

# Лекция электрокардиография

3 курс

**Электрокардиография** – метод графической регистрации разности потенциалов, возникающей в сердце и окружающих его тканях при распространении волны возбуждения по миокарду

**Электрокардиограмма** – кривая, отражающая изменение разности потенциалов, возникающих при возбуждении миокарда в координатах времени.

# Функции сердца, определяемые с использованием ЭКГ

- Мышца сердца состоит из клеток проводящей системы и сократительного миокарда.
- **1. Автоматизм** – способность сердца вырабатывать импульсы, вызывающие возбуждение миокарда. Функцией автоматизма обладают специальные клетки - водители ритма – пейсмекеровские клетки.
- **2. Проводимость** – способность сердца проводить импульсы от места их возникновения до сократительного миокарда. Способностью проводить импульсы обладают клетки проводящей системы сердца
- **3. Возбудимость** – способность сердца возбуждаться под влиянием пришедших импульсов. Способностью возбуждаться обладают и клетки проводящей системы и клетки сократительного миокарда.
- **4. Рефрактерность** – неспособность возбужденных клеток миокарда вновь возбуждаться под действием дополнительного импульса.
- Рефрактерность бывает абсолютная – неспособность возбуждаться под действием любого импульса и относительная – сильный импульс может вызвать возбуждение, но этот импульс будет распространяться медленнее, чем обычный, что приводит к изменению формы ЭКГ.
- Абсолютный рефрактерный период на ЭКГ – это QRS и S-T, относительный – соответствует зубцу Т.
- **5. Сократимость** – способность сердца сокращаться.
- **6. Тоничность** – способность расслабляться, но при этом сохранять свою форму в диастоле. ЭКГ эту функции 5 и 6 никак не отражает

# Электрокардиограмма – это отражение процессов возбуждения

- **Электрокардиограмма** – это отражение процессов возбуждения, то есть изменения электрического состояния клеток. Процесс изменения электрического состояния клеток миокарда состоит из двух частей:
  - - деполяризация – смена заряда на обратный
  - - реполяризация – возвращение к исходному состоянию.

# Процесс возбуждения в целостном миокарде – включает две фазы: деполяризация и реполяризация.

- В диастолу миокард электрически однороден, разности потенциалов нет и прибор (электрокардиограф) рисует изолинию.
- Процесс смена заряда **деполяризация** начинается у **эндокарда**.
- Заряд, который имеет место у эндокарда в покое условно назван +, Как антипод отрицательного, но это условность. Так как под эндокардом начинается процесс деполяризации, то под эндокардом появляется (-), поскольку остальная часть миокарда заряжена положительно по отношению к этому изменившему заряд участку, то появляется разность потенциалов и гальванометр рисует зубец, направленный вверх (R).
- **Реполяризация** – смена заряда на противоположный (с + на -) начинается у эпикарда, там вновь появляется -, следовательно вновь появляется разность потенциалов и прибор рисует нам зубец T, также положительный.

Запись ЭКГ производится с помощью **электрокардиографов** – приборов, регистрирующих изменение разности потенциалов между двумя точками в электрическом поле сердца во время его возбуждения.

Изменение разности потенциалов регистрируется с помощью различных систем отведений.

- Каждое отведение регистрирует разность потенциалов между двумя определенными точками электрического поля сердца, в которые установлены электроды.
- Электроды подключаются к гальванометру электрокардиографа: один из электродов к положительному, второй к отрицательному.
- Тот электрод, который подключен к положительному полюсу гальванометра называется активным, тот, который к отрицательному – индифферентным.
- В настоящее время в клинике используются 12 отведений, запись которых является обязательной при каждой регистрации ЭКГ.

# Стандартные отведения

- Стандартные отведения от конечностей при стандартном попарном подключении электродов были предложены голландским исследователем Эйтховеном в 1913 году:
- 1 отведение левая рука (+) и правая рука (-)
- 2 отведение левая нога (+) и правая рука (-)
- 3 отведение левая нога (+) и левая рука (-)
- Знаками + и – здесь обозначены соответствующие подключение электродов к гальванометру, то есть указаны положительный и отрицательный полюсы каждого отведения.

# Усиленные отведения

- Усиленные отведения от конечностей были предложены Гольдбергером в 1942 году.
- Они регистрируют разность потенциалов, между одной из конечностей, на которую установлен активный электрод и **средним потенциалом двух других конечностей**. Таким образом, в качестве отрицательного электрода в этих отведениях используют так называемый объединенный электрод Гольдбергера, который образуется при соединении через дополнительное сопротивление двух конечностей.
- Три усиленных однополюсных отведения от конечностей обозначаются следующим образом:
  - $avR$  – усиленное отведение от правой руки
  - $avL$  – усиленное отведение от левой руки
  - $avF$  – усиленное отведение от левой ноги

# Грудные отведения

- В 1946 году Вильсон предложил регистрировать разность потенциалов между активным положительным электродом, установленным в определенных точках на поверхности грудной клетки и отрицательным объединенным электродом Вильсона, образованным через дополнительное соединение правой руки, левой руки, левой ноги. Их объединенный потенциал близок к нулю.

