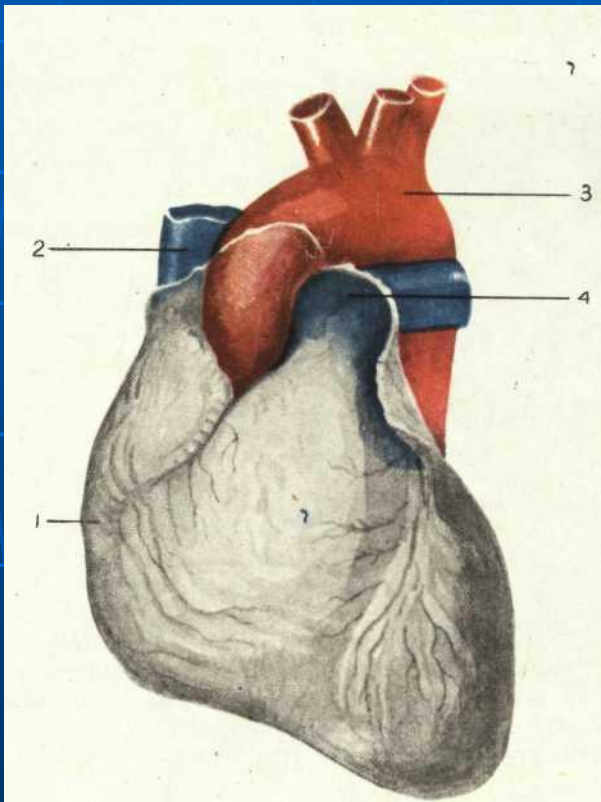


Электрокардиография

Лекция для студентов 3 курса

Общий вид сердца спереди:



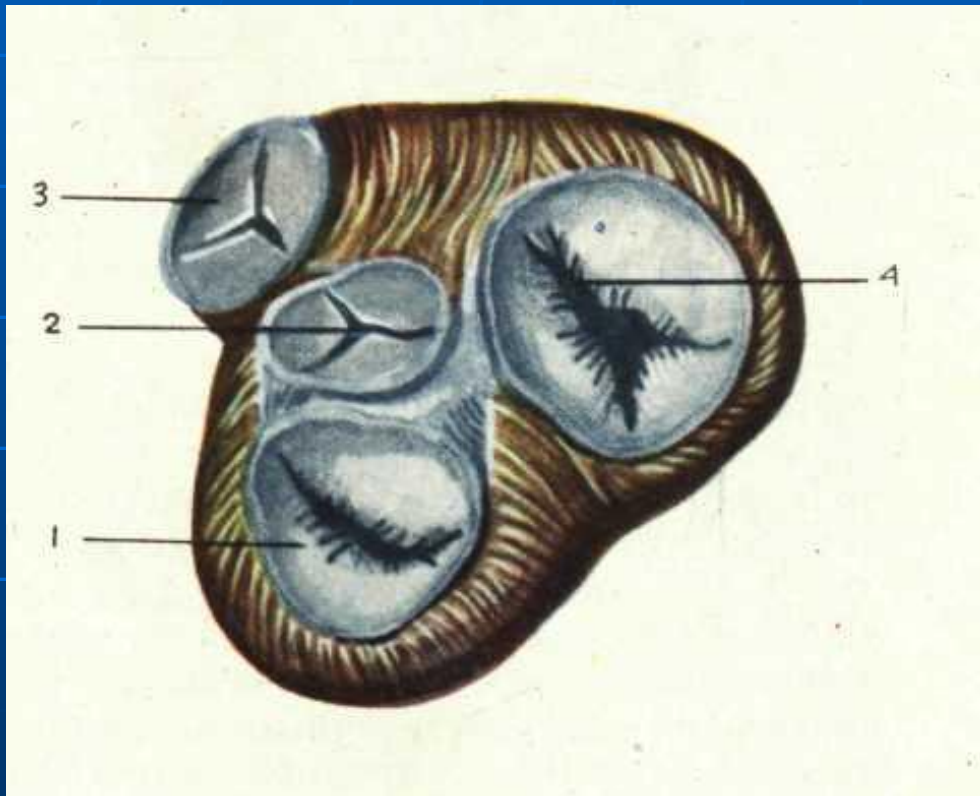
1-перикард;

**2 — верхняя
полая вена;**

3 — аорта;

**4 — легочные
артерии**

Клапанный аппарат сердца



**1—митральный
клапан;**

**2—аортальный
клапан;**

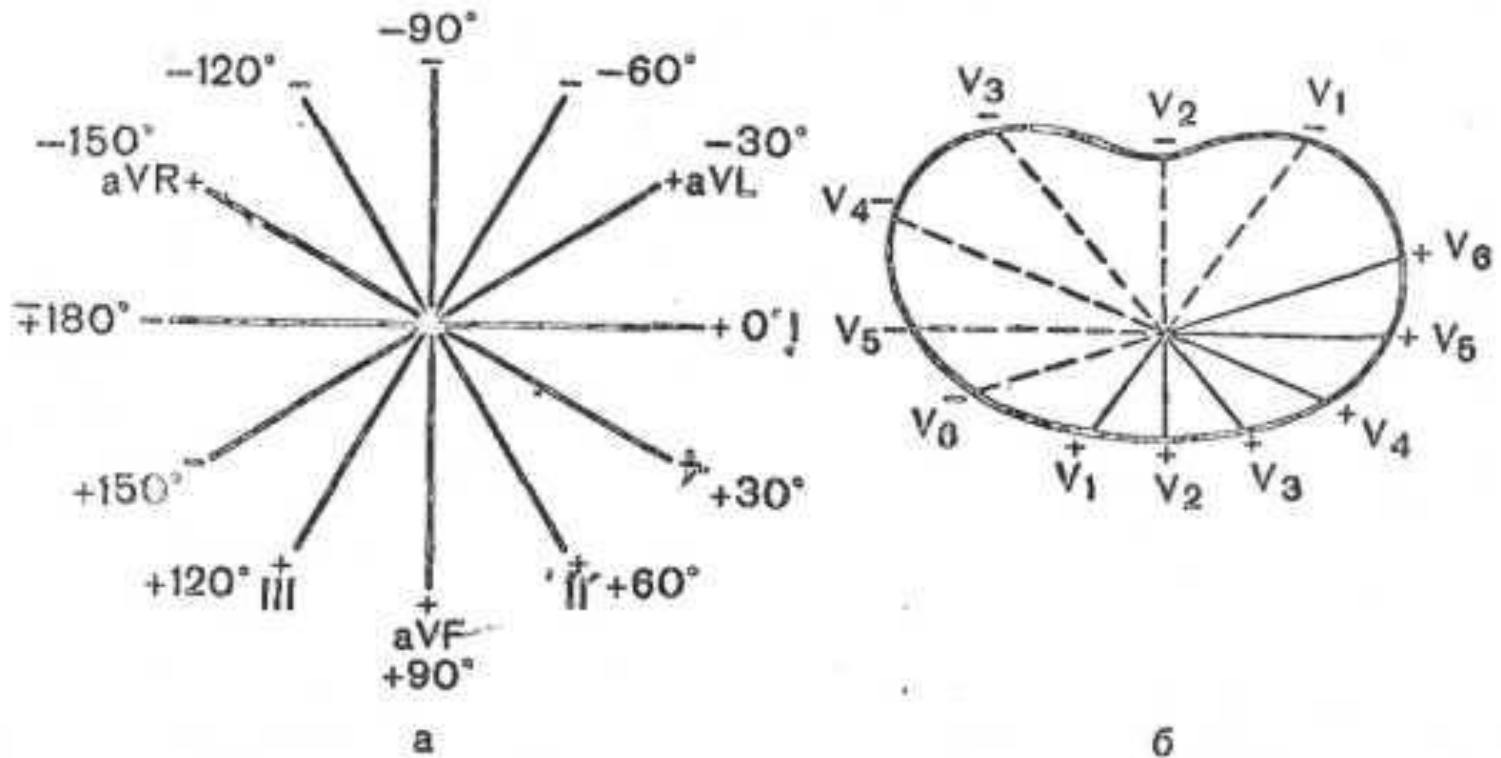
**3-клапан легочной
артерии;**

**4— трикуспидальный
клапан**

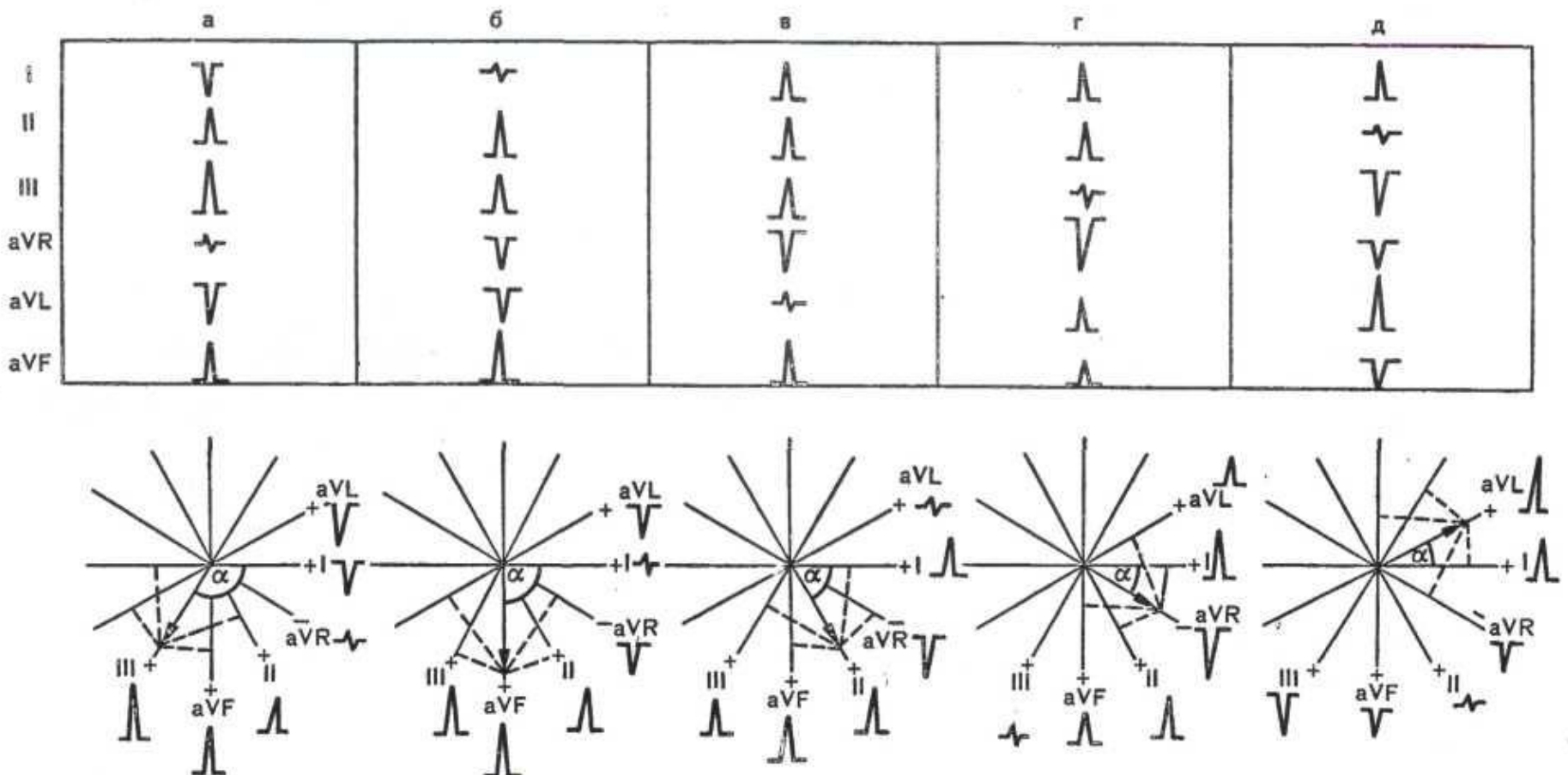
Анализ ЭКГ

- Ритм
- Положение ЭОС
- Частота сердечных сокращений в минуту: $60/RR(\text{сек})$.
- Количественная и качественная характеристика зубцов и интервалов по I стандартному отведению, зубца Р и QRS во всех отведениях
- Отклонение сегмента R-ST от изолинии и изменение зубца Т.
- Заключение по ЭКГ.

Схема расположения и полярности 12 отведений, общепринятых в клинической электрокардиографии.

