

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

Функции сердца:

- **Автоматизм** - способность сердца спонтанно вырабатывать импульсы возбуждения.

В норме наибольшим автоматизмом обладают клетки синусового узла, расположенного в правом предсердии.

- **Проводимость** - способность сердца проводить импульсы от места их возникновения до сократительного миокарда.

В норме импульсы проводятся от синусового узла к мышце предсердий и желудочков. Наибольшей проводимостью обладает проводящая система сердца.

- **Возбудимость** - способность сердца возбуждаться под влиянием импульсов. Во время возбуждения сердца образуется электрический ток, который регистрируется гальванометром в виде электрокардиограммы.
- **Сократимость** - способность сердца сокращаться под влиянием импульсов.
- **Тоничность** - способность сердца сохранять свою форму во время диастолы.

Важными электрофизиологическими процессами являются также **рефрактерность и абберантность.**

- **Рефрактерность** - это невозможность возбужденных клеток миокарда снова активизироваться при возникновении дополнительных импульсов.

Различают абсолютную и относительную рефрактерность. Во время абсолютной рефрактерности на сердце не влияют импульсы любой силы. Во время относительного рефрактерного периода сердце способно к возбуждению, если сила поступающего импульса больше обычного.

Абсолютный рефрактерный период соответствует на ЭКГ комплексу QRS и сегменту ST. Относительный рефрактерный период соответствует зубцу T.

- **Абберантность** или абберантное проведение - патологическое, необычное проведение импульса по предсердиям и желудочкам

Электрокардиография позволяет изучать следующие свойства сердца: автоматизм, проводимость, возбудимость, рефрактерность и абберантность.

Строение и функции проводящей системы сердца

- Проводящая система начинается **синусовым узлом (узел Киса-Флака)**, который расположен в верхней части правого предсердия.

Основной функцией синусового узла является генерация электрических импульсов нормальной периодичности (*автоматизм первого порядка*).

Нормальный автоматизм синусового узла 60-80 импульсов в 1 минуту.

- Из синусового узла возбуждение распространяется к предсердиям.
- Из предсердий импульс попадает в **атриовентрикулярный узел (узел Ашоффа-Тавара)**, который расположен в нижней части правого предсердия вблизи коронарного синуса. Там импульс задерживается на 0.08 с (атриовентрикулярная задержка).

- Далее импульс распространяется **по пучку Гиса, его правой и левой ножкам к волокнам Пуркинье**. В миокарде желудочков волна возбуждения вначале охватывает межжелудочковую перегородку, а затем распространяется на оба желудочка сердца.

Атриовентрикулярный узел вместе с верхней частью пучка Гиса обладают **автоматизмом второго порядка** (40-60 импульсов в 1 мин.), ножки пучка Гиса и волокна Пуркинье - **автоматизмом третьего порядка** (15-40 в 1 мин.)

Автоматические центры второго и третьего порядка проявляют свою автоматическую функцию только в патологических условиях.

Проводящая система может проводить импульсы не только в обычном направлении - от предсердий к желудочкам (антеградно), но и в противоположном направлении (ретроградно).

Электрофизиология мышцы сердца

Различают 3 состояния мышечной клетки и сердца в целом:

- поляризацию - состояние покоя
- деполяризацию - состояние возбуждения
- реполяризацию - переход от возбуждения к покою.

При возбуждении миокарда создается электродвижущая сила (ЭДС), которая распространяется на поверхность тела человека и служит основой для регистрации ЭКГ.

Электрокардиография - это метод изучения биологических потенциалов, генерируемых мышцей сердца.

Для записи ЭКГ используют 12 основных, или рутинных, отведений:

- стандартные отведения: I, II, III
- усиленные однополюсные от конечностей: aVR, aVL, aVF
- грудные, или прекардиальные: V1 – V6

При необходимости используют дополнительные отведения: по Нэбу, Слопаку, Клетону, на 1-2 межреберья выше, справа и т.д.

Стандарт (протокол) записи ЭКГ

1. Вначале записывают милливольт, стандартность которого подтверждает исправность аппаратуры. Стандартный милливольт имеет амплитуду 10 мм и прямые углы.
2. Стандартной считают запись 12 отведений: трех стандартных, трех усиленных и 6 грудных.
3. На каждом отведении записывают не менее 3 сердечных циклов.
4. ЭКГ должна быть размечена общепринятой маркировкой: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6.

5. Должна быть дата и время записи, отмечен возраст, пол, предположительный диагноз.
6. Стандартная скорость записи 50 мм/с, возможна запись при 25 мм/с, 100 мм/с или др., но тогда скорость записи должна быть отмечена на пленке.

Протокол расшифровки ЭКГ

Бланк протокола расшифровки ЭКГ обычно состоит из 4 частей:

- паспортной части,
- расчетных данных,
- описания ЭКГ,
- клинико-электрокардиографического заключения.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМАЛЬНОЙ ЭКГ

В нормальной ЭКГ выделяют:

- (+) зубцы P,R,
- зубцы T,U, которые могут быть (+)/(-)
- (-) зубцы Q,S;
- интервалы PQ, QRS, QRST, TP , RR;
- сегменты PQ, ST

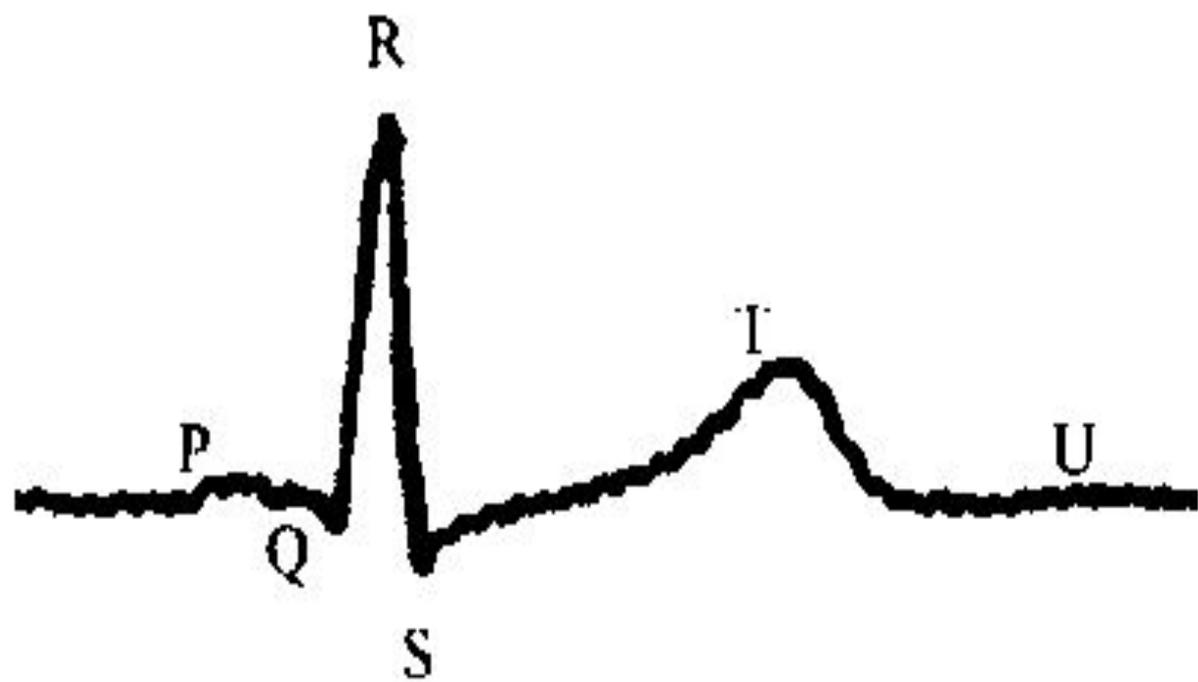


Рис. 1.

