

Доктор медицинских наук Ермакова Маргарита Александровна

**Биомеханика сердца**  
**Инструментальные методы**  
**исследования - ЭКГ**  
**Аритмии**

# Элементы биомеханики сердца

- *Функциональным элементом миокарда служит мышечное волокно, образованное цепочкой кардиомиоцитов, соединенных «конец в конец» и заключенных в общую сарколемму. В такие цепочки объединяются от 2 до 15 кардиомиоцитов, каждый из которых имеет длину от 100 до 200 мкм. Общая сарколемма имеет выраженный гликокаликс толщиной примерно 50 нм. Мышечные волокна собираются в пучки, отделенные друг от друга тонкими прослойками соединительной ткани. Пучки группируются в тяжи, взаимодействующие между собой посредством сложных нерегулярных контактов.*
- *Сократительной способностью обладает 99% всех кардиомиоцитов. Их называют сократительными (типичными, рабочими). В этих клетках миофибриллы упорядочены (направлены вдоль их длинной оси и параллельны друг другу), хорошо развиты саркоплазматическая сеть (СПС) и система Т-трубочек, много митохондрий. Толщина сократительных кардиомиоцитов у человека составляет 15–25 мкм. Поверхность каждого из них примерно  $8,5 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$ , а объем –  $1,94 \cdot 10^{-10} \text{ л}$ , причем 34% объема приходится на митохондрии.*

# Элементы биомеханики сердца

- В *проводящих* кардиомиоцитах, на долю которых приходится всего 1% миокардиальных клеток, сократительный аппарат развит слабо.
- Способность сократительных кардиомиоцитов активно укорачиваться и развивать напряжение обеспечивает механическую (насосную) функцию сердца.
- Возбуждающий сигнал (потенциал действия) поступает к сократительным кардиомиоцитам от пейсмекера по миокардиальному синцитию. Потенциал действия на мембране Т-трубочек инициирует повышение концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в миоплазме миофибрилл.

# Особенности сократимости миокарда:

- 1. Зависимость *силы сокращения* миокарда от *силы стимула*.
- 2. В зависимости *силы сердечных сокращений* от *частоты стимула* наблюдается феномен «лестницы Боудича» – нарастание силы сердечных сокращений по мере повышения частоты стимуляции. Такой (хроноинотропный) эффект объясняется тем, что при частоте стимуляции не весь  $\text{Ca}^{2+}$ , вошедший в миоплазму во время систолы, удаляется в диастолу. Его концентрация подле миофибрилл поддерживается на повышенном уровне, что и обуславливает усиление сокращений.
- 3. *Сила сокращений* желудочков сердца прямо пропорциональна *исходной длине* мышечных волокон – чем больше расслабление миокарда в диастолу, тем сильнее сокращение в систолу. Эту зависимость называют *основным законом сердца* Франка-Старлинга. Он был установлен О. Франком в 1895 г. Зависимость «*скорость–сила*»; чем больше нагрузка на сердце, тем оно медленнее сокращается. Такая зависимость следует из уравнения А. Хилла, которому миокард подчиняется так же, как скелетная мышца.



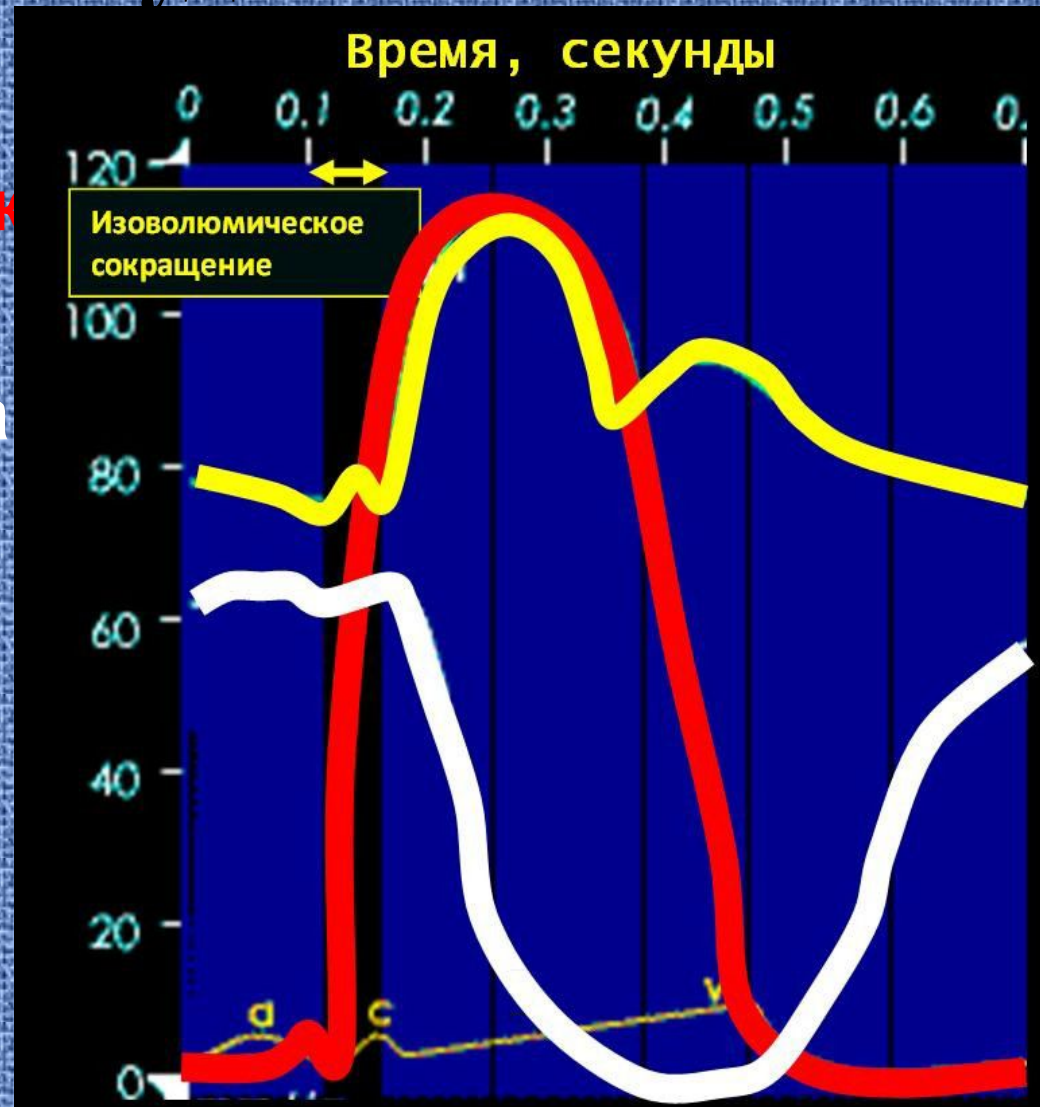
- **Вследствие ритмического характера автоматизма сердцу свойственна циклическая сократительная деятельность. Каждый цикл сердечных сокращений состоит из ряда механических процессов, идущих в строгой последовательности. Левый желудочек нагнетает кровь в большой, а правый – в малый круги кровообращения.**
- **Левое предсердие совершает работу по наполнению левого желудочка и тем самым способствует эффективности его нагнетательной функции. То же делает правое предсердие по отношению к правому желудочку.**

## • Фазы сердечного цикла

- Сокращение предсердий.
- Сокращение желудочков. В желудочковой систоле выделяют ряд стадий (их называют *фазами*).
- Первая из них – *фаза асинхронного сокращения* длится 0,05 с. В течение ее нет полной синфазности в возбуждении миокардиальных волокон.
- Первая фаза систолы желудочков сменяется второй – *фазой изометрического сокращения*. Изометрический режим обусловлен тем, что сердечная мышца сокращается вокруг несжимаемого тела – крови, содержащейся в желудочках, из которых она не может выйти, так как обе пары отверстий перекрыты клапанами. Существование фазы изометрического сокращения является важным условием нормальной сердечной деятельности

# Изоволюмическое сокращение желудочков. Фаза 1

- Давление
- в левом желудочке
- объем
- левого желудочка
- давление
- в аорте





# Фазы сердечного цикла

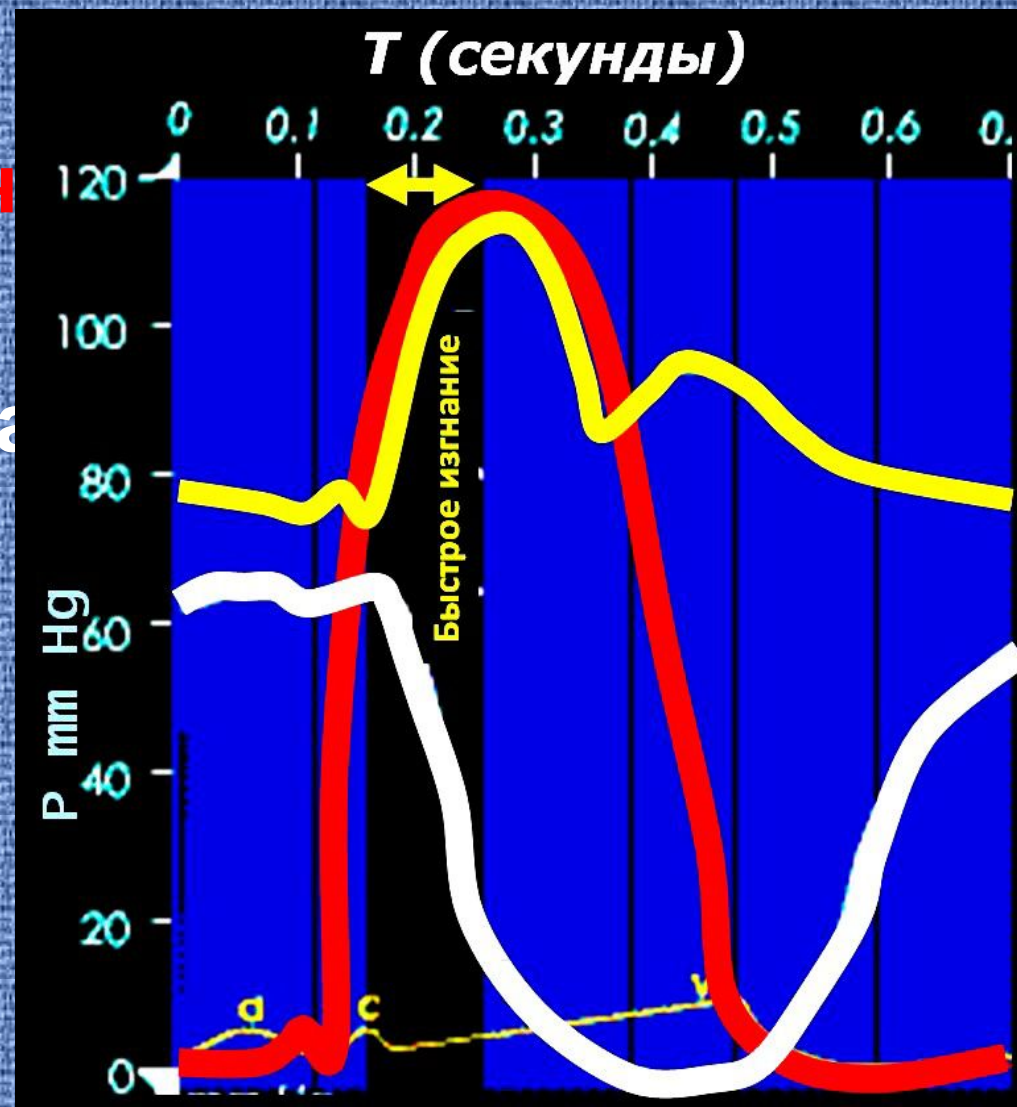
- Третья фаза сердечного цикла называется *фазой быстрого изгнания*. Затем еще 0,13 с кровь вытекает из желудочков в *фазу медленного изгнания*.
- В течение четвертой фазы скорость истечения крови неуклонно понижается, поскольку падает внутрижелудочковое давление. Так, КД в полости левого желудочка, достигшее к началу фазы медленного изгнания 120–130 мм рт. ст. (16,0–17,3 кПа), к концу ее становится меньше диастолического давления в аорте.
- После расслабления – *диастолы* наступает новое сокращение. Сердечный цикл повторяется.