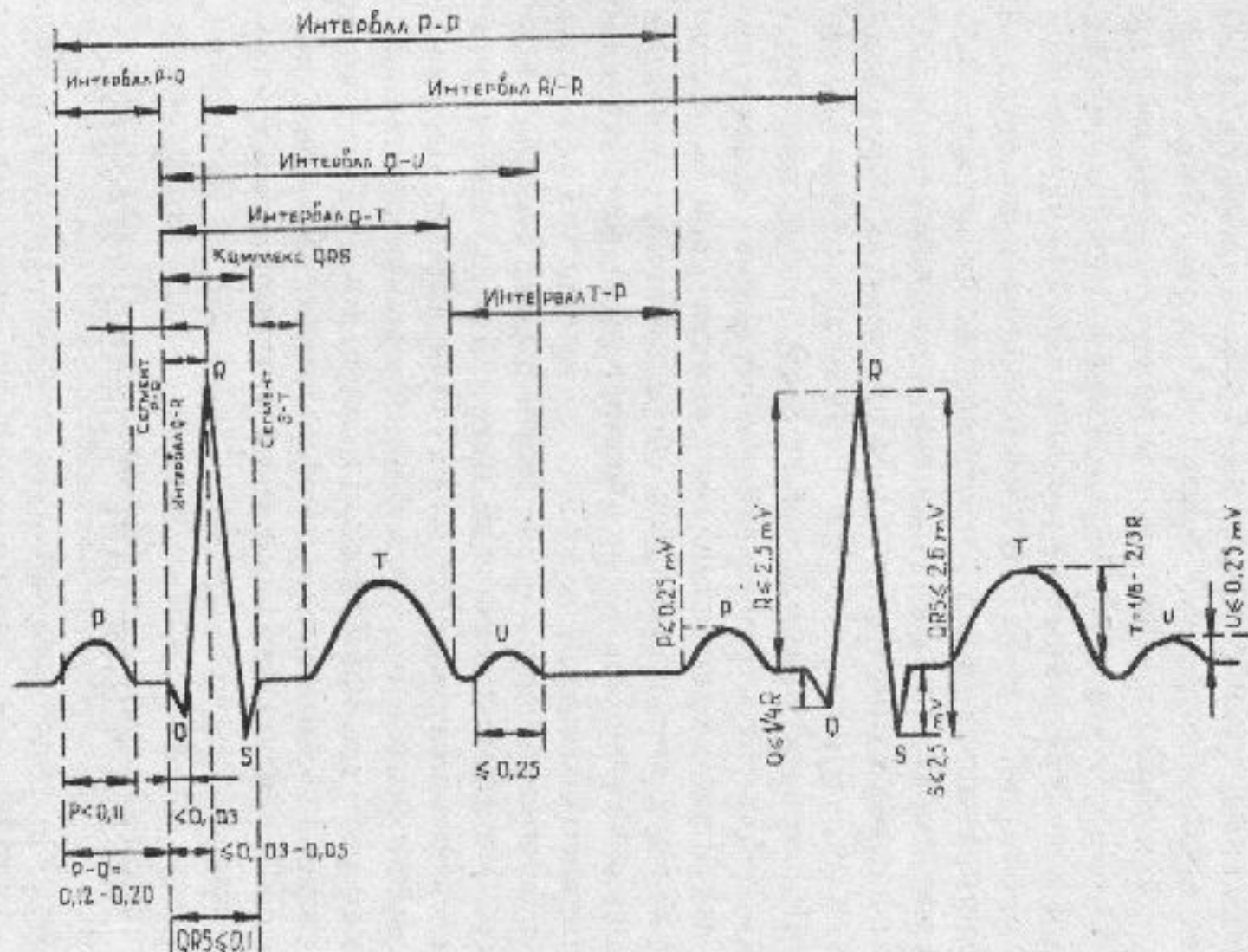


Определение ЭОС



а — отклонение вправо ($\alpha = +90^\circ \dots +120^\circ$);
 б — вертикальное направление ($\alpha = +70^\circ \dots +90^\circ$);
 в — нормальное направление ($\alpha = +30^\circ \dots +69^\circ$);
 г — горизонтальное направление ($\alpha = +29^\circ \dots 0^\circ$);
 д — отклонение влево ($\alpha = 0^\circ \dots -90^\circ$).

Нормальная ЭКГ



Зубцы ЭКГ: зубец Р

- 1. В норме в отведениях I, II, aVF, V2—V6 зубец Р всегда положительный.
- 2. В отведениях III, aVL, V1 зубец Р может быть положительным, двухфазным, а в отведениях III и aVL иногда даже отрицательным.
- 3. В отведении aVR зубец Р всегда отрицательный.
- 4. Продолжительность зубца Р не превышает 0,1 с, а его амплитуда — 1,5—2,5 мм.
- Интервал Р-Q (Р-R) 0,12-0,20 с.

Зубец Q

- При наличии зубца Q его глубина не должна превышать $\frac{1}{4}$ зубца R в этом же отведении
- Продолжительность не более 0,03 с.

Зубец R

- 1. В норме зубец R может регистрироваться во всех стандартных и усиленных отведениях от конечностей. В отведении aVR зубец R нередко плохо выражен или отсутствует вообще.
- 2. В грудных отведениях амплитуда зубца R постепенно увеличивается от V1 к V4, а затем несколько уменьшается в V5 и V6. Иногда зубец rV1, может отсутствовать.
- 3. Зубец RV 1 V 2 отражает распространение возбуждения по межжелудочковой перегородке и правому желудочку, а зубец RV4 V5 V6 — по мышце левого и частично правого желудочков.
- 4. Интервал внутреннего отклонения в отведении V1, не превышает 0,03 с, а в отведении V6 — 0,05 с.

Зубец S

- 1. У здорового человека амплитуда зубца S в различных электрокардиографических отведениях колеблется в больших пределах, не превышая 20 мм.
- 2. При нормальном положении сердца в грудной клетке в отведениях от конечностей амплитуда -S мала, кроме отведения aVR.
- 3. В грудных отведениях зубец S постепенно уменьшается от V1 V2 до V4, а в отведениях V5, V6 имеет малую амплитуду или отсутствует совсем.
- 4. Равенство зубцов R и S в грудных отведениях («переходная зона») обычно регистрируется в отведении V3, или (реже) между V2. и V3, или V3,V4.

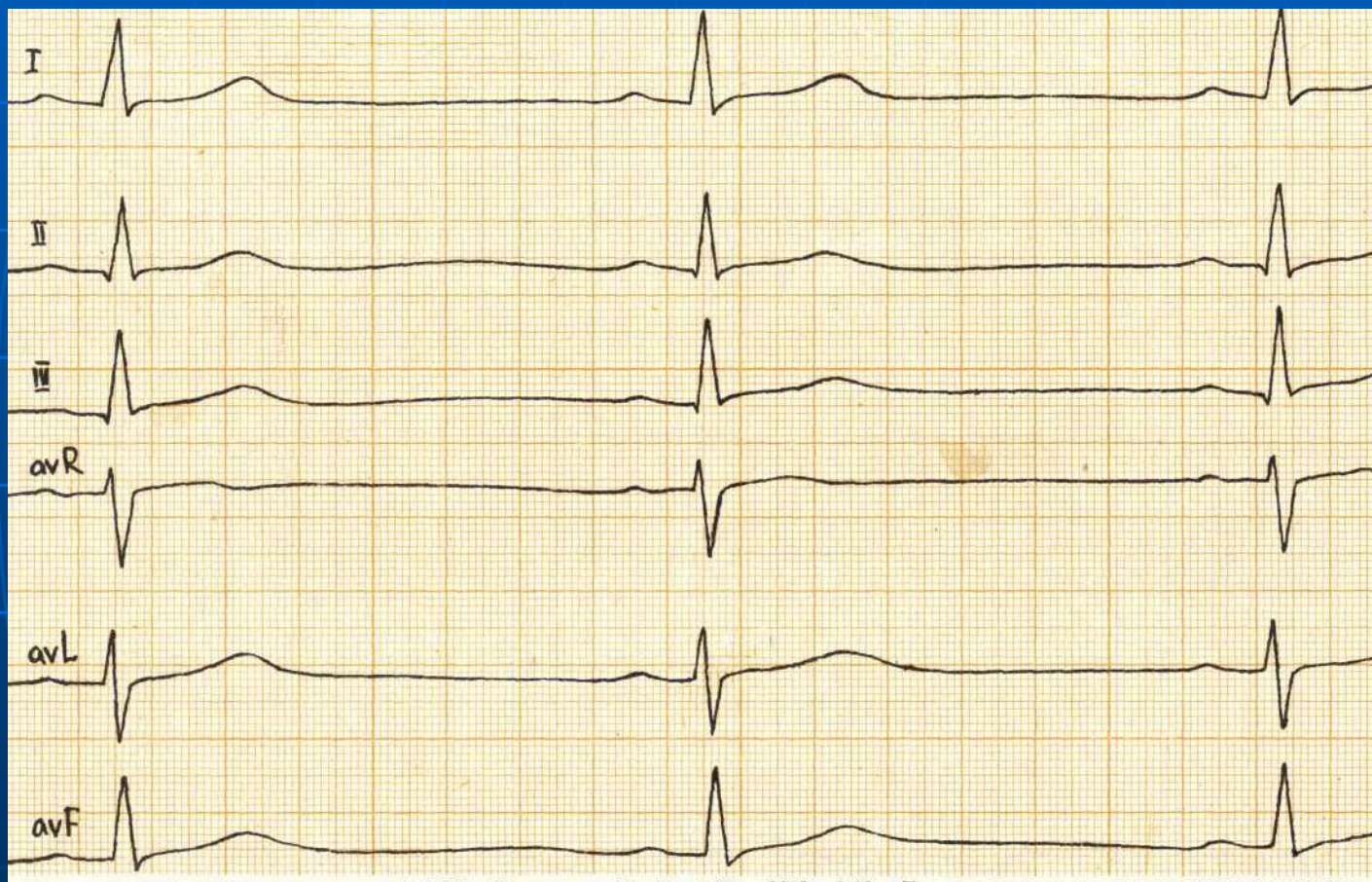
Зубец Т

- 1. В норме зубец Т всегда положительный в отведениях I, II, aVF, V2-V6. причем $T_I > T_{II}$, а $T_{V6} > T_{V1}$
- 2. В отведениях III, aVL и V1 зубец Т может быть положительным, двухфазным или отрицательным.
- 3. В отведении aVR зубец Т в норме всегда отрицательный

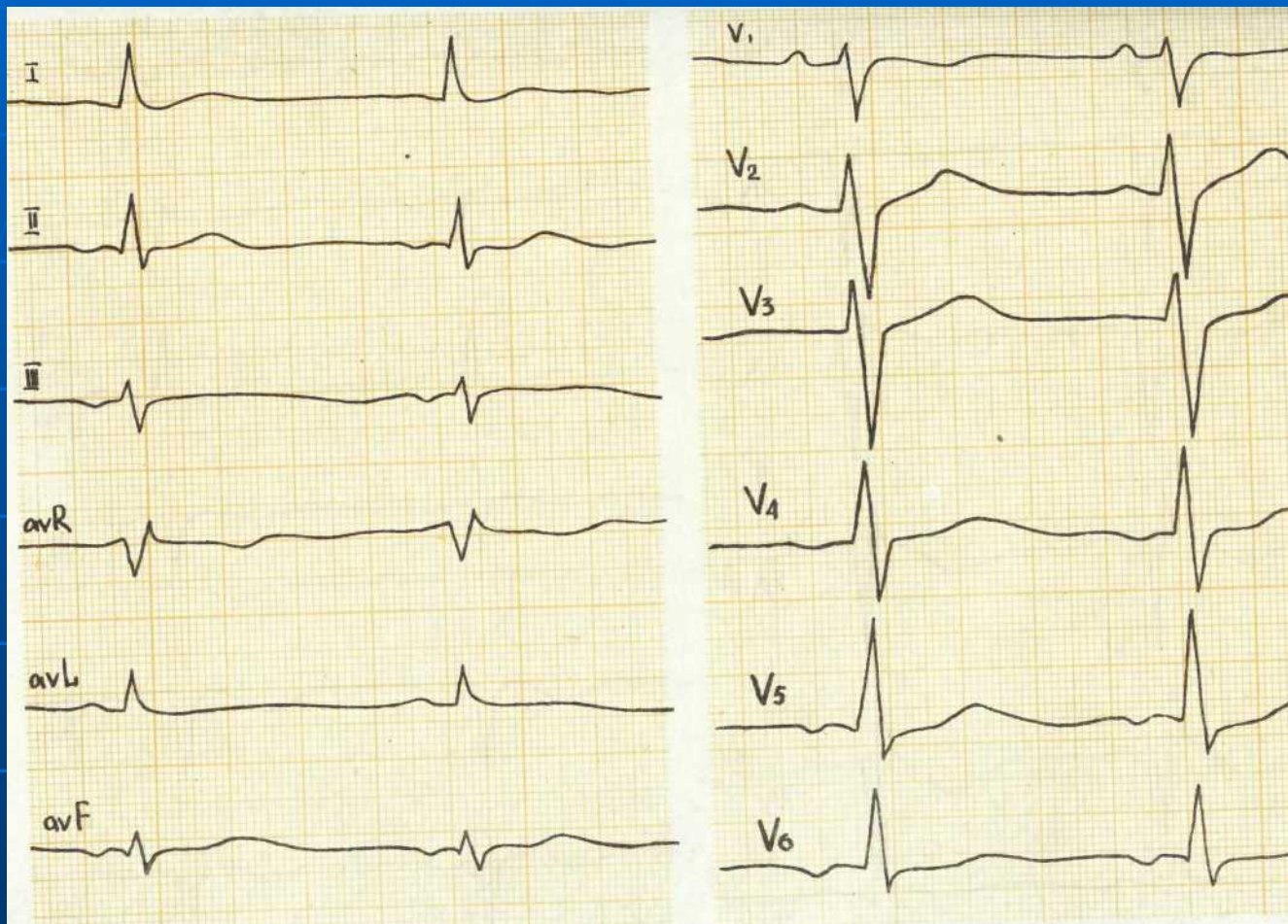
Сегмент RS-T

- 1. Сегмент RS— T у здорового человека в отведениях от конечностей расположен на изолинии ($\pm 0,5$ мм).
- 2. В норме в грудных отведениях V1—V3 может наблюдаться небольшое смещение этого сегмента RS— T вверх от изолинии (не более 2 мм), а в отведениях V4-6 — вниз (не более 0,5 мм).