- **Зубец P** - отражает процесс деполяризации предсердий: восходящая его часть - деполяризацию правого предсердия, нисходящая - левого. Длительность P не $> 0,10''$
- **Интервал PQ** - отражает распространение возбуждения по предсердиям и а-в узлу до желудочков. Длительность PQ = $0,12-0,20''$.
- **Сегмент PQ** - интервал от конца P до начала Q; на ЭКГ он является изоэлектрической линией.

- **Комплекс QRS** - отражает процесс деполяризации желудочков. Его продолжительность = 0,06 - 0,10".
- **Зубец Q** - первый отрицательный зубец комплекса QRS, соответствует возбуждению межжелудочковой перегородки.

Требования к зубцу Q:

- глубина не $> 1/4 R$
- продолжительность - до 0,03 "
- форма - заостренная, без зазубрин

- **Зубец R** - отражает почти полное возбуждение желудочков. **В грудных отведениях R нарастает от VI к V4, где достигает максимума, и уменьшается к V6.** Амплитуда зубца R = 5-15 мм.
- **Зубец S** - отражает возбуждение базальных отделов сердца, т.е. окончание возбуждения желудочков. Это (-) зубец после зубца R. **В грудных отведениях зубец S уменьшается от VI к V6, в V5, 6 может отсутствовать.**
- Равенство зубцов R и S в грудных отведениях называется **переходной зоной, которая располагается в V3.**

- **Сегмент *ST*** - соответствует полному охвату возбуждением желудочков, когда разность потенциалов равна нулю, т.е. *ST* расположен на изолинии.
- **Зубец *T*** - отражает процесс быстрой реполяризации. По направлению *T* совпадает с *R*.

Высота зубца *T* в отведениях от конечностей - 5 мм, в грудных - до 15 мм. Важна форма *T* - туповершинная, асимметричная.

- **Интервал *QRST*** - называется электрической систолой желудочков, продолжительность до 0,40" (меняется от ЧСС).
- **Интервал *TP*** - соответствует диастоле. Продолжительность его не измеряется, зависит от ЧСС.
- **Интервал *R-R*** - характеризует длительность одного сердечного цикла. Зависит от ЧСС. При нормальной ЧСС (примерно 70 в мин) составляет 0,80".

ПОРЯДОК АНАЛИЗА ЭКГ

- Что является водителем ритма?

Синусовый ритм, несинусовый ритм –предсердный, узловой, желудочковый (идиовентрикулярный).

- Правильность ритма
(регулярность).

- Определение ЧСС.

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{\text{R-R (сек.)}}$$

- При скорости записи ЭКГ 50 мм/с 1 мм пленки соответствует 0,02", при скорости 25 мм/с - 0,04".

В норме ЧСС составляет 60-90 в мин,
при ЧСС < 60 говорят о брадикардии, >
90 - тахикардии.

При неправильном ритме
подсчитывают ЧСС на наибольшем и
наименьшем интервале R-R и указывают
диапазон ЧСС (напр. ЧСС от 70 до 100 в
мин).

- **Характеристика вольтажа зубцов.**

Вольтаж считается достаточным при выполнении условий:

1) $R_{\max} > 5 \text{ мм}$

2) $R_I + R_{II} + R_{III} > 15 \text{ мм}$

- **Определение электрической оси.**

Методы определения эл. оси:

- графический;

- визуальный

- **Визуальный:**
- $R II > R I > R III$ - нормальное положение эл.оси
- $R I > R II > R III$; $S III$ глубокий-отклонение влево
- $R III > R II > R I$; $S I$ глубокий-отклонение вправо

- **Характеристика зубцов и интервалов ЭКГ.**

Проводится чаще по II отведению; наличие патологического Q, положение ST, характеристика T, интервал R-R - по всем отведениям.

- **Клиническая оценка ЭКГ.**

Заключается в выявлении признаков:

- нарушения ритма и проводимости;
- гипертрофии различных отделов сердца;
- коронарной недостаточности: ишемии, повреждения, некроза.

НАРУШЕНИЯ РИТМА И ПРОВОДИМОСТИ

I. Нарушения автоматизма синусного узла

■ 1. *Синусовая тахикардия*

ЭКГ - признаки :

1. правильный синусовый ритм
2. увеличение ЧСС > 90 в мин



Рис.3.

2. Синусовая брадикардия

ЭКГ - признаки :

- 1. правильный синусовый ритм
- 2. уменьшение ЧСС < 60 в мин

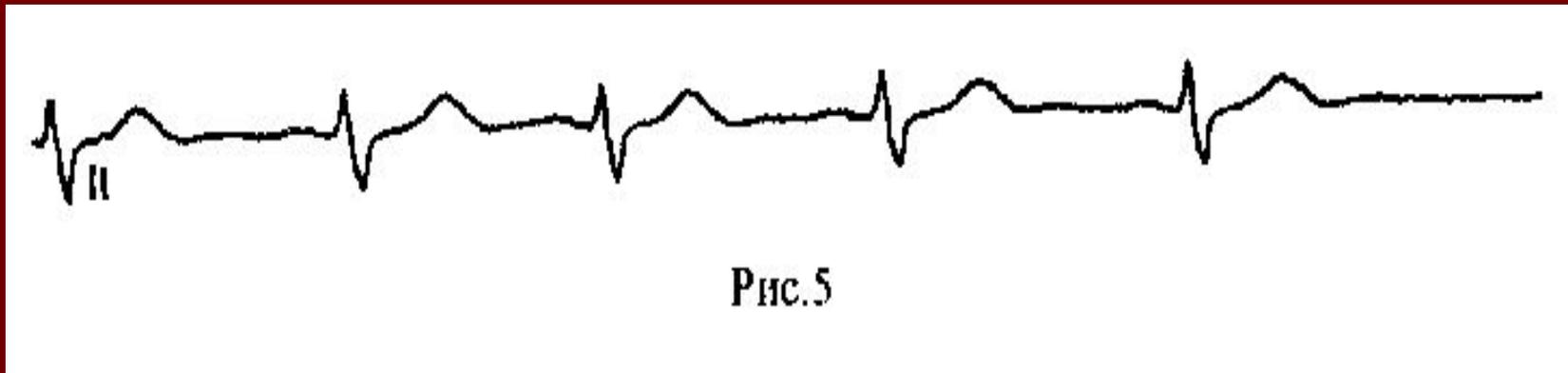


3. *Синусовая аритмия*

- ЭКГ - признаки :

1. ритм синусовый

2. колебания интервалов R-R $> 0,10$



II. Экстрасистолы

Эти аритмии обусловлены наличием очагов повышенной патологической импульсации в предсердиях, а-в узле или желудочках.

- При наличии экстрасистолии обязательно оценивают:
- -интервал сцепления - расстояние от синусового комплекса, предшествующего экстрасистоле, до экстрасистолы
- компенсаторную паузу - расстояние между экстрасистолой и следующим за ней синусовым комплексом

