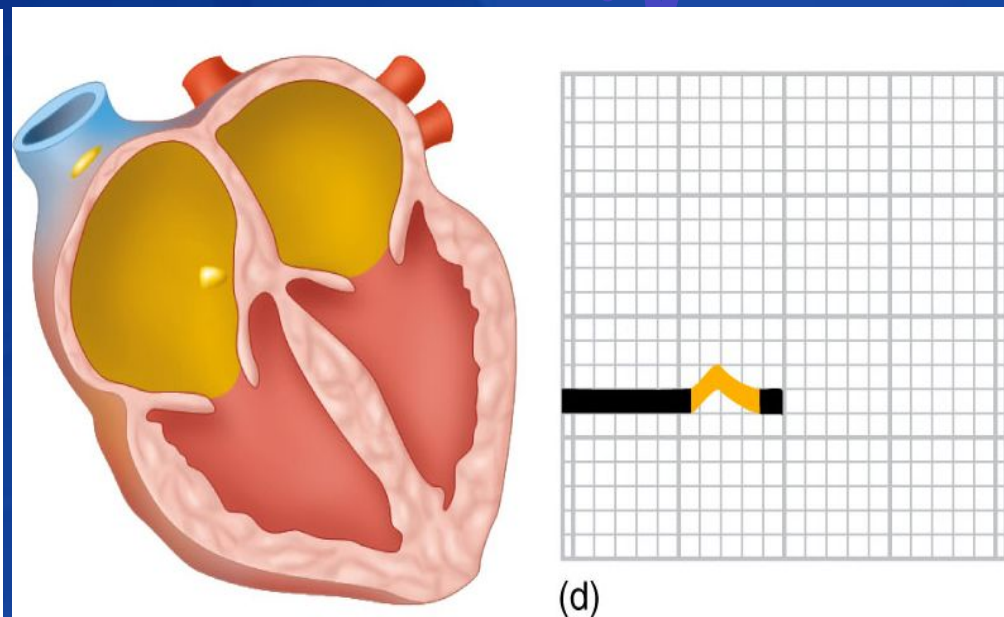
Деполяризация левого предсердия (нисходящее колено зубца P) (b)

# Формирование ЭКГ



 Деполяризация

 Реполяризация



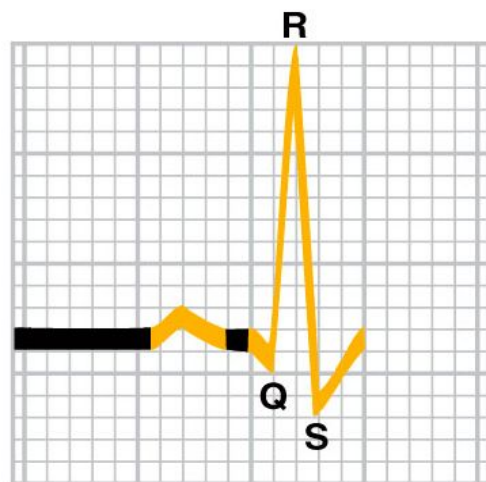
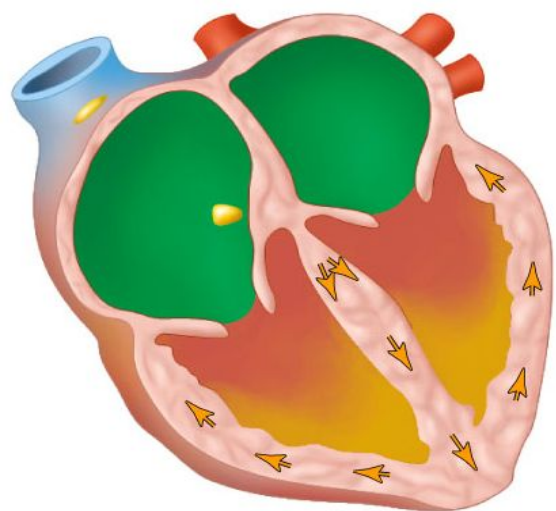
 Деполяризация

 Реполяризация

**Завершение деполяризации  
предсердий (c)**

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

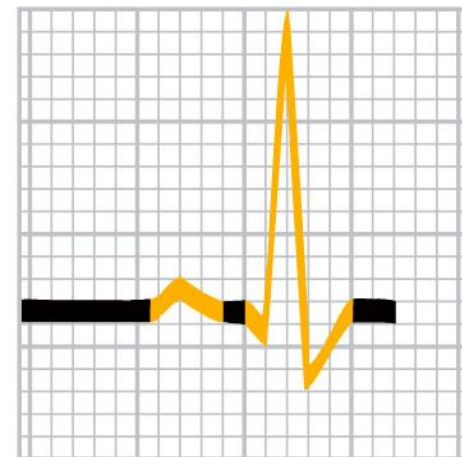
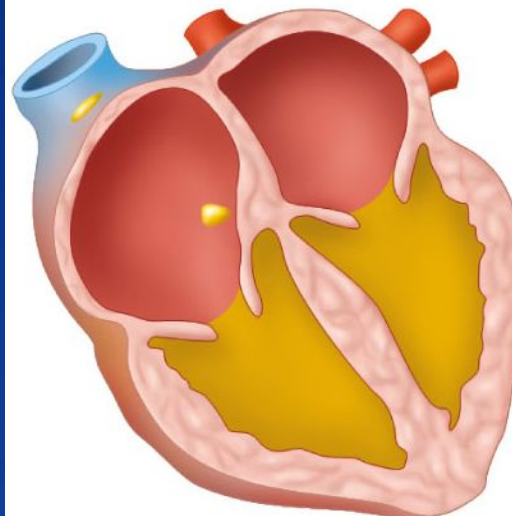
# Формирование ЭКГ



(e)

Депольаризация

Репольаризация



(f)

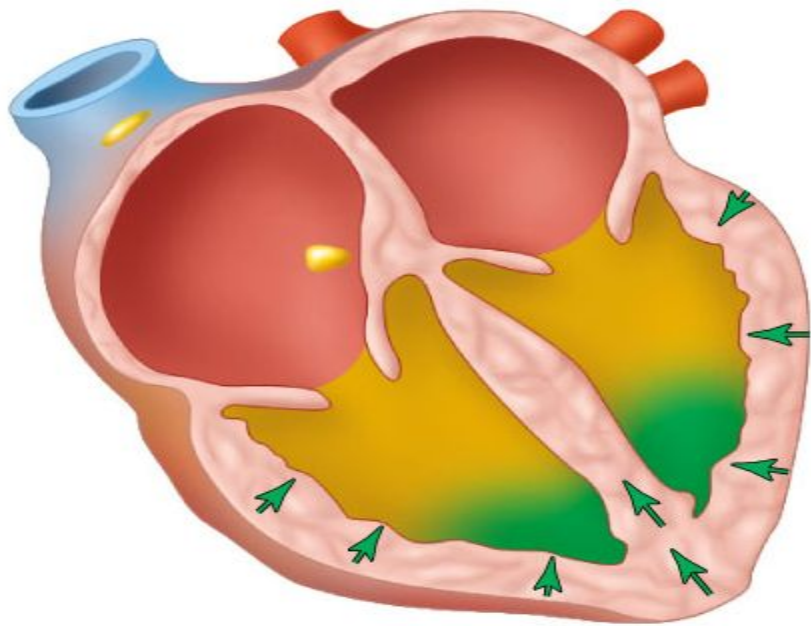
Депольаризация

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)