Синусовый ритм

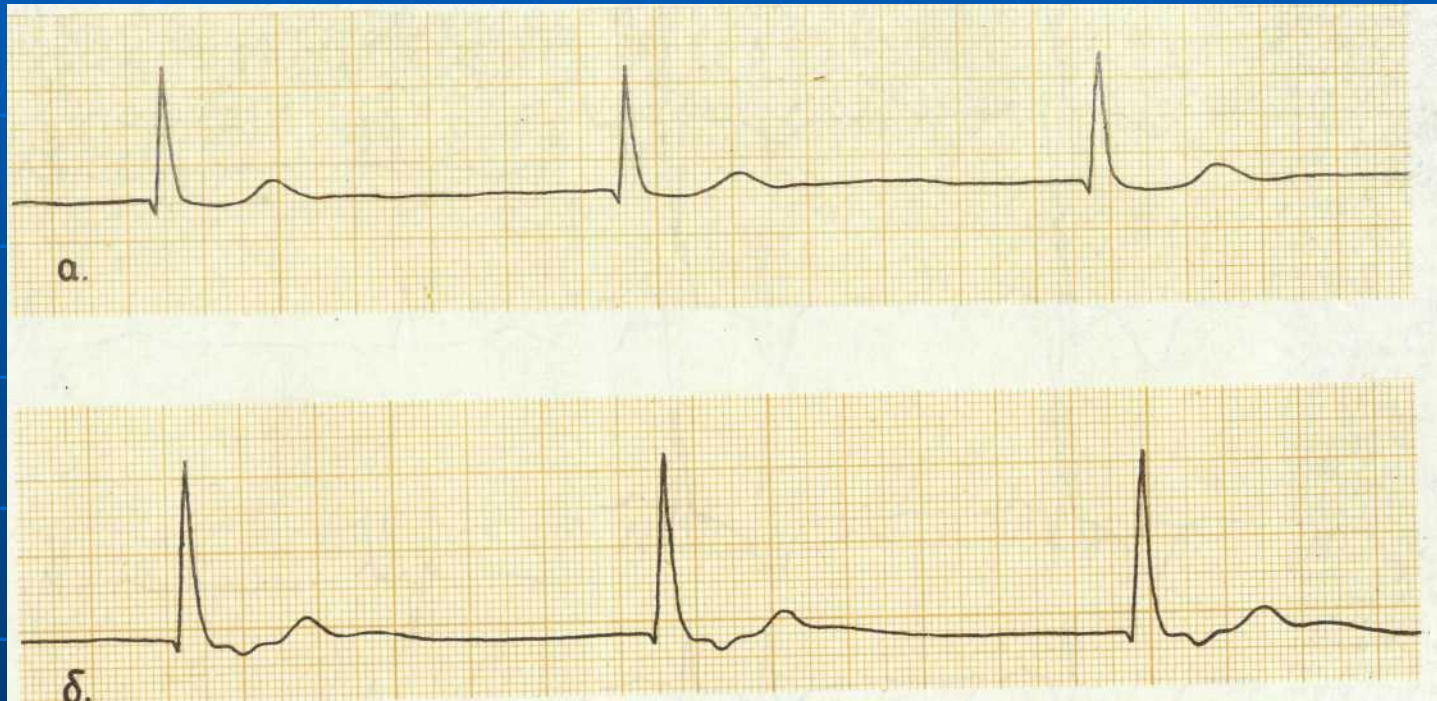


Предсердный ритм



Характеризуются, наличием отрицательных зубцов PII PIII и следующих за ними неизмененных комплексов QRS.

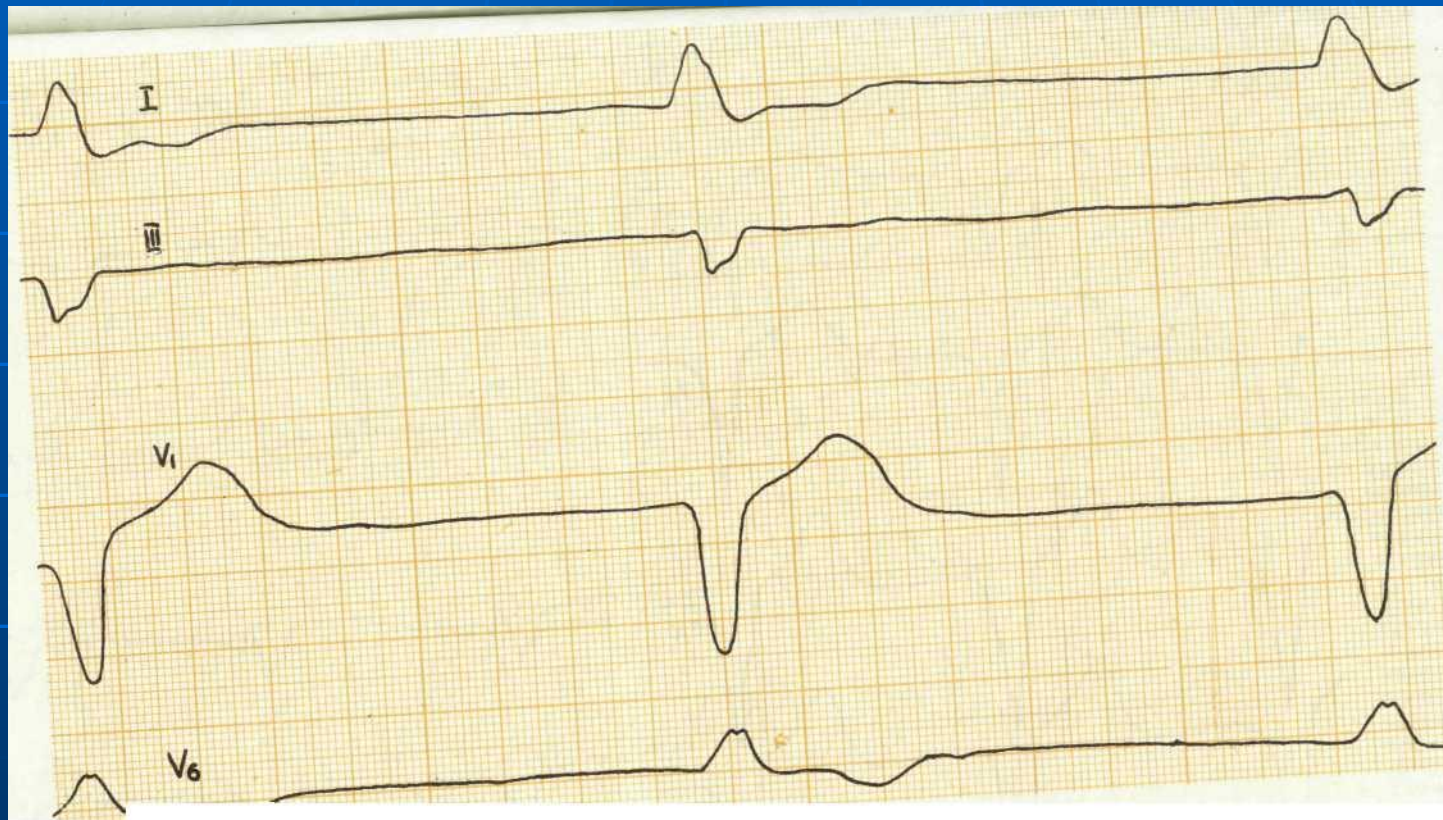
Ритм из AV-узла



А- среднеузловой отсутствием на ЭКГ зубца Р, сливающегося с обычным неизмененным комплексом QRS, либо

Б- из нижней части AV-узла наличием отрицательных зубцов Р, расположенных после обычных неизмененных комплексов QRS

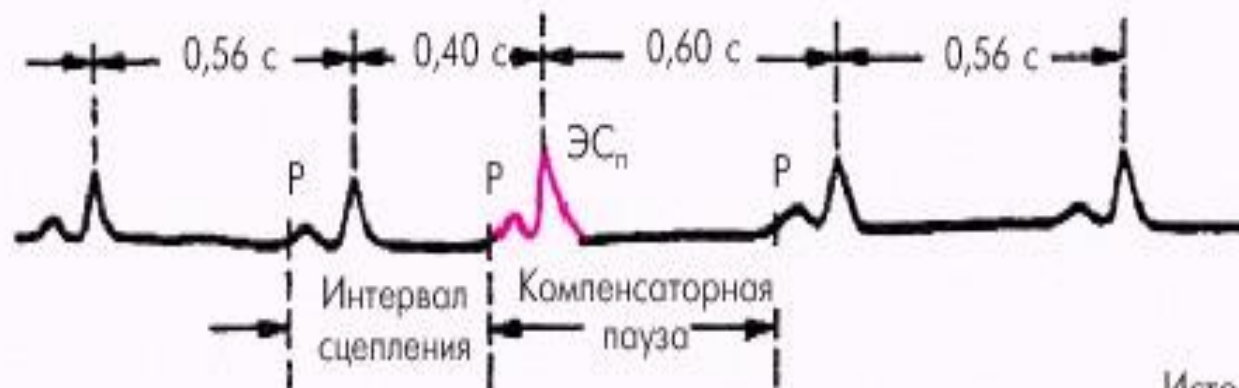
Идеовентрикулярный ритм



ЧСС=45 в минуту, зубец P не определяется, комплекс QRS резко деформирован, уширен, конечная часть ST—T дискордантна по отношению к QRS, ритм имеет желудочковое происхождение.