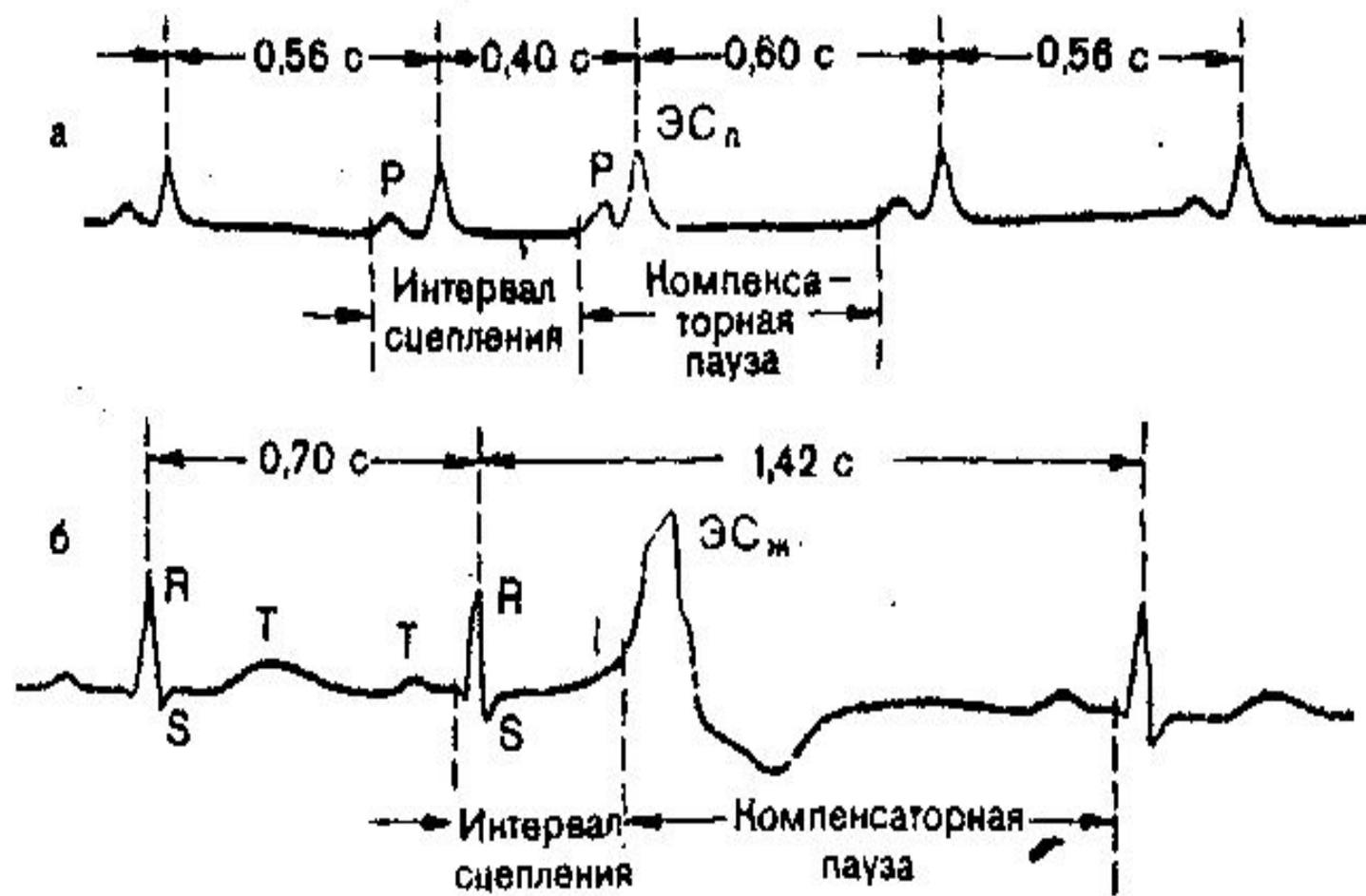


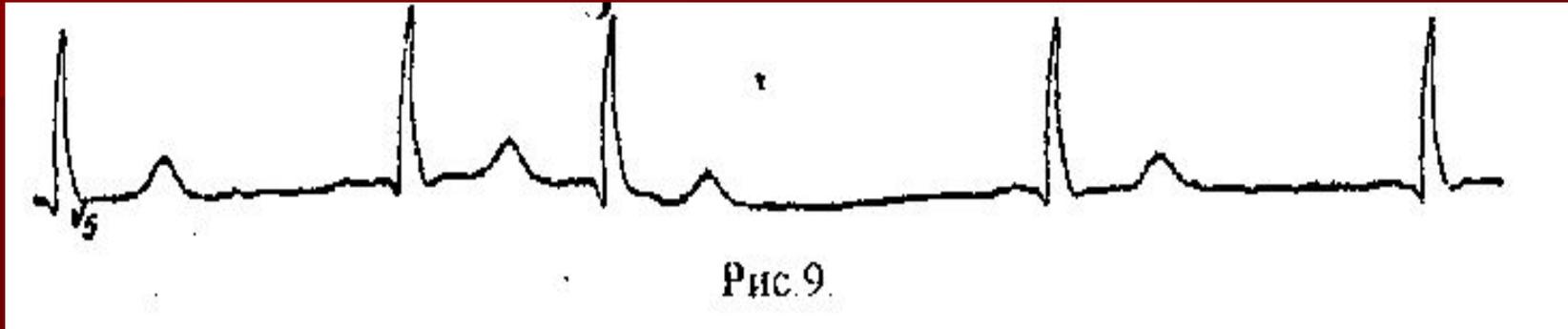
Рис. 7.

- **Предсердная экстрасистолия**
- ЭКГ - признаки *наджелудочковой экстрасистолии*
- преждевременное появление комплекса PQRSТ;
- деформация или изменение направления зубца Р экстрасистолы;
- форма комплекса QRS экстрасистолы похожа на синусовый комплекс, ширина QRS не $> 0.10''$;
- наличие неполной компенсаторной паузы, которая, больше интервала R-R



Рис. 8.

■ Узловая экстрасистолия



- 1. преждевременное появление комплекса QRS, по форме похожего на синусовый комплекс, с шириной не $> 0,10''$;
- 2. зубец P (-) до или после QRS или отсутствует;
- 3. наличие неполной компенсаторной паузы.

- **Желудочковая экстрасистолия**
- **1. преждевременное появление QRS, измененного по форме, расширенного $> 0.10''$ и деформированного;**
- **дискордантность сегмента ST и зубца T относительно QRS;**
- **отсутствие перед экстрасистолой зубца P;**
- **наличие полной компенсаторной паузы, которая равна удвоенному интервалу R-R.**

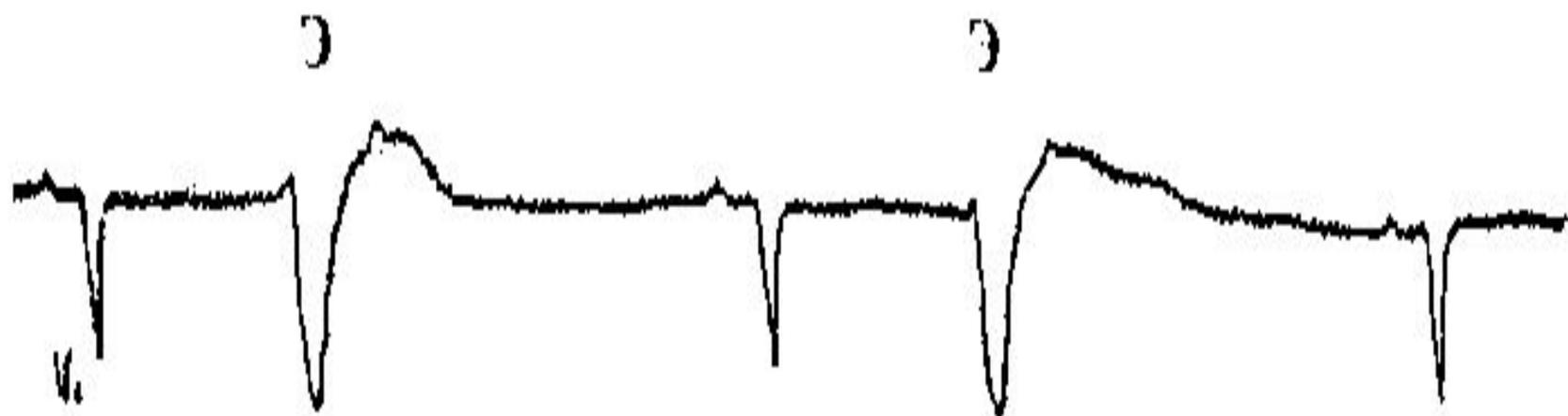


Рис. 10.

Экстрасистолы могут быть единичными, парными (2 экстрасистолы подряд), групповыми (3 и > экстрасистолы).

По количеству эктопических очагов экстрасистолы делятся на:

- *монотопные* - исходящие из одного эктопического источника;
- *политопные* - обусловленные функционированием нескольких эктопических очагов и характеризующиеся отличными друг от друга по форме экстрасистолами с разными интервалами сцепления.