# Позиции грудного электрода

**V1-четвертое межреберье по правому краю грудины**

**V2-четвертое межреберье по левому краю грудины**

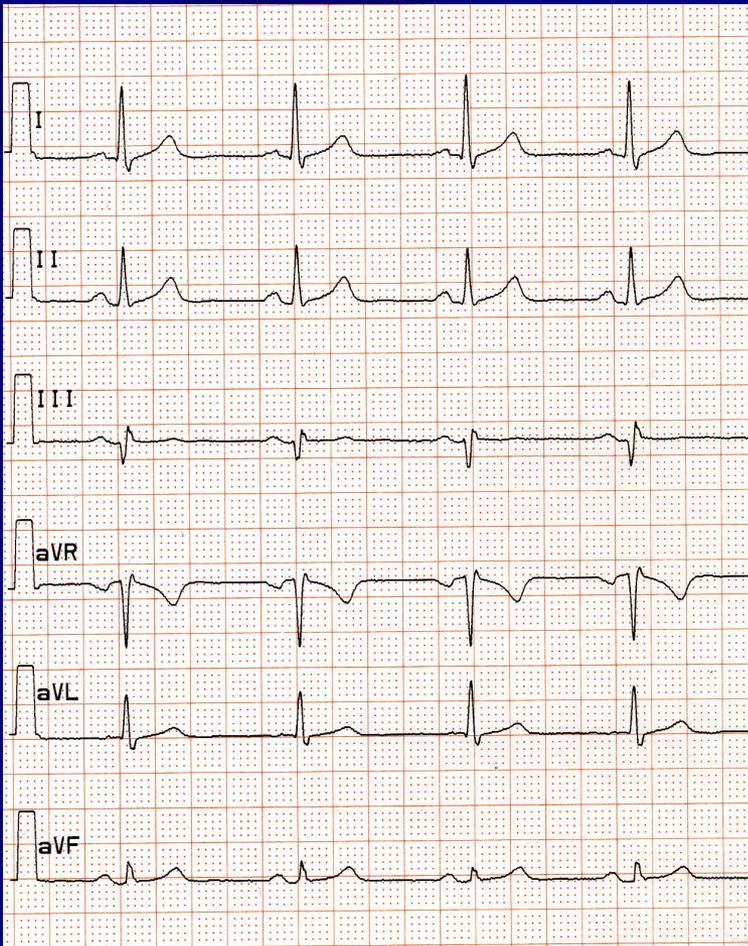
**V3-посередине между 2 и 3 электродами**

**V4-на верхушке сердца, в 5 межреберье кнутри от срединноключичной линии**

**V5-по передней подмышечной линии на уровне 4 грудного**

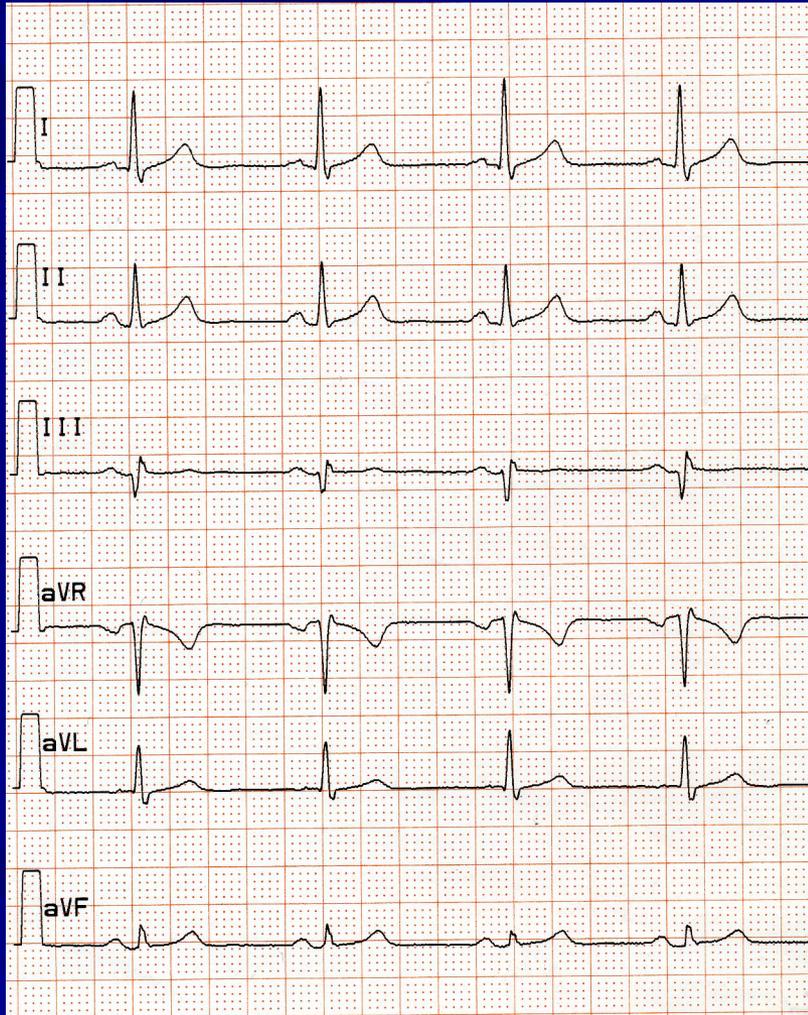
- **V6-по средней подмышечной линии на уровне 4 грудного**

# Определение ЧСС по ЭКГ



- **Скорость движения бумаги**
- 50 мм/сек (25 мм/сек)
- 1 маленькая клеточка 0,02 сек
- (0,04 сек)
- 1 большая клеточка 0,10 сек (0,20сек)
- 10 квадратов – это 1 секунда при скорости 50 мм/сек,
- 5 квадратов – это 1 секунда при скорости 25 мм/сек
- 600 квадратов – 1 минута
- **ЧСС** - 600 : R-R (в квадратах) при скорости 50 мм/сек
- **ЧСС** - 300 : R-R (в квадратах) при скорости 25 мм/сек

# Характеристика зубца Р



- Он образуется в результате возбуждения обоих предсердий
- Сначала правое, затем левое предсердие
- Р положителен во 2 и aVF отведениях
- Длительность Р до 0,10 сек
- Амплитуда не превышает 2,5 мм
- Его амплитуда в стандартных отведениях зависит от положения электрической оси сердца