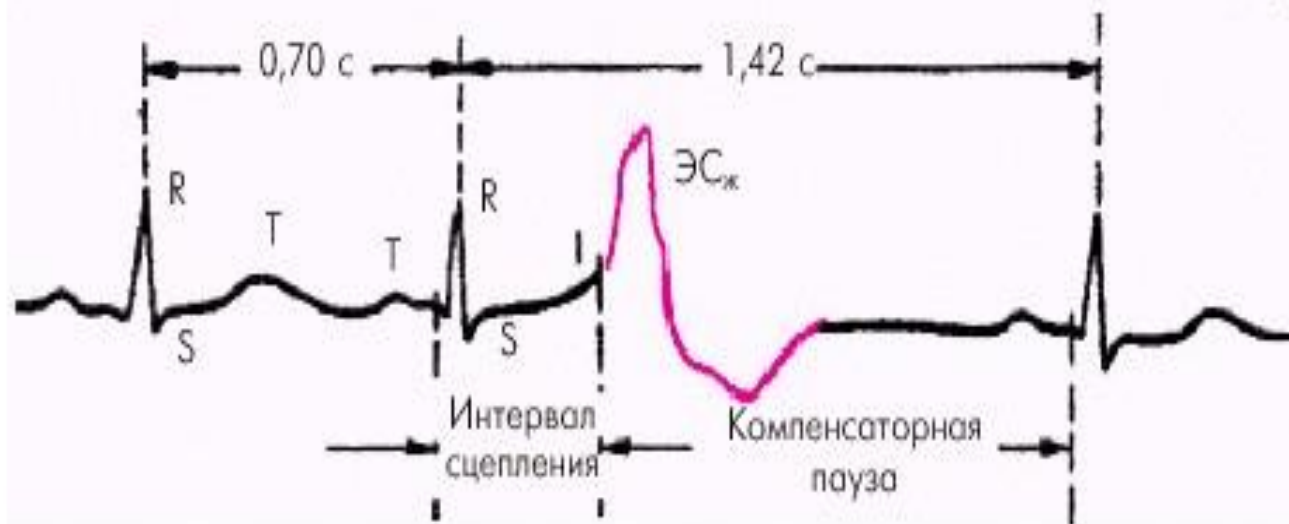
«Разрядка» СА-узла

а



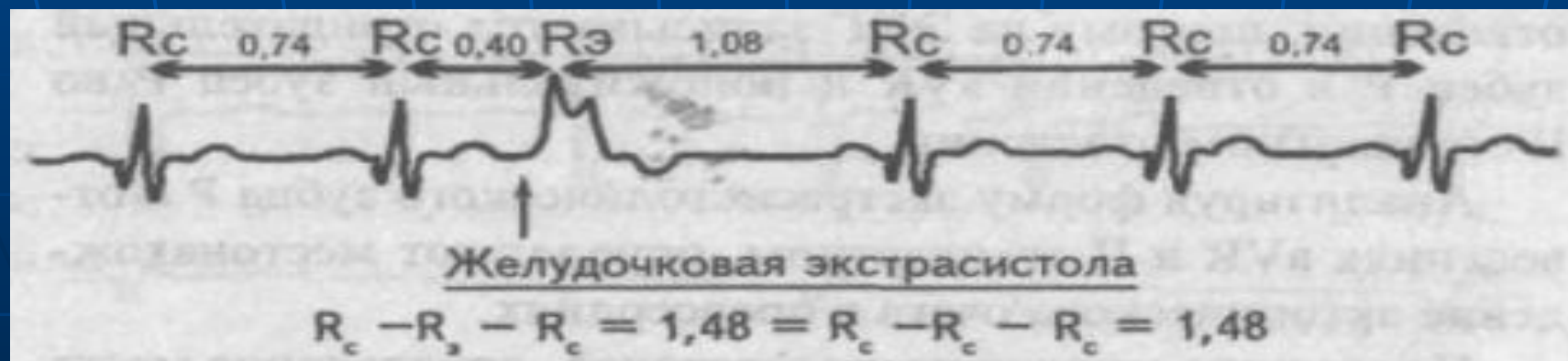
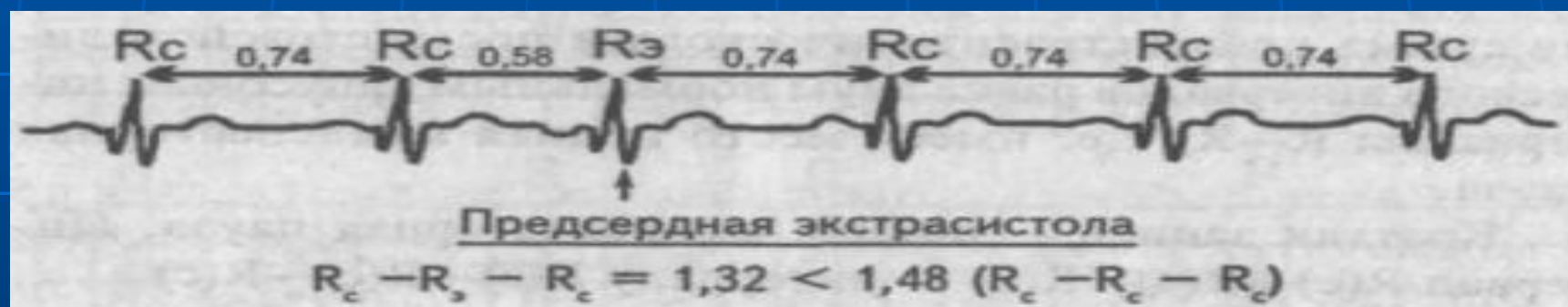
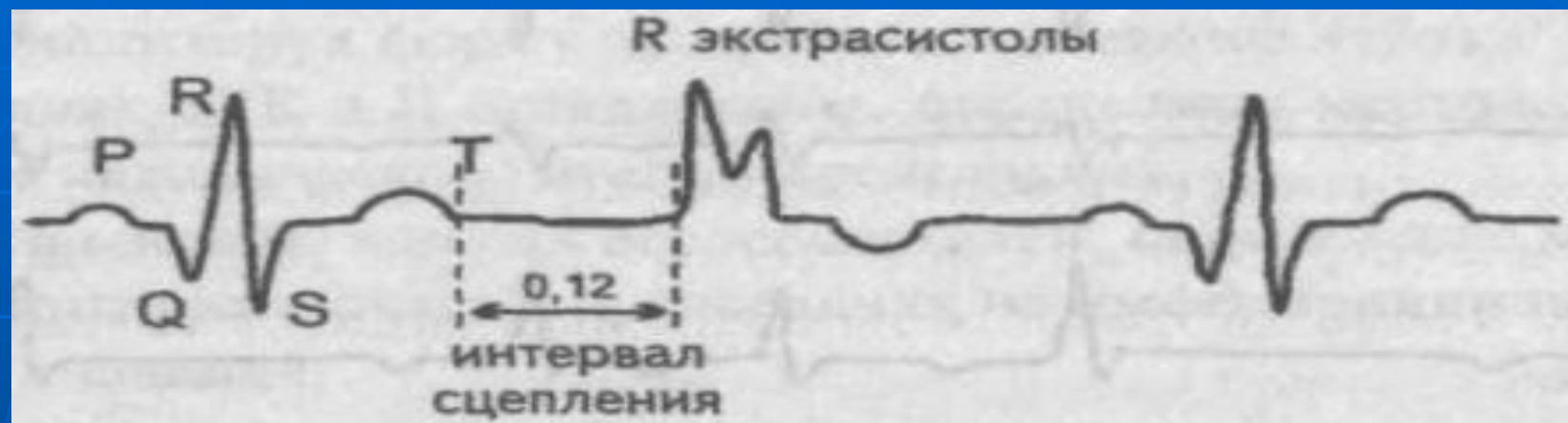
Источник ЭС

б



Продолжительность интервала сцепления и постэкстрасистолического интервала вместе составляет продолжительность компенсаторной паузы.



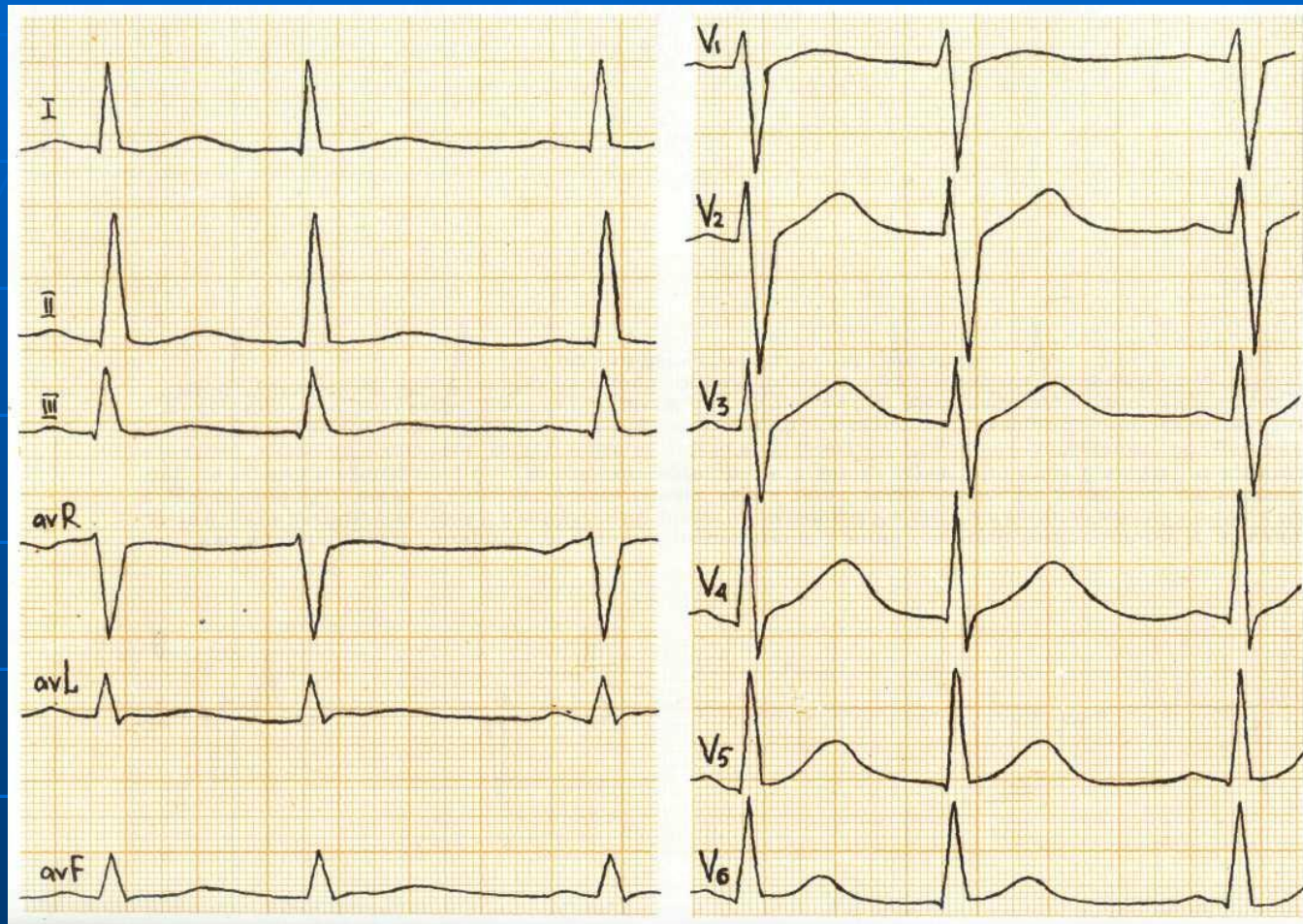


Предсердная Э/С



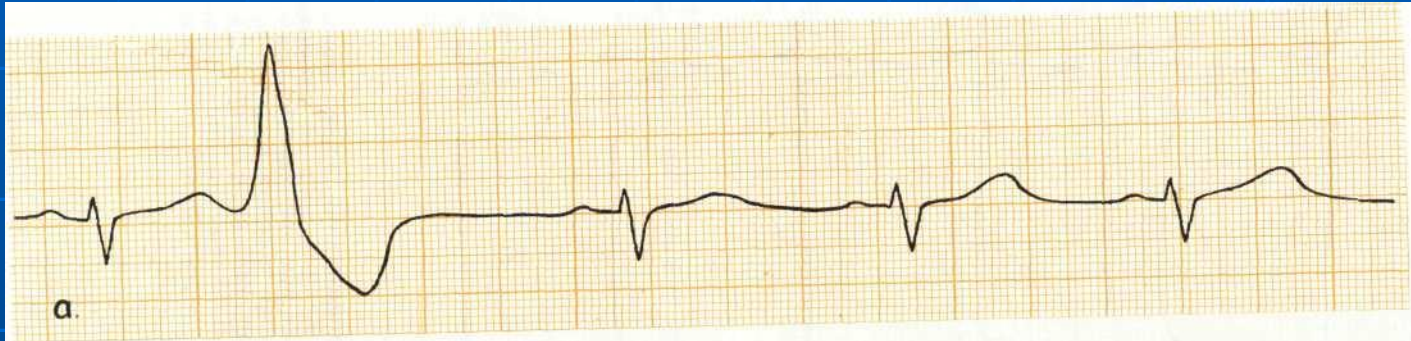
- 1) преждевременное внеочередное появление зубца P' и следующего за ним комплекса QRST
- 2) деформация или изменение полярности зубца P' экстрасистолы;
- 3) наличие неизмененного экстрасистолического желудочкового комплекса QRST, похожего по форме на обычные нормальные комплексы QRST синусового происхождения;
- 4) наличие после предсердной экстрасистолы неполной компенсаторной паузы.

Узловая Э/С



- 1) Появление преждевременное неизмененного желудочкового комплекса QRS' похожего по форме на остальные комплексы QRST синусового происхождения;
- 2) отрицательный зубец P' в отведениях II, III и aVF после экстрасистолического комплекса QRS' или отсутствие зубца P' (слияние P' и QRS')
- 3) наличие неполной компенсаторной паузы.