# Фаза быстрого изгнания.

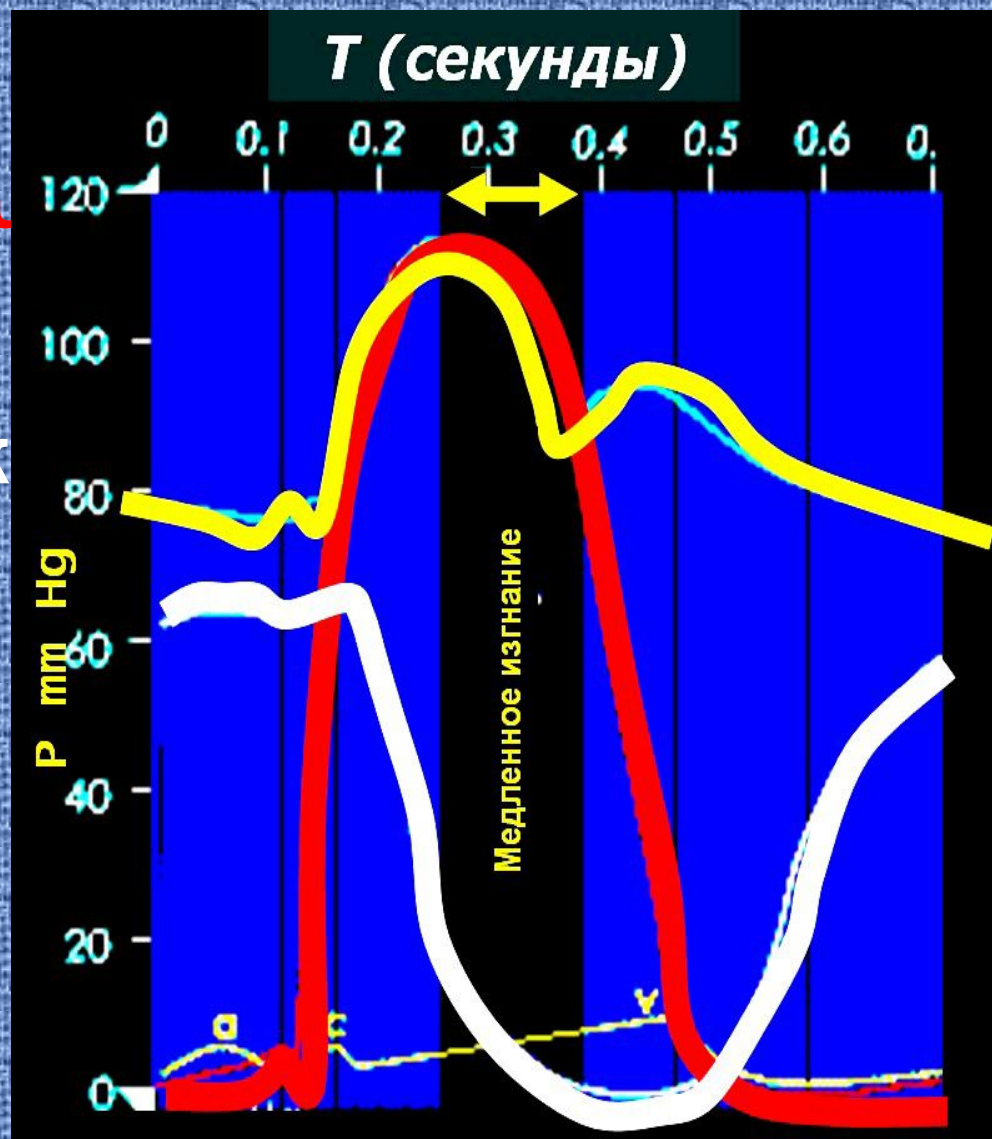
## Фаза 2

- Давление
- в левом желудочке
- объем
- левого желудочка
- давление
- в аорте



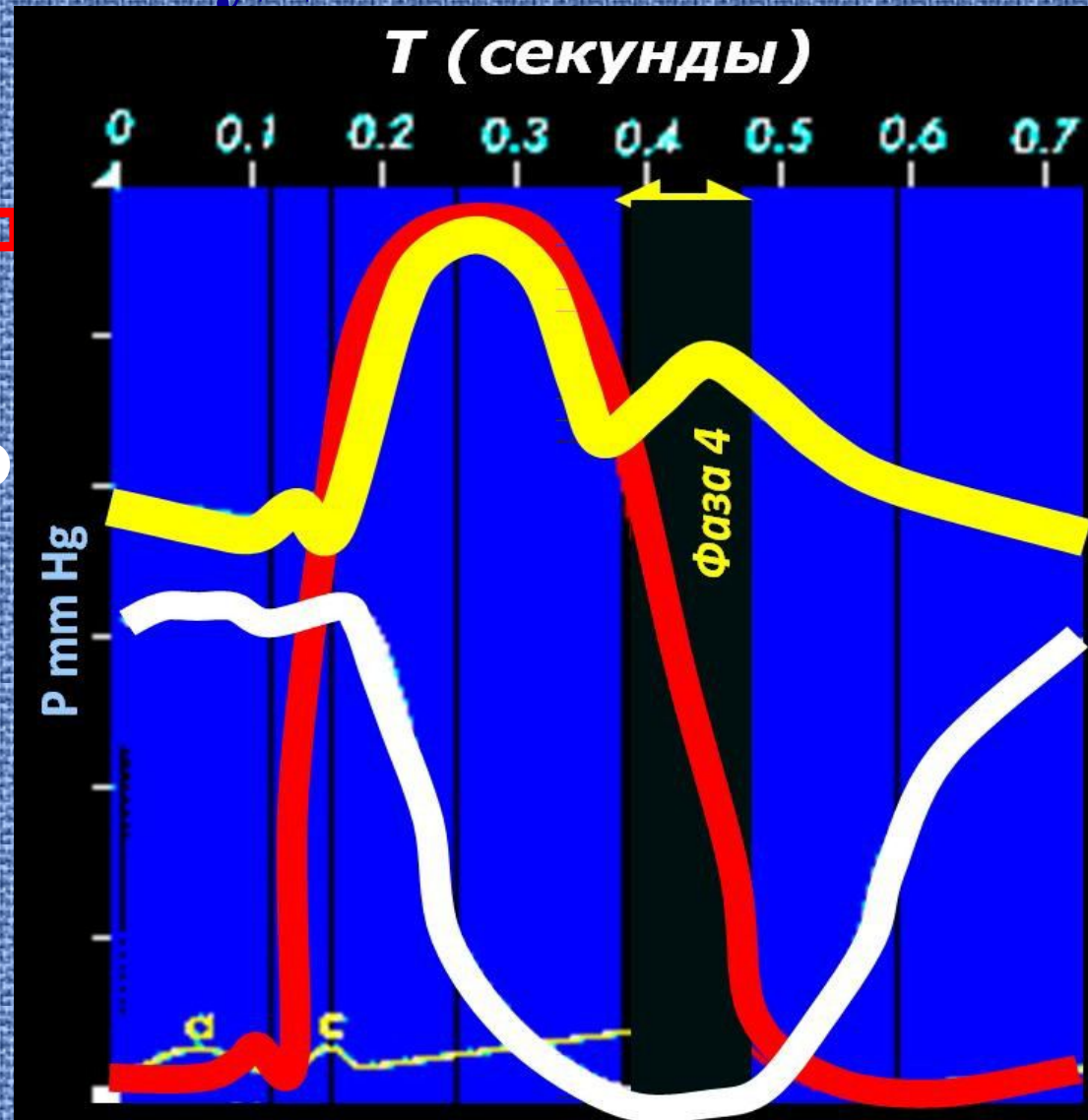
# Завершение систолы желудочков – фаза медленного изгнания. Фаза 3

- Давление
- в левом желудочке
- объем
- левого желудочка
- давление
- в аорте



# Изovolюмическое расслабление желудочков. Фаза 4

- Давление
- в левом желудочке
- объем
- левого желудочка
- давление
- в аорте





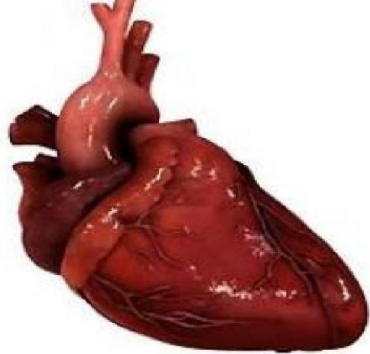
- **Сила, возникающая в сердечной мышце при ее сокращении, зависит от исходной длины миокардиальных волокон, поскольку по мере укорочения волокна увеличивается число миозиновых мостиков, участвующих в сокращении. Это общее свойство мышечной ткани. В миокарде оно находит выражение в законе *Франка–Старлинга*: сила сердечного сокращения прямо пропорциональна исходной длине миокардиальных волокон (перед началом систолы), а исходная длина зависит от степени растяжения их кровью, поступающей из предсердий. Сила сокращения миокарда желудочков тем значительнее, чем больше крови поступает в них во время диастолы.**





- От диастолического наполнения желудочков зависит основной показатель (параметр) сократительной функции сердца – *систолический (ударный) объем ( $V_c$ )*. Так называют объем крови, выбрасываемый каждым из желудочков при одном сокращении. Систолические объемы левого и правого желудочков одинаковы. Для каждого из желудочков  $V_c$  составляет 70–100 мл в условиях покоя, причем изгоняется 60–70% крови, содержащейся там в период диастолы. При физической работе и эмоциях  $V_c$  увеличивается в 2–3 раза. От систолического объема зависит работа сердца, но ее значение может быть разным при одной и той же величине  $V_c$ .

- Работа, совершаемая сердцем, затрачивается, во-первых, на выталкивание крови в магистральные артериальные сосуды против сил давления и, во-вторых, на придание крови кинетической энергии. Первый компонент работы называется *статическим* (потенциальным), а второй – *кинетическим*.
- Работа левого желудочка за одно сокращение в *условиях покоя* составляет около 1 Дж, а правого – менее 0,2 Дж, статический компонент доминирует, достигая 98% всей работы, на долю кинетического компонента приходится всего 2%. Средняя мощность миокарда поддерживается на уровне 1 Вт.
- *При физической работе и эмоциях* повышается КД в магистральных сосудах, увеличивается  $V_c$ , возрастает скорость кровотока, при физических и психических нагрузках вклад кинетического компонента в работу сердца становится весомее (до 30% всей работы), чем в покое.



# Проводящая система сердца

## СИНУСОВЫЙ УЗЕЛ

Верхняя зона синусового узла,  
образованная истинными  
пейсмекерными клетками (Р)

Нижняя зона синусового узла,  
состоящая из потенциально  
пейсмекерных клеток (Т)

Передний  
интернодальный  
(межузловой) путь

Средний  
интернодальный путь  
тракт Венкебаха

Задний  
интернодальный  
путь, тракт Тореля

Атриовентрикулярная  
система

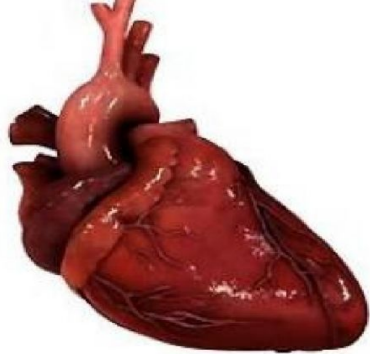
Волокна  
Пуркинье

AV-узел

Пучек Гиса

Ножки пучка  
Гиса





**Паранормальные пути  
проводящие пути,  
минуящие AV-узел**

**Пучок Джеймса между  
предсердием и дистальным  
(нижним) отделом AV-узла**

**Пучок Паладино-Кента,  
соединяющий предсердия и  
желудочки**

**Пучок Магайма, который связывает  
дистальную (нижнюю) часть AV-узла и  
мышцы желудочков**

**Функционирование дополнительных  
пучков проведения импульсов  
(паранормальных путей) приводит к  
развитию различных синдромов  
преждевременного возбуждения же-  
лудочков  
(синдромы WPW, CLC)**

## • *ФУНКЦИИ СЕРДЦА*

- *Функция автоматизма* - способность сердца без всяких внешних воздействий выполнять ритмичные сокращения. Обычно ритмом сердца управляет синусовый узел, или автоматический центр 1 порядка. При его поражении и выключении функция автоматизма выполняется AV-узлом, или центром автоматизма 2 порядка. Если поражён и AV-узел, функция автоматизма начинает выполняться ножками пучка Гиса, или центрами 3 порядка.

- *функция возбудимости*, характеризуется возникновением потенциала действия и сокращения сердца. Возбудимостью обладают как клетки проводниковой системы, так и клетки сократительного миокарда. В состоянии покоя мышечная клетка имеет разницу потенциалов порядка 80 -90 мВ по обе стороны мембраны, причём внутренняя часть мембраны заряжена положительно по отношению к наружной. При возбуждении клетки образуется потенциал действия, сопровождающийся изменением полярности зарядов. Во время систолы сердечная клетка рефрактерна, т. е. устойчива к раздражению, невозбудима. В это время происходит восстановление потенциала мышечной клетки. За периодом реполяризации следует диастолический период покоя.
- *Проводимость* свойственна всем клеткам миокарда. Однако скорость проведения импульсов по клеткам различна. Так скорость проведения импульсов в предсердиях равна 0,8 - 1 м/с, в АВ-узле - 0,2 м/с, в пучке Гиса - 0,8 - 1 м/с, в ножках пучка Гиса и в волокнах Пуркинье - 2 - 4 м/с, а в волокнах сократительного миокарда - 0,4 м/с.
- *Сократимостью* реализуются функции автоматизма, возбудимости и проводимости. По сути, это интегральная функция миокарда.
- Под функцией *тоничности* понимают способность миокарда к продолжительной, около 100 лет, функциональной деятельности.



- **Электрокардиограммой (ЭКГ) называется суммарное графическое изображение колебаний электрических потенциалов, возникающих при работе сердца и зарегистрированных с поверхности тела человека.**

# ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОТВЕДЕНИЯ

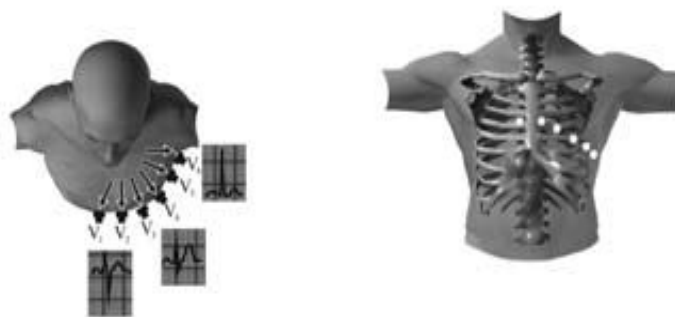
- **Стандартные отведения (двухполюсные):**

- I – правая рука –
- левая рука
- II – правая рука –
- левая нога
- III – левая рука –
- левая нога

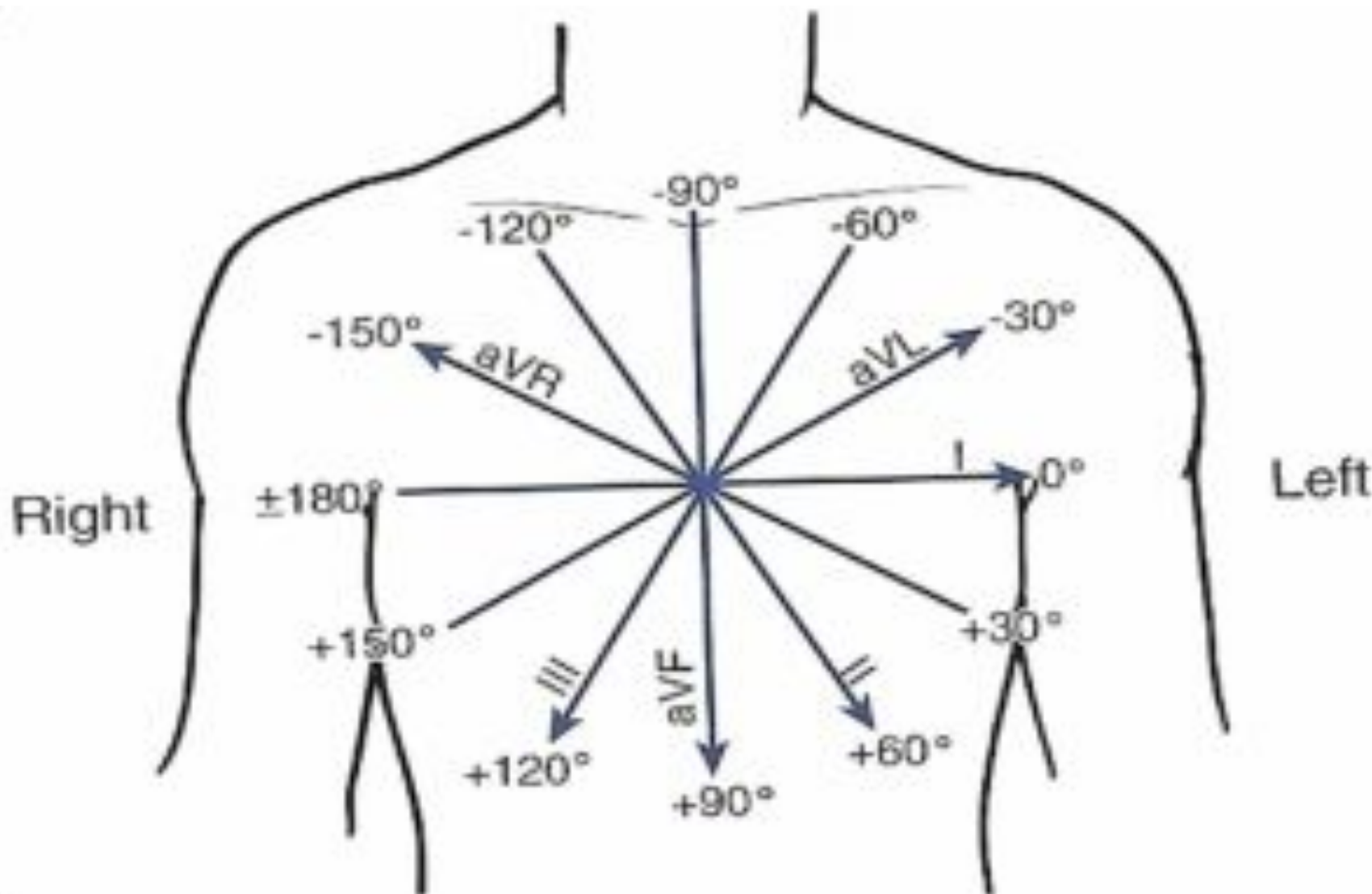


- **Усиленные отведения**

- **от конечностей**
- **(однополюсные):**
- aVR – правая рука
- aVL – левая рука
- aVF – левая нога



# ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОТВЕДЕНИЯ



# ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОТВЕДЕНИЯ

- **Грудные отведения (однополюсные):**
- V1 – четвертое межреберье справа от грудины
- V2 – четвертое межреберье слева от грудины
- V3 – на половине расстояния между электродами V2–V4
- V4 – пятое межреберье по среднеключичной линии
- V5 – та же горизонталь по передней подмышечной линии
- V6 – та же горизонталь по средней ПОДМЫШЕЧНОЙ линии



# Система регистрации ЭКГ

- Стандартные отведения
- I — электроды на предплечьях рук,
- II — электроды на правой руке и левой ноге,
- III — электроды на левой руке и левой ноге.
- Стандартные отведения относятся к системе двухполюсных отведений, т. е. оба электрода воспринимают потенциалы соответствующих частей тела. ЭКГ в стандартных отведениях является результирующей разности потенциалов между двумя точками тела. Сами конечности играют роль проводника и мало влияют на форму электрокардиограммы.
- Усиленные однополюсные отведения от конечностей.
- Отличаются от двухполюсных стандартных тем, что разность потенциалов в них регистрируется в основном только одним электродом — активным, который поочередно располагают на правой руке, левой ноге и левой руке. Второй электрод образуется объединением трех электродов от конечностей и является неактивным.
- отведение от правой руки —  $aVR^1$ : активный электрод располагается на правой руке, электроды левой руки и левой ноги объединяются и присоединяются к аппарату, провод объединенного электрода для правой руки остается неприсоединенным (рис. 50, а);
- отведение от левой руки —  $aVL$  регистрируется при расположении активного электрода на левой руке; объединенный электрод включает электроды.
- отведение от левой ноги —  $aVF$  регистрируется при расположении активного электрода на левой ноге и объединении электродов от правой и левой рук.
- 
-

- Грудные отведения.
- С целью более точной диагностики различных поражений миокарда ЭКГ регистрируют при расположении электрода на передней поверхности грудной клетки. Электрод ставят последовательно в следующие 6 позиций:
- 1. У правого края грудины в четвертом межреберье.
- 2. У левого края грудины в четвертом межреберье.
- 3. По левой окологрудинной линии между четвертым и пятым межреберьями.
- 4. По левой среднеключичной линии в пятом межреберье.
- 5. По левой передней подмышечной линии в пятом межреберье.
- 6. По левой средней подмышечной линии в пятом межреберье

## • Система регистрации ЭКГ

- I - отведение - потенциалы передней и боковой стенок левого желудочка,
- II - отведение - потенциалы боковой, передней и задней стенок левого желудочка,
- III - отведение - потенциалы задней стенки левого желудочка,
- aVR - отведение - потенциалы основания левого и правого желудочков, правого предсердия,
- aVL - отведение - потенциалы передне-боковой стенки левого желудочка,
- aVF - отведение - потенциалы задней стенки левого желудочка,
- V1 - потенциалы правых предсердия и желудочка (правые отведения),
- V2 V3 - потенциалы межжелудочковой перегородки,
- V4 - потенциалы верхушки и передней стенки левого желудочка,
- V5 - потенциалы передне-боковой стенки левого желудочка,
- V6 - потенциалы боковой стенки левого желудочка.