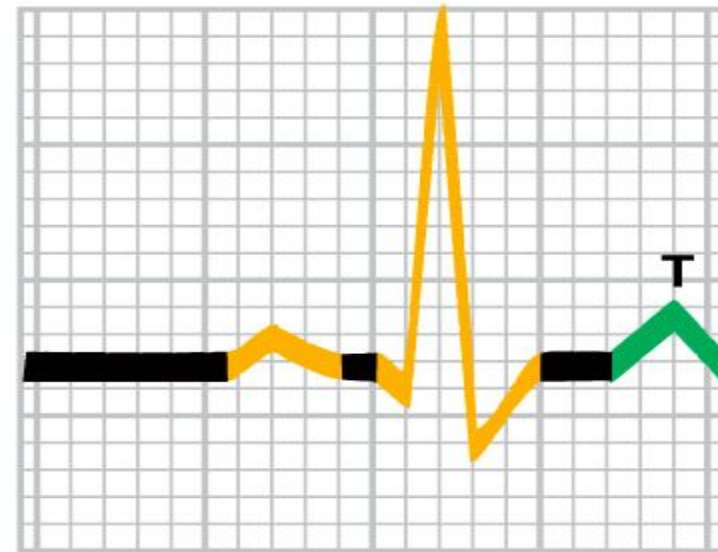
Полный охват возбуждением миокарда желудочков (сегмент S-T) (f)

# Формирование ЭКГ



 Деполяризация

 Реполяризация



(g)

Реполяризация желудочков (зубец T)

# Формирование ЭКГ



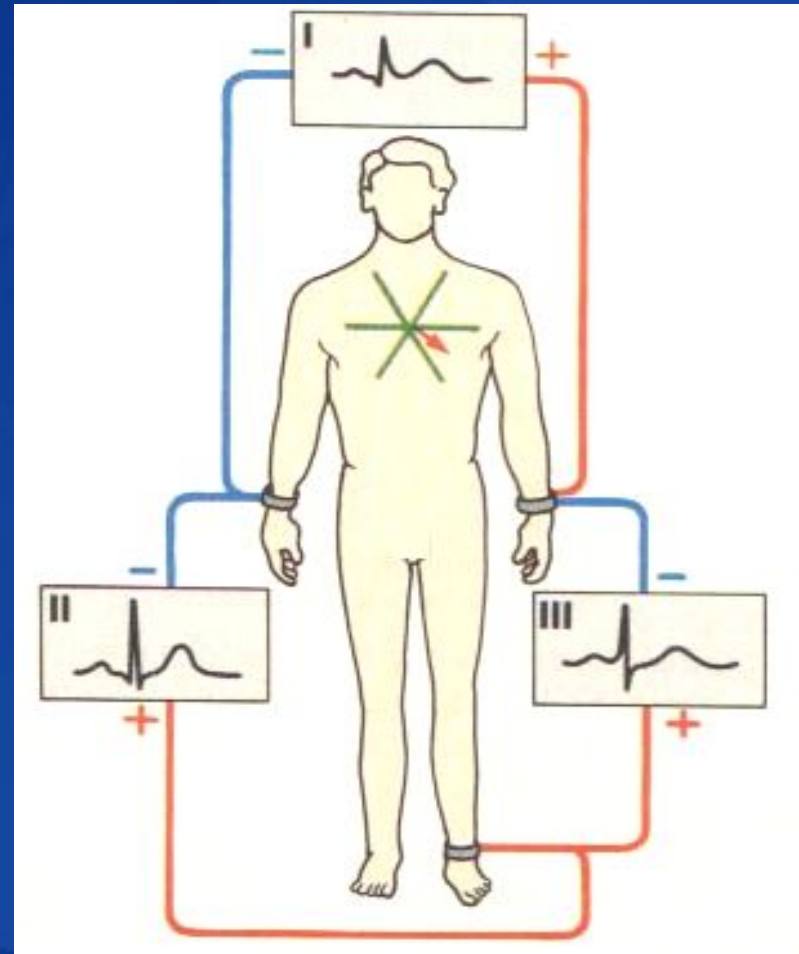
# Электрокардиографические отведения



- Измерение разности потенциалов на поверхности тела, которая возникающей при работе сердца, записывается с помощью различных отведений ЭКГ. Каждое отведение регистрирует разность потенциалов, существующую между двумя определенными точками электрического поля сердца, где установлены электроды. Электроды, установленные в каждой из выбранных точек на поверхности тела, подключаются к гальванометру электрокардиографа. Один из электродов присоединяется к положительному полюсу гальванометра (это положительный или активный электрод), второй электрод - к его отрицательному полюсу (отрицательный электрод).
- В настоящее время в клинической практике наиболее широко используют 12 отведений ЭКГ: 3 стандартных, 3 усиленных и 6 грудных.

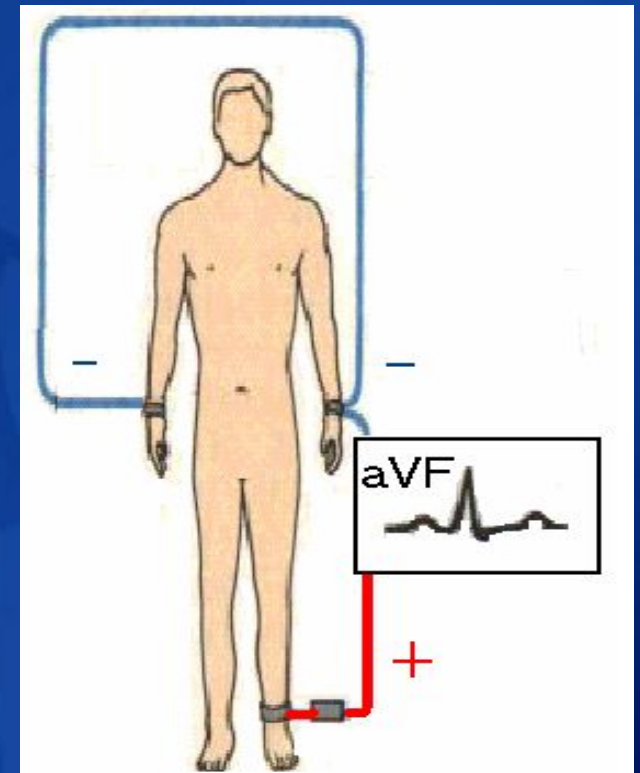
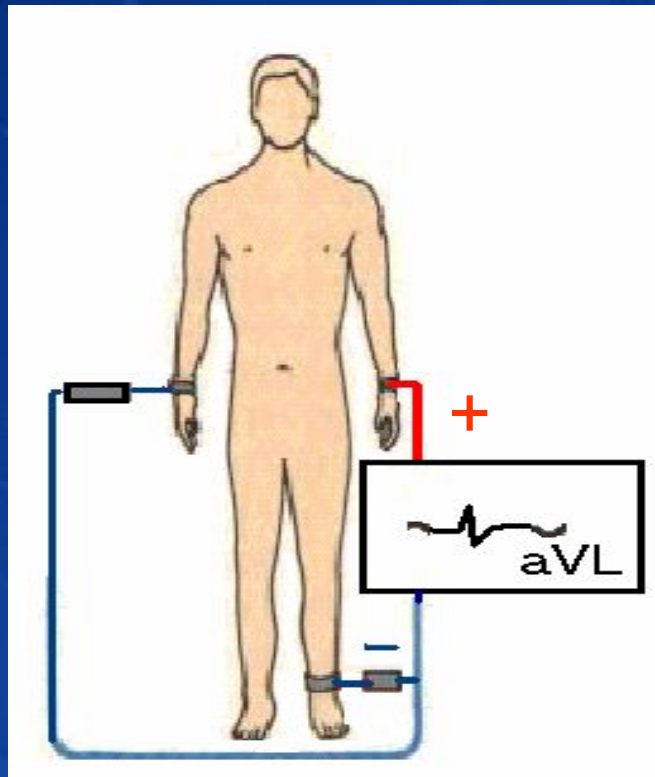
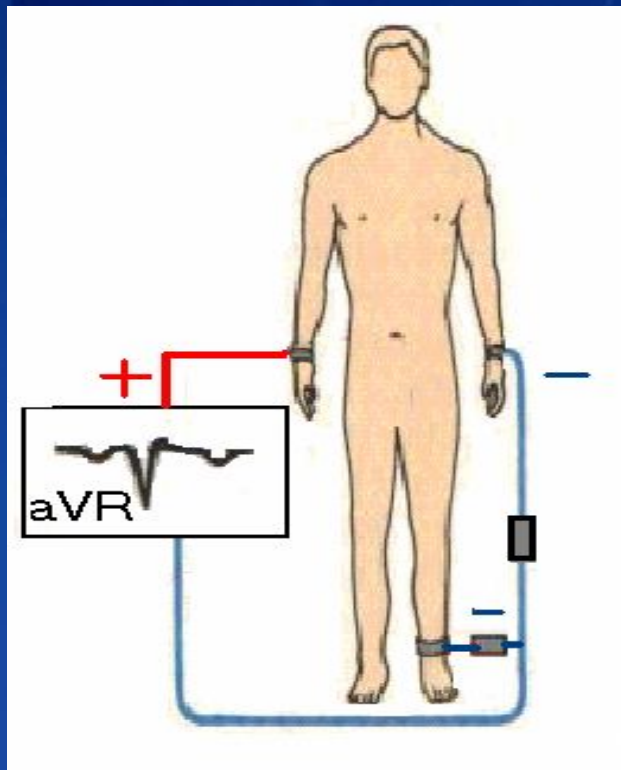
# СТАНДАРТНЫЕ ЭКГ-ОТВЕДЕНИЯ (ЗА ЕЙНДХОВЕНОМ)