Желудочковая Э/С

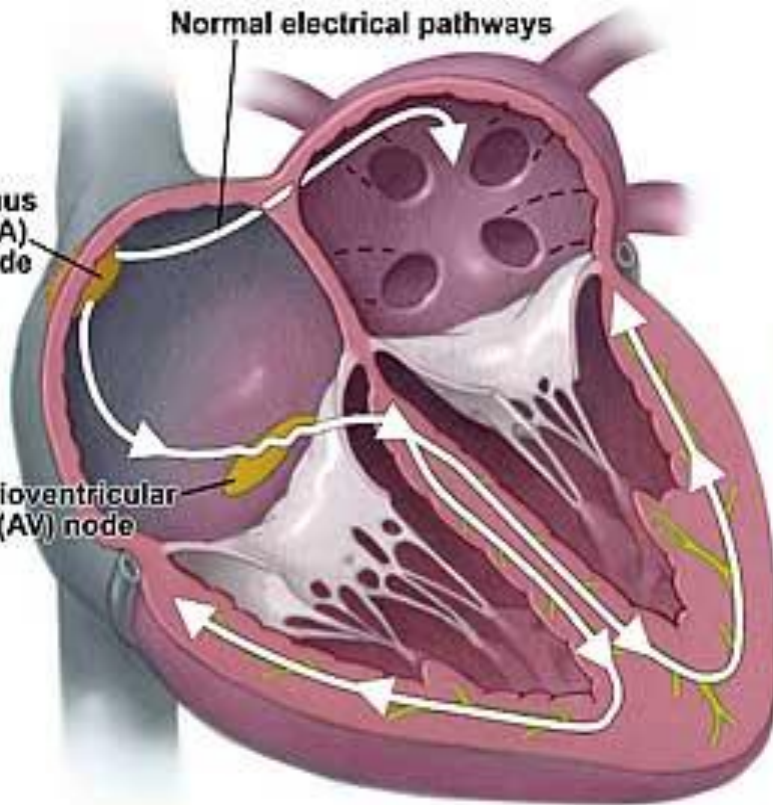


- 1) преждевременное внеочередное появление на ЭКГ измененного желудочкового комплекса QRS'
- 2) значительное расширение и деформация экстрасистолического комплекса QRS'
- 3) расположение сегмента RS—T и зубца T экстрасистолы дискордантно направлению основного зубца комплекса QRS'
- 4) отсутствие перед желудочковой экстрасистолой зубца P
- 5) наличие в большинстве случаев после желудочковой экстрасистолы полной компенсаторной паузы.

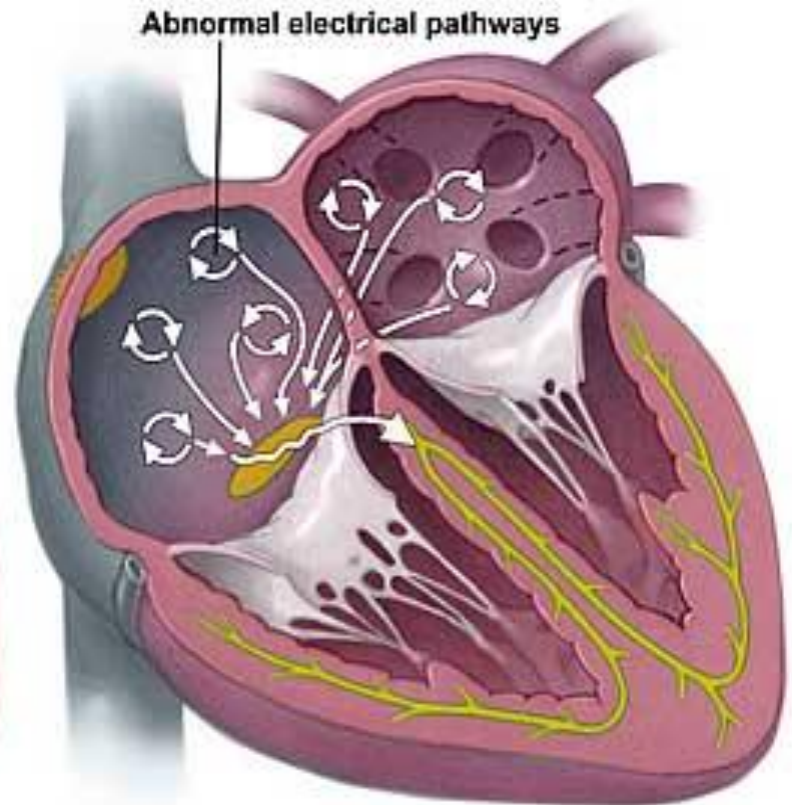
Normal electrical pathways

Sinus (SA) node

Atrioventricular (AV) node



Abnormal electrical pathways



Normal sinus rhythm



Atrial fibrillation



Мерцание предсердий



- 1) отсутствие во всех электрокардиографических отведениях зубца Р
- 2) наличие на протяжении всего сердечного цикла беспорядочных волн f, имеющих различную форму и амплитуду. Волны f лучше регистрируются в отведениях V1 V2, II, III и aVF.
- 3) нерегулярность желудочковых комплексов QRS — неправильный желудочковый ритм (различные по продолжительности интервалы R— R).
- 4) наличие комплексов QRS, имеющих в большинстве случаев нормальный неизменный вид без деформации и уширения.

Трепетание предсердий

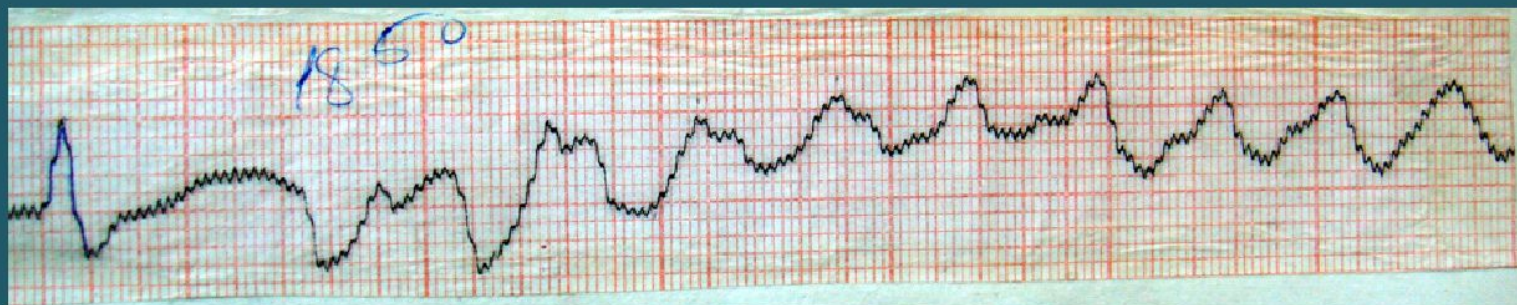
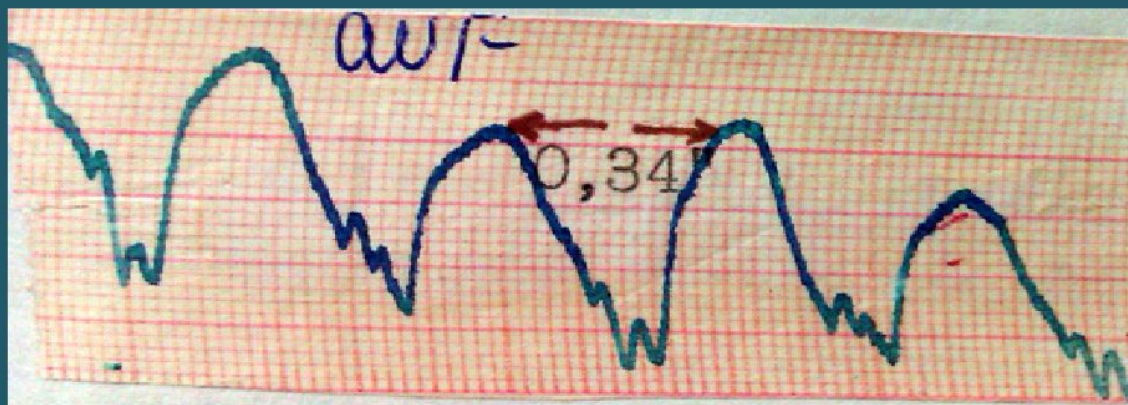


- 1) наличие на ЭКГ частых — до 200—400 в минуту — регулярных, похожих друг на друга предсердных волн F, имеющих характерную пилообразную форму (отведения II, III, aVF, V1 V2);
- 2) в большинстве случаев правильный, регулярный желудочковый ритм с одинаковыми - интервалами F—F (за исключением случаев изменения степени атриовентрикулярной блокады в момент регистрации ЭКГ);
- 3) наличие нормальных неизменных желудочковых комплексов, каждому из которых предшествует определенное (чаще постоянное) количество предсердных волн (2:1, 3:1, 4:1 и т. д.).

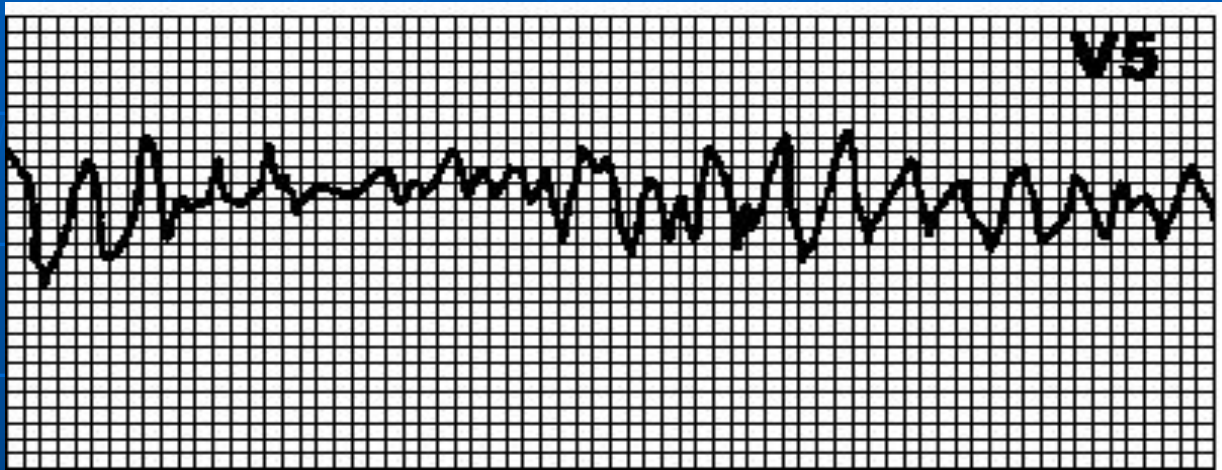
Трепетание желудочков

Основным электрокардиографическим признаком трепетания желудочков является наличие на ЭКГ частых (до 200— 300 в минуту) регулярных и одинаковых по форме и амплитуде волн трепетания, напоминающих синусоидальную кривую.