# Характеристика интервала PQ



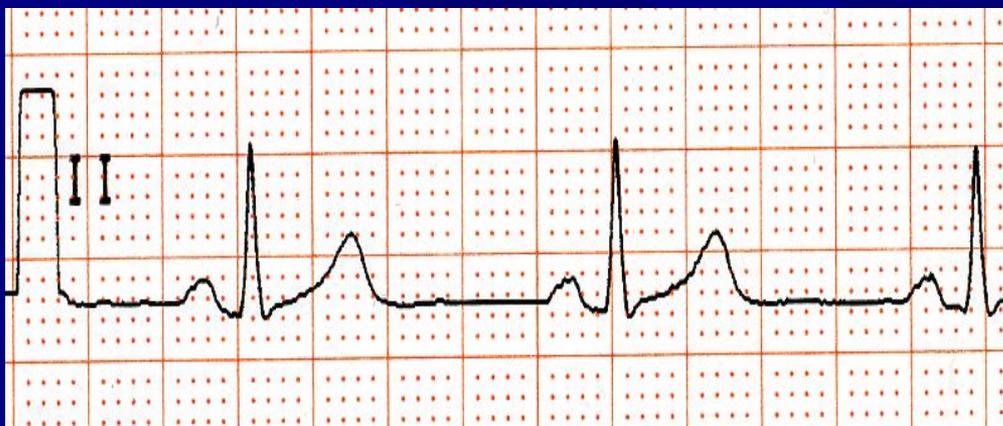
- от начала P до начала Q
- Соответствует времени прохождения импульса по предсердиям и а-в соединению до миокарда желудочков
- Длительность P 0,12 – 0,18 сек (не более 0,20)
- Он укорачивается при учащении ЧСС

# Характеристика сегмента PQ



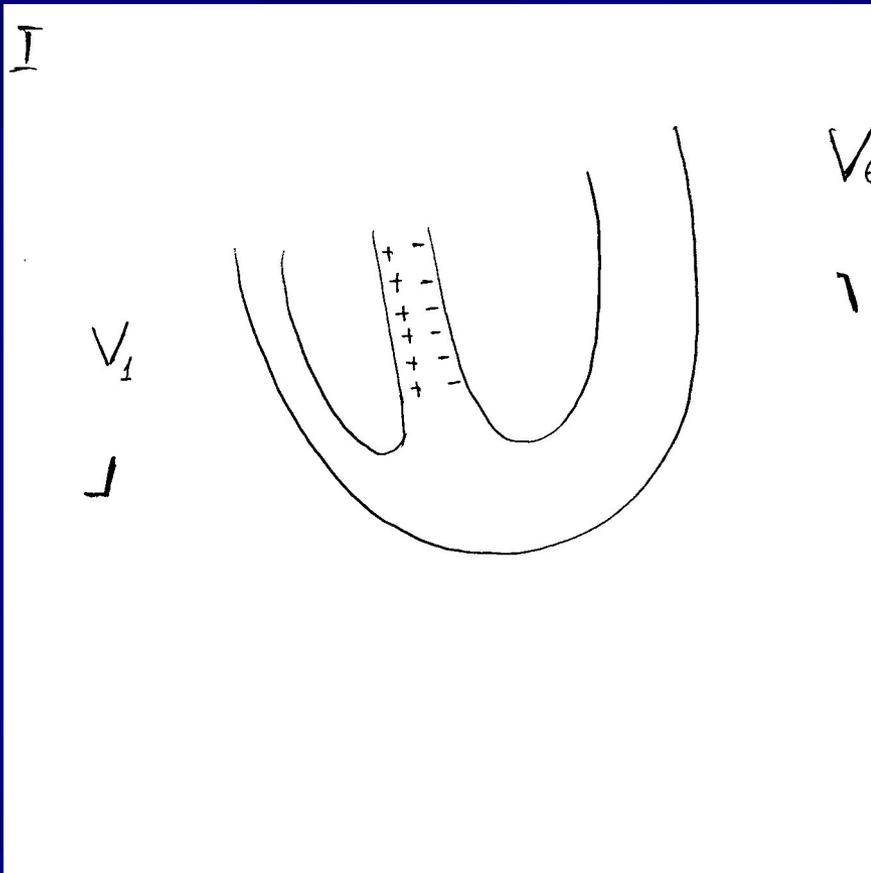
- от окончания р до начала Q
- Соответствует времени прохождения импульса по предсердиям и а-в соединению до миокарда желудочков
- Длительность P 0,12 – 0,18 сек (не более 0,20)
- Он укорачивается при учащении ЧСС

# Характеристика комплекса QRS



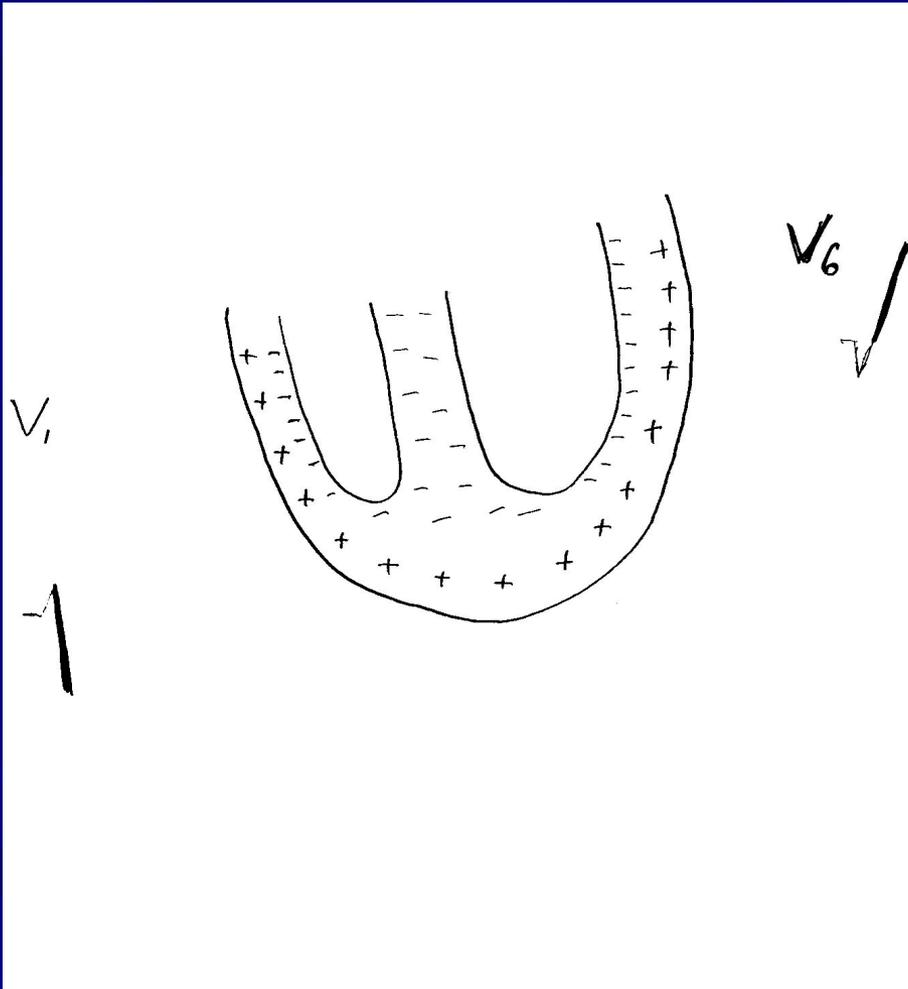
- от начала р до окончания s
- Соответствует времени прохождения импульса по миокарду желудочков
- Длительность 0,06-0,08 сек, не более 0,10 сек
- Амплитуда комплекса в разных отведениях зависит от положения электрической оси сердца
- Если амплитуда зубцов R в стандартных отведениях меньше 15 мм, это снижен вольтаж зубцов