# Анализ ЭКГ

- 1. Определение правильность сердечного ритма.
- 2. Подсчет частоты сердечного ритма.
- 3. Определение вольтажа ЭКГ.
- 4. Определение расположения электрической оси сердца по форме желудочковых комплексов в стандартных отведениях.
- 5. Измерение продолжительности и величины отдельных элементов ЭКГ, зубца *P*, интервала *P—Q*, комплексов *QRS*, *QRST*.
- 6. Определение продолжительности комплекса *QRST* (интервала *Q—T*).



# Анализ ЭКГ

- *Изоэлектрической линией* называется основная прямая линия, фиксируемая пером самописца в фазу электрической диастолы сердца.
- *Зубцами* называются отклонения пера от изоэлектрической линии вверх (положительные зубцы) или вниз (отрицательные зубцы).
- *Сегментом* называется участок изоэлектрической линии от конца одного зубца до начала другого зубца ЭКГ.
- *Интервалом* называется участок ЭКГ, включающий сегмент и зубец.
- *Комплексом* называется участок ЭКГ, включающий несколько зубцов.

# Определение электрической оси сердца

- **Определение электрической оси сердца.** Направление электрической оси сердца примерно соответствует направлению наибольшего суммарного вектора деполяризации желудочков. Для определения направления электрической оси сердца необходимо подсчитать алгебраическую сумму зубцов амплитуды комплекса QRS в отведениях I, II и aVF (из амплитуды положительной части комплекса вычесть амплитуду отрицательной части комплекса)

# Причины отклонения электрической оси

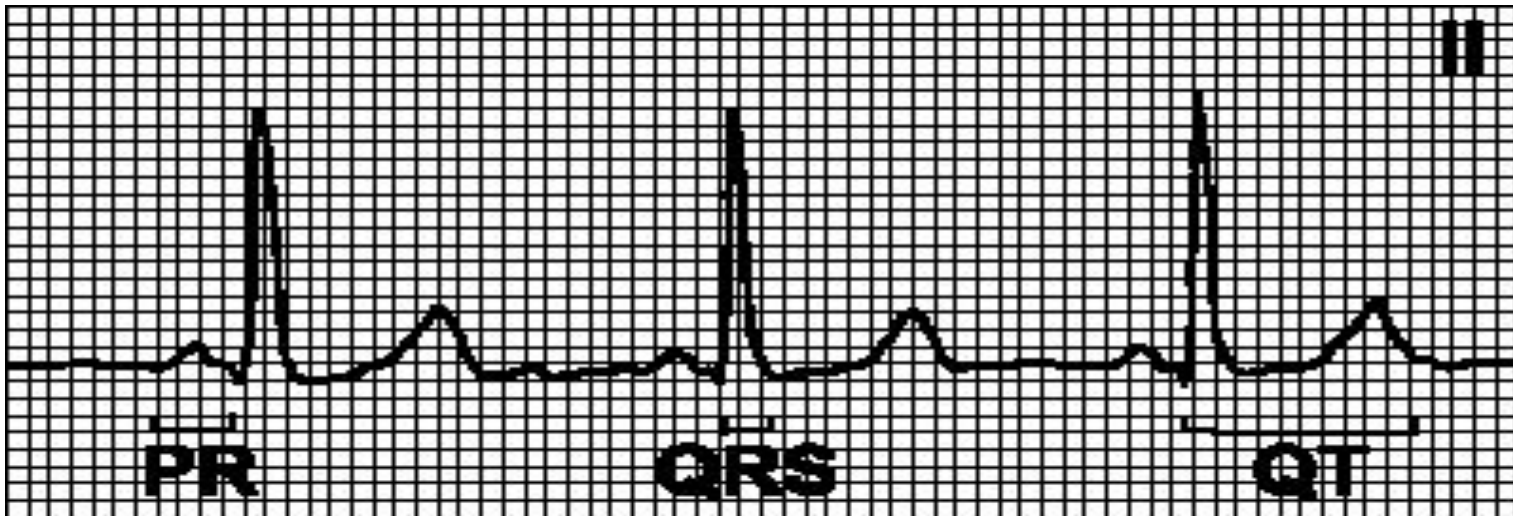
- **Причины отклонения электрической оси сердца вправо:** ХОЗЛ, легочное сердце, гипертрофия правого желудочка, блокада правой ножки пучка Гиса, боковой инфаркт миокарда, блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса, отек легких, декстрокардия, синдром WPW. Бывает в норме. Сходная картина наблюдается при неправильном наложении электродов.
- **Причины отклонения электрической оси сердца влево:** блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса, нижний инфаркт миокарда, блокада левой ножки пучка Гиса, гипертрофия левого желудочка, дефект межпредсердной перегородки типа ostium primum, ХОЗЛ, гиперкалиемия. Бывает в норме.
- **Причины резкого отклонения электрической оси сердца вправо:** блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса на фоне гипертрофии правого желудочка, блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса при боковом инфаркте миокарда, гипертрофия правого желудочка, ХОЗЛ.

# Элементы ЭКГ в норме

- 1. Положительные зубцы  $P$ ,  $R$ ,  $T$ , отрицательные зубцы  $Q$  и  $S$ ; непостоянный положительный зубец  $U$ .
- 2. Интервалы  $P—Q$ ,  $S—T$ ,  $T—P$  и  $R—R$ .
- 3. Комплексы  $QRS$  и  $QRST$ .

# Анализ зубцов и интервалов

- Интервал ЭКГ — промежуток от начала одного зубца до начала другого зубца. Сегмент ЭКГ — промежуток от конца одного зубца до начала следующего зубца. При скорости записи 25 мм/с каждая маленькая клеточка на бумажной ленте соответствует 0,04 с.



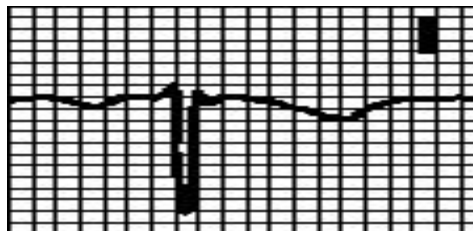
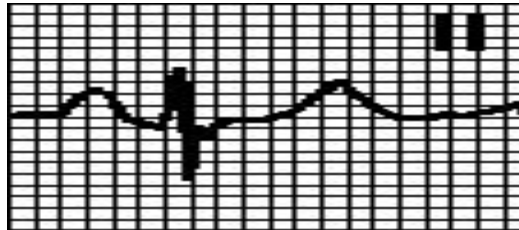


# Элементы ЭКГ в норме

- **Зубец P.** Восходящий отрезок зубца *P* обусловлен в основном возбуждением правого предсердия, нисходящий — левого предсердия. В норме амплитуда не превышает 1—2 мм, продолжительность составляет 0,08—0,10 с. **Зубец P. Положителен в отведениях I, II, aVF, отрицателен в aVR, может быть отрицательным или двухфазным в отведениях III, aVL, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>**
- Зубец *P* отражает возбуждение предсердий.
- Анализ предсердного зубца *P* включает:
  - 1. Измерение амплитуды (в норме меньше 2 мм)
  - 2. Измерение длительности (короче 0,1 с)
  - 3. Определение полярности в I, II, III отведении (+/-)
  - 4. Определение формы зубца *P*
- В норме *P* положительный во всех отведениях, за исключением aVR, где он всегда отрицательный. В V1–V2 он может быть двухфазным (+/-)
- **Диагностическое значение:**
  - 1. Широкий и зазубренный зубец во II отведении – гипертрофия левого предсердия (*P-mitrale*)
  - 2. Высокий во II отведении – гипертрофия правого предсердия (*P-pulmonale*)

# Зубец Р

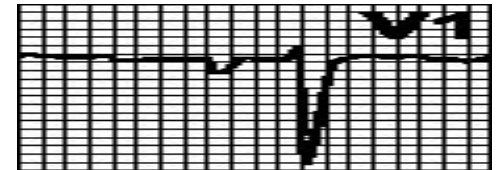
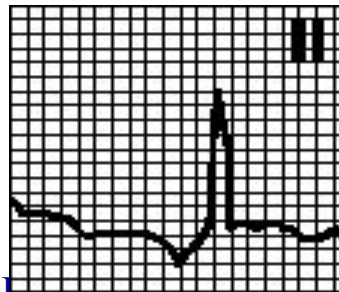
- **Высокий остроконечный Р во II отведении:** увеличение правого предсердия. Амплитуда зубца Р во II отведении  $> 2,5$  мм (Р pulmonale). Специфичность составляет лишь 50%, в 1/3 случаев Р pulmonale вызван увеличением левого предсердия. Отмечается при ХОЗЛ, врожденных пороках сердца, застойной сердечной недостаточности, ИБС.
- **Отрицательный Р в I отведении**
- **а. Декстрокардия.** Отрицательные зубцы Р и Т, инвертированный комплекс QRS в I отведении без нарастания амплитуды зубца R в грудных отведениях. Декстрокардия может быть одним из проявлений situs inversus (обратное расположение внутренних органов) или изолированной. Изолированная декстрокардия часто сочетается с другими врожденными пороками, включая корригированную транспозицию магистральных артерий, стеноз легочной артерии, дефекты межжелудочковой и межпредсердной перегородок.



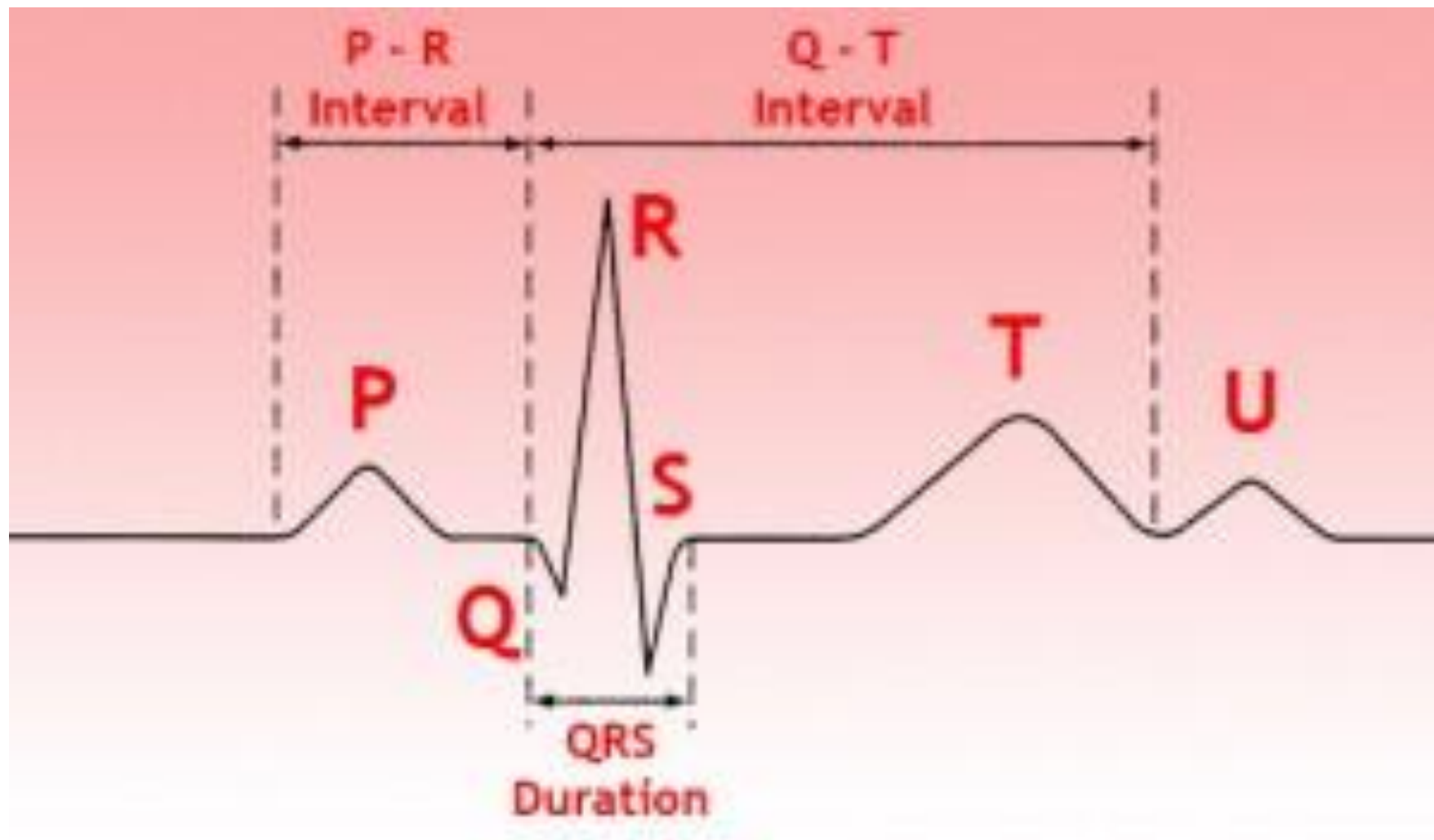
# Зубец Р

- **Неправильно наложены электроды.** Если электрод, предназначенный для левой руки, наложен на правую, то регистрируются отрицательные зубцы Р и Т, инвертированный комплекс QRS с нормальным расположением переходной зоны в грудных отведениях.
- **3. Глубокий отрицательный Р в отведении  $V_1$ :** увеличение левого предсердия. Р mitrale: в отведении  $V_1$  конечная часть (восходящее колено) зубца Р расширена ( $> 0,04$  с), амплитуда его  $> 1$  мм, зубец Р расширен во II отведении ( $> 0,12$  с). Наблюдается при митральных и аортальных пороках, сердечной недостаточности, инфаркте миокарда. Специфичность данных признаков — выше 90%.

- **Отрицательный зубец Р**
- **во II отведении:**
- эктопический предсердный ритм.
- Интервал PQ обычно  $> 0,12$  с,
- зубец Р отрицателен в отведениях II, III, aVF

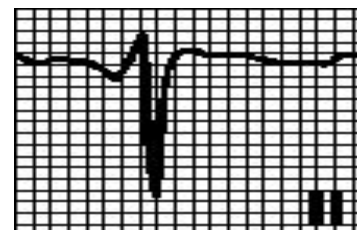


# Элементы ЭКГ в норме



# Элементы ЭКГ в норме

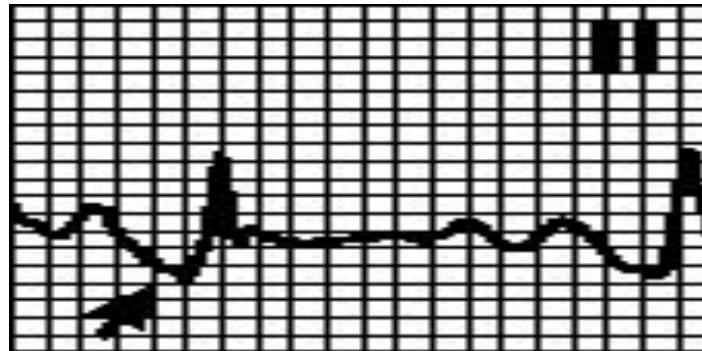
- **Интервал  $P—Q$ .** Соответствует времени от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков, т. е. включает и время распространения импульса по предсердиям, и его физиологическую задержку в предсердно-желудочковом узле.
- Интервал  $P—Q$  (от начала  $P$  до начала  $Q$ ) возбуждение предсердий и прохож-
- дение атриовентрикулярного соединения. Анализ  $P—Q$  включает измерение
- (в стандартных отведениях) его продолжительности (в норме равен 0,12–0,20 с)
- **Диагностическое значение:**
- 1. Удлинение интервала – атриовентрикулярная блокада
- 2. Укорочение интервала – синдром преждевременного
- возбуждения желудочков. Наблюдается в норме,
- при повышении симпатического тонуса,
- артериальной гипертонии, гликогенозах





# Интервал $P—Q$

- **Депрессия сегмента PQ:** перикардит. Депрессия сегмента PQ во всех отведениях, кроме aVR, наиболее выражена в отведениях II, III и aVF. Депрессия сегмента PQ отмечается также при инфаркте предсердий, который возникает в 15% случаев инфаркта миокарда.