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





# УСИЛЕННЫЕ ЭКГ-ОТВЕДЕНИЯ (ЗА ГОЛЬДБЕРГЕРОМ)

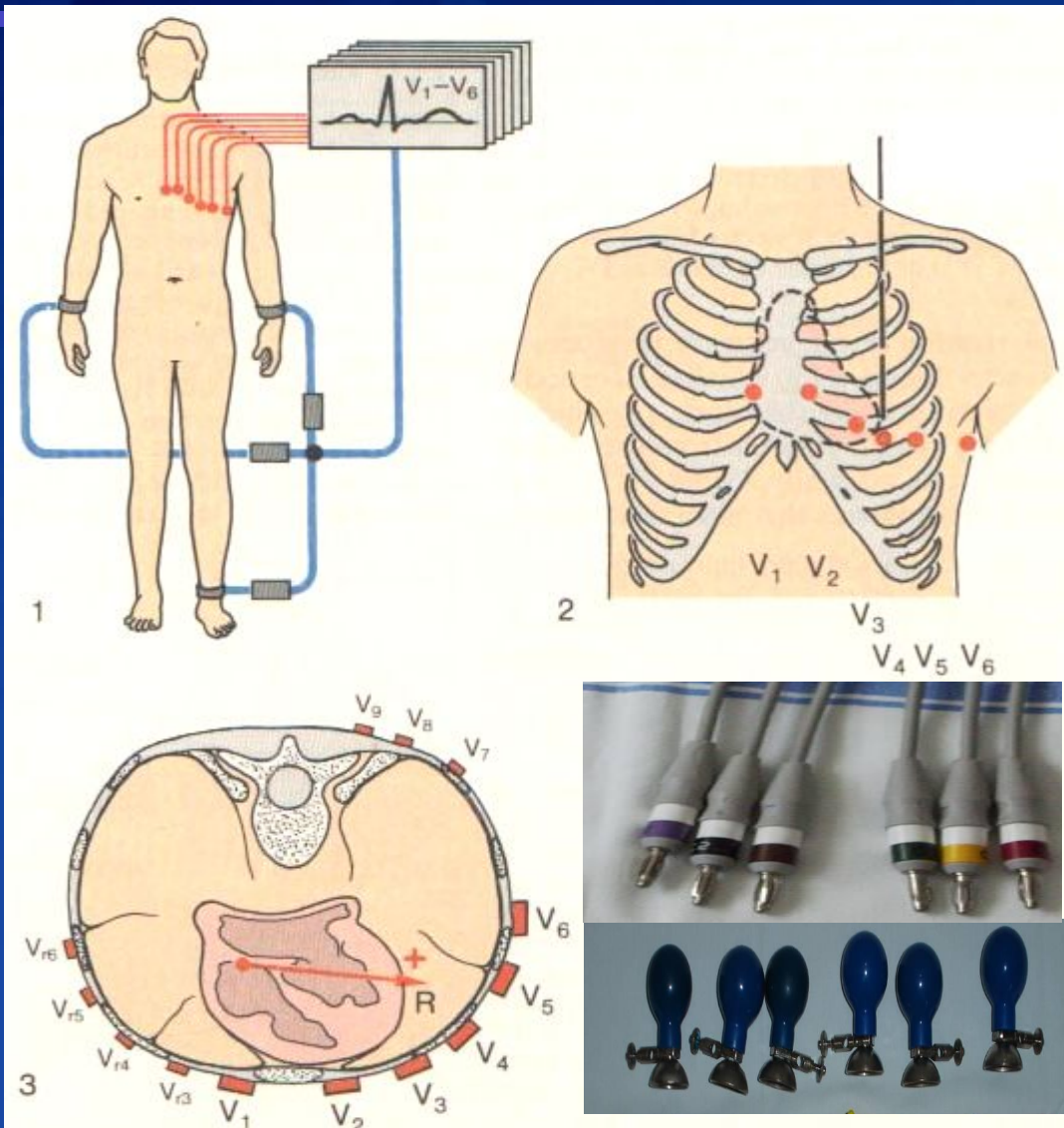


# Установка электродов на конечности

- Стандартные и усиленные отведения фиксируют разность потенциалов между двумя точками электрического поля во фронтальной плоскости. Для записи этих отведений электроды накладывают на правую руку (красная маркировка), на левую руку (желтая маркировка) и на левую ногу (зеленая маркировка). Эти электроды попарно подключаются к электрокардиографу. Четвертый электрод устанавливается на правую ногу для подключения заземления (черная маркировка).  
Усиленные однополюсные отведения, как и стандартные отведения дают возможность зарегистрировать изменения ЭДС сердца во фронтальной плоскости.