# Ход возбуждения в миокарде желудочков



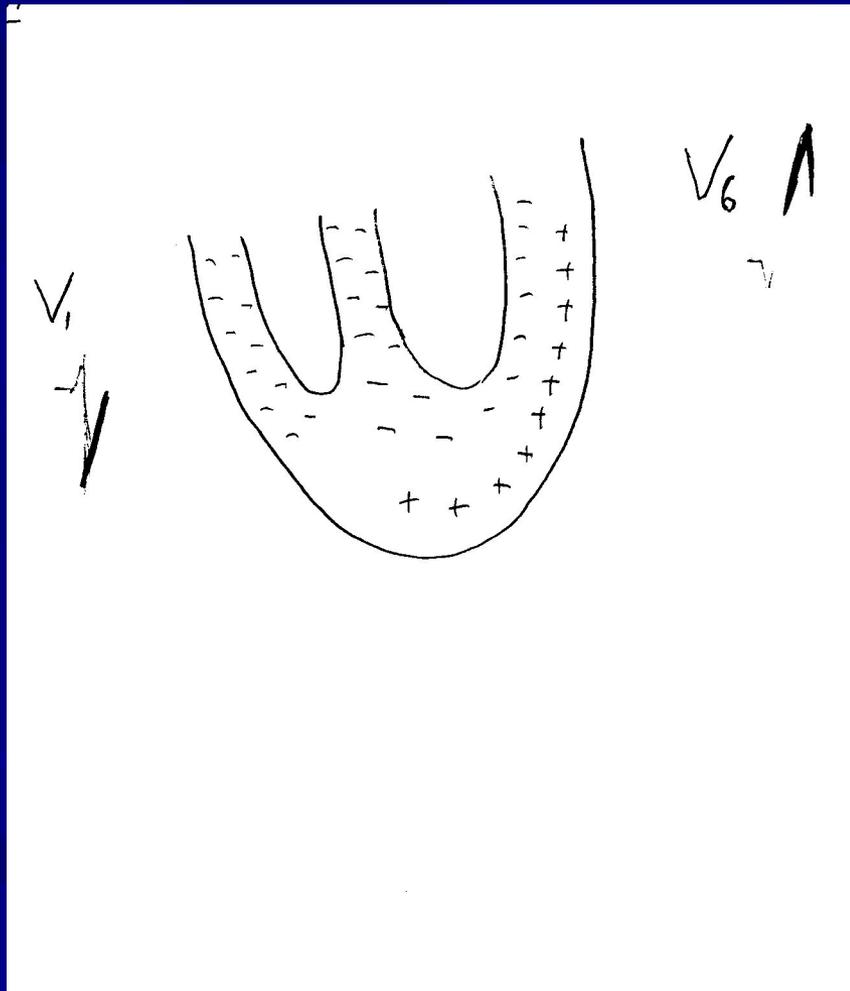
- 1 стадия – возбуждение межжелудочковой перегородки