ТРЕПЕТАНИЕ ЖЕЛУДОЧКОВ



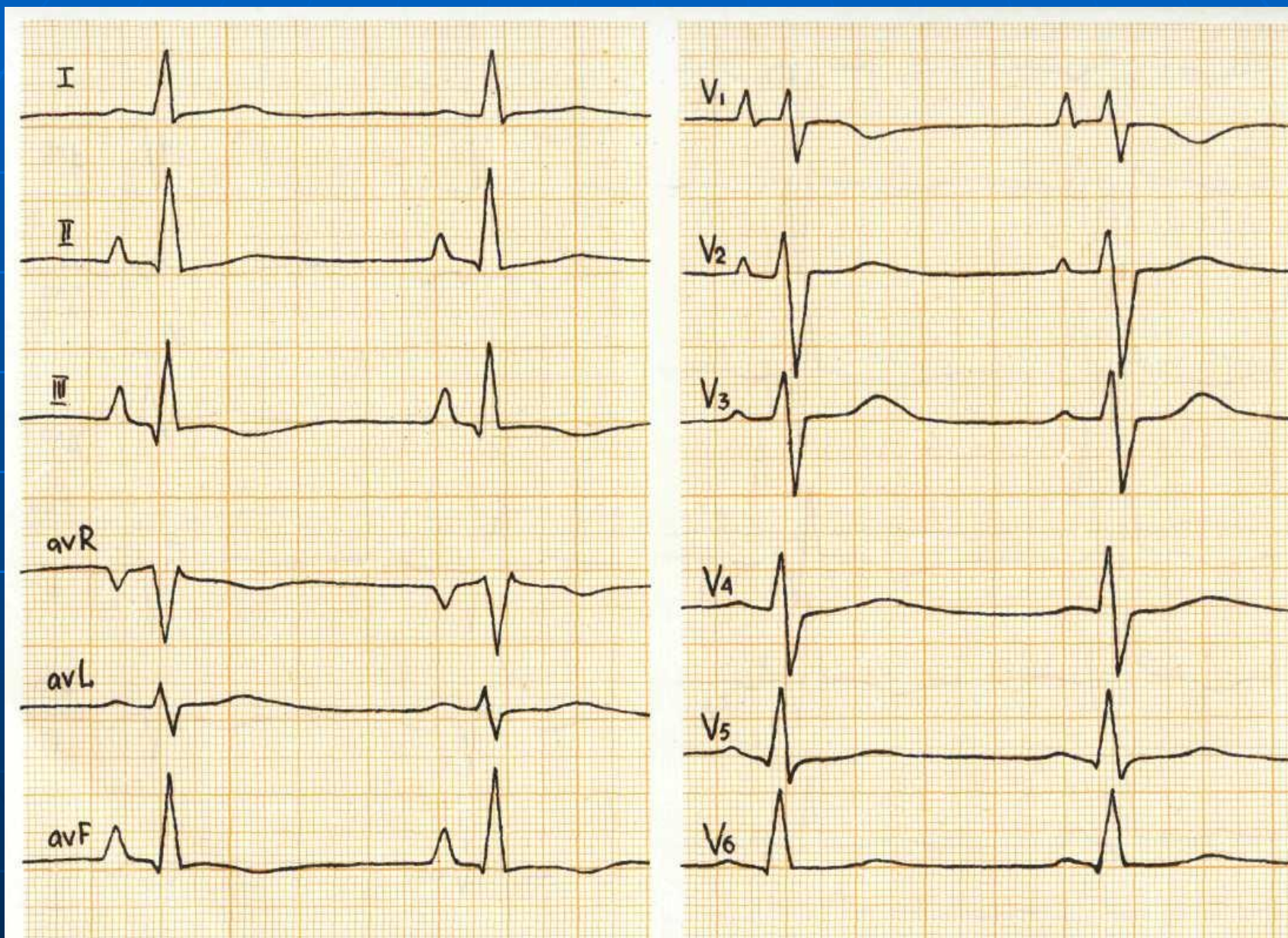
Фибрилляция желудочков



При мерцании (фибрилляции) желудочков на ЭКГ регистрируются частые (от 200 до 500 в минуту), но нерегулярные волны, отличающиеся друг от друга различной формой и амплитудой

Гипертрофии отделов сердца

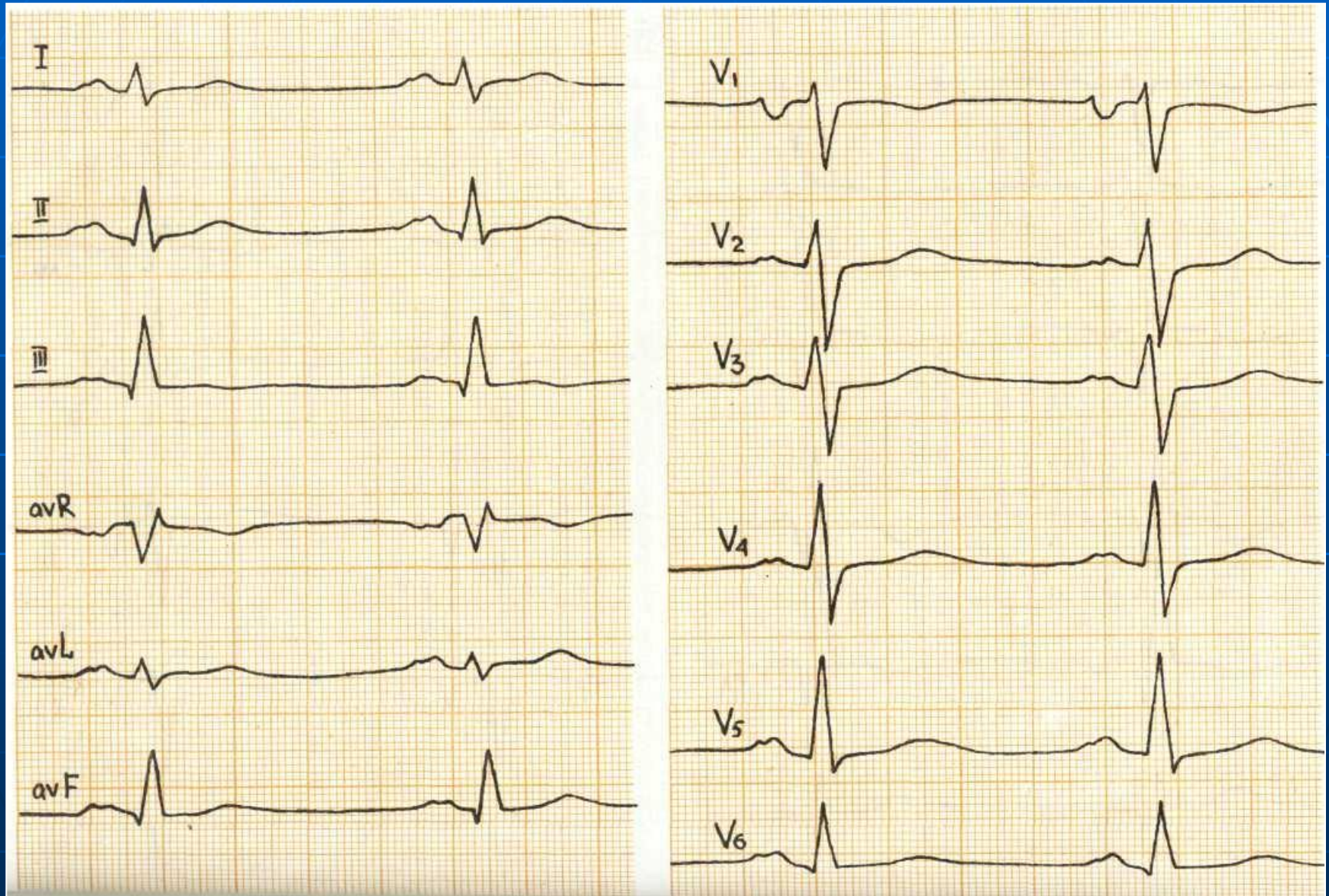
Гипертрофия правого предсердия



Гипертрофия правого предсердия

- 1) в отведениях II, III, aVF зубцы Р высокоамплитудные с заостренной вершиной (Р-pulmonale);
- 2) в отведениях V2 зубец Р (или по крайней мере его первая — правопредсердная — фаза) положительный с заостренной вершиной.
- 3) в отведениях I, aVL, V5,6 зубец Р низкой амплитуды, а в aVL может быть отрицательным (непостоянный признак);
- 4) длительность зубцов Р не превышает 0.10 с.л

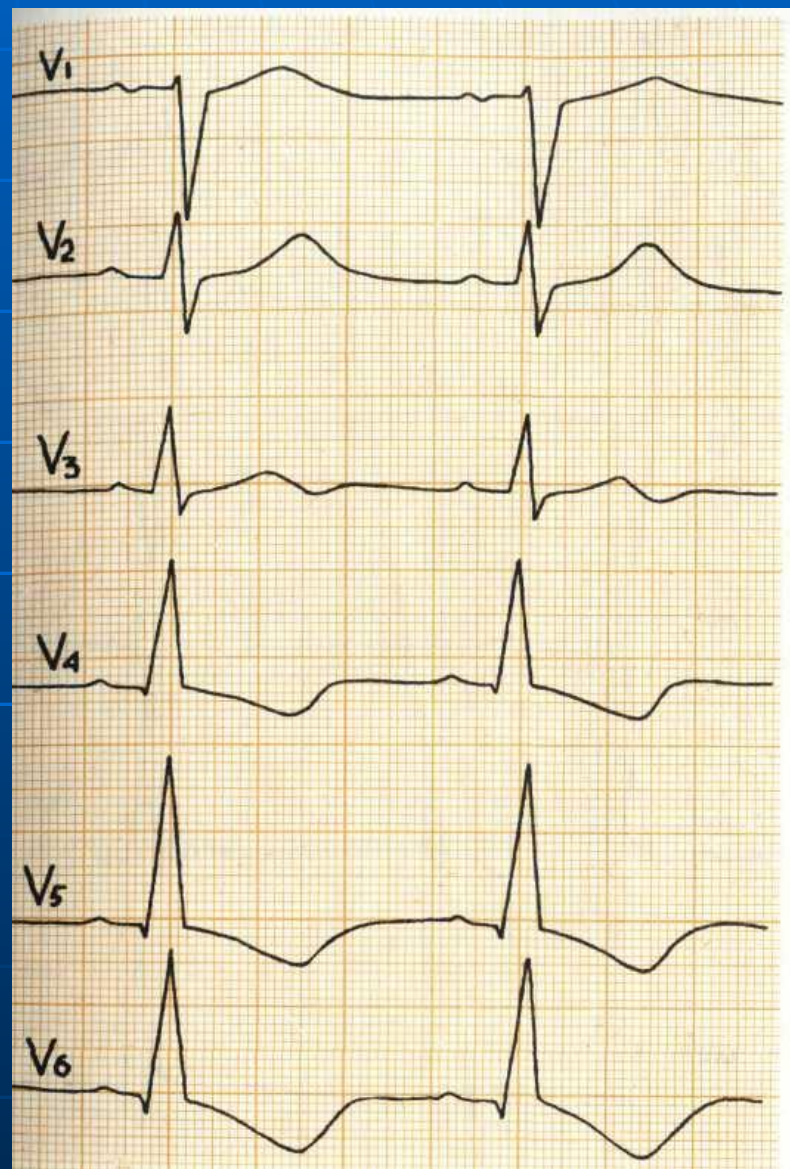
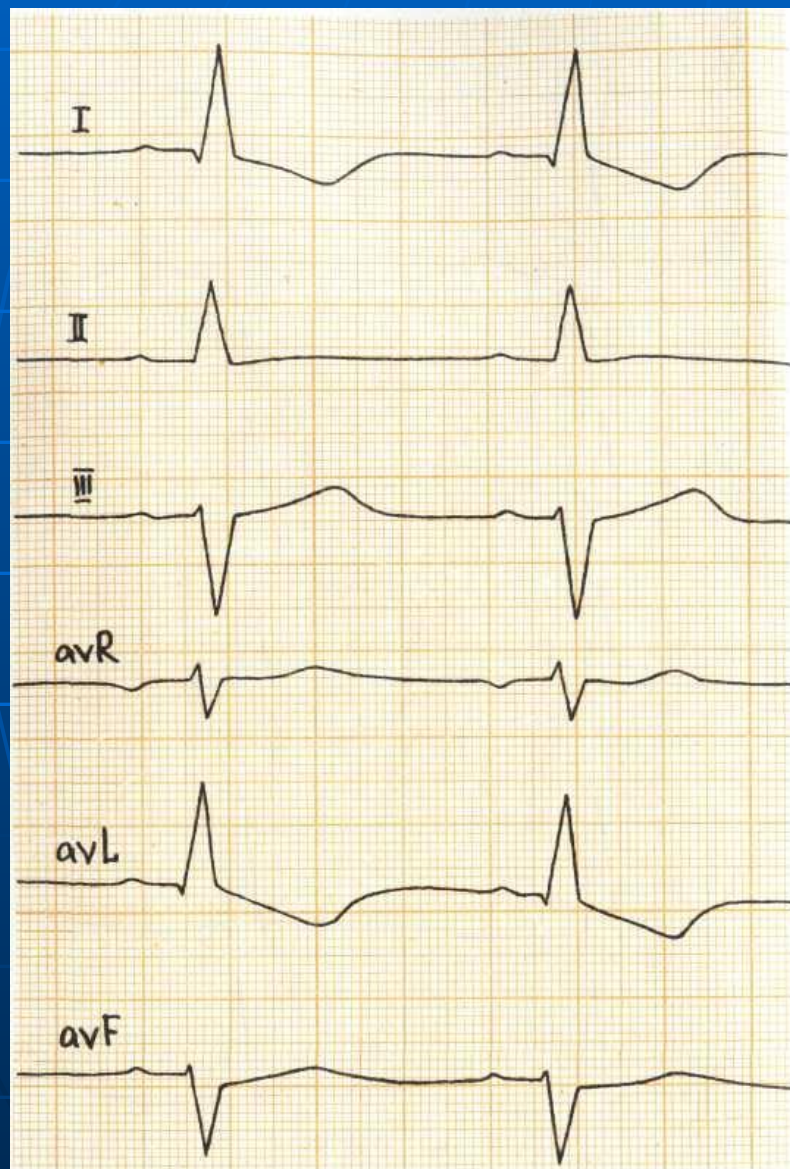
Гипертрофия левого предсердия



Гипертрофия левого предсердия

- 1) раздвоение и увеличение амплитуды зубцов P1,,11 ,aVL, V5,6 (P-mitrale);
- 2) увеличение амплитуды и продолжительности второй отрицательной (левопредсердной) фазы зубца P в отведении V1, (реже V2) или формирование отрицательного зубца PV1
- 3) отрицательный или двухфазный (+—) зубец P111 (непостоянный признак);
- 4) увеличение общей длительности (ширины) зубца P — более 0,1 с.