# Элементы ЭКГ в норме

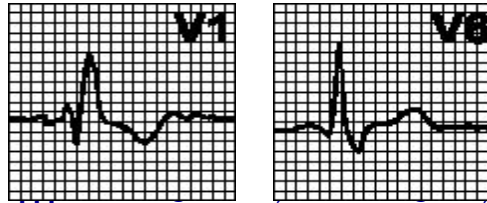
- **Комплекс *QRS***, величина его зубцов вариабельна и в различных отведениях выражена неодинаково. Продолжительность комплекса *QRS*, измеряемая от начала зубца *Q* (или зубца *R*, если *Q* не выражен) до конца зубца *S*.
- Комплекс *QRS* отражает возбуждение желудочков. Анализ желудочкового комплекса *QRS* включает:
  - 1. Измерение продолжительности комплекса *QRS*. В норме ширина комплекса
  - 0,08–0,10 с
  - 2. Измерение амплитуды и продолжительности зубца *Q*. Зубец *Q* в норме менее
  - 0,03 с и его амплитуда должна быть менее 1/4 следующего за ним зубца *R* в этом отведении. Зубец всегда отрицательный. Может иногда отсутствовать
  - 3. Измерение амплитуды и формы зубца *R*. Зубец *R* обычно основной зубец ЭКГ. В норме 10–20 мм (измерять в V5–V6). У пожилых меньше 25 мм, у молодых и худых меньше 30 мм. Всегда положительный, не зазубрен. Может отсутствовать в V1, aVR. Важна точная локализация электродов
  - 4. Измерение амплитуды и формы зубца *S*. Зубец *S* в норме всегда отрицательный, расположен после зубца *R*, не зазубрен. Самый глубокий в V1–V2. Может отсутствовать в V5–V6

# Комплекс *QRS*

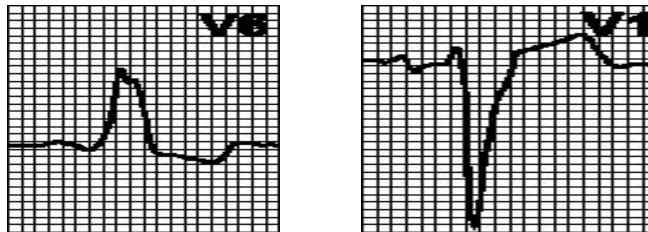
- **Диагностическое значение:**
- 1. В норме перед каждым комплексом *QRS* при синусовом ритме должен быть зубец *P*
- 2. Расширение или деформация *QRS* указывает на запаздывание или замедление деполяризации одного из желудочков сердца
- 3. Зубец *Q*. Увеличение амплитуды или расширение зубца *Q* – наиболее достоверный признак крупноочаговых изменений миокарда. Расширенный или глубокий зубец *Q* в III, aVF не считается патологическим, если он исчезает при глубоком вдохе
- 4. Зубец *R*. Увеличение амплитуды может быть при гипертрофии желудочков или у худых (близко электроды к сердцу). Уменьшение амплитуды может быть при перикардите или у тучных. Изменение формы (зазубренность) (нарушение внутрижелудочковой проводимости)
- 5. Зубец *S*. Увеличение амплитуды может быть при гипертрофии желудочков. Изменение формы (зазубренность) и расширение зубца *S* может быть при нарушении внутрижелудочковой проводимости

# Комплекс *QRS*

- **Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса.** Отклонение электрической оси сердца влево (от  $-30^\circ$  до  $-90^\circ$ ). Низкий зубец R и глубокий зубец S в отведениях II, III и aVF. Высокий зубец R в отведениях I и aVL. Может регистрироваться небольшой зубец Q. В отведении aVR имеется зубец поздней активации (R'). Характерно смещение переходной зоны влево в грудных отведениях. Наблюдается при врожденных пороках и других органических поражениях сердца, изредка — у здоровых людей.



- **Блокада левой ножки пучка Гиса.** Широкий зазубренный зубец R в отведениях I, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>. Глубокий зубец S или QS в отведениях V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>. Отсутствие зубца Q в отведениях I, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>. Наблюдается при гипертрофии левого желудочка, инфаркте миокарда, болезни Ленегра, ИБС, иногда — в норме.



# СЕГМЕНТ *ST*

- Сегмент *ST* (от конца *S* до начала *T*) отражает конец деполяризации и раннюю
- реполяризацию желудочков. Место соединения зубца *S* и сегмента *ST* называется точкой *J*. Как правило в норме сегмент *ST* изоэлектричен (может быть приподнят на 2 мм в V1–V2)
- **Диагностическое значение**
- 1. Подъем сегмента *ST* от изоэлектрической линии более 1 мм свидетельствует об инфаркте миокарда, аневризме левого желудочка, перикардите (при согласовании с клиникой)
- 2. Горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента *ST* возможна при субэндокардиальной ишемии миокарда, гипертрофии желудочков, дигиталисной интоксикации, гипокалиемии
- 3. Важен для выявления ишемии миокарда при пробах с физнагрузкой

# ЗУБЕЦ $T$

- Зубец  $T$  отражает позднюю реполяризацию желудочков. В норме конкордантен зубцу  $R$ . Анализ зубца  $T$  включает:
- 1. Определение полярности (+ или -)
- 2. Оценка формы
- 3. Измерение амплитуды
- В норме зубец  $T$  положительный
- **Диагностическое значение:**
- 1. Изменения зубца  $T$  (-; +/-) может свидетельствовать о нарушении процессов реполяризации (например, связанных с ишемией)
- 2. Гиперкалиемия – высокий узкий
- 3. Гипокалиемия – низкоамплитудный, а затем отрицательный
- 4. Дигиталисная интоксикация – низкоамплитудный двухфазный или широкий отрицательный. **Положителен в отведениях I, II,  $V_3$ — $V_6$ . Отрицателен в  $aVR$ ,  $V_1$ . Может быть положительным, уплощенным, отрицательным или двухфазным в отведениях III,  $aVL$ ,  $aVF$ ,  $V_1$  и  $V_2$ . У здоровых молодых людей бывает отрицательный зубец  $T$  в отведениях  $V_1$ — $V_3$  (стойкий ювенильный тип ЭКГ)**



# Элементы ЭКГ в норме

- Отрицательный зубец Q — соответствует возбуждению межжелудочковой перегородки, продолжительность зубца Q составляет не более 0,03 с.
- Зубец R соответствует почти полному охвату возбуждением обоих желудочков. Является самым высоким зубцом желудочкового комплекса, его амплитуда колеблется в пределах 5—15 мм

- Интервал Т—Р (от конца зубца Т до начала зубца Р) отражает электрическую диастолу сердца. Он располагается на изоэлектрической линии, так как токи действия в этот момент отсутствуют. Продолжительность его определяется частотой сердечного ритма: чем реже ритм, тем интервал Т—Р длиннее.
- Интервал R—R представляет собой расстояние между вершинами двух соседних зубцов R. Он соответствует времени одного сердечного цикла, длительность которого также определяется частотой ритма.

# Анализ ЭКГ

- **Определение ЧСС.** Для определения ЧСС число сердечных циклов (интервалов RR) за 3 с умножают на 20.



# Фонокардиография

- **Фонокардиографией (ФКГ) называется метод графической регистрации звуковых явлений, возникающих при работе сердца. ФКГ является ценной методикой дополнительного инструментального исследования сердца. Она позволяет не только документировать аускультативную картину, но и зарегистрировать звуки, которые плохо воспринимаются человеческим ухом, прежде всего, низкочастотные звуки, 3 и 4 тоны сердца.**

- **Запись ФКГ проводится в 3 – 5 частотных диапазонах – низком (20 – 70 Гц), среднем (100 – 250 Гц) и высоком (500 – 100 Гц).**
- **Первый тон сердца на ФКГ представлен несколькими колебаниями, возникающими после зубца Q на ЭКГ. Частота его колебаний составляет 70 – 150 Гц. 2 первых зубца 1 тона связаны с систолой предсердий. Основная, центральная часть 1 тона представлена 2 – 3 зубцами с высокой амплитудой на уровне зубца S. Затем регистрируются дополнительные колебания, связанные с вибрацией миокарда и с сосудистым компонентом 1 тона.**
- **Второй тон представлен несколькими зубчиками, регистрируемыми на уровне окончания зубца T синхронно записанной ЭКГ. Частота его колебаний в пределах 70 – 150 Гц. Первые, более высокие колебания образованы закрытием аортального клапана, а следующие – закрытием клапанов лёгочной артерии.**

- Амплитуда 1 тона наиболее высока при записи ФКГ на уровне верхушки сердца, а 2-го – при записи в точке выслушивания аортального клапана.
- 3 тон регистрируется в виде 2 – 3 зубцов низкой частоты и небольшой амплитуды через 0,12 – 1,18 секунды после 2 тона, обязательно до зубца Р синхронно записанной ЭКГ.
- 4 тон регистрируется в виде 1 – 2 низкочастотных зубчиков малой амплитуды, по-являющихся сразу после зубца Р синхронно записанной ЭКГ.
- При анализе ФКГ учитывают амплитуду, частоту и время появления зарегистрированных звуков. При анализе зарегистрированных шумов обязательно учитывают интенсивность и форму шума, его частоту. При анализе характера шума оценивают и наличие тонов сердца, поскольку при регистрации органических шумов может происходить их слияние с тонами сердца.



# АРИТМИИ

- **Аритмии- нарушения сердечного ритма. Изменение частоты, последовательности или силы сокращений сердца, а также нарушение последовательности возбуждения и сокращения предсердий и желудочков. Происхождение большинства аритмий связано с изменением функциональной способности или анатомическим повреждением проводниковой системы сердца.**

# СИНДРОМ НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

- Синусовая тахикардия
  - Жалобы: сердцебиение
  - Аускультация сердца:
    - – ритм правильный;
    - – ЧСС более 90 в 1 мин
- Синусовая брадикардия
  - Жалобы: нет, при выраженной брадикардии слабость, головокружение
  - Аускультация сердца:
    - – ритм правильный;
    - – ЧСС менее 60 в 1 мин

# СИНДРОМ НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

- **Фибрилляция предсердий**
- Жалобы: сердцебиение, перебои в работе сердца
- Аускультация сердца: аритмия
- Дефицит пульса (разница между ЧСС и частотой пульса) ЭКГ:
  - нет зубца *P*;
  - разные по продолжительности интервалы *R–R*;
  - волны *f*
- **Частые причины:**
  - ИБС;
  - АГ;
  - митральный стеноз;
  - кардиосклероз;
  - тиреотоксикоз;
  - возможна у здоровых людей
- **Желудочковая экстрасистолия**
- Жалобы: перебои в работе сердца
- или жалобы отсутствуют
- Аускультация сердца: аритмия
- ЭКГ:
  - *QRS* деформирован;
  - нет зубца *P* перед комплексом *QRS*;
  - полная компенсаторная пауза

# СИНДРОМ НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

- Синусовая аритмия
- Жалобы: нет
- Аускультация: дыхательная аритмия
- ЭКГ:
  - – ритм синусовый;
  - – разные  $R-R$
- Предсердная экстрасистолия
- Жалобы: отсутствуют, или жалобы
  - на перебои в работе сердца
- Аускультация сердца: аритмия
- ЭКГ:
  - –  $QRS$  не изменен;
  - – зубец  $P$  перед каждым комплек-
  - сом  $QRS$ ;
  - – неполная компенсаторная пауза

# СИНДРОМ НАРУШЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ

- **Атриовентрикулярная блокада I степени**
- Жалобы: нет
- ЭКГ:
  - – каждому зубцу *P* соответствует комплекс *QRS*;
  - – удлинение *PQ* более 0,2 с
- **Атриовентрикулярная блокада II степени**
- Жалобы: эпизоды потери сознания (приступы Морганьи–Эдамса–Стокса)
- При осмотре: периодическое выпадение пульса
- ЭКГ:
  - 1) Мобитц 1: постепенное увеличение интервала *PQ* вплоть до выпадения комплекса *QRS*
  - 2) Мобитц 2: интервалы *PQ* одинаковы,
  - периодическое выпадение комплексов *QRS*

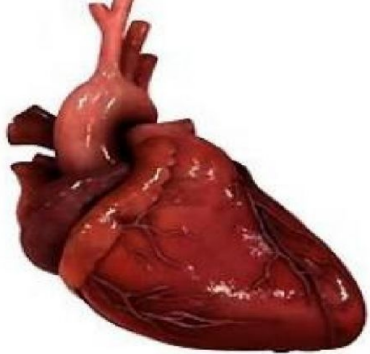
# СИНДРОМ НАРУШЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ

- Атриовентрикулярная блокада III степени
- Жалобы: эпизоды потери сознания (приступы Морганьи–Эдамса–Стокса)
- При осмотре: брадикардия (ЧСС менее 40 в 1 мин)
- ЭКГ:
  - – полная атриовентрикулярная блокада;
  - – предсердия и желудочки сокращаются каждые в своем ритме;
  - – одинаковые интервалы  $P-P$  и  $R-R$



# СИНДРОМ НАРУШЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ

- Блокада левой ножки пучка Гиса
- Причины: гипертрофия левого желудочка, острая ишемия миокарда
- ЭКГ:
  - расширение и деформация комплекса *QRS* более 0,1 с;
  - высокий *R* в V6;
  - глубокий широкий *S* в V1
- Блокада правой ножки пучка Гиса
- Жалобы: нет
- Причины: гипертрофия правого желудочка, может быть вариант нормы
- ЭКГ:
  - расширение и деформация комплекса *QRS*;
  - высокий *R* в V1;
  - глубокий широкий *S* в V6



# Аритмии

**Аритмии,  
обусловленные  
нарушением  
образования  
импульсов**

**Аритмии,  
обусловленные  
нарушением  
проведения  
импульсов**

**Аритмии,  
обусловленные  
комбинированным  
и нарушениями  
образования и  
проведения  
импульсов.**

**Фибрилляции**

# Классификация аритмий

- по причинам возникновения:
- *Функциональные* (при здоровом сердце):
  - а) психогенные (кортико-висцеральные),
  - б) рефлекторные (висцеро-кардиальные).
- *Органические* (при заболеваниях сердца):
  - а) по причине ИБС,
  - б) гемодинамические (при пороках клапанов сердца, гипертонической болезни, лёгочном сердце, недостаточности кровообращения, кардиогенном шоке и др.),
  - в) инфекционно-токсические (при ревматизме, миокардите, перикардите, пневмонии, ангине, скарлатине, брюшном тифе и др.).
- *Токсические* (медикаментозные и др.).
- *Гормональные* (при тиреотоксикозе, микседеме, феохромоцитоме, беременности, в климактерический период и др.).
- *Электролитные* (при гипокалиемии, гиперкалиемии и др.).
- *Механические* (во время катетеризации сердца и сосудов, операциях на сердце, травмы сердца и лёгких).
- *Врождённые* (врождённая тахикардия, врождённая брадикардия, синдром WPW, АВ-блокады и др.).