# Ход возбуждения в миокарде желудочков



- 2 стадия – возбуждение правого и левого желудочков

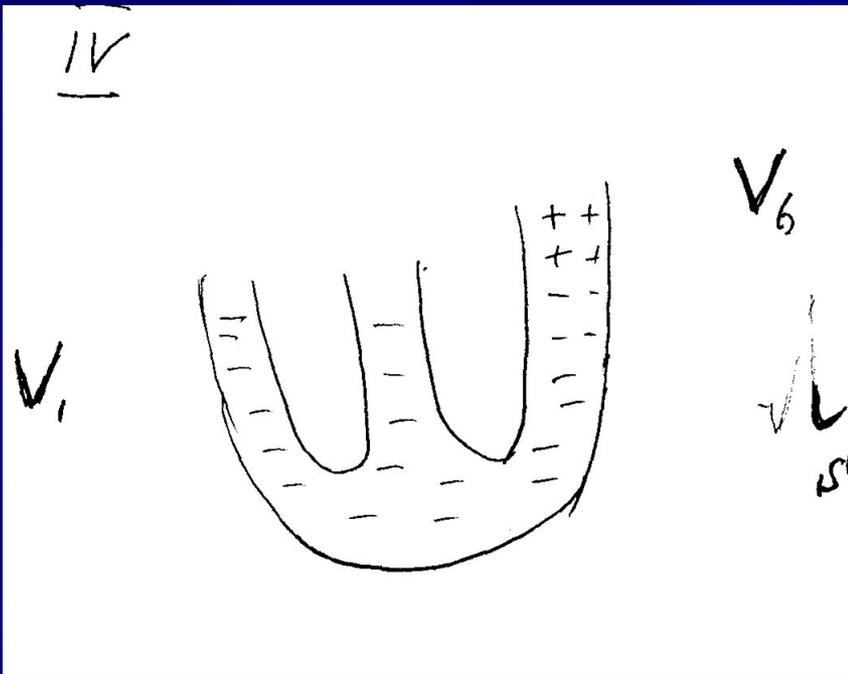
# Ход возбуждения в миокарде желудочков



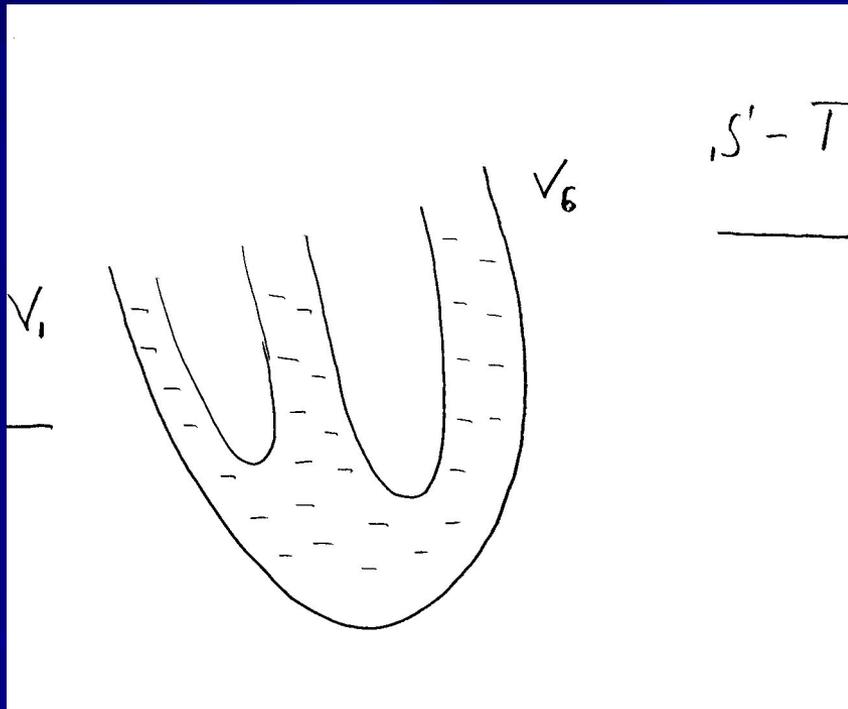
- 3 стадия – возбуждение более мощного левого желудочка

# Ход возбуждения в миокарде желудочков

- 4 стадия -  
Возбуждение базальных отделов левого желудочка

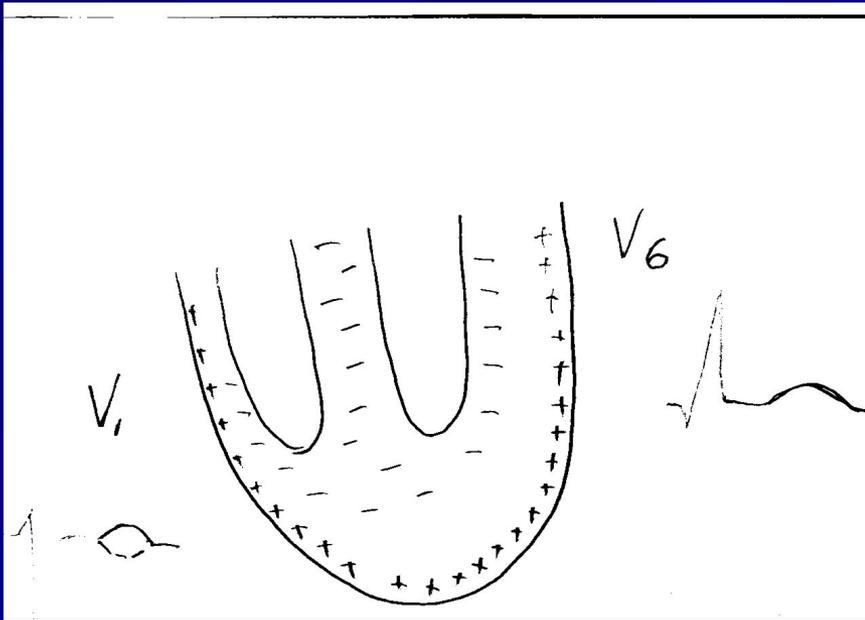


# Ход возбуждения в миокарде желудочков



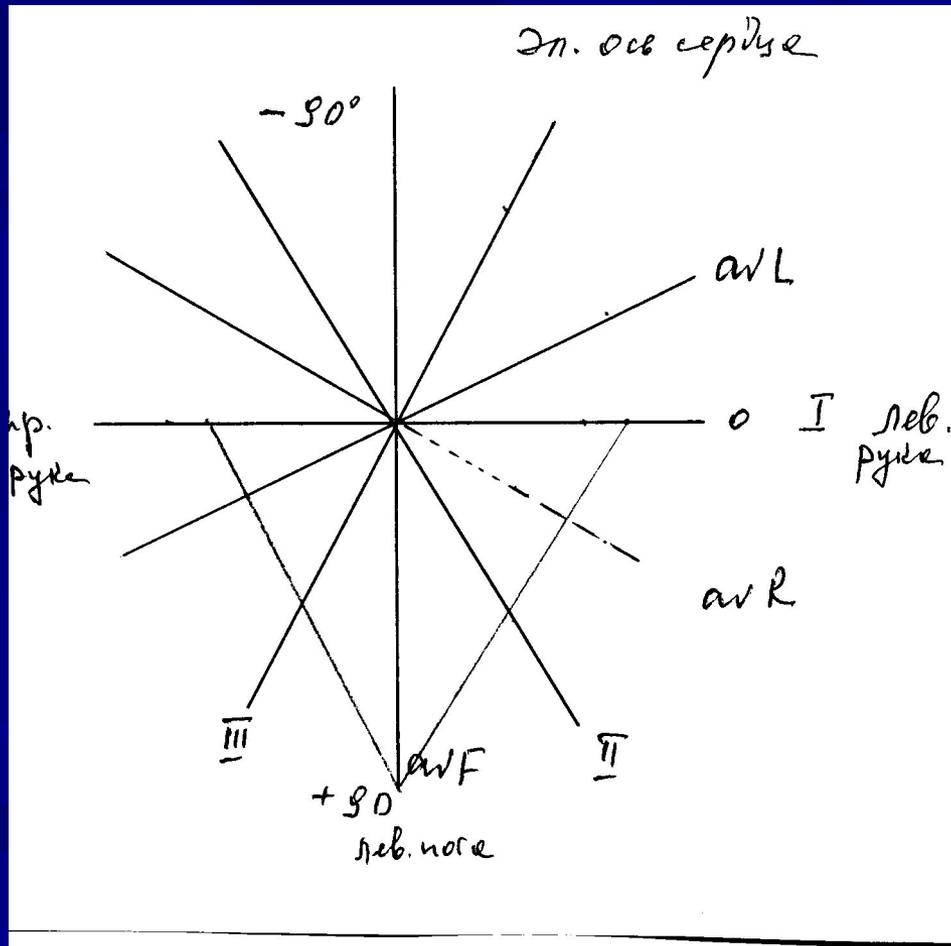
- Сегмент S-T весь миокард электрически однороден (везде произошла деполяризация и разности потенциалов в норме нет)
- Точка j – точка, где заканчивается QRS и начинается ST, где крутой подъем S сменяется на пологий подъем S-T. По этой точке судят о положении сегмента S-T.