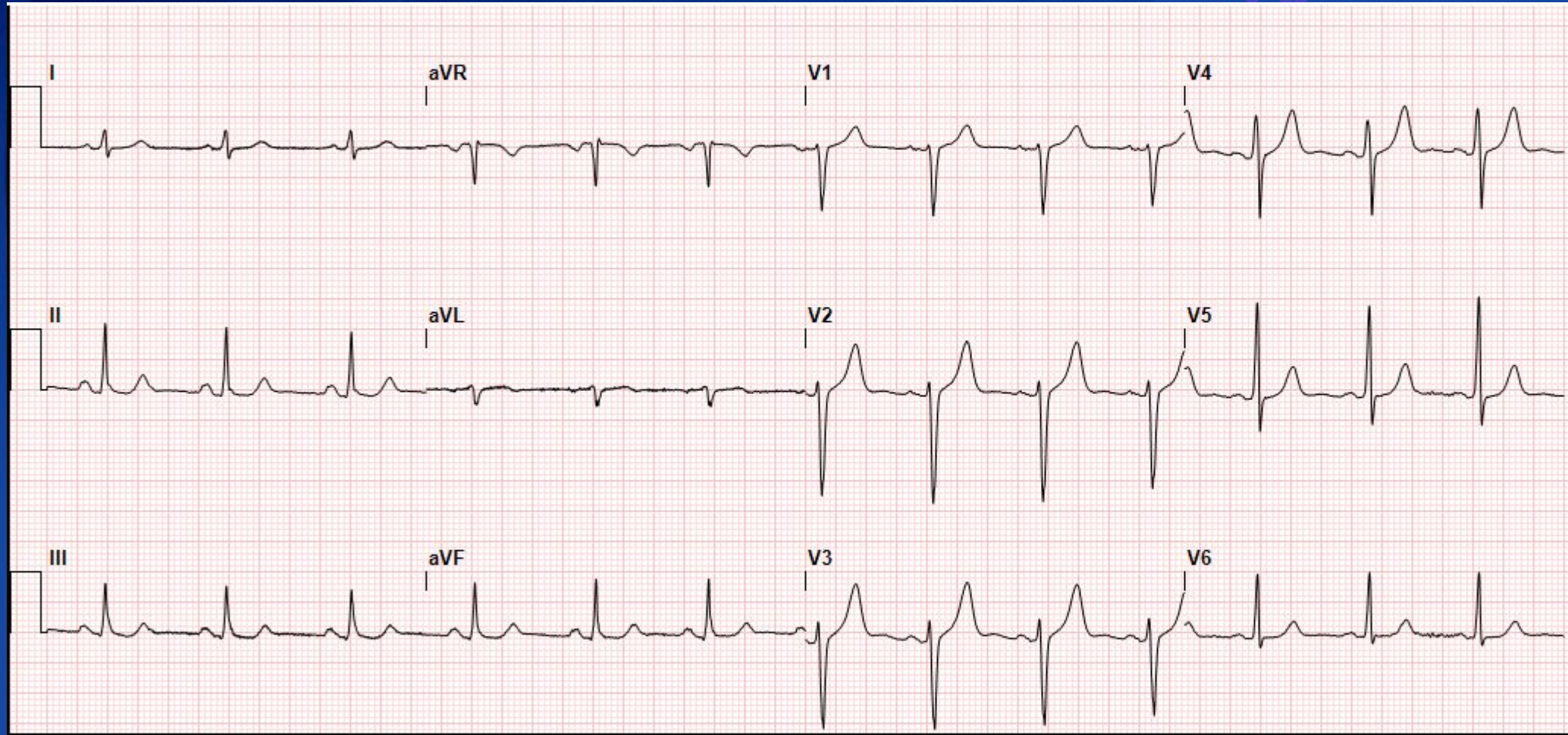


# ГРУДНЫЕ ЭКГ-ОТВЕДЕНИЯ (ПО ВИЛЬСОНУ)



- **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

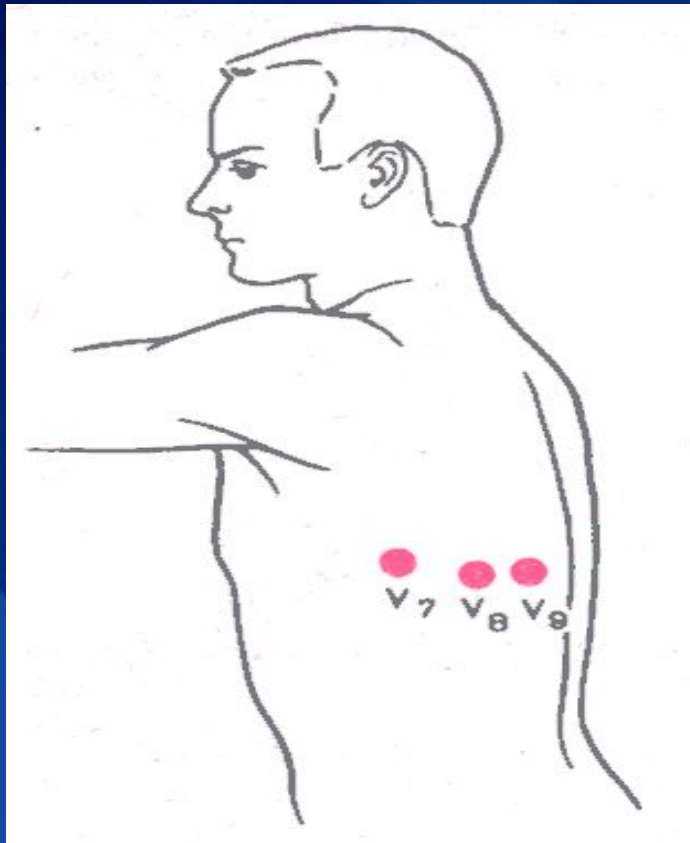


# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОТВЕДЕНИЯ

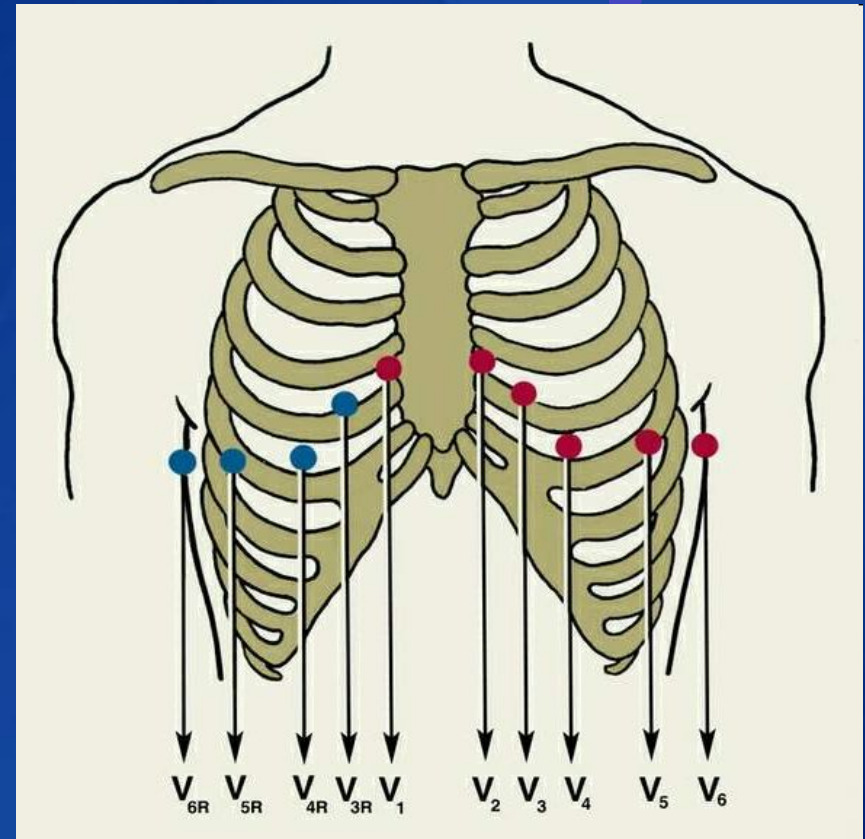


- **Левые грудные:  $V_7-V_9$**
- **Правые грудные ( $V_{3R}-V_{6R}$ )**
- **Двухполюсные грудные отведения по Нэбу**
- **Грудные отведения по Слопаку**
- **Черезпищеводная эндокардиограмма**
- **Внутрсердечная эндокардиограмма**