Алгоритмия - правильное чередование экстрасистолы с нормальными синусовыми комплексами (бигеминия, тригеминия, квадригеминия и т.д.).

- ***Пароксизмальная тахикардия*** - внезапно начинающийся и внезапно заканчивающийся приступ учащения сердечных сокращений до 110 -220 в минуту с сохранением регулярного ритма, обусловленный эктопическими импульсами из предсердий, а-в узла или желудочков

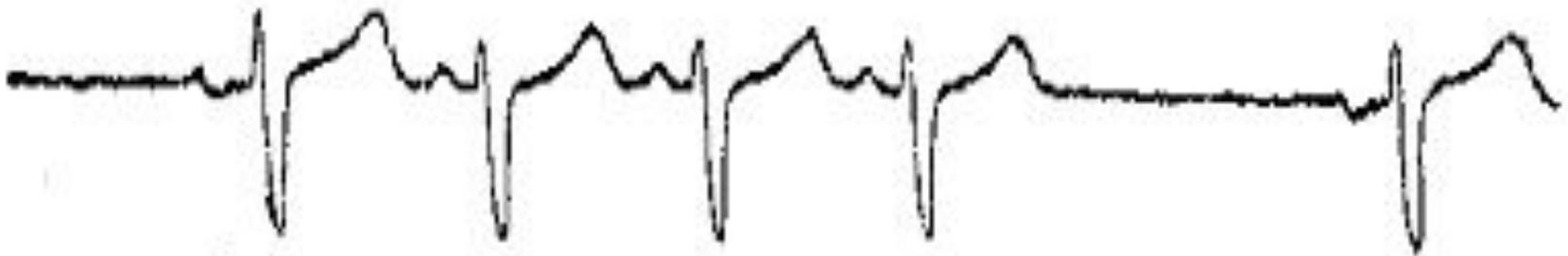


Рис. 11.

1. Мерцание (фибрилляция) предсердий -

это частое хаотическое возбуждение и сокращение отдельных групп мышечных волокон (частота сокращения предсердий >360 в минуту).

- На ЭКГ отсутствует зубец P, вместо него - беспорядочные волны f различной формы.
- Различные интервалы R-R (нерегуляр)

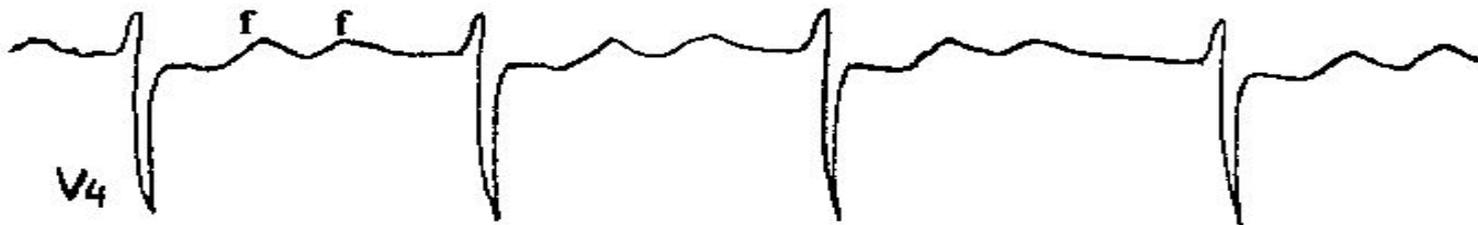


Рис. 12.

2. Трепетание предсердий - частое (220 - 360 в минуту) ритмичное сокращение предсердий.

- Отсутствует P, вместо него - волны F, часто пилообразной формы, одинаковые между собой

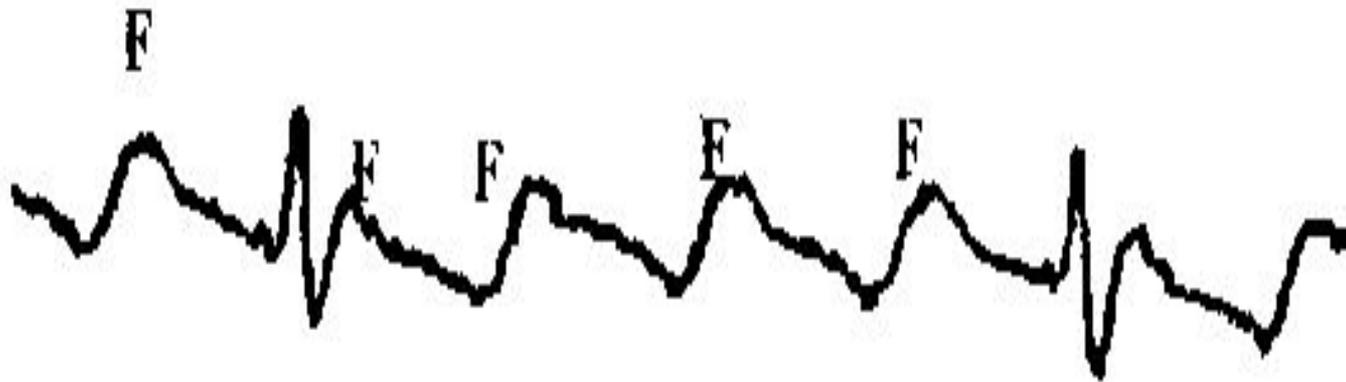


Рис. 13.

Б. Аритмии, связанные с нарушением функции проводимости

I. Замедление проведения импульса называется блокадой.

1. Синоатриальная блокада - нарушение проведения импульса от синусного узла к предсердиям:



Рис.14.

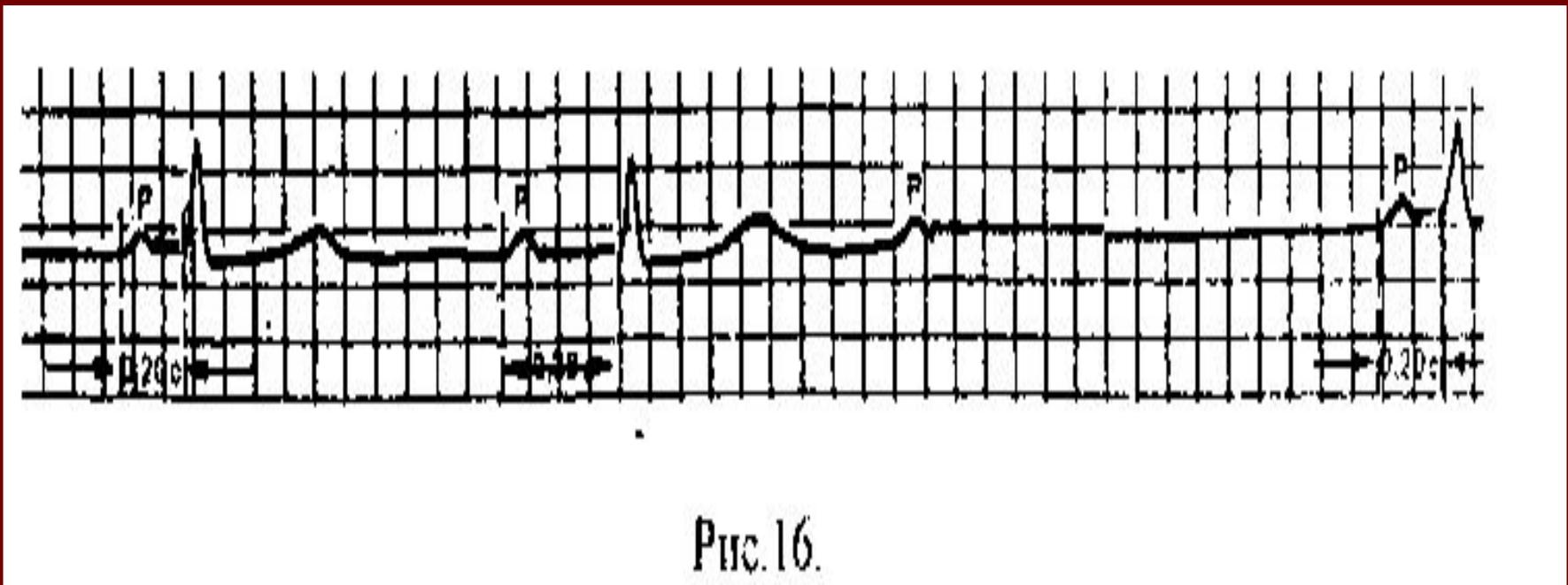
- 2. Внутривердсердная блокада** - характеризуется замедлением проведения импульсов по предсердиям.
- 3. Атриовентрикулярные блокады** - нарушение проведения импульсов от предсердий к желудочкам через а-в узел: * I степени PQ больше 0,2 сек



Рис.15.