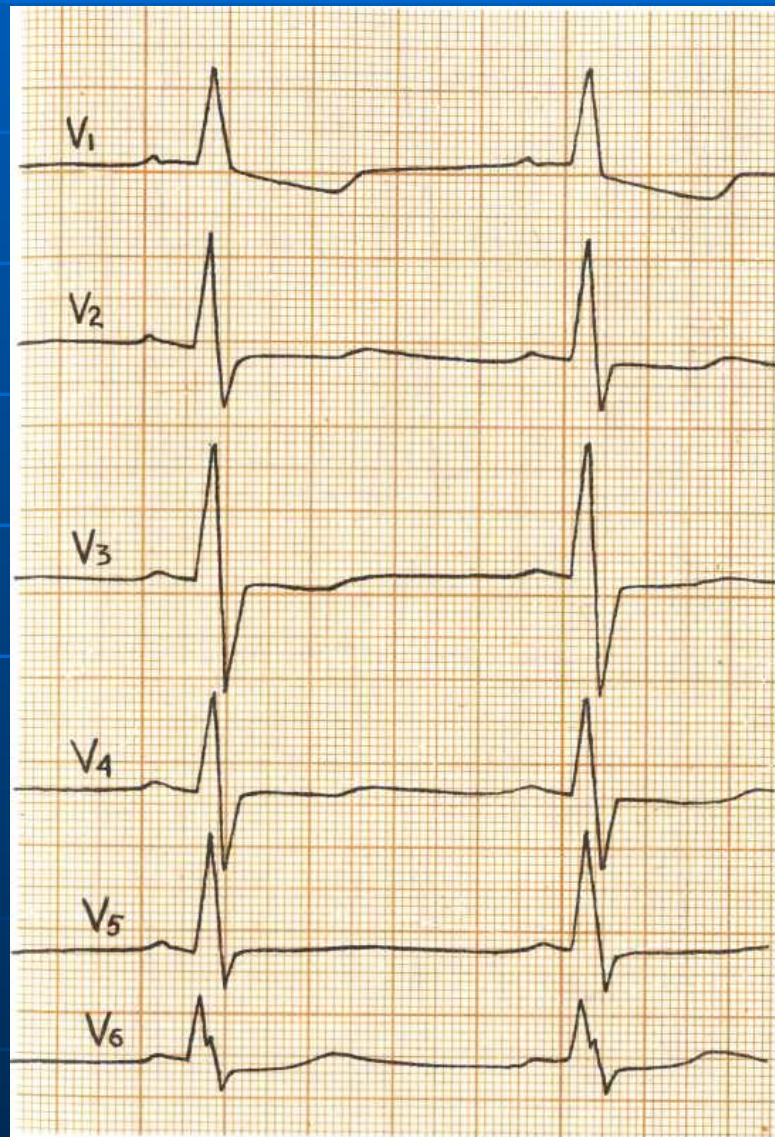
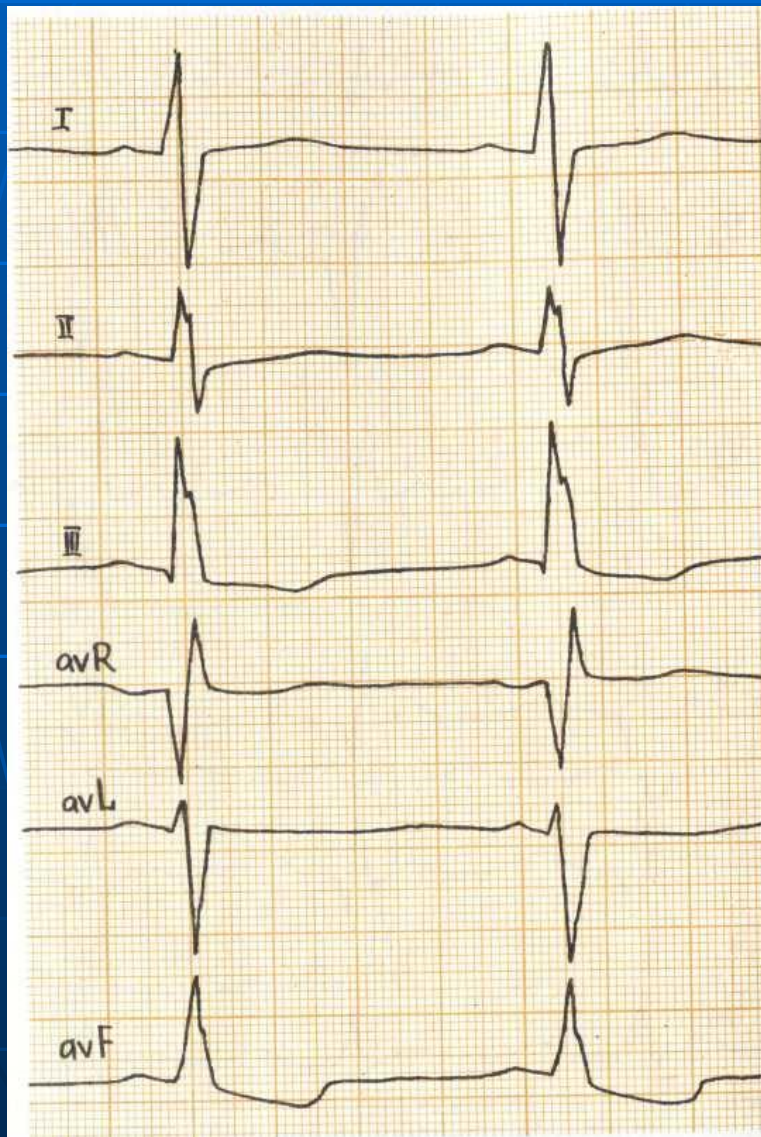
Гипертрофия левого желудочка



Гипертрофия левого желудочка

- 1) увеличение амплитуды зубца R в левых грудных отведениях (V5, V6) и амплитуды зубца S в правых грудных отведениях (V1 V2). При этом $RV_4 < RV_5$ или $RV_4 < RV_6$: $RV_{56} > 25$ мм или $RV_{56} + SV_1 > 35$ мм (на ЭКГ лиц старше 40 лет) и > 45 мм (на ЭКГ молодых лиц);
- 2) признаки поворота сердца вокруг продольной оси против часовой стрелки: смещение переходной зоны вправо, в отведение V2, исчезновение зубцов S в левых грудных отведениях (V5, V6);
- 3) смещение электрической оси сердца влево.
- 4) смещение сегмента RS— T в отведениях V56, I, aVL ниже изолинии и формирование отрицательного или двухфазного (—+) зубца T в отведениях I, aVL и V56;
- 5) увеличение длительности интервала внутреннего отклонения QRS в левых грудных отведениях (V5, V6) более 0,05

Гипертрофия правого желудочка

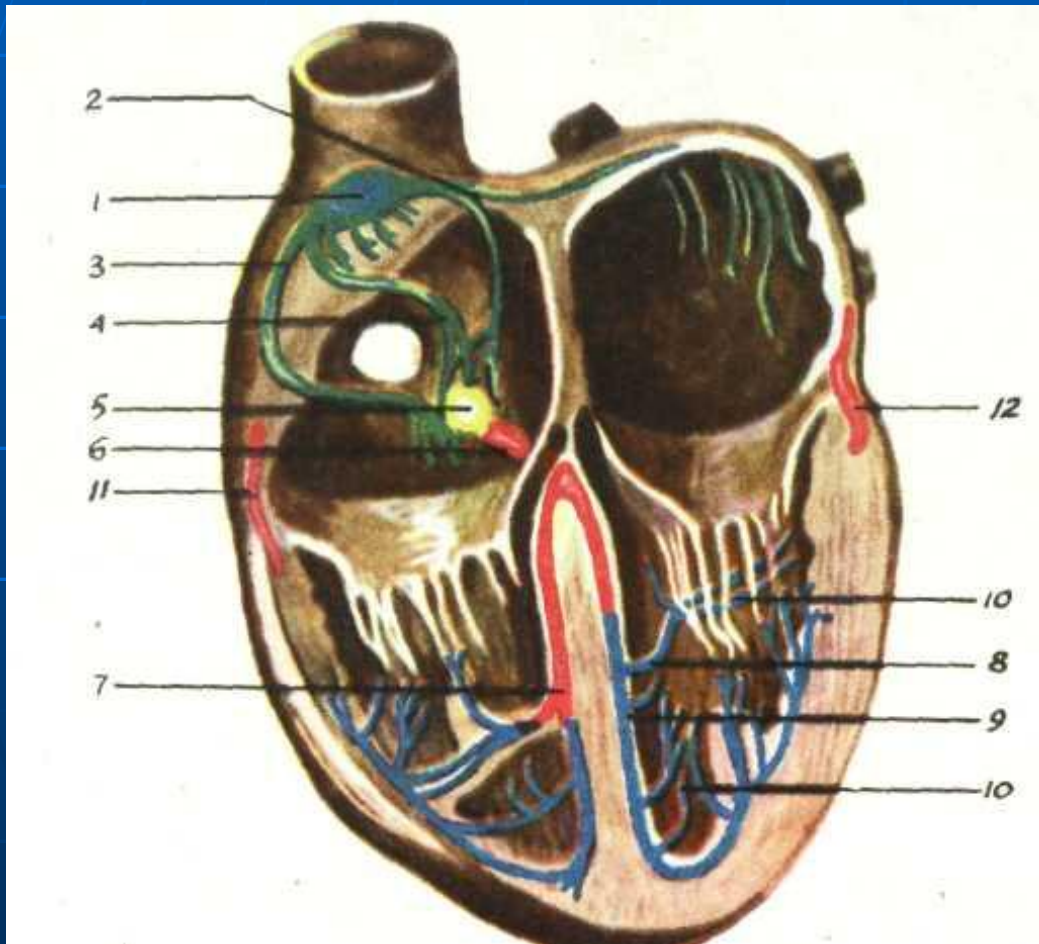


Гипертрофия правого желудочка

- 1) смещение электрической оси сердца вправо (угол α более $+100^\circ$);
- 2) увеличение амплитуды зубца R в правых грудных отведениях (V1,2) и амплитуды зубца S в левых грудных отведениях (V5,6). При этом количественными критериями могут являться: амплитуда $RV1 > 7$ мм или $RV1 + SV5,6 > 10,5$ мм;
- 3) появление в отведении V1 комплекса QRST типа rSR' или QR
- 4) смещение переходной зоны влево, к отведениям V5—V6.
- 5) смещение сегмента RS—T вниз и появление отрицательных зубцов T в отведениях III, aVF, V1,2;
- 6) увеличение длительности интервала внутреннего отклонения в правом грудном отведении (V1) более 0,03 с.