# Ход возбуждения в миокарде желудочков

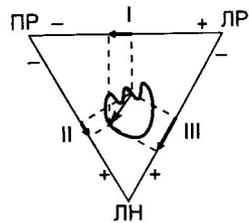


- Зубец Т – реполяризация желудочков
- Реполяризация начинается под эпикардом, этот процесс идет в направлении, обратном деполяризации.

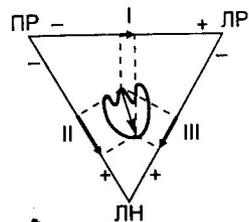
# Определение положения электрической оси сердца



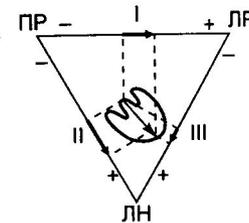
- Среднее направление вектора деполяризации во время всего периода возбуждения называется электрической осью сердца
- Электрическая ось сердца образует угол с осью первого отведения (в норме он от 0 до 90 градусов)



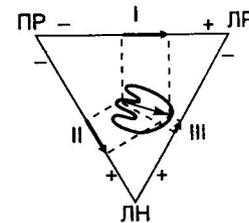
Отклонение вправо



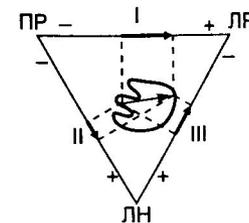
Вертикальное положение



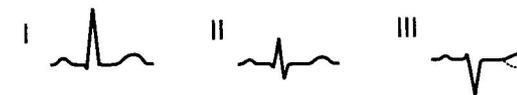
Нормальное положение



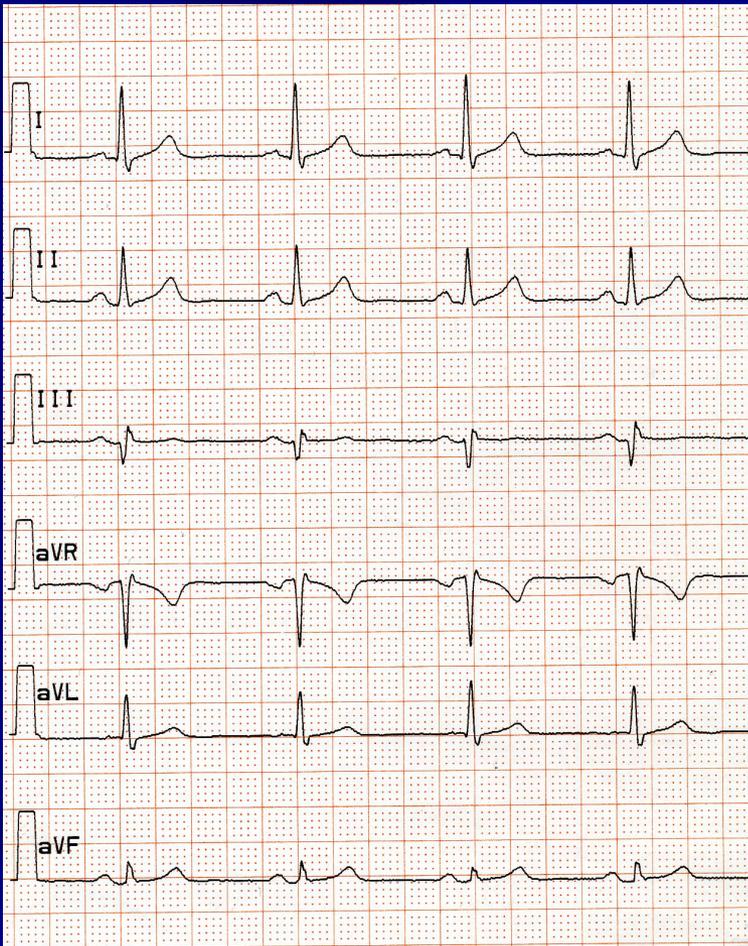
Горизонтальное положение



Отклонение влево