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОТВЕДЕНИЯ



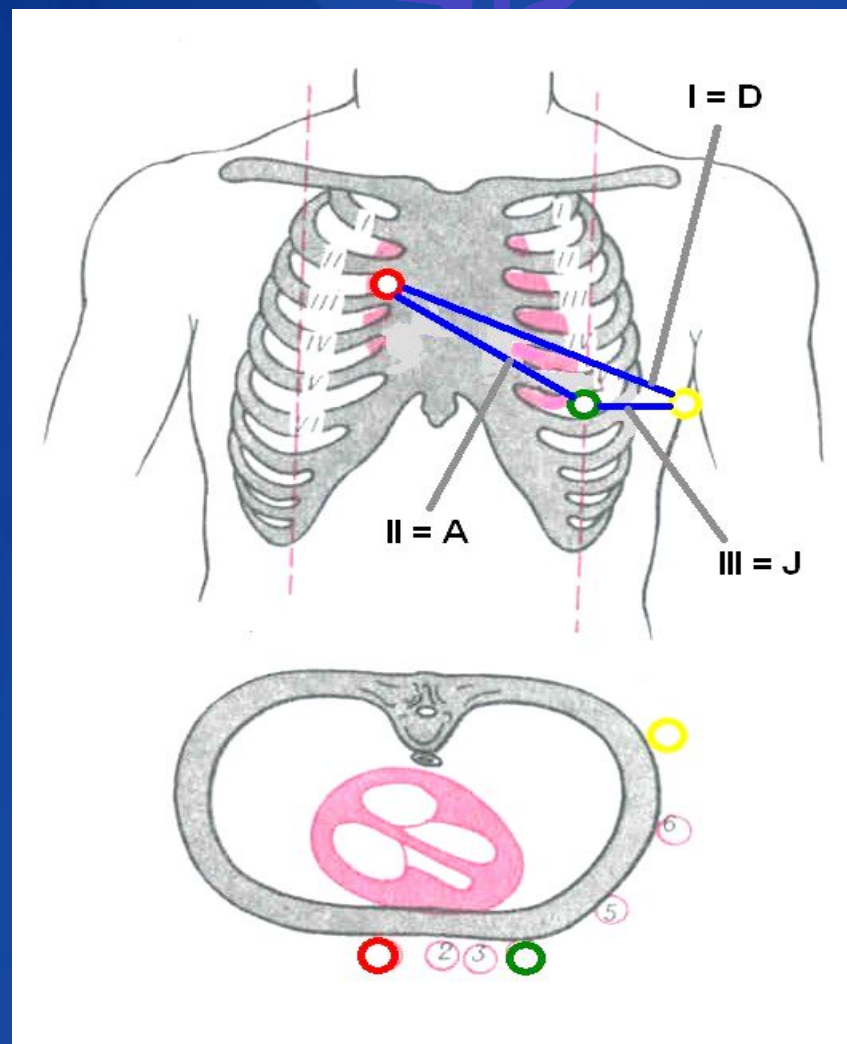
Установка левых  
грудных отведений



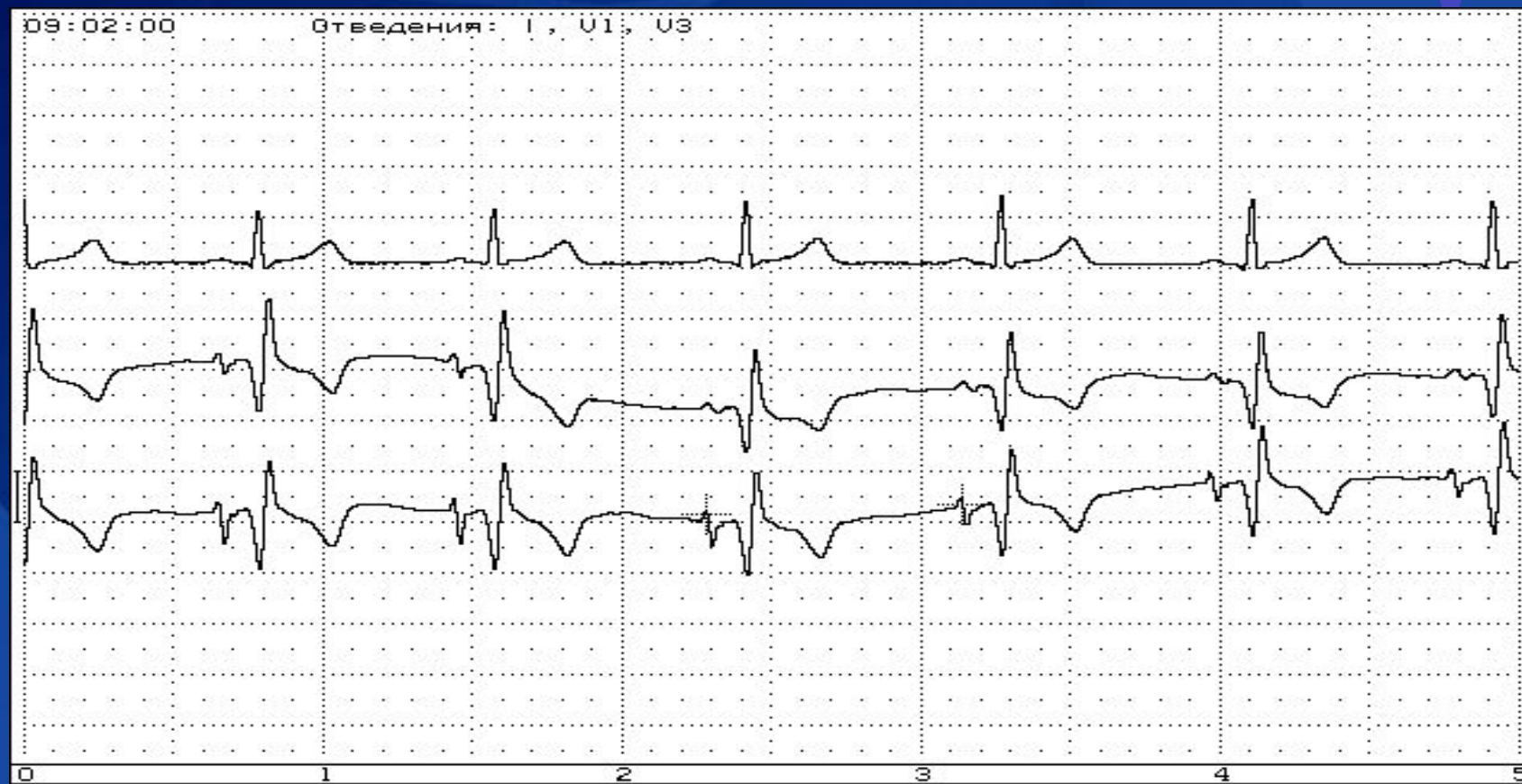
Установка правых  
грудных отведений

# Двухполюсные грудные отведения по Нэбу

- Электрод с красной маркировкой устанавливают во II межреберье по правому краю грудины; электрод с зеленой маркировкой устанавливают в позицию отведения V4, а электрод с желтой маркировкой устанавливают в V межреберье по задней подмышечной линии.  
Регистрируют отведения «Dorsalis» (D), «Anterior» (A) и «Inferior» (I).  
Отведения по Нэбу применяются для диагностики очаговых изменений миокарда задней стенки «Dorsalis», переднебоковой стенки «Anterior» и нижних отделов передней стенки «Inferior».