# Классификация аритмий

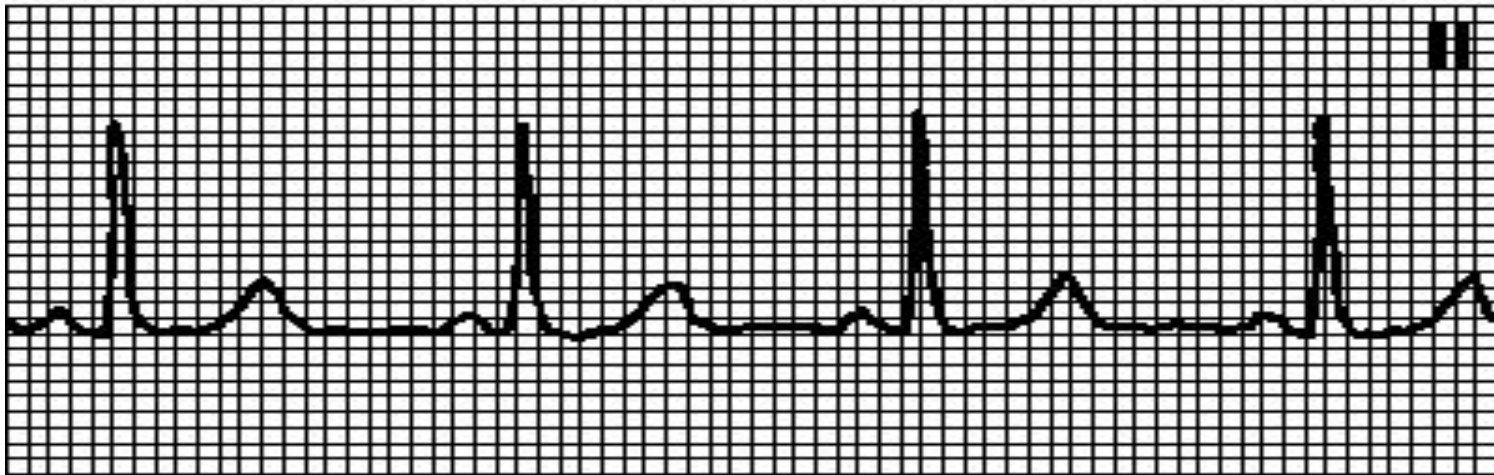
- Аритмии, обусловленные нарушением образования импульсов.
- Нарушения автоматизма.
- Изменения автоматизма синусового узла:
  - а) синусовая тахикардия (усиление автоматизма),
  - б) синусовая брадикардия (угнетение автоматизма),
  - в) нерегулярный синусовый ритм (колебания ритма или синусовая аритмия),
  - г) остановка синусового узла.
- Эктопические ритмы или импульсы, вызванные абсолютным или относительным преобладанием автоматизма нижележащих центров:
  - а) правопредсердные ритмы,
  - б) левопредсердные ритмы,
  - в) ритмы из области (отделов) AV-соединения,
  - г) миграция суправентрикулярного водителя ритма,
  - д) атриовентрикулярная диссоциация,
  - е) выскакивающие (выскальзывающие) сокращения,
  - ж) идиовентрикулярный ритм.
- Другие (помимо автоматизма) механизмы образования импульсов:
  - а) экстрасистолия,
  - б) пароксизмальная тахикардия.

# Классификация аритмий

- II. Аритмии, обусловленные нарушением проведения импульсов.
- Простая блокада проведения:
  - а) синоаурикулярные блокады,
  - б) межпредсердные блокады (блокады пучка Бахмана),
  - в) AV-блокады,
  - г) внутрисердечные блокады.
- Односторонняя блокада и re-entry:
- возвратные экстрасистолы и реципрокные ритмы.
- Синдром WPW.
- III. Аритмии, обусловленные комбинированными нарушениями образования и проведения импульсов.
- а) парасистолии,
- б) эктопические ритмы с блокадой выхода.
- IV. Фибрилляции.
- а) фибрилляция и трепетание предсердий,
- б) фибрилляция и трепетание желудочков.
-

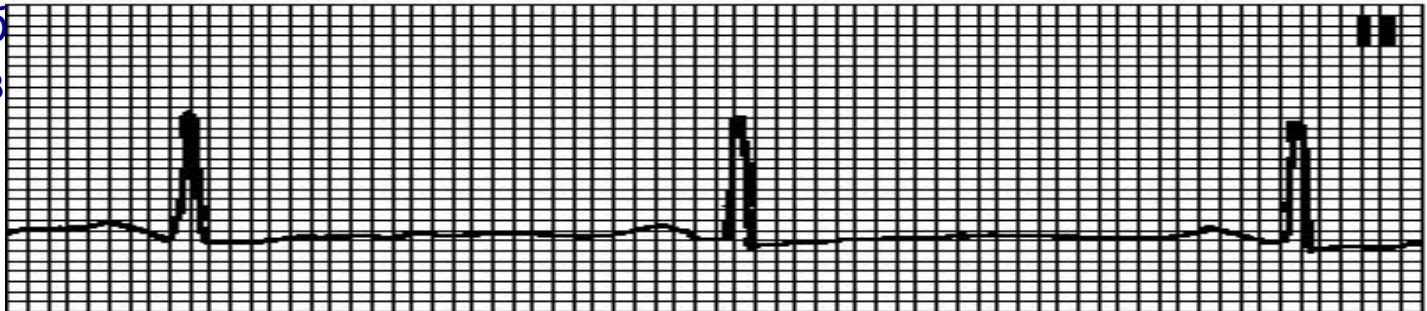
# Анализ ритма

- **Нормальный синусовый ритм.** Правильный ритм с ЧСС 60—100 мин<sup>-1</sup>. Зубец Р положителен в отведениях I, II, aVF, отрицателен в aVR. За каждым зубцом Р следует комплекс QRS (в отсутствие АВ-блокады). Интервал PQ 0,12 с (в отсутствие дополнительных путей проведения).



# Синусовая брадикардия

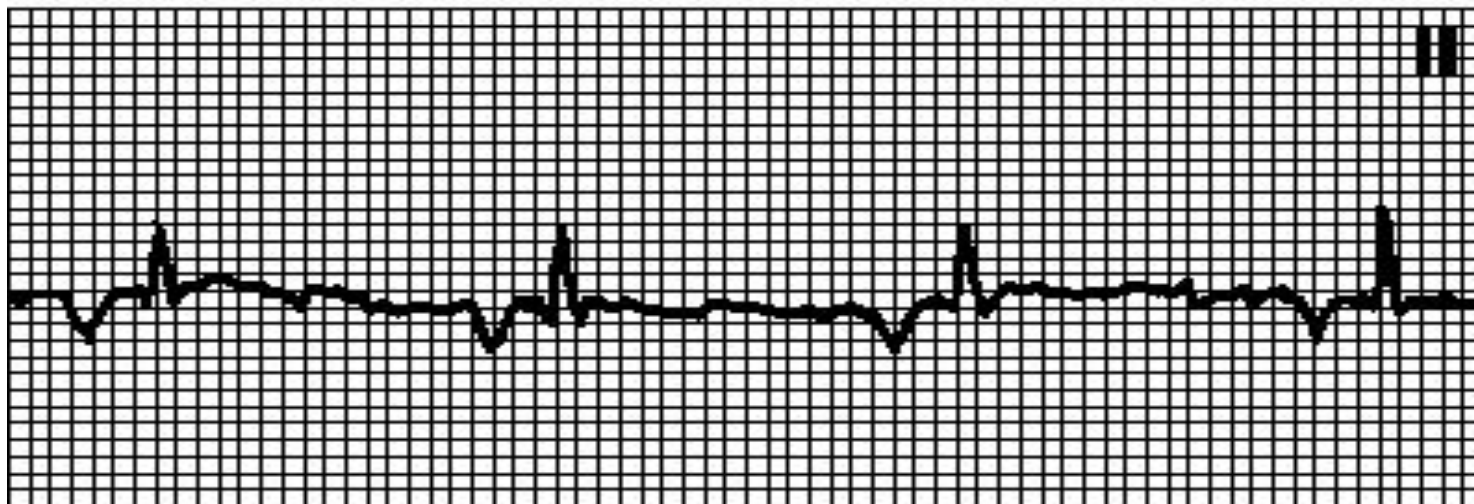
- **Синусовая брадикардия.** Правильный ритм. ЧСС  $< 60 \text{ мин}^{-1}$ .  
Синусовые зубцы Р. Интервал PQ 0,12 с. Причины: повышение парасимпатического тонуса (часто — у здоровых лиц, особенно во время сна; у спортсменов; вызванное рефлексом Бецоля—Яриша; при нижнем инфаркте миокарда или ТЭЛА); инфаркт миокарда (особенно нижний); прием лекарственных средств (бета-адреноблокаторов, верапамила, дилтиазема, сердечных гликозидов, антиаритмических средств классов Ia, Ib, Ic, амиодарона, клонидина, метилдофы, резерпина, гуанетидина, циметидина, лития); гипотиреоз, гипотермия, механическая желтуха, гиперкалиемия, повышение ВЧД, синдром слабости синусового узла. На фоне б интерв





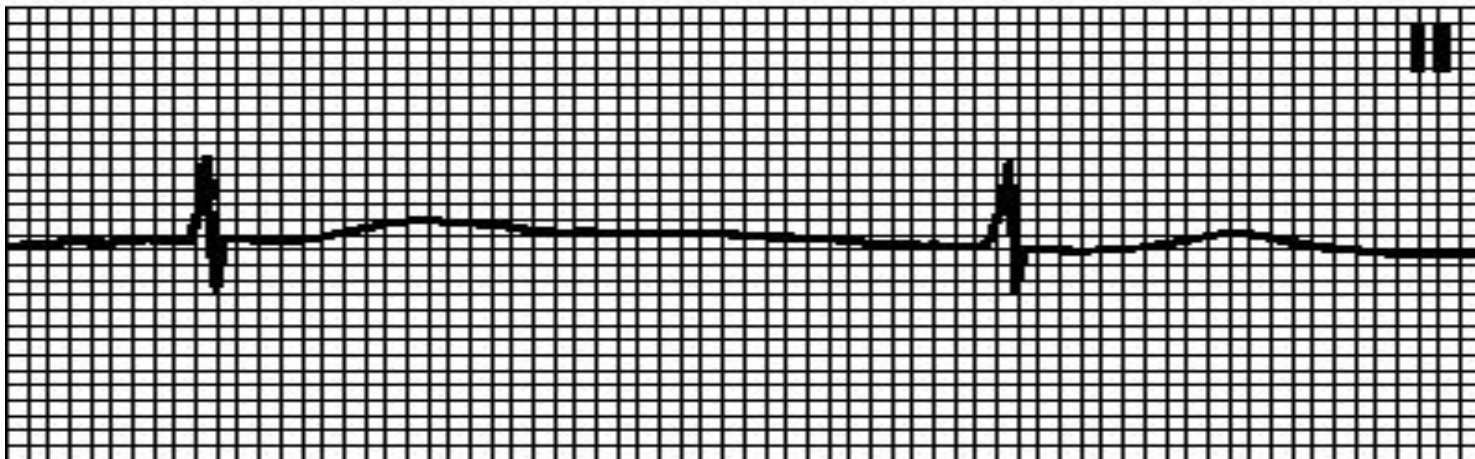
# Эктопический предсердный ритм

- **Эктопический предсердный ритм.** Правильный ритм. ЧСС 50—100 мин<sup>-1</sup>. Зубец Р обычно отрицателен в отведениях II, III, aVF. Интервал PQ обычно 0,12 с. Наблюдается у здоровых лиц и при органических поражениях сердца. Обычно возникает при замедлении синусового ритма (вследствие повышения парасимпатического тонуса, приема лекарственных средств или дисфункции синусового узла).



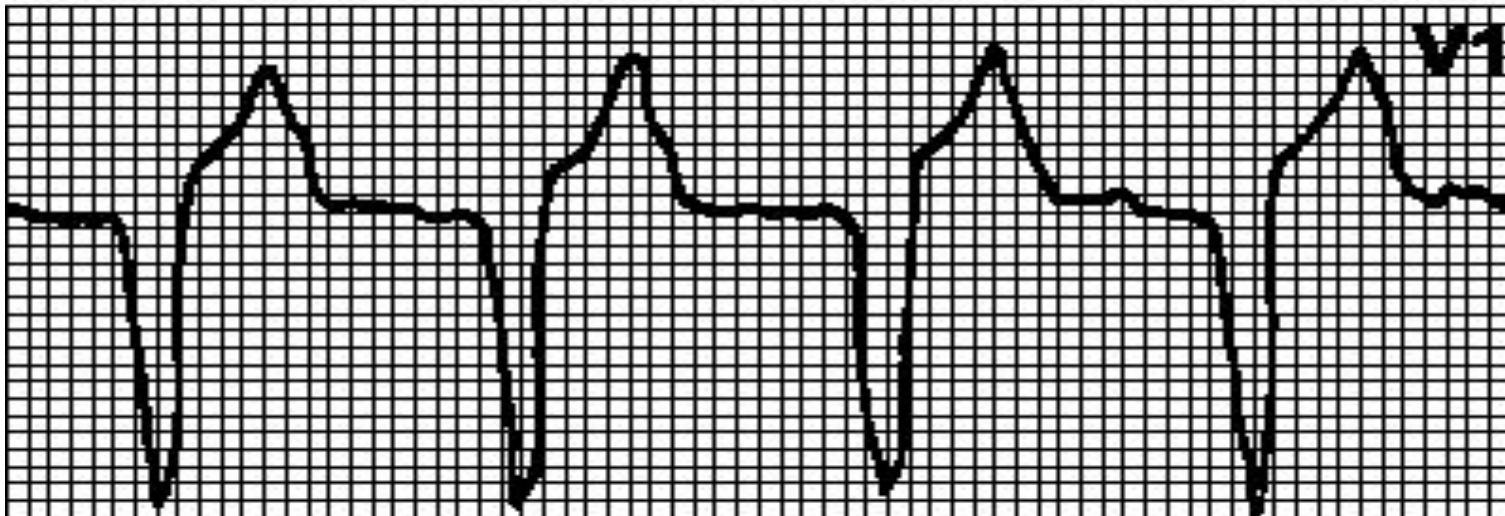
# АВ-узловой ритм

- **АВ-узловой ритм.** Медленный правильный ритм с узкими комплексами QRS ( $< 0,12$  с). ЧСС 35—60 мин<sup>-1</sup>. Ретроградные зубцы Р (могут располагаться как до, так и после комплекса QRS, а также наслаиваться на него; могут быть отрицательными в отведениях II, III, aVF). Интервал PQ  $< 0,12$  с. Обычно возникает при замедлении синусового ритма (вследствие повышения парасимпатического тонуса, приема лекарственных средств или дисфункции синусового узла) или при АВ-блокаде. **Ускоренный АВ-узловой ритм** (ЧСС 70—130 мин<sup>-1</sup>) наблюдается при гликозидной интоксикации, инфаркте миокарда (обычно нижнем), ревматической атаке, миокардите и после операций на сердце.