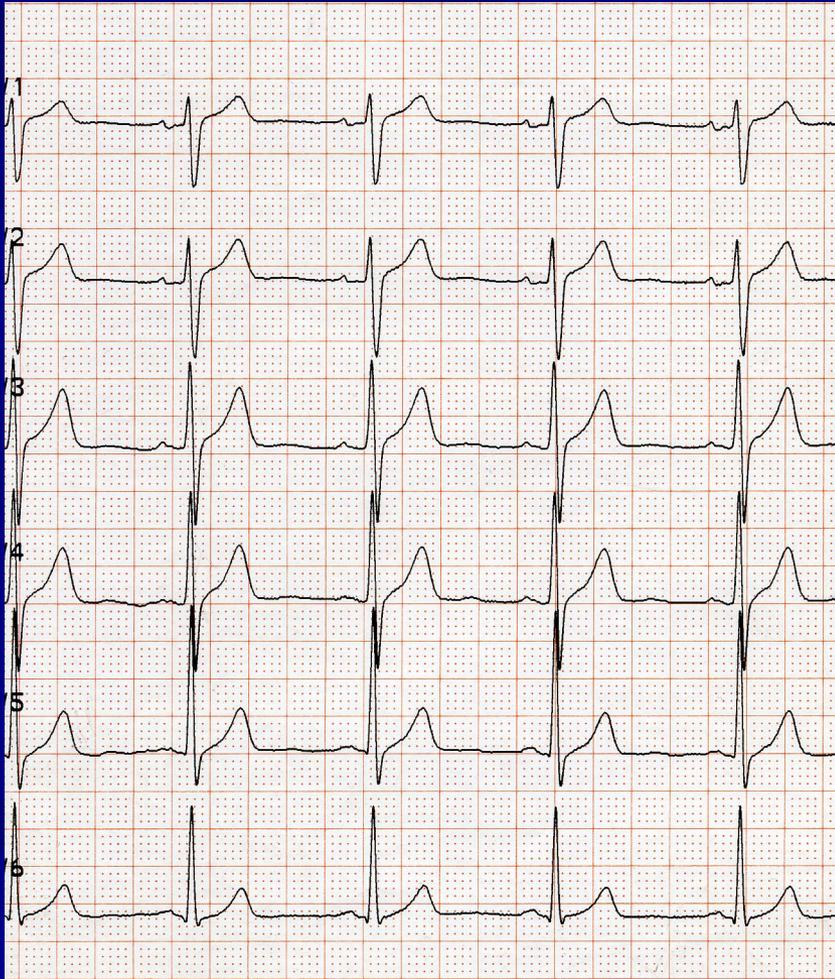


# Характеристика зубца Q



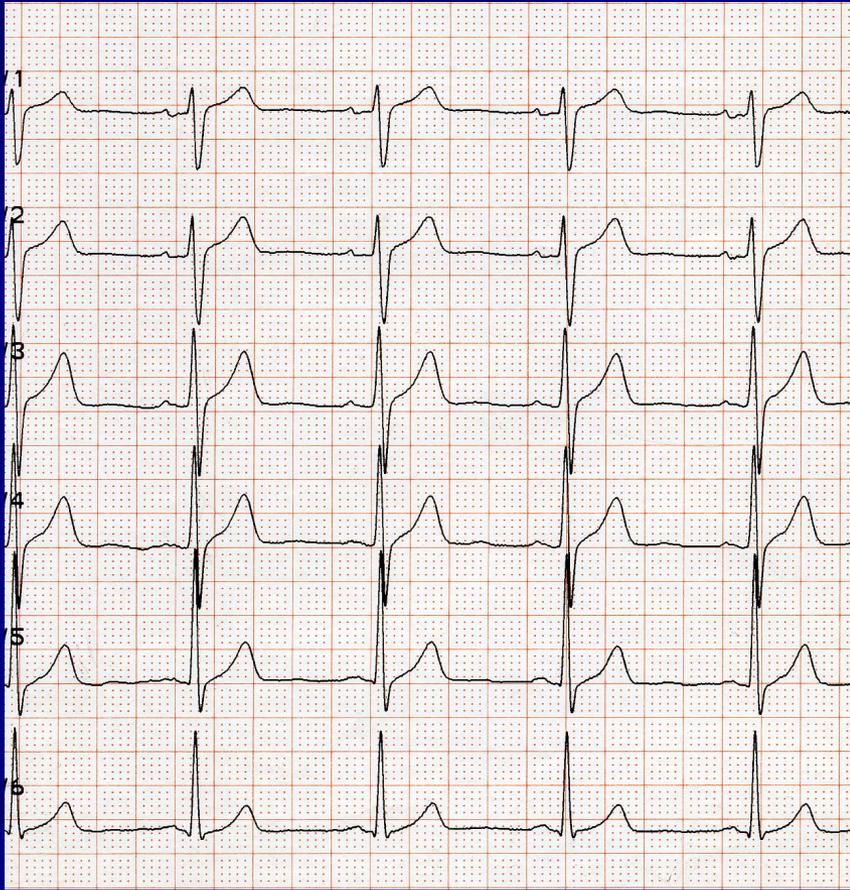
- Q в норме регистрируется в I и aVL при горизонтальном расположении оси сердца
- q обязательно должен быть в V4-6, и не быть в V1-3
- в норме ширина не должна превышать 0,03 сек, а его амплитуда должна быть меньше  $\frac{1}{4} R$
- q не должен быть зазубрен

# Характеристика зубцов R



- R – по соотношению R в стандартных отведениях судят о положении электрической оси сердца
- R в грудных нарастает от V1 к 4 и затем убывает к V6
- S постепенно уменьшается от V1 к V6
- R=S переходная зона в V3
- S постепенно уменьшается от v1 к v6

# Характеристика сегмента S-T

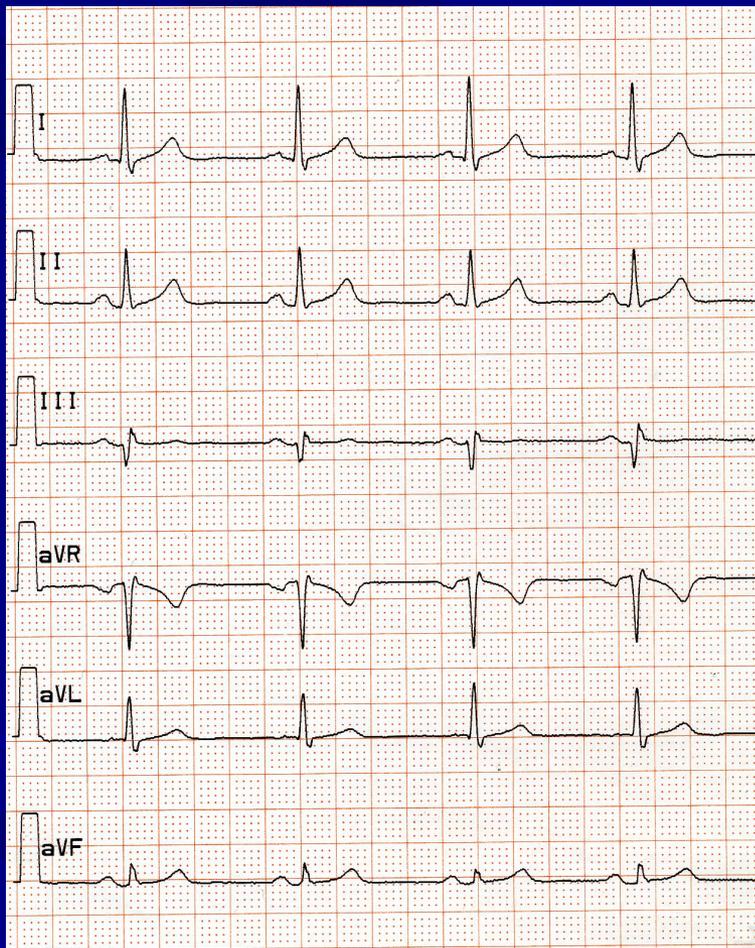


- S-T о его положении судят по точке j переходу зубца S в сегмент S-T
- S-T может быть в грудных отведениях выше изолинии на 1-2 мм, если он сочетается с высоким T