# Черезпищеводная эндокардиограмма



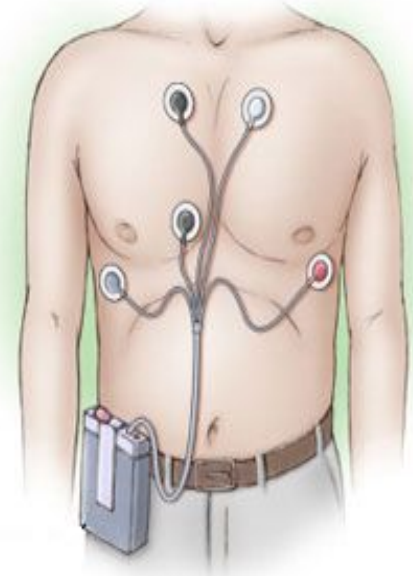


# Холтеровский мониторинг ЭКГ

Холтеровский мониторинг ЭКГ – суточное мониторирование ЭКГ— метод электрофизиологической инструментальной диагностики, предложенный американским биофизиком Норманом Холтером.

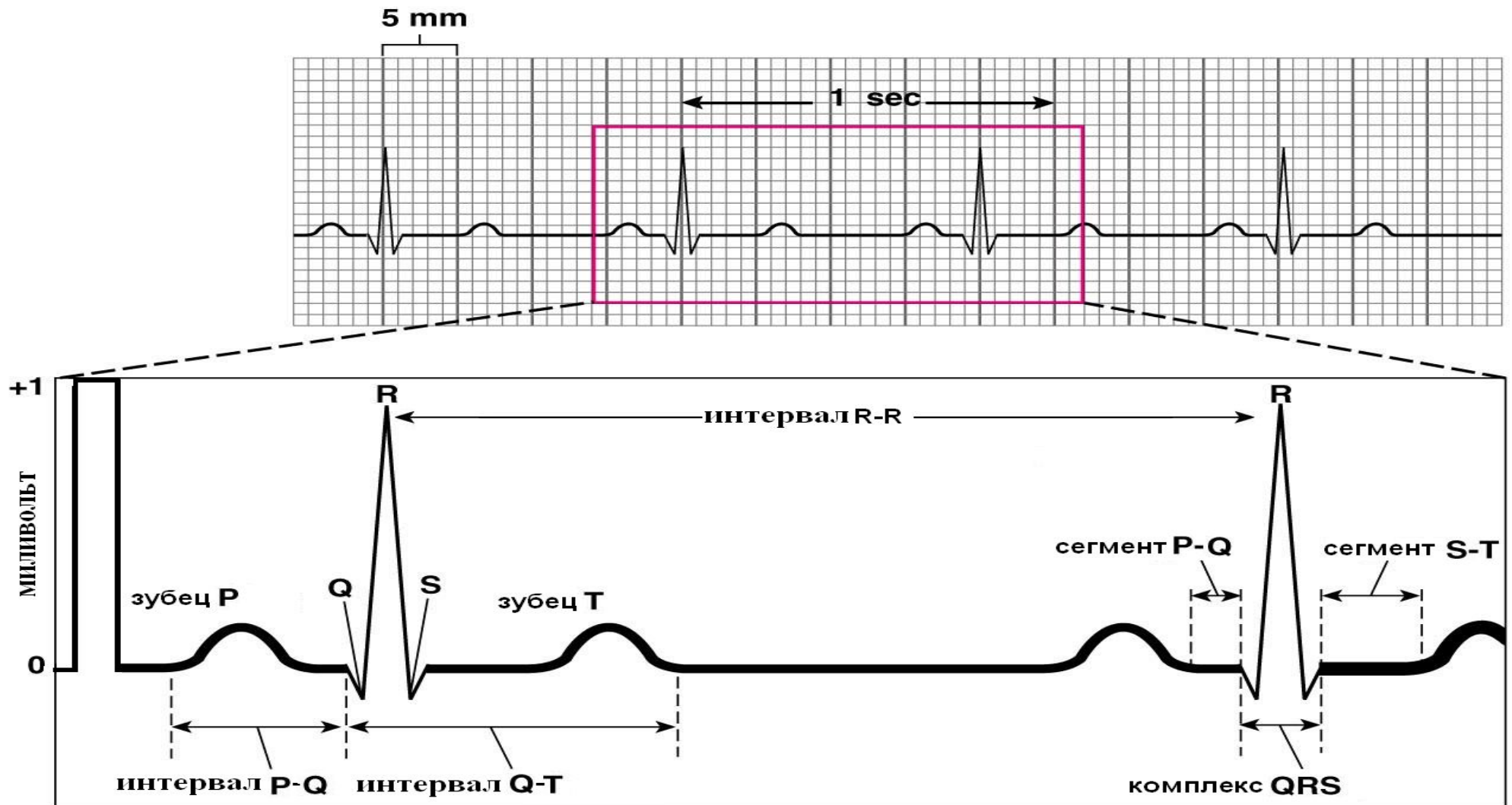
Исследование представляет собой непрерывную регистрацию электрокардиограммы в течение 12 часов и более. Запись ЭКГ осуществляется при помощи специального портативного аппарата — который пациент носит с собой. Запись ведется по 2-12 каналам. До сих пор наиболее распространены именно 2- и 3-канальные регистраторы.

Для осуществления контакта с телом пациента используются одноразовые клейкие электроды.



**Холтеровское мониторирование (мониторинг) — один из популярных методов диагностики нарушений сердечного ритма. Показано пациентам с жалобами на сердцебиение и перебои в работе сердца — для выявления нарушений ритма и проводимости сердца, с неясными обмороками, а также частично для регистрации «немой» (безболевой) ишемии миокарда, для оценки некоторых параметров работы электрокардиостимулятора.**

# Схема ЭКГ



# Последовательность и порядок анализа ЭКГ

## •1. Определить источник возбуждения.

•Для определения источника возбуждения (водителя ритма) сердца надо проследить в стандартных отведениях за последовательностью положительных предсердных зубцов P, желудочковых комплексов QRST и продолжительностью интервалов P- Q(R). В норме электрический импульс возникает в сино-атриальном узле и на ЭКГ во II стандартном отведении регистрируются положительные зубцы P перед каждым комплексом QRST. При этом говорят о синусовом ритме.

## •2. Определить правильность сердечного ритма.

•Для определения ритмичности генерации импульсов возбуждения водителем ритма нужно определить продолжительность нескольких последовательных интервалов R-R и сравнить их между собой. В норме отмечается незначительное колебание их продолжительности в пределах 0,1 с, что говорит о правильном ритме.

## •3. Установить частоту сердечного ритма.

•Для этого необходимо 60 секунд разделить на продолжительность интервала R-R в секундах.

## •4. Определить вольтаж электрокардиограммы.

•Для этого необходимо определить амплитуду зубцов R в стандартных отведениях. Если амплитуда зубца R превышает 5 мм, или сумма трех зубцов R больше 15 мм, тогда вольтаж ЭКГ сохранен.