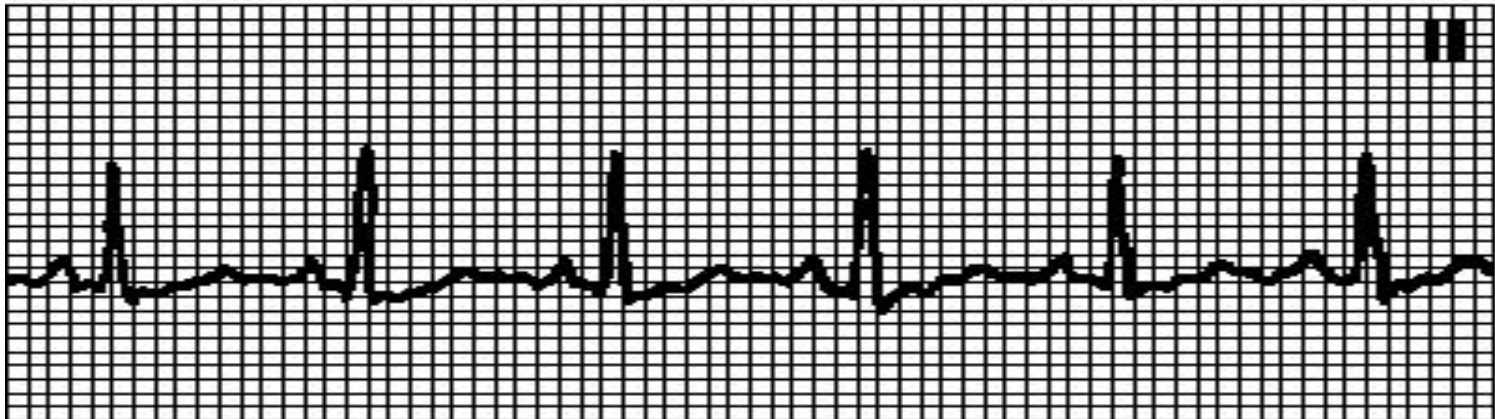
# Ускоренный идиовентрикулярный ритм

- **Ускоренный идиовентрикулярный ритм.** Правильный или неправильный ритм с широкими комплексами QRS ( $> 0,12$  с). ЧСС 60—110 мин<sup>-1</sup>. Зубцы Р: отсутствуют, ретроградные (возникают после комплекса QRS) или не связанные с комплексами QRS (АВ-диссоциация). Причины: ишемия миокарда, состояние после восстановления коронарной перфузии, гликозидная интоксикация, иногда — у здоровых людей. При медленном идиовентрикулярном ритме комплексы QRS выглядят так же, но ЧСС составляет 30—40 мин



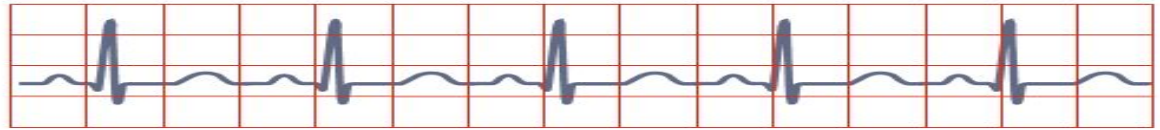
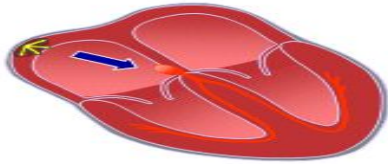
# Синусовая тахикардия

- **Синусовая тахикардия.** Правильный ритм. Синусовые зубцы Р обычной конфигурации (амплитуда их бывает увеличена). ЧСС 100—180 мин<sup>-1</sup>, у молодых лиц — до 200 мин<sup>-1</sup>. Постепенное начало и прекращение. Причины: физиологическая реакция на нагрузку, в том числе эмоциональную, боль, лихорадка, гиповолемия, артериальная гипотония, анемии, тиреотоксикоз, ишемия миокарда, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность, миокардиты, ТЭЛА, феохромоцитома, артериовенозные фистулы, действие лекарственных и иных средств (кофеин, алкоголь, никотин, катехоламины, гидралазин, тиреоидные гормоны, атропин, аминофиллин). Тахикардия не устраняется массажем каротидного синуса



## SINUS TACHYCARDIA

Impulses originate at S-A node at rapid rate

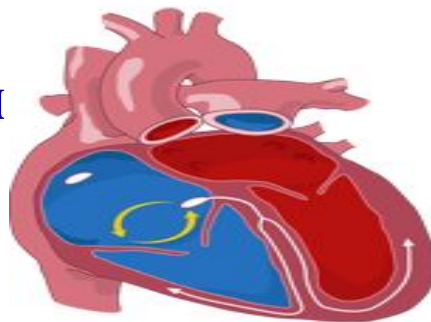


All complexes normal, evenly spaced. Rate >100/min.

- Источником ритма сердца при синусовой тахикардии является синусовый узел. Синусовый узел – это образование, которое в норме генерирует электрические импульсы, возбуждающие сердечную мышцу. Обычно частота таких импульсов в покое составляет от 60 до 100 в минуту. При увеличении частоты синусового ритма более 100 в минуту .
- ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
- Физическая и эмоциональная нагрузка;
- дисбаланс симпатических и парасимпатических влияний на сердце;
- поражение синусового узла при болезнях сердца;
- влияние инфекции, токсинов, гипоксии, повышенной температуры тела.
- Синусовая тахикардия является нормальной реакцией организма на стресс. Она появляется при быстрой ходьбе, подъеме по лестнице и другой физической нагрузке. Причиной тахикардии могут быть сильные отрицательные и положительные эмоции. После прекращения действия стресса такая тахикардия быстро (в течение нескольких минут) проходит.
- Клиника.
- Синусовая тахикардия часто не ощущается пациентом. Иногда она сопровождается ощущением частого сердцебиения, чувством нехватки воздуха. При тахикардии снижается переносимость физической нагрузки. Иногда сильная тахикардия может сопровождаться головокружением, а также колющей болью в области сердца.
- Приступы синусовой тахикардии могут сопровождаться вегетативными проявлениями: дрожью, потливостью, обильным отделением мочи.
- Диагностируется синусовая тахикардия с помощью ЭКГ, а также с применением суточного мониторинга ЭКГ.



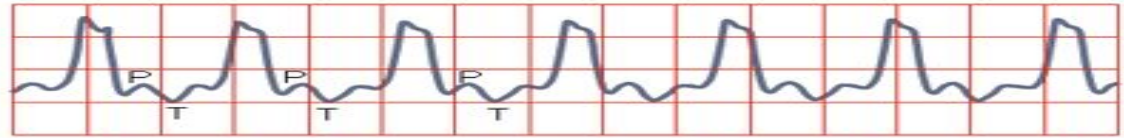
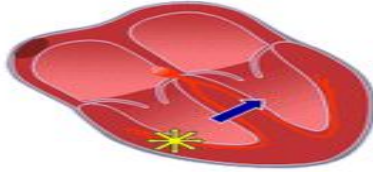
# Суправентрикулярная тахикардия



- Суправентрикулярную тахикардию также называют наджелудочковой тахикардией. Она делится на две формы: предсердная и из атриовентрикулярного соединения (А-В узловая). Суправентрикулярная тахикардия не встречается у здоровых людей и всегда является симптомом болезни сердца. Ее развитие связано с повышенной электрической активностью участков проводящей системы сердца, расположенных в предсердиях или атриовентрикулярном соединении. Возникающие приступы тахикардии подавляют нормальную деятельность синусового узла.
- ПРИЧИНЫ
- Иногда причину наджелудочковой тахикардии установить не удастся. Считается, что она имеет связь с поражением миокарда, которое невозможно выявить обычными методами. Такой механизм встречается чаще всего у детей и молодых людей.
- Суправентрикулярная тахикардия может сопровождать заболевания легких, а также быть симптомом ишемической болезни сердца, миокардиодистрофий, пороков сердца, миокардитов и других заболеваний сердца.
- Наджелудочковая тахикардия может быть проявлением синдрома WPW.
- СИМПТОМЫ И ДИАГНОСТИКА
- Суправентрикулярная тахикардия обычно имеет частоту от 140 до 220 в минуту. Пациент чаще всего ощущает приступы сердцебиения, сопровождающиеся разнообразными индивидуальными ощущениями «замирания», «перебоев», «бабочек» в области сердца, груди, шеи.

## VENTRICULAR TACHYCARDIA

Impulses originate at ventricular pacemaker



Wide ventricular complexes. Rate > 120/min

- **Желудочковая тахикардия – это тяжелое нарушение ритма сердца.** Оно возникает при усиленной электрической активности участков проводящей системы сердца, расположенных в желудочках. Она проявляется внезапным учащением сокращений сердца до 140 в минуту и более. Желудочковая тахикардия угрожает жизни больного, так как опасна сама по себе, а также может трансформироваться в фибрилляцию желудочков.
- **ПРИЧИНЫ**
- Самая частая причина желудочковой тахикардии – ишемическая болезнь сердца, в частности, острый инфаркт миокарда и его последствия.
- Значительно реже желудочковая тахикардия сопровождается другими болезнями сердца (миокардит, миокардиодистрофии, пороки сердца, амилоидоз).
- В редких случаях причину этой аритмии установить не удастся (особенно у молодых людей, в таком случае болезнь называют идиопатической желудочковой тахикардией). Желудочковая тахикардия может возникнуть на фоне так называемого спортивного сердца при интенсивных физических нагрузках и привести к внезапной смерти.
- **СИМПТОМЫ И ДИАГНОСТИКА**
- Иногда желудочковая тахикардия не ощущается пациентом. Чаще это бывает у молодых людей с идиопатической формой аритмии.
- В других случаях желудочковая тахикардия может сопровождаться одышкой, головокружением, обмороком, резким снижением артериального давления, сжимающей или давящей болью за грудиной. Диагностируется эта аритмия с помощью ЭКГ, суточного мониторинга ЭКГ, чреспищеводного и внутрисердечного электрофизиологического исследования. Дополнительно рекомендуется провести эхокардиографию для уточнения причин тахикардии.



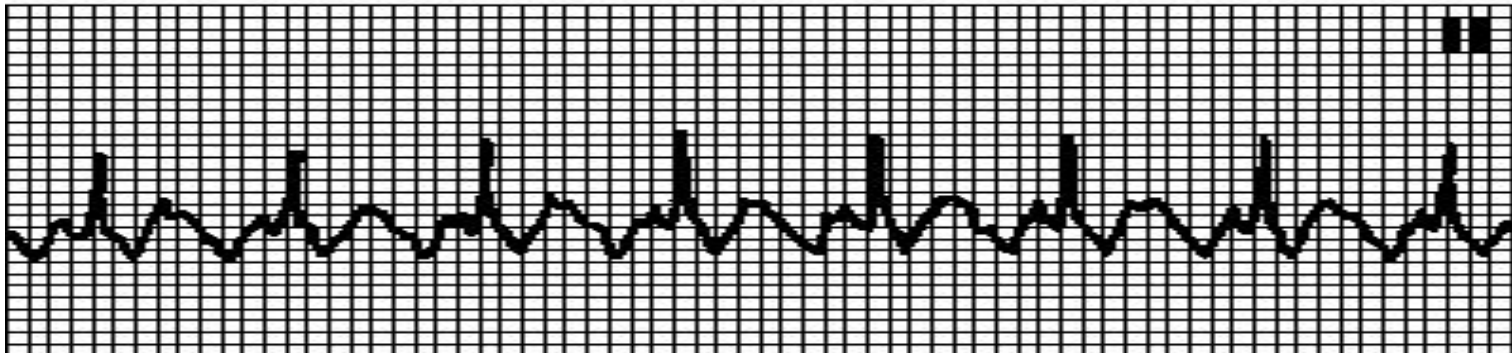
# Мерцательная аритмия

- **Мерцательная аритмия.** Ритм «неправильно неправильный». Отсутствие зубцов Р, беспорядочные крупно- или мелковолновые колебания изолинии. Частота предсердных волн 350—600 мин<sup>-1</sup>. В отсутствие лечения частота желудочковых сокращений — 100—180 мин<sup>-1</sup>. Причины: митральные пороки, инфаркт миокарда, тиреотоксикоз, ТЭЛА, состояние после операции, гипоксия, ХОЗЛ, дефект межпредсердной перегородки, синдром WPW, синдром слабости синусового узла, употребление больших доз алкоголя, может также наблюдаться у здоровых лиц. Если в отсутствие лечения частота желудочковых сокращений мала, то можно думать о нарушенной проводимости. При гликозидной интоксикации (ускоренный АВ-узловой ритм и полная АВ-блокада) или на фоне очень высокой ЧСС (например, при синдроме WPW) ритм желудочковых сокращений может быть правильным.



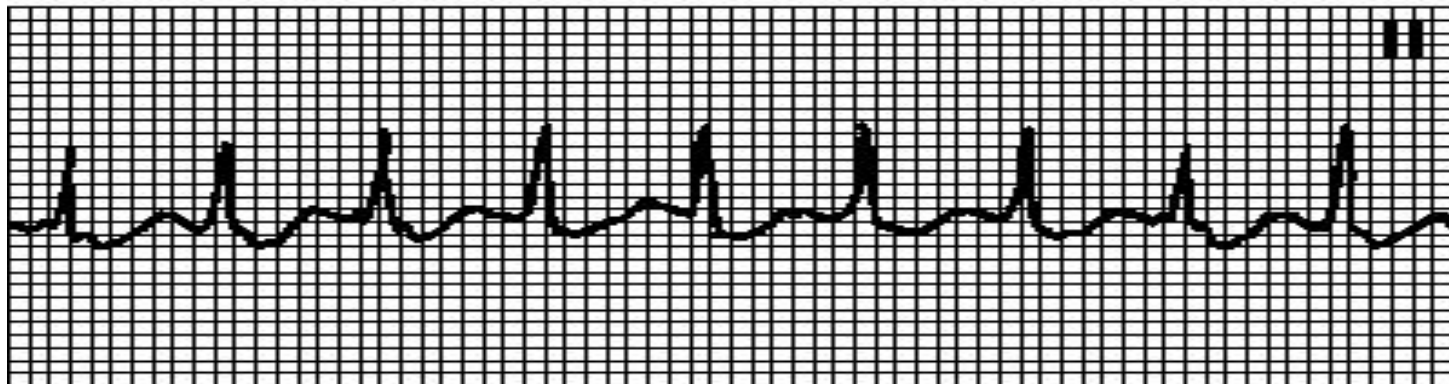
# Трепетание предсердий

- **Трепетание предсердий.** Правильный или неправильный ритм с пилообразными предсердными волнами (f), наиболее отчетливыми в отведениях II, III, aVF или  $V_1$ . Ритм часто правильный с АВ-проведением от 2:1 до 4:1, но может быть неправильным, если АВ-проведение меняется. Частота предсердных волн  $250\text{—}350\text{ мин}^{-1}$  при трепетании I типа и  $350\text{—}450\text{ мин}^{-1}$  при трепетании II типа. При АВ-проведении 1:1 частота желудочковых сокращений может достигать  $300\text{ мин}^{-1}$ , при этом из-за абберрантного проведения возможно расширение комплекса QRS. ЭКГ при этом напоминает таковую при желудочковой тахикардии; особенно часто это наблюдается при использовании антиаритмических средств класса Ia без одновременного назначения блокаторов АВ-проведения, а также при синдроме WPW. Мерцание-трепетание предсердий с хаотичными предсердными волнами разной формы возможно при трепетании одного предсердия и мерцании другого.



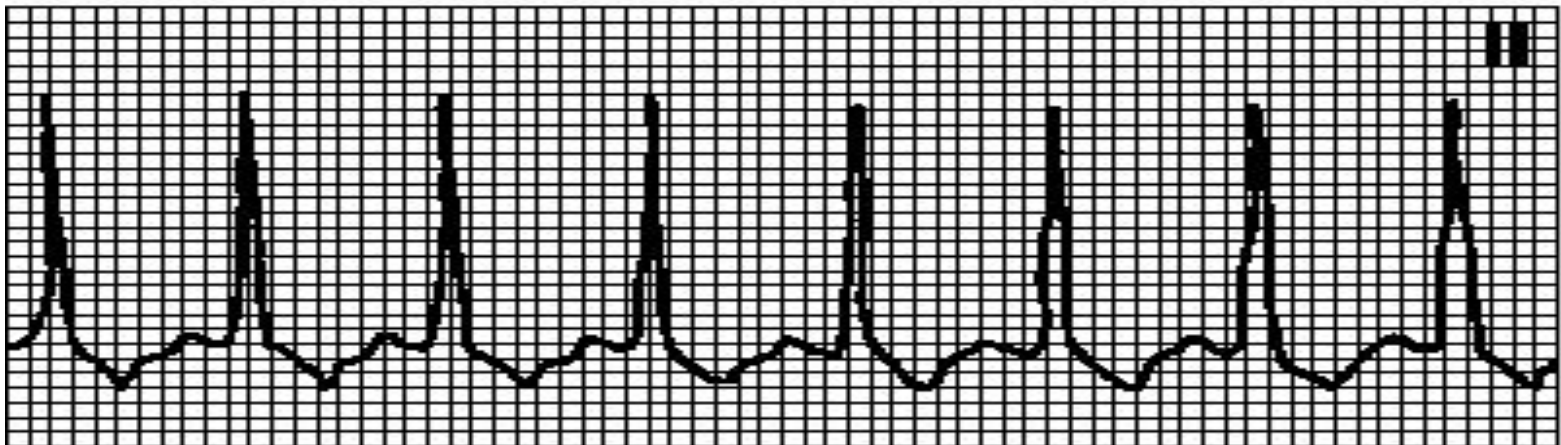
# Пароксизмальная АВ-узловая реципрокная тахикардия

- **Пароксизмальная АВ-узловая реципрокная тахикардия.** Наджелудочковая тахикардия с узкими комплексами QRS. ЧСС 150—220 мин<sup>-1</sup>, обычно 180—200 мин<sup>-1</sup>. Зубец Р обычно наслаивается на комплекс QRS или следует сразу после него ( $RP < 0,09$  с). Начинается и прекращается внезапно. Причины: обычно иных поражений сердца нет. Контур обратного входа волны возбуждения — в АВ-узле. Возбуждение проводится антероградно по медленному (альфа) и ретроградно — по быстрому (бета) внутриузловому пути. Пароксизм обычно запускается предсердными экстрасистолами. Составляет 60—70% всех наджелудочковых тахикардий. Массаж каротидного синуса замедляет ЧСС и часто прекращает пароксизм.