# Характеристика зубца Т

- **Характеристика нормального зубца Т**
- Форма
- Конкордантность R или наибольшему зубцу RS
- гладкий, не зазубрен
- всегда + в 1 2 стандартных отведениях
- TV4-6 всегда +
- $TV2-V3 > R$  в 2-3 раза
- $TV4 = \frac{1}{4}R$
- $TV5,6 = 1/10-1/4 R$ , в норме он не может быть отрицательным или изоэлектричным
- **Исключения для нормального Т**
- Т V1,2,3 может быть отрицательным, но их глубина убывает от V1 к V3
- Изменения Т бывают при различных болезнях «болезней много, а зубец Т один»

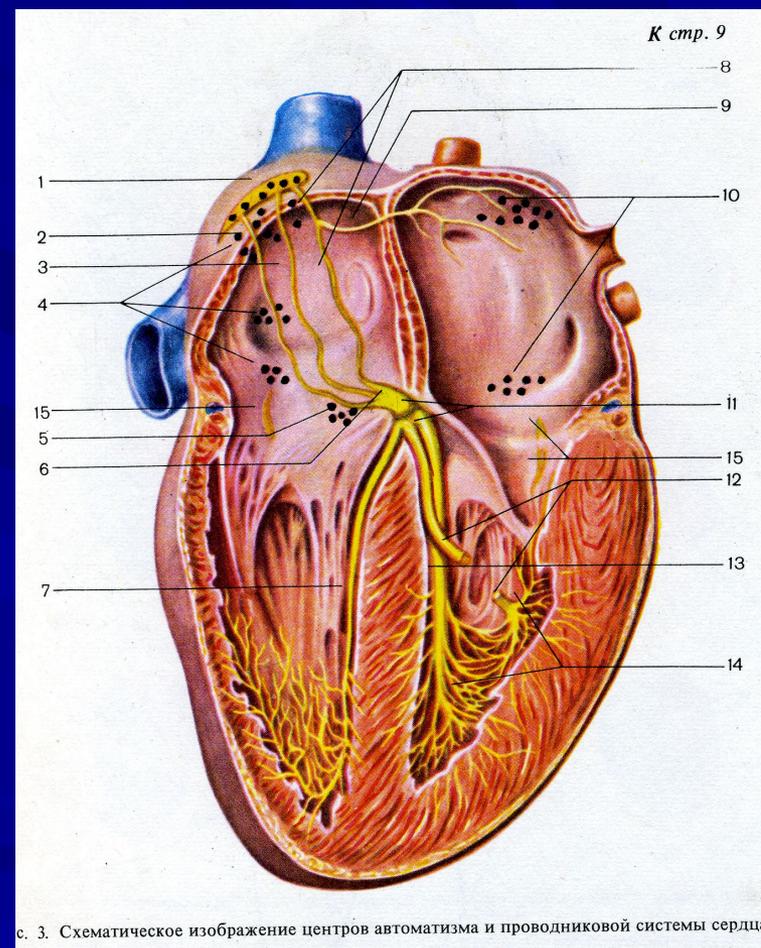
# Определение синусового ритма



- Зубец Р положителен в I, aVF одинаковой, неизменной формы
- PQ > 0,12 сек, этот интервал постоянен.
  - R-R меняется менее чем на 10%

# Клиническое значение ЭКГ

- Ритм и его нарушения
- Нарушения проводимости
- Гипертрофия отделов сердца
- Очаговые изменения в миокарде (ишемия, инфаркт, рубцовые изменения)
- Диффузные изменения в миокарде (дисгормональные, дисэлектролитные, ишемические)



# Алгоритм анализа ЭКГ

- 1. Оценить качество записи ЭКГ (артефакты)
- 2. проверить амплитуду контрольного милливольт
- 3. оценить скорость движения бумаги при регистрации ЭКГ
- 4. определить цель и клиническое значение выполнения ЭКГ у конкретного больного
- 5. определить положение электрической оси сердца
- 6. провести анализ ритма и проводимости
  - а) оценка регулярности сердечных сокращений
  - б) определить ЧСС (R-R 1,00 – ЧСС 60 в 1 мин, R-R 0,60 – ЧСС – 100 в 1 мин.)
  - в) определить источник автоматизма (синусовый или эктопический)
  - г) оценить функцию проводимости (измерить P, PQ и QRS)
  - 7. провести анализ зубца P (длительность и форма)
  - 8. провести анализ комплекса QRS-T (всех зубцов – соответствие норма в зависимости от положения электрической оси сердца).

# Алгоритм оформления заключения по ЭКГ

- положение электрической оси сердца
- ритм (синусовый или иной) и его нарушения (экстрасистолы и т.д.)
- проводимость и ее изменения (с-а, а-в и внутрижелудочковые блокады, блокады ножек п. Гиса)
- изменения в предсердиях (гипертрофия)
- изменения в желудочках (гипертрофия, инфаркт, ишемия)

Например:

Электрическая ось сердца е  
отклонена

Ритм синусовый, правильный  
76 в 1 минуту

Гипертрофия левого желудочка.

(нарушения ритма нет,  
нарушения проводимости  
нет, гипертрофии предсердий  
нет, изменений в желудочках  
(инфаркт и др нет).

- Конец лекции по ЭКГ