- *II степени*

- * тип Мобитц I постепенное удлинение PQ с последующим выпадением QRS (наличие периодов Самойлова-Венкебаха)



* тип Мобитц II PQ остается постоянным (нормальным или удлинненным), выпадение QRS регулярное или беспорядочное

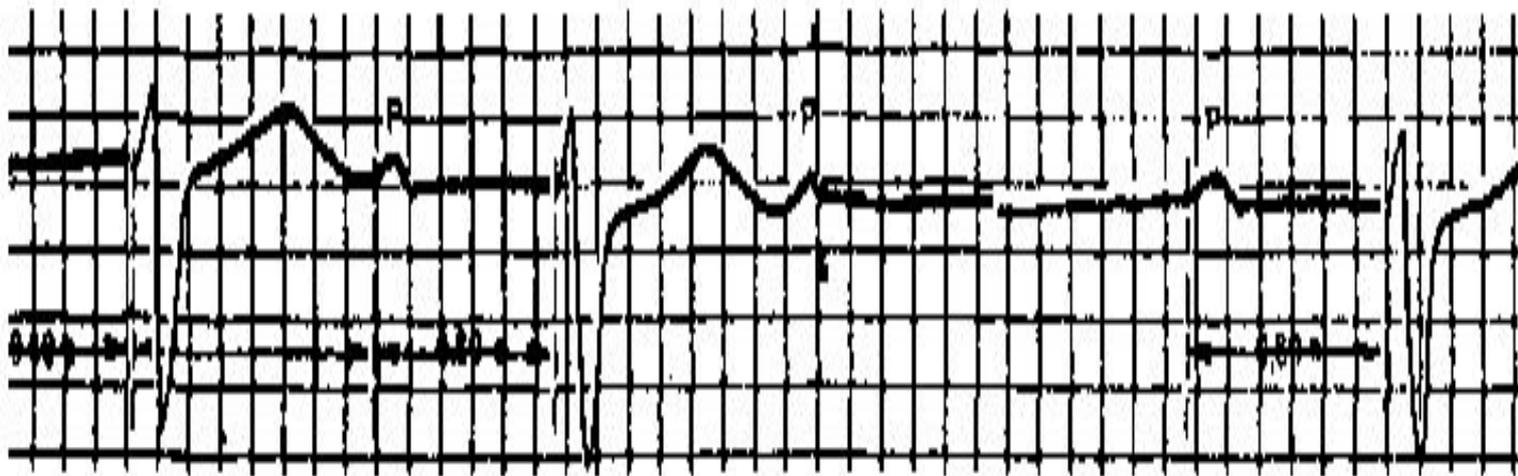


Рис. 17.

- *III степени* - Полная блокада сопровождается выраженными гемодинамическими нарушениями за счет снижения минутного объема крови, гипоксией внутренних органов.

Длительные периоды асистолии желудочков (>10-20") с гипоксией головного мозга клинически проявляются приступами Морганьи-Эдемса-Стокса: потеря сознания, судорожный синдром.

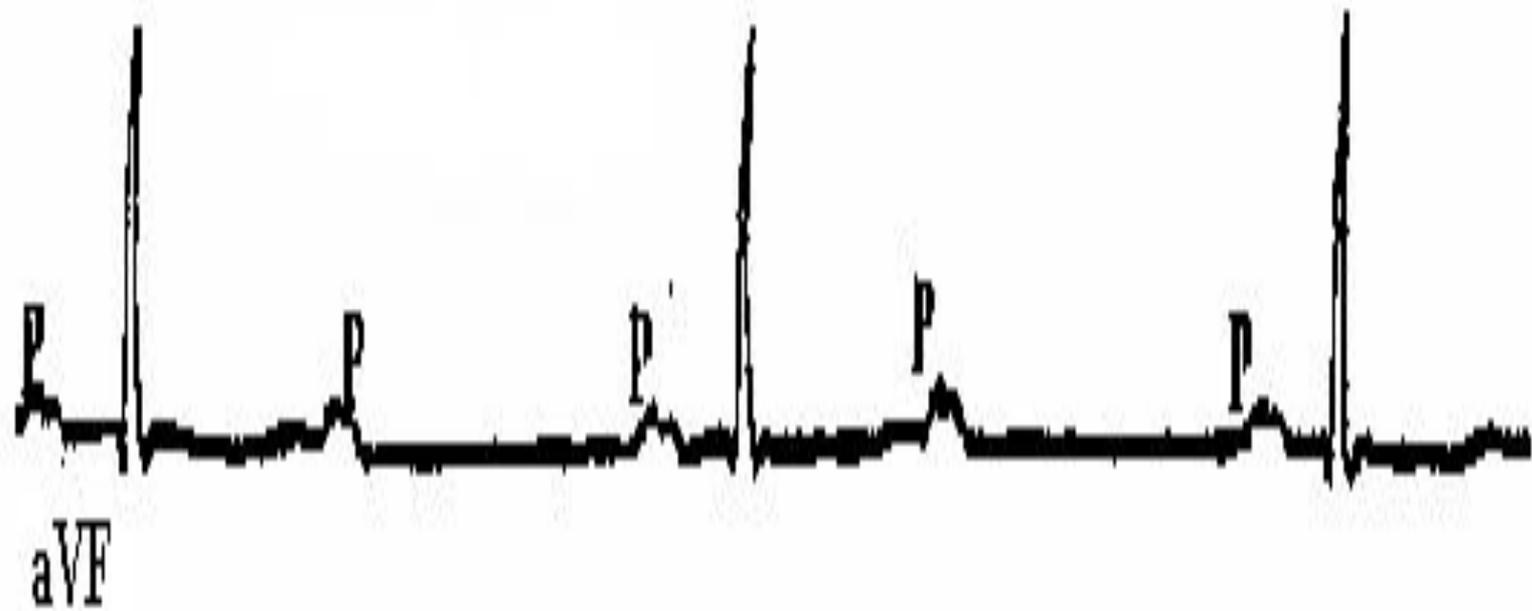


FIG. 18.

Блокады ножек пучка Гиса

- 1. Уширение комплекса QRS:
 - 0,10-0,12" - неполная блокада;
 - >0,12"-полная.
- 2. Наличие заблокированного R (широкого, деформированного, расщепленного) в соответствующих отведениях:
 - V1,2 - для правой ножки,
 - V5, 6 - для левой

- 3. Дискордантность ST и T относительно блокадного R в соответствующих отведениях - при полной блокаде, при неполной этот признак не постоянный.
- 4. Умеренное отклонение эл.оси в соответствующую сторону