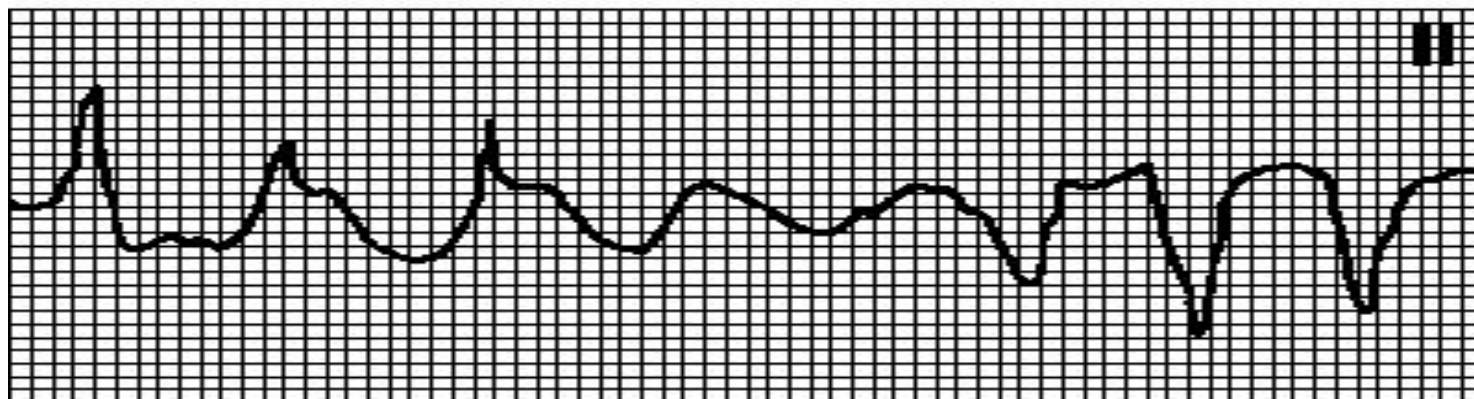
# Ортодромная наджелудочковая тахикардия при синдроме WPW

- **Ортодромная наджелудочковая тахикардия при синдроме WPW.** Правильный ритм. ЧСС 150—250 мин<sup>-1</sup>. Интервал RP обычно короткий, но может быть удлинён при медленном ретроградном проведении от желудочков к предсердиям. Начинается и прекращается внезапно. Обычно запускается предсердными экстрасистолами. Причины: синдром WPW, скрытые дополнительные пути проведения. Обычно иных поражений сердца нет, но возможно сочетание с аномалией Эбштейна, гипертрофической кардиомиопатией, пролапсом митрального клапана. Нередко эффективен массаж каротидного синуса. При мерцательной аритмии у больных с явным дополнительным путем импульсы к желудочкам могут проводиться чрезвычайно быстро; комплексы QRS при этом широкие, как при желудочковой тахикардии, ритм неправильный. Существует опасность фибрилляции желудочков.



# Пируэтная тахикардия

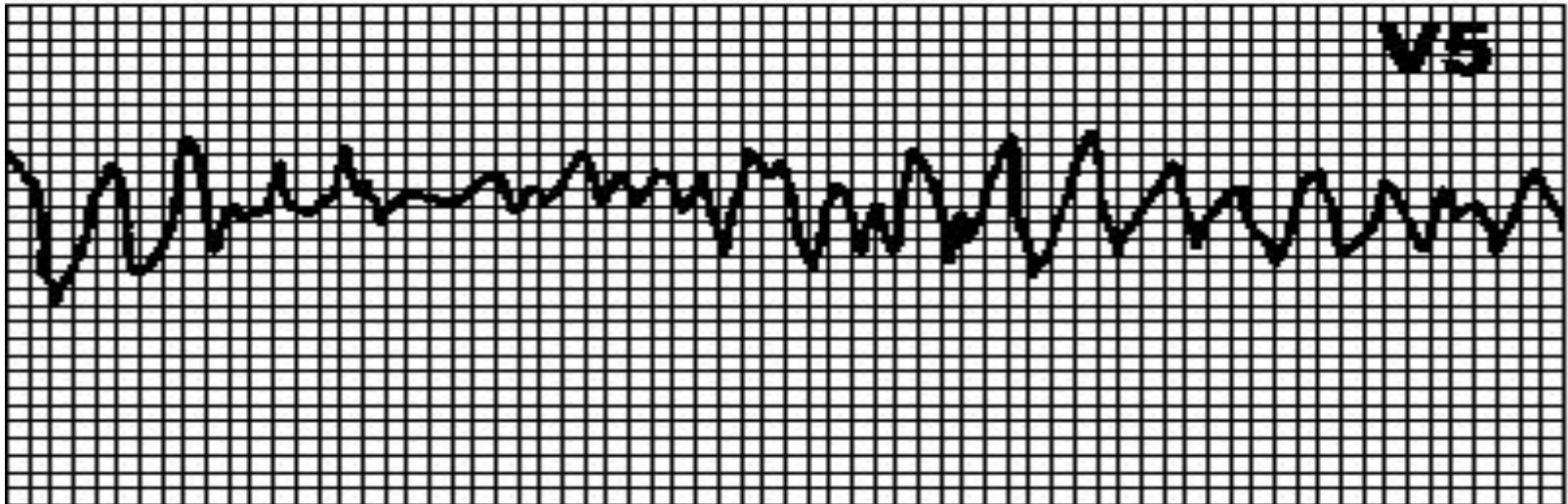
- **Пируэтная тахикардия.** Тахикардия с неправильным ритмом и широкими полиморфными желудочковыми комплексами; характерна типичная синусоидальная картина, при которой группы из двух и более желудочковых комплексов с одним направлением сменяются группами комплексов с противоположным направлением. Наблюдается при удлинении интервала QT. ЧСС — 150—250 мин<sup>-1</sup>. Приступы обычно кратковременны, однако имеется риск перехода в фибрилляцию желудочков. Пароксизму часто предшествует чередование длинных и коротких циклов RR. В отсутствие удлинения интервала QT подобную желудочковую тахикардию называют полиморфной.





# Фибрилляция желудочков

- **Фибрилляция желудочков.** Хаотический неправильный ритм, комплексы QRS и зубцы Т отсутствуют. В отсутствие СЛР фибрилляция желудочков быстро (в течение 4—5 мин) приводит к смерти.



# Аберрантное проведение

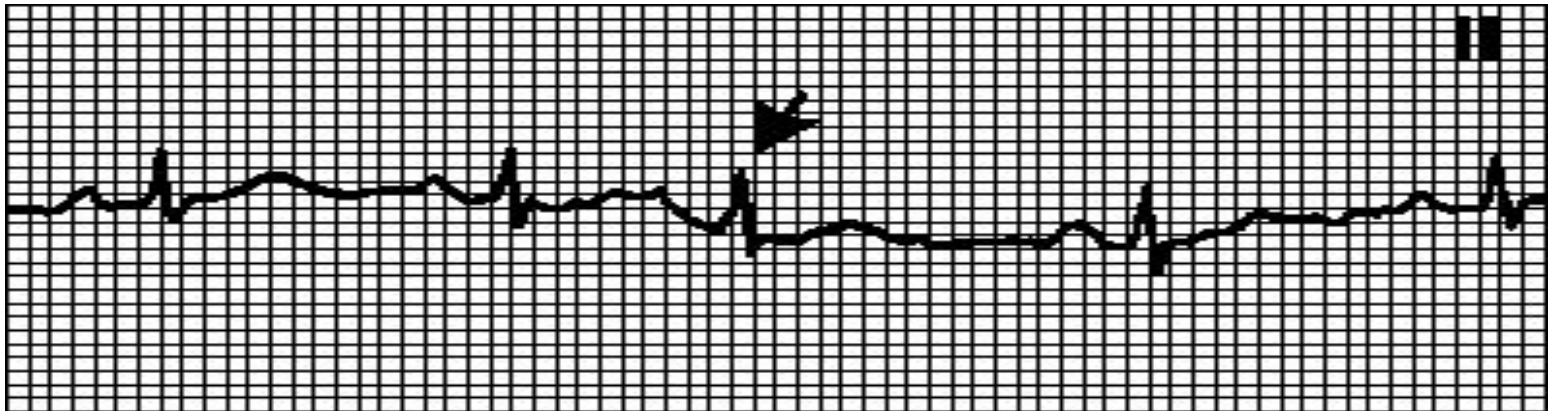
- **Аберрантное проведение.** Проявляется широкими комплексами QRS вследствие замедленного проведения импульса от предсердий к желудочкам. Чаще всего это наблюдается, когда экстрасистолическое возбуждение достигает системы Гиса—Пуркинье в фазу относительной рефрактерности. Длительность рефрактерного периода системы Гиса—Пуркинье обратно пропорциональна ЧСС; если на фоне длинных интервалов RR возникает экстрасистола (короткий интервал RR) или начинается наджелудочковая тахикардия, то возникает аберрантное проведение. При этом возбуждение обычно проводится по левой ножке пучка Гиса, и аберрантные комплексы выглядят как при блокаде правой ножки пучка Гиса. Изредка аберрантные комплексы выглядят как при блокаде левой ножки пучка Гиса.





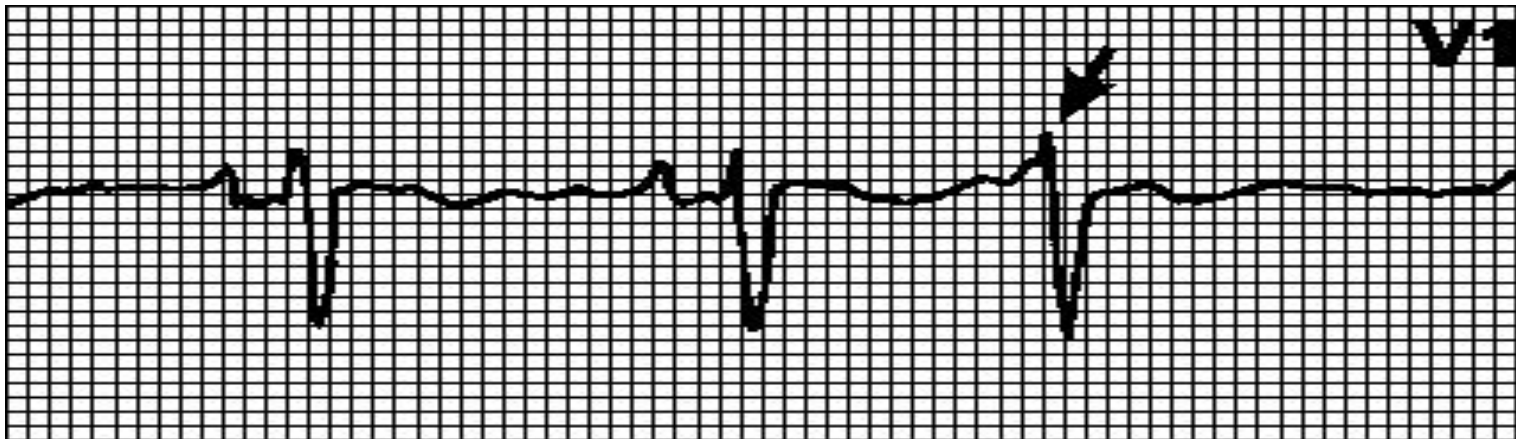
# Предсердные экстрасистолы

- **Предсердные экстрасистолы.** Внеочередной несинусовый зубец Р, за которым следует нормальный или аберрантный комплекс QRS. Интервал PQ — 0,12—0,20 с. Интервал PQ ранней экстрасистолы может превышать 0,20 с. Причины: бывают у здоровых лиц, при усталости, стрессе, у курильщиков, под действием кофеина и алкоголя, при органических поражениях сердца, легочном сердце. Компенсаторная пауза обычно неполная (интервал между пред- и постэкстрасистолическим зубцами Р меньше удвоенного нормального интервала PP).



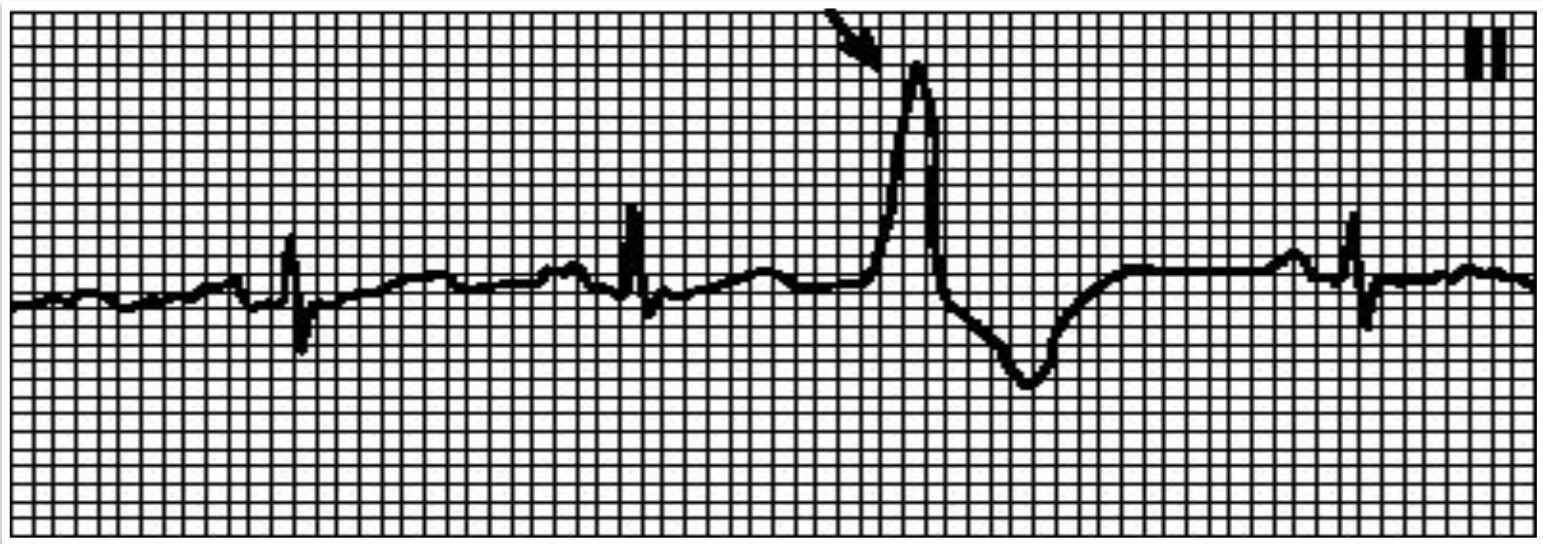
# АВ-узловые экстрасистолы

- **АВ-узловые экстрасистолы.** Внеочередной комплекс QRS с ретроградным (отрицательным в отведениях II, III, aVF) зубцом Р, который может регистрироваться до или после комплекса QRS либо наслаиваться на него. Форма комплекса QRS обычная; при aberrантном проведении может напоминать желудочковую экстрасистолу. Причины: бывают у здоровых лиц и при органических поражениях сердца. Источник экстрасистолии — АВ-узел. Компенсаторная пауза может быть полной или неполной.