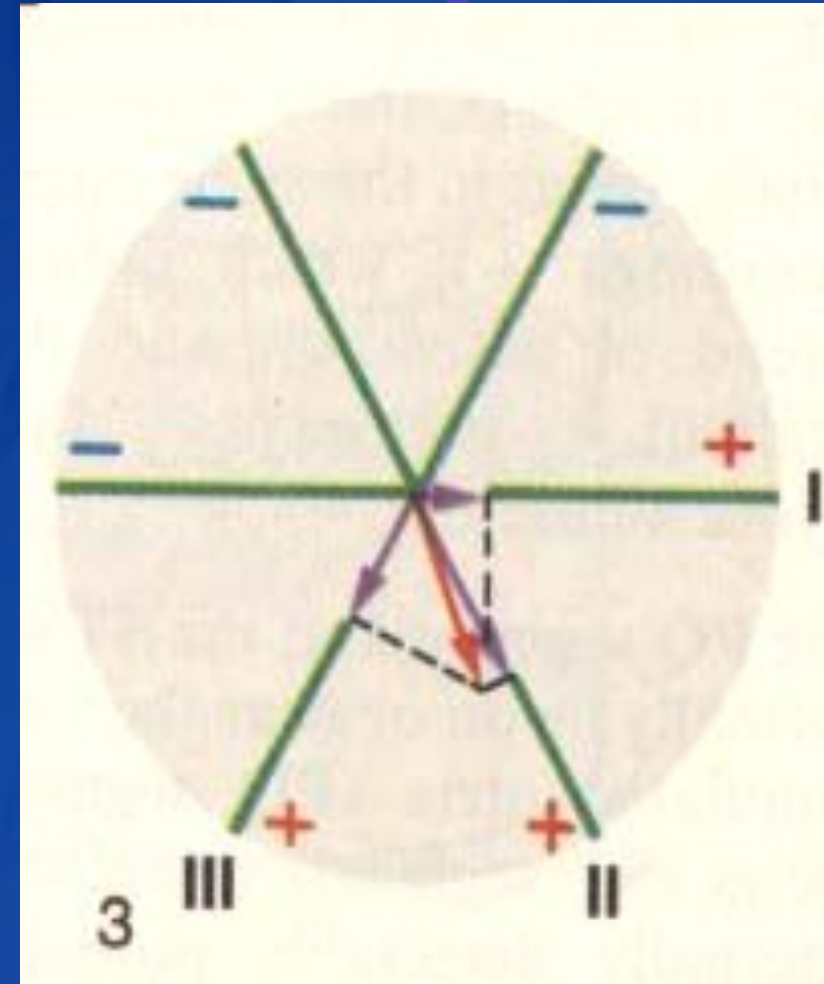
## •5. Установить направление электрической оси в фронтальной плоскости.

## •6. Анализ отдельных элементов ЭКГ

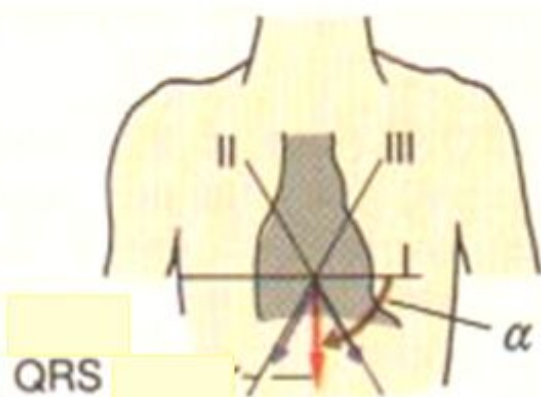
# ШЕСТИОСЕВАЯ СИСТЕМА БЕЙЛИ

**Графический метод определения положения оси сердца во фронтальной плоскости.**

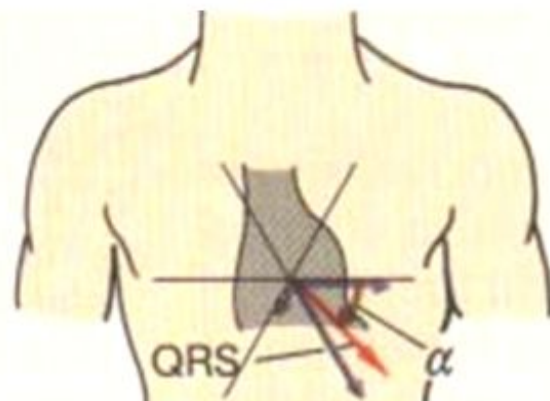
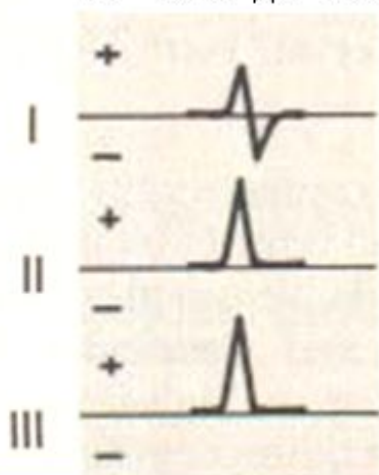
- Высчитать алгебраическую сумму амплитуд зубцов комплекса QRS в I и III стандартных отведениях. Отложить ее, в произвольно взятом мериле, на осях соответствующих отведений шестиосевой системы координат Бейли. Из концов этих проекций провести перпендикуляры. Точку их пересечения соединить с центром системы. Эта линия является электрической осью сердца. Угол  $\alpha$  определяют между этой линией и положительной частью оси I стандартного отведения.



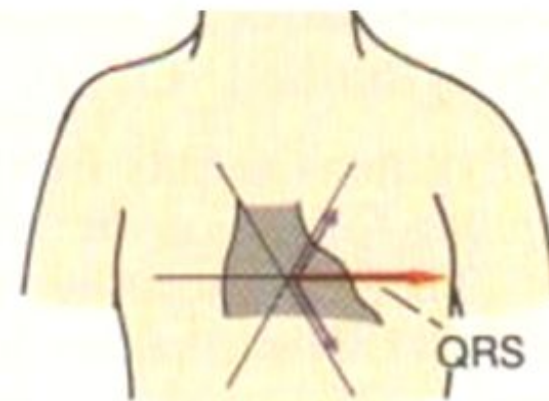
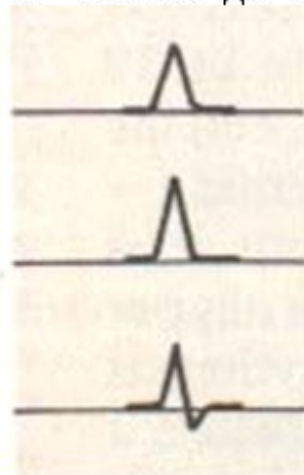
# ВАРИАНТЫ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСИ СЕРДЦА В НОРМЕ



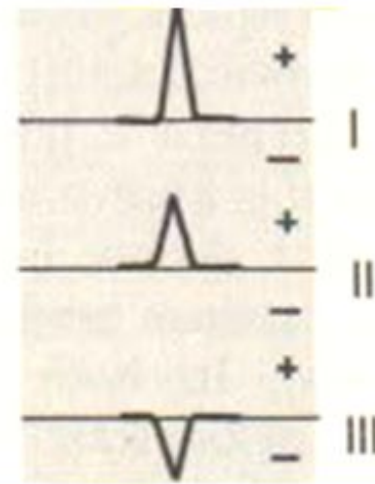
$\alpha = \text{от } 0^\circ \text{ до } +29^\circ$



$\alpha = \text{от } +30^\circ \text{ до } +69^\circ$



$\alpha = \text{от } +70^\circ \text{ до } +90^\circ$



**Вертикальное**

**Промежуточное**

**Горизонтальное**

# Частотно-амплитудные характеристики зубца Р, интервала и сегмента Р-Q.

Зубец Р у здорового человека в отведениях II, III, aVF, V2-V6 всегда позитивный, в отведениях III, aVL, V1 - может быть позитивным, двухфазным. в отведении aVR - всегда негативный. Амплитуда зубца Р до 2,5 мм, а длительность его не превышает 0,1 с.