4. Блокады ножек пучка Гиса

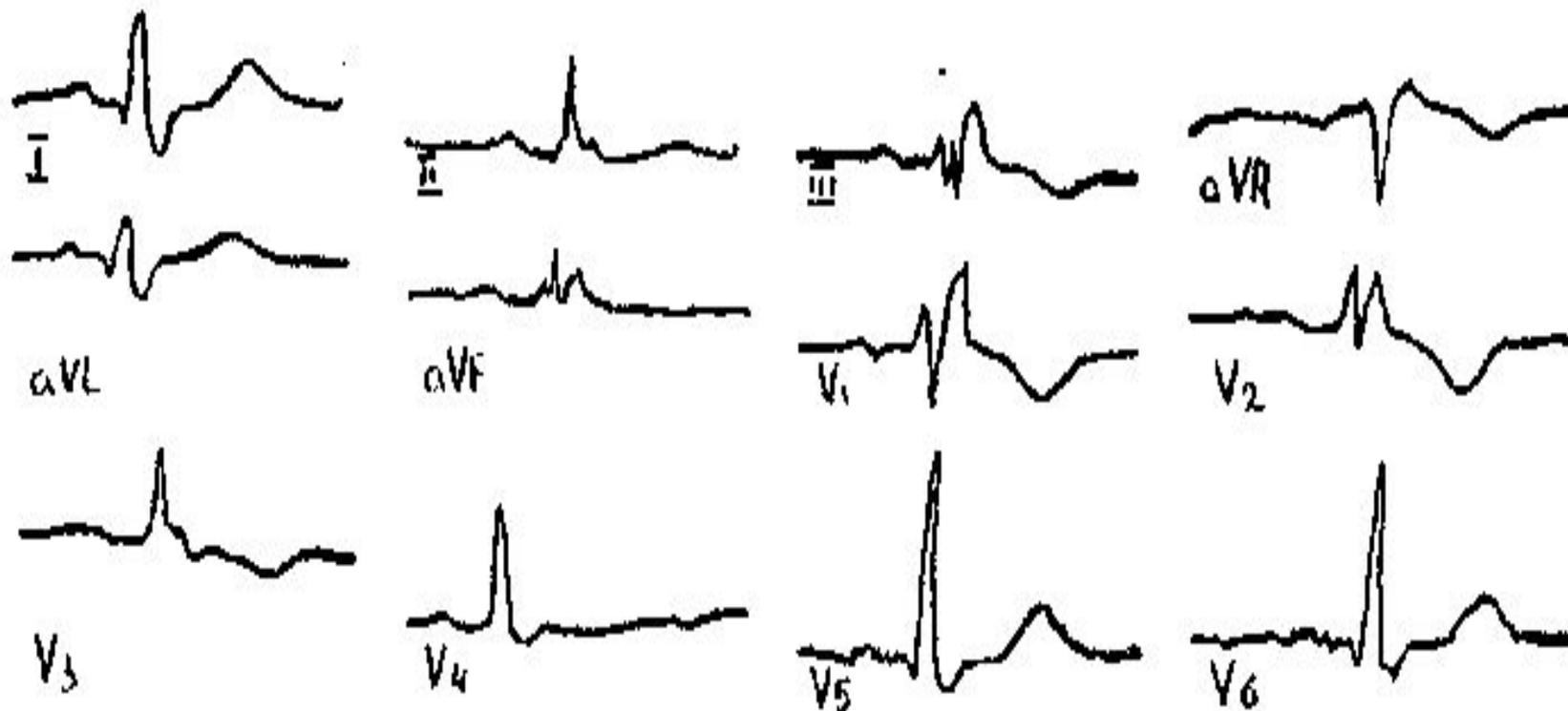


Рис. 19.

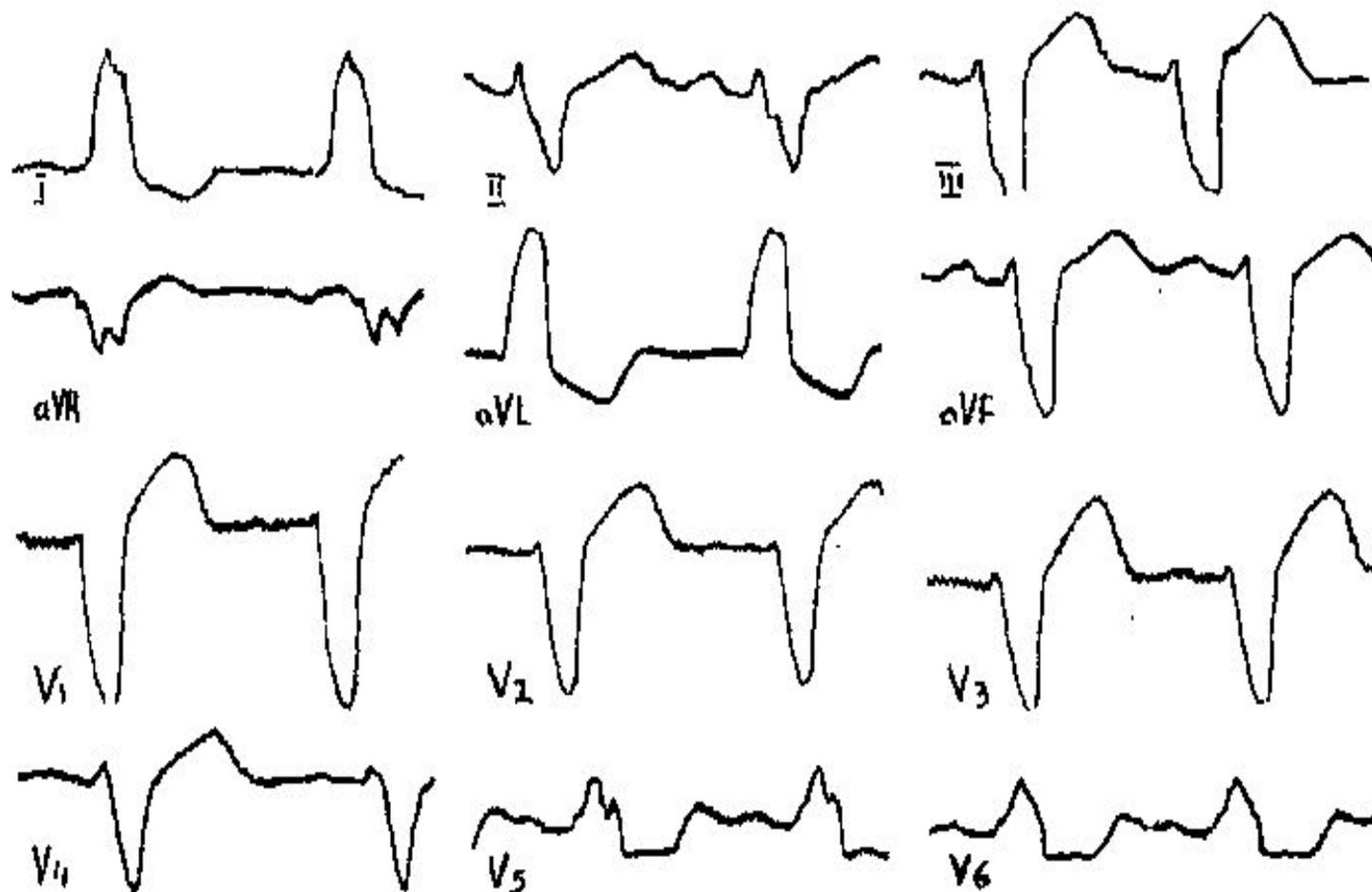


Рис. 20.

IV. ГИПЕРТРОФИИ ПРЕДСЕРДИЙ И ЖЕЛУДОЧКОВ

1. Гипертрофия правого предсердия

- Высокие остроконечные зубцы Р с амплитудой $>2,5$ мм в отведениях II, III, aVF ("**P-pulmonale**"); в отведении V1 - преобладание первой положительной фазы двухфазного зубца Р.