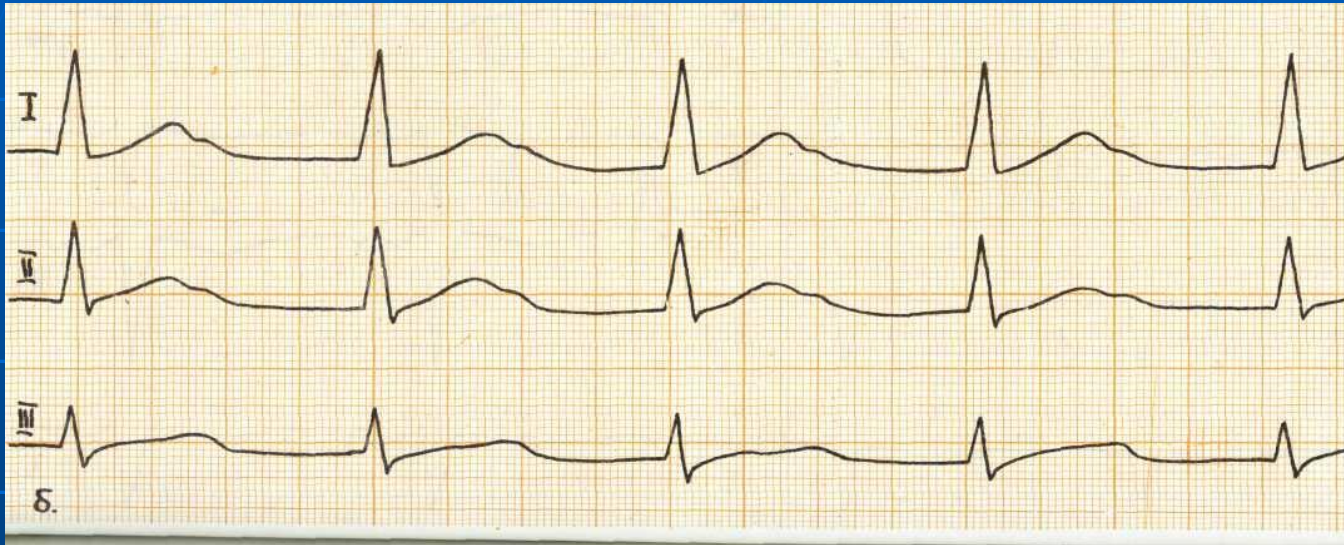
Нарушение проводимости

Проводящая система сердца



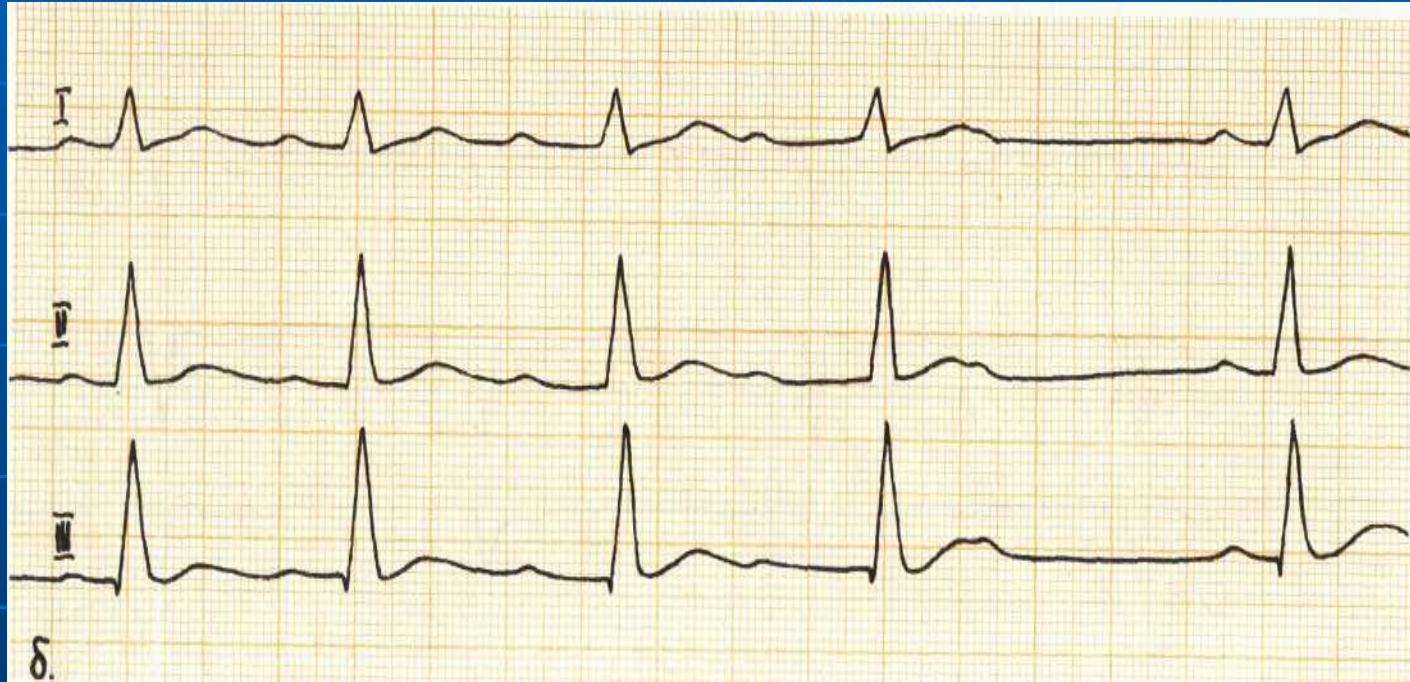
**1—синусовый узел; 2—
тракт Бахмана— верхний
межузловой тракт; 3—
тракт Тореля—задний
межузловой тракт; 4—
тракт Венкебаха—
средний межузловой
тракт; 5—
атриовентрикулярное
соединение; 6—ствол
Гиса; 7—правая ножка
пучка Гиса; 8— передняя
ветвь левой ножки пучка
Гиса; 9—задняя ветвь
левой ножки пучка Гиса;
10— волокна Пуркинье;
11—правый пучок Кента;
12—левый пучок Кента**

AV- блокада I-степени



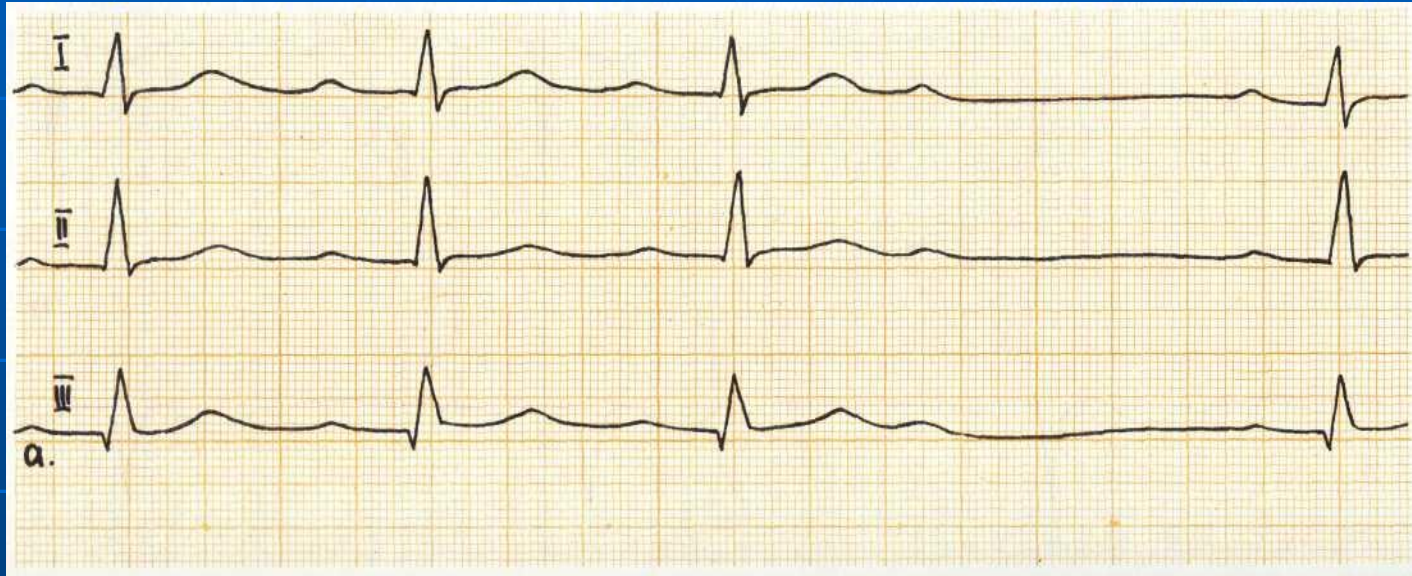
Увеличение продолжительности
интервала P-Q(R) более 0,20 с;

AV- блокада II-степени, Мобиц 1



Постепенное увеличение интервала P-Q с
выпадением желудочкового комплекса QRST

AV- блокада II-степени, Мобиц 2



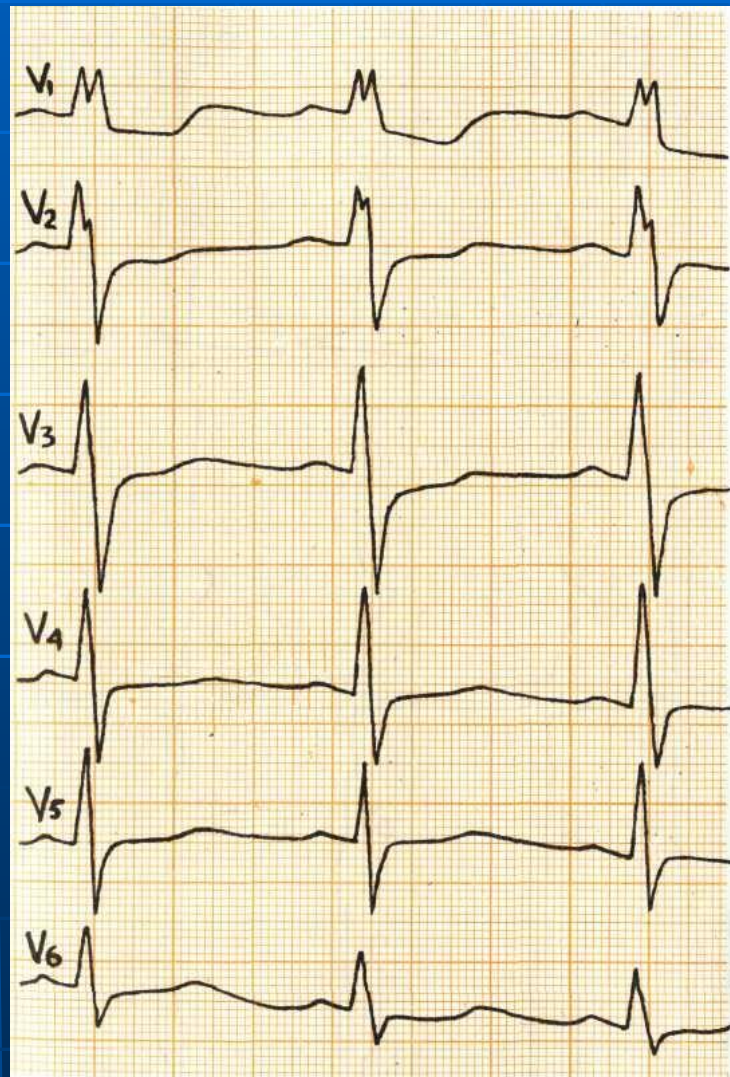
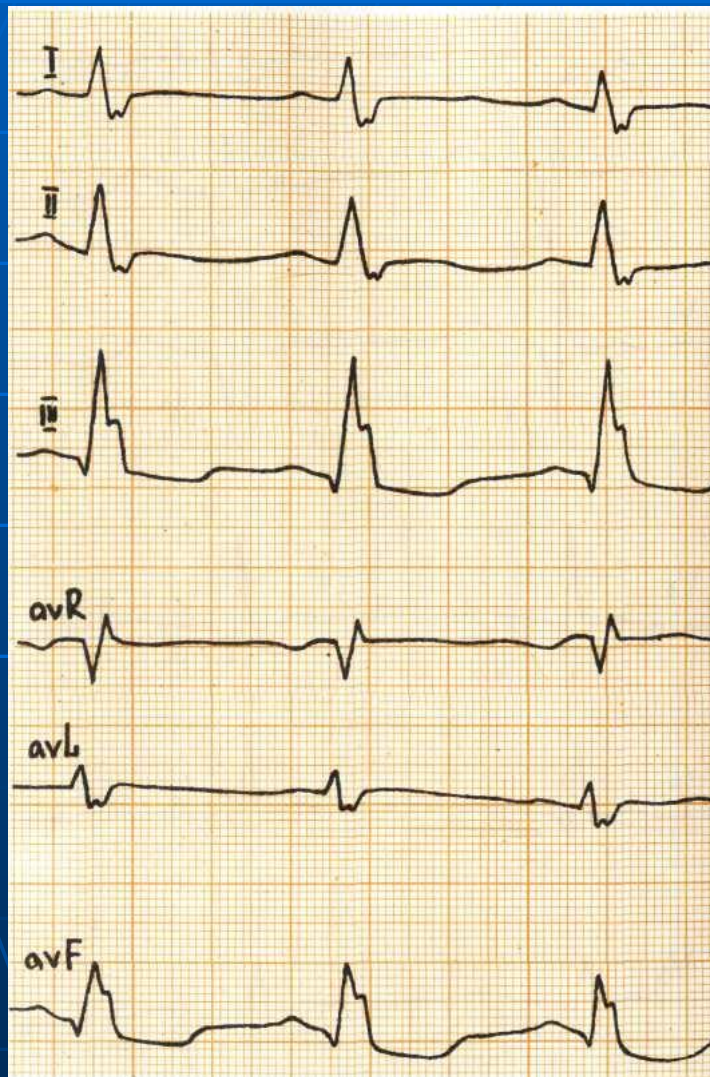
Выпадение желудочкового комплекса QRST ,без удлинения интервала PQ

Полная AV-блокада



Полное разобщение предсердного (P) и желудочкового (QRST) ритмов и снижение числа желудочковых сокращений до 60—30 в минуту или меньше.