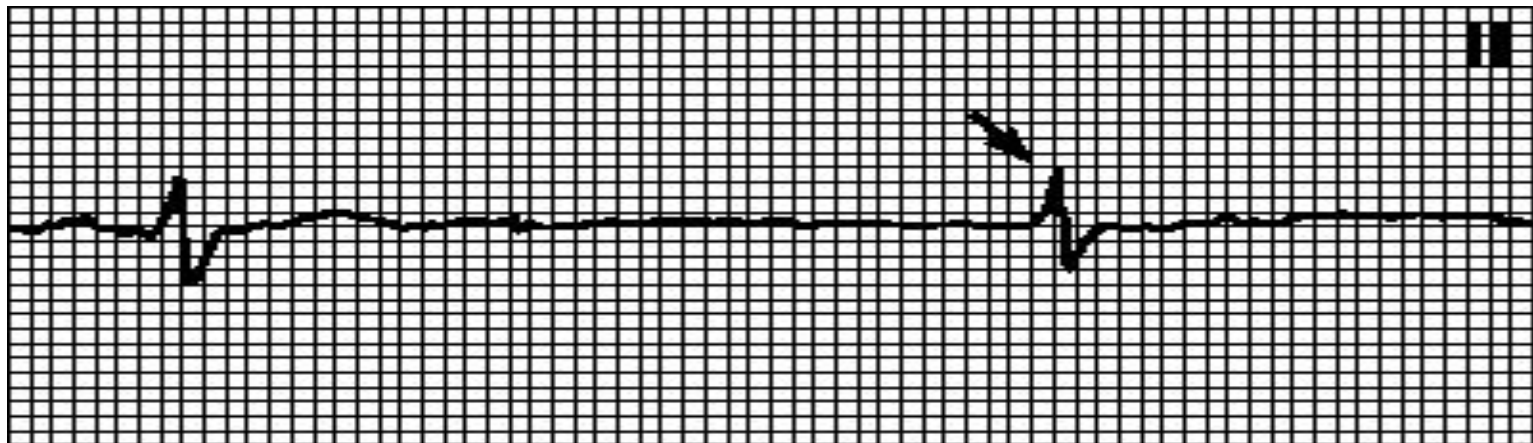
# Желудочковые экстрасистолы

- **Желудочковые экстрасистолы.** Внеочередной, широкий ( $> 0,12$  с) и деформированный комплекс QRS. Сегмент ST и зубец T дискордантны комплексу QRS. Зубец P может быть не связан с экстрасистолами (АВ-диссоциация) либо быть отрицательным и следовать за комплексом QRS (ретроградный зубец Р). Компенсаторная пауза обычно полная (интервал между пред- и постэкстрасистолическим зубцами Р равен удвоенному нормальному интервалу РР).



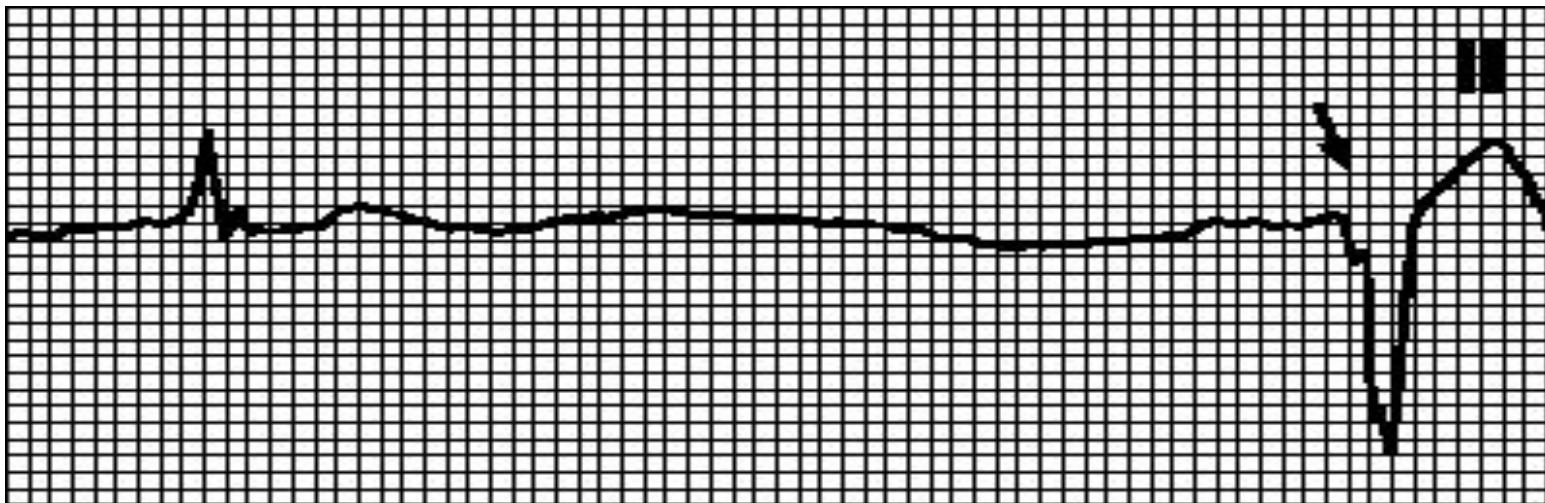
# Замещающие АВ-узловые сокращения

- **Замещающие АВ-узловые сокращения.** Напоминают АВ-узловые экстрасистолы, однако интервал до замещающего комплекса не укорочен, а удлинен (соответствует ЧСС 35—60 мин<sup>-1</sup>). Причины: бывают у здоровых лиц и при органических поражениях сердца. Источник замещающего импульса — латентный водитель ритма в АВ-узле. Часто наблюдается при замедлении синусового ритма в результате повышения парасимпатического тонуса, приема лекарственных средств (например, сердечных гликозидов) и дисфункции синусового узла.



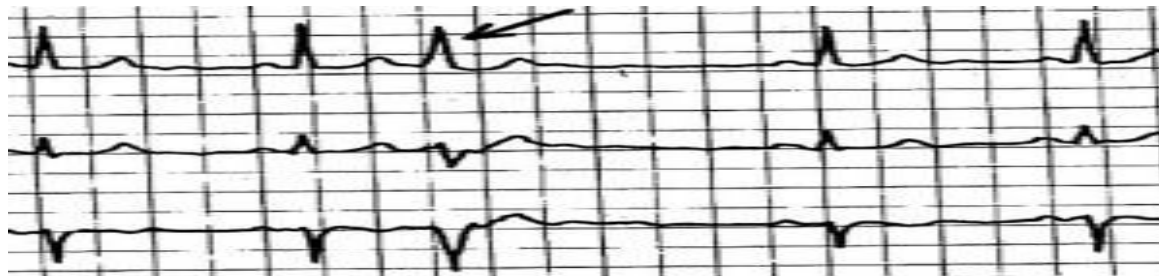
# Замещающие идиовентрикулярные сокращения

- **Замещающие идиовентрикулярные сокращения.** Напоминают желудочковые экстрасистолы, однако интервал до замещающего сокращения не укорочен, а удлинен (соответствует ЧСС 20—50 мин<sup>-1</sup>). Причины: бывают у здоровых лиц и при органических поражениях сердца. Замещающий импульс исходит из желудочков. Замещающие идиовентрикулярные сокращения обычно наблюдаются при замедлении синусового и АВ-узлового ритма.





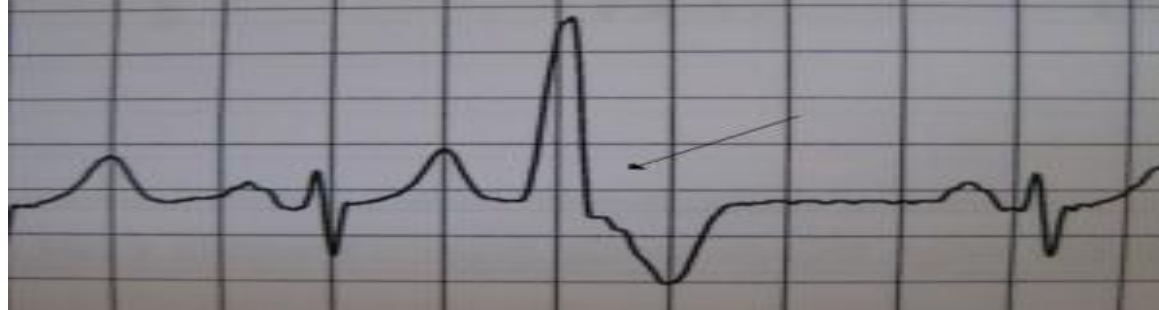
## Наджелудочковая экстрасистолия



- Наджелудочковые, или суправентрикулярные, экстрасистолы (СВЭС) – преждевременные сокращения сердца, вызванные внеочередным образованием импульса в участках проводящей системы предсердий, расположенных ниже синусового узла.
- При этом в стенке одного из предсердий образуется эктопический очаг, генерирующий преждевременные электрические импульсы. Они вызывают сокращение предсердий, а затем и желудочков. После экстрасистолы возобновляется нормальный синусовый ритм. Примерно в трети случаев СВЭС не сопровождаются органическими изменениями сердца и являются функциональными. Они могут встречаться и у здоровых людей. При этом СВЭС вызываются вегетативными расстройствами, часто сопровождаются редким сердцебиением, артериальной гипотензией, повышением тонуса блуждающего нерва, в частности, потливостью конечностей. Часто СВЭС появляются при чрезмерном употреблении чая, кофе, спиртных напитков, а также при курении. Они могут провоцироваться эмоциональной или физической нагрузкой, изменением положения тела. При функциональной экстрасистолии в дневные часы пациенты часто не замечают аритмию. Экстрасистолы начинают их беспокоить в вечернее время, в положении лежа, перед сном.
- СВЭС сопровождают многие заболевания сердца. Наиболее часто они регистрируются при хронической ишемической болезни сердца (стенокардии напряжения, постинфарктном кардиосклерозе), а также на фоне активного ревматического процесса. Появлению этой аритмии способствует увеличение предсердий и растяжение их стенок, например, при митральном стенозе. В этом случае суправентрикулярная экстрасистолия в дальнейшем сменяется фибрилляцией предсердий.
- .

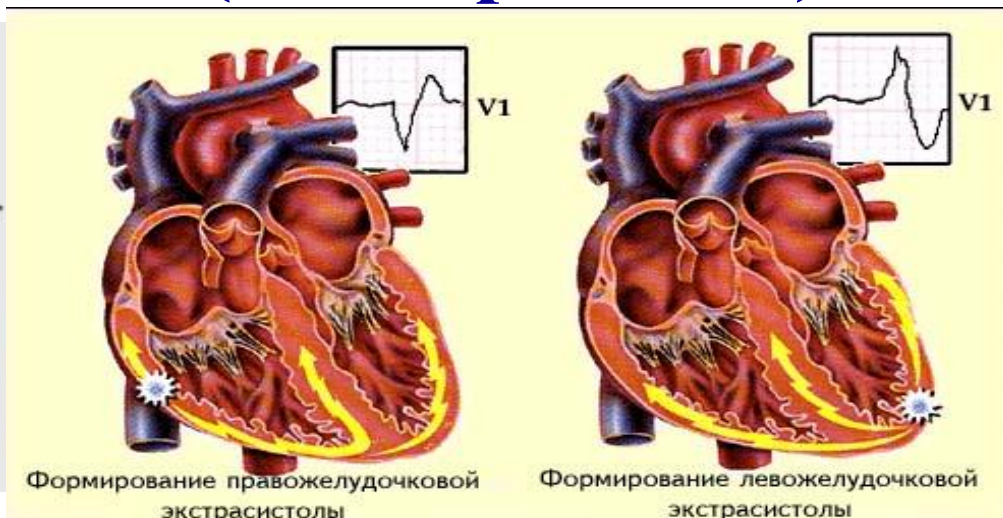
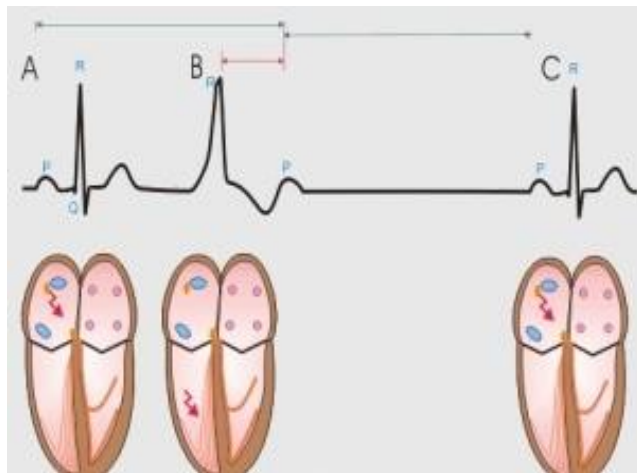


## Экстрасистолия желудочковая

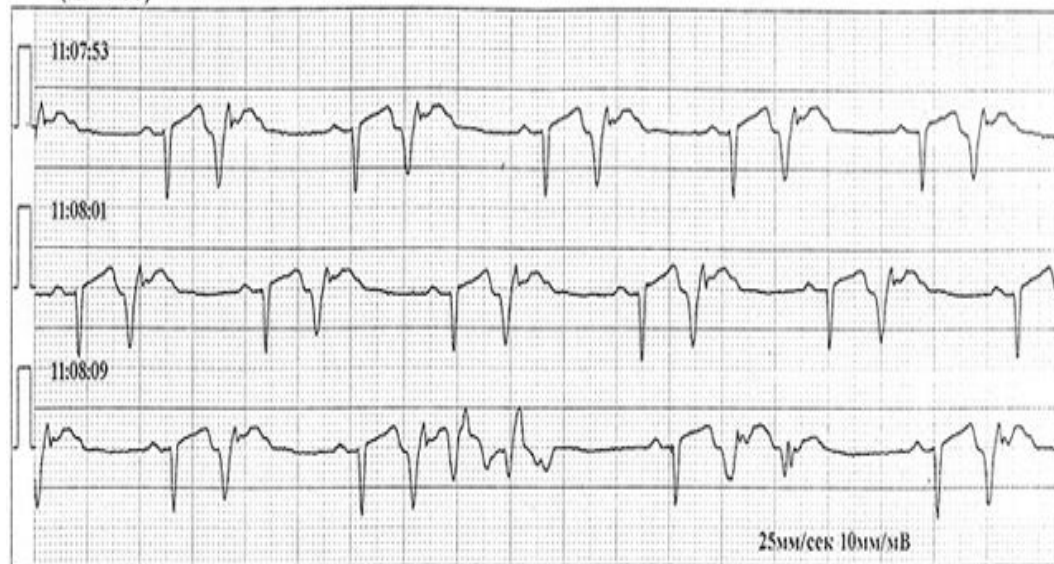
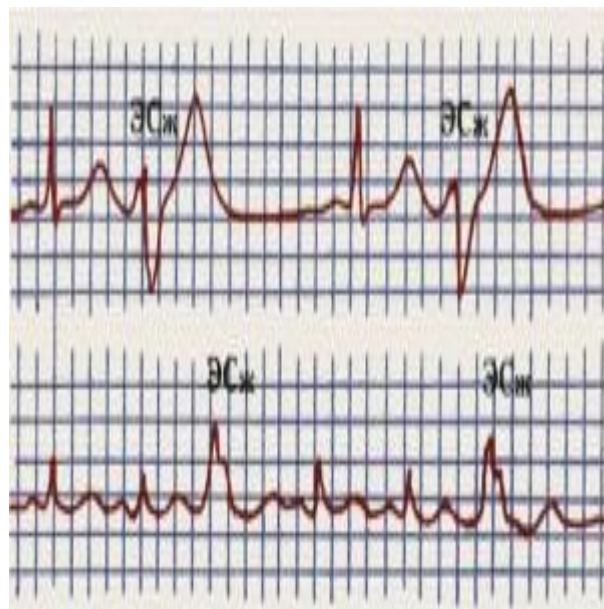


- Желудочковые экстрасистолы (ЖЭС) – внеочередные сокращения сердца, возникающие под влиянием преждевременных импульсов, которые происходят из внутрижелудочковой проводящей системы.  
Под влиянием импульса, возникшего в стволе пучка Гиса, его ножках, разветвлениях ножек или волокнах Пуркинье, происходит сокращение миокарда одного из желудочков, а затем и второго желудочка без предшествующего сокращения предсердий. Этим объясняются основные электрокардиографические признаки ЖЭС: преждевременный расширенный и деформированный желудочковый комплекс и отсутствие предшествующего ему нормального зубца Р, указывающего на сокращение предсердий. Желудочковая экстрасистолия может наблюдаться у здоровых людей, особенно при суточном мониторингировании электрокардиограммы (Холтер-ЭКГ). ЖЭС функционального характера чаще встречается у людей моложе 50 лет. Ее могут спровоцировать физическое или эмоциональное утомление, стресс, переохлаждение или перегревание, острые инфекционные заболевания, прием стимуляторов (кофеин, алкоголь, танин, никотин) или некоторых лекарственных препаратов.
- Функциональные ЖЭС довольно часто обнаруживаются при усилении активности блуждающего нерва. В этом случае они сопровождаются редким пульсом, усиленным слюноотделением, холодными влажными конечностями, артериальной гипотонией.

# Экстрасистолия желудочковая (ЭКГ признаки)



Групповые желудочковые экстрасистолы  
(11:08:05)



- СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