- Продолжительность зубца Р не превышает норму - $0,10''$, т.к. деполяризация обоих предсердий заканчивается одновременно (в норме деполяризация правого - раньше) и общая продолжительность Р не изменяется

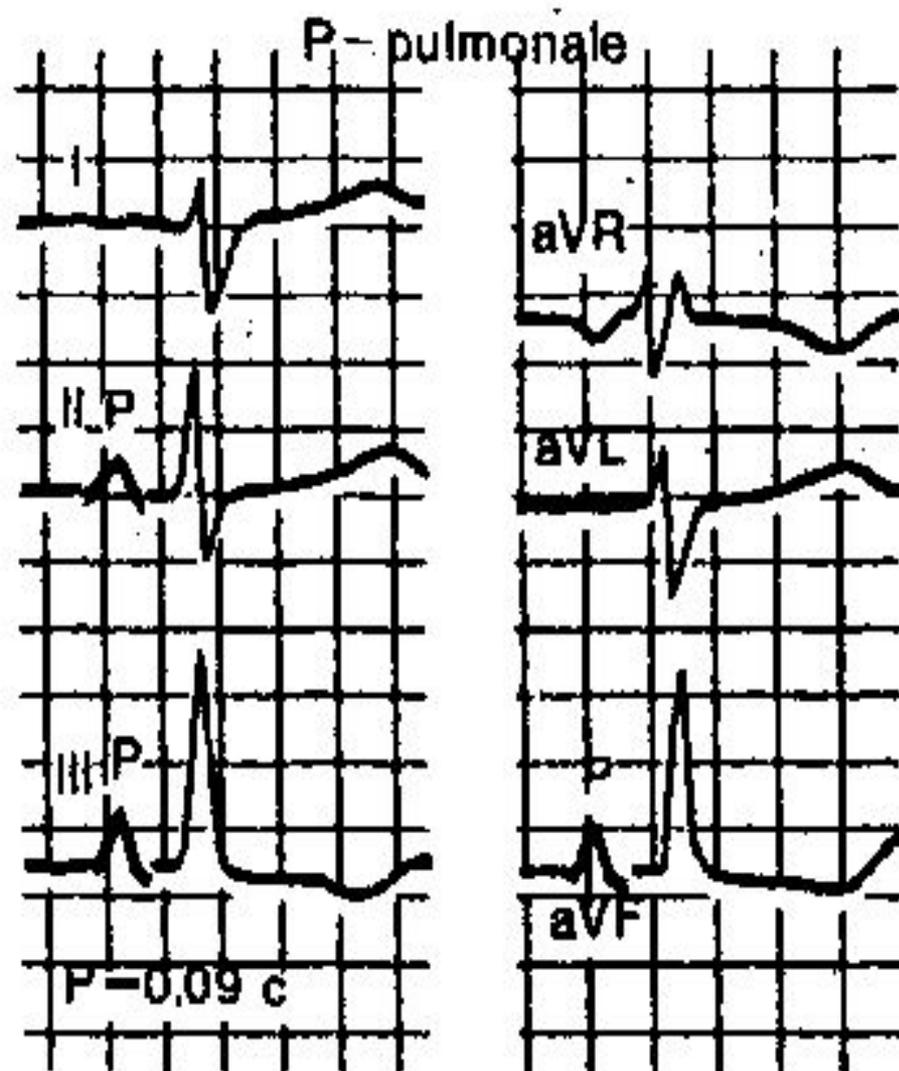


Рис. 21.

2. Гипертрофия левого предсердия

- Уширение зубца P $>0,10''$ в I, II, aVL; в отведении V1 - увеличение глубины и продолжительности второй отрицательной фазы двухфазного зубца P.
- Раздвоение вершины зубца P - наличие двухгорбого P - "**P-mitrale**" в тех же отведениях в результате более позднего окончания возбуждения левого предсердия

P - mitrale

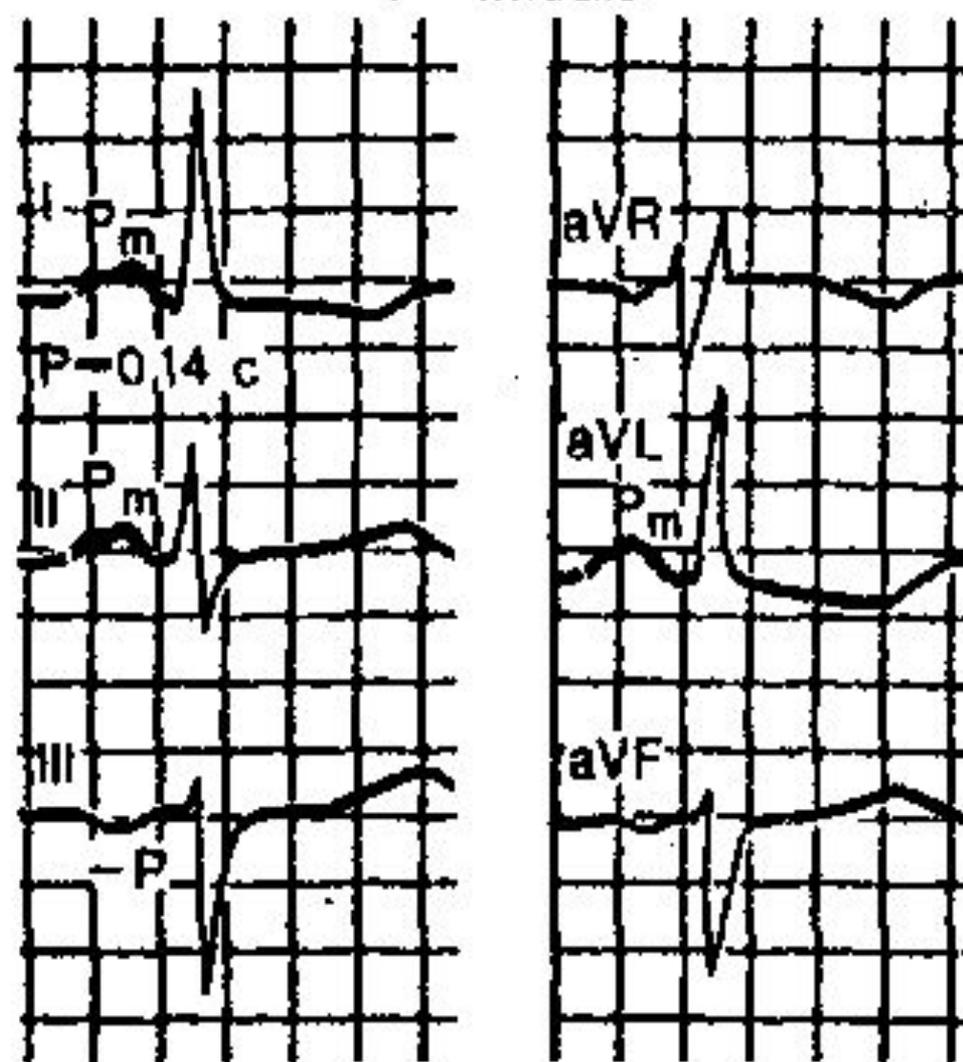


Рис. 22.

3. Гипертрофия правого желудочка.

- Увеличение амплитуды зубца R в правых грудных отведениях - V1, 2, глубины зубца S в левых грудных отведениях - V5, 6.
- $R_{V1} > 7 \text{ мм}$
 $R_{V1} + S_{V6} > 10,5 \text{ мм}$
- Расположение электрической оси вертикально или смещение ее вправо.

- Смещение переходной зоны влево к V5, 6.
- Увеличение времени внутреннего отклонения в V1 $> 0,03''$.
- Смещение сегмента ST и отрицательный зубец T в VI,2 ,III, aVF - при выраженной гипертрофии правого желудочка с его систолической перегрузкой .