Интервал Р-Q отображает длительность атриовентрикулярного проведения, то есть время распространения возбуждения передсердиями, атриовентрикулярным узлом, пучком Гиса и его разветвлениями. Длительность интервала Р-Q колеблется от 0,12 до 0,20 с в зависимости от частоты сердечных сокращений.

Сегмент Р-Q отображает время распространения возбуждения, атриовентрикулярным узлом, пучком Гиса и его разветвлениями. Длительность сегмента Р-Q в норме до 0,12 с.

# Частотно-амплитудные характеристики зубцов Q, R, S

**Желудочковый комплекс ORST** отображает сложный процесс распространения (комплекс ORS) и угасания (сегмент QS-T, S-T и зубец T) возбуждения миокардом желудочков. Если амплитуда зубцов комплекса ORS превышает 5 мм, их помечают большими буквами алфавита (Q, R, S), если более малая 5 мм - прописными буквами (q, r, s). Длительность желудочкового комплекса не превышает 0,1 с.

**Зубец Q** у здорового человека не должен превышать  $1/4$  амплитуды зубца R, а его длительность - 0,03 с. Исключение составляют отведения aVR, в котором регистрируются глубокие и широкие зубцы Q, и отведения V1, V2, в которых он практически отсутствует.

**Зубец R** в норме регистрируется во всех стандартных и усиленных отведениях. В отведении aVR зубец R плохо выражен или отсутствует совсем. В грудных отведениях амплитуда зубца R постепенно увеличивается от V1 - V4, а затем несколько уменьшается в V5 - V6. Высота зубца R в отведениях от рук и ног не превышает обычно 20 мм, а в грудных - 25 мм

**Зубец S.** У здорового человека его амплитуда в разных отведениях колеблется в широком диапазоне, не превышая 20 мм В грудных отведениях зубец S уменьшается от V1, к V6. Таким образом, в норме в грудных отведениях наблюдается постепенное увеличение амплитуды зубца R и уменьшение амплитуды зубца S.

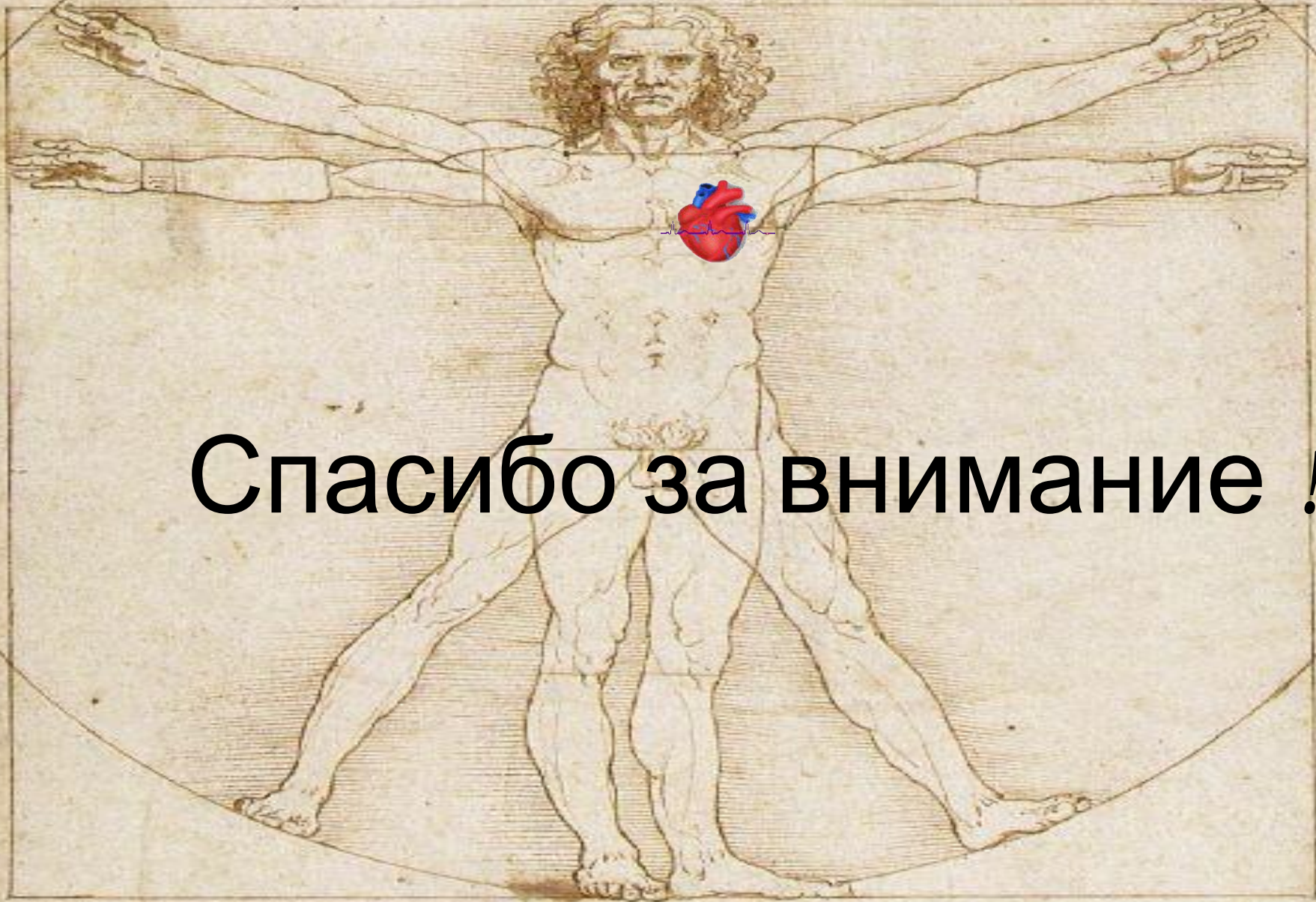
# Частотно-амплитудные характеристики зубца Т, сегмента S-T та интервала Q-T

**Сегмент S-T** - отвечает полному охватыванию возбуждением обоих желудочков. Потому в норме в стандартных и усиленных однополюсных отведениях от конечностей, сегмент находится на изолинии и его смещение не превышает 0,5 мм В грудных V1 - V3 может наблюдаться небольшое смещение от изолинии вверх до 2 мм, а в V4,5,6 -вниз не больше 0,5 мм

**Зубец Т.** В норме всегда позитивный в отведениях И, II, aVF, V2 - V6, причем T1 > T3 а TV6 > TV4. Имеет пологое восходящее и кое-что более крутое нисходящее колено. В отведениях III, aVL и V1, зубец Т может быть позитивным, двухфазным или негативным. Негативным зубец Т, как правило, бывает в отведении aVR. Амплитуда зубца Т в отведениях от конечностей не превышает 5-6 мм, а в грудных отведениях 15-17 мм Длительность зубца Т - 0,16-0,24 с.

- **Интервал Q-T.** Это электрическая систола желудочков. Длительность интервала Q-T зависит от частоты сердечных сокращений. Нормальная длительность интервала Q-T определяется за формулой Базетта:
  - $Q-T = K \cdot \sqrt{R-R}$ ,
- где K - коэффициент равен 0,37 для мужчин и 0,40 для женщин;
- R-R - длительность одного сердечного цикла или межциклического интервала.





**Спасибо за внимание !**