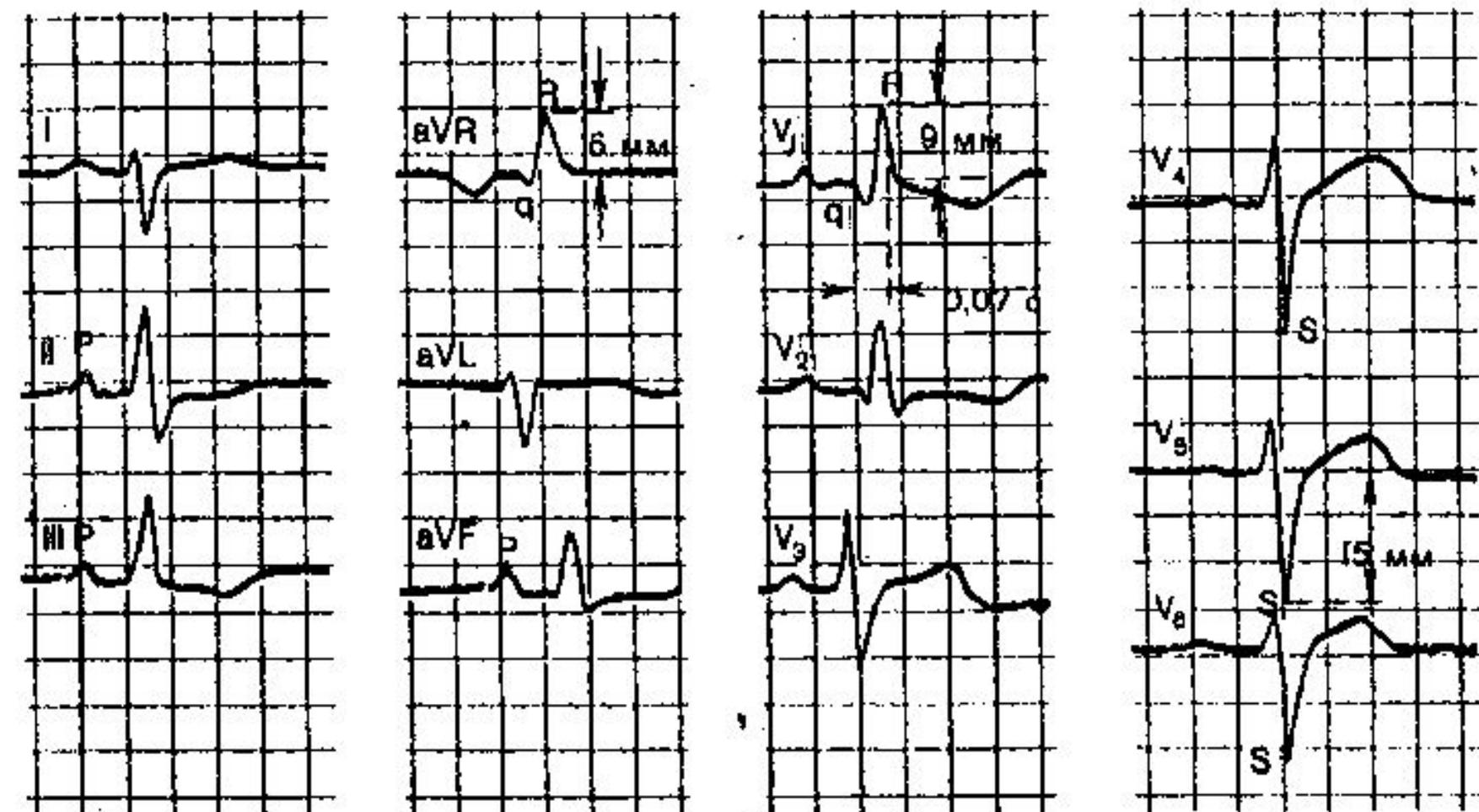


Рис.23.

4. Гипертрофия левого желудочка

- Увеличение амплитуды зубца R в левых грудных отведениях - V5,6 .
- **$R_{v5,6} > R_{v4}$**
- Увеличение глубины зубца S в правых грудных отведениях - V1,2
- **$R_{v5,6} > 25 \text{ мм}$ $R_{v5,6} + S_{v1,2} > 35 \text{ мм}$**
- Смещение электрической оси сердца влево

- Смещение переходной зоны вправо, к V1,2
- Увеличение времени внутреннего отклонения в V5,6 $> 0,05''$
- Смещение сегмента ST и отрицательный зубец T в V5,6 , I, aVL - при выраженной гипертрофии левого желудочка с его систолической перегрузкой.

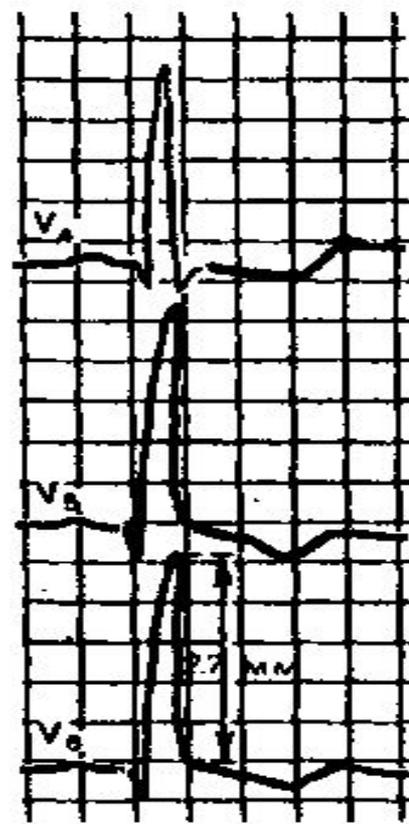
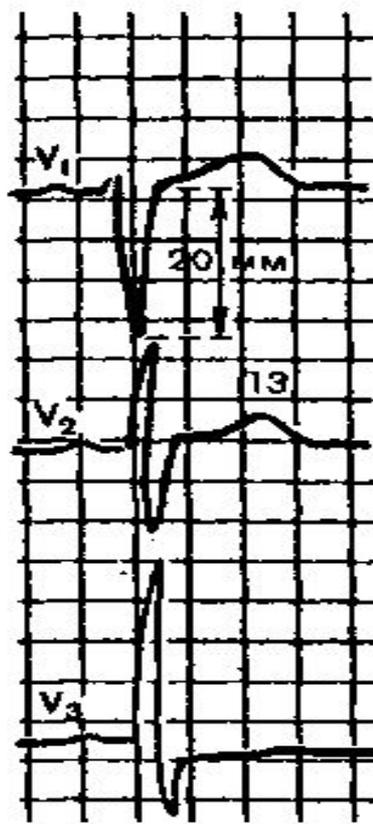
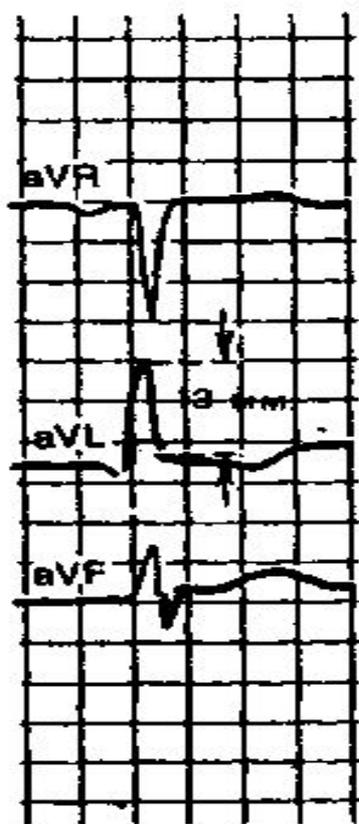
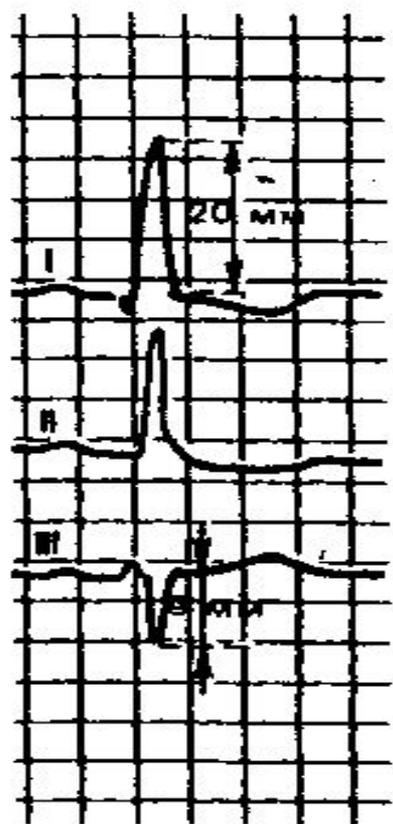


Рис. 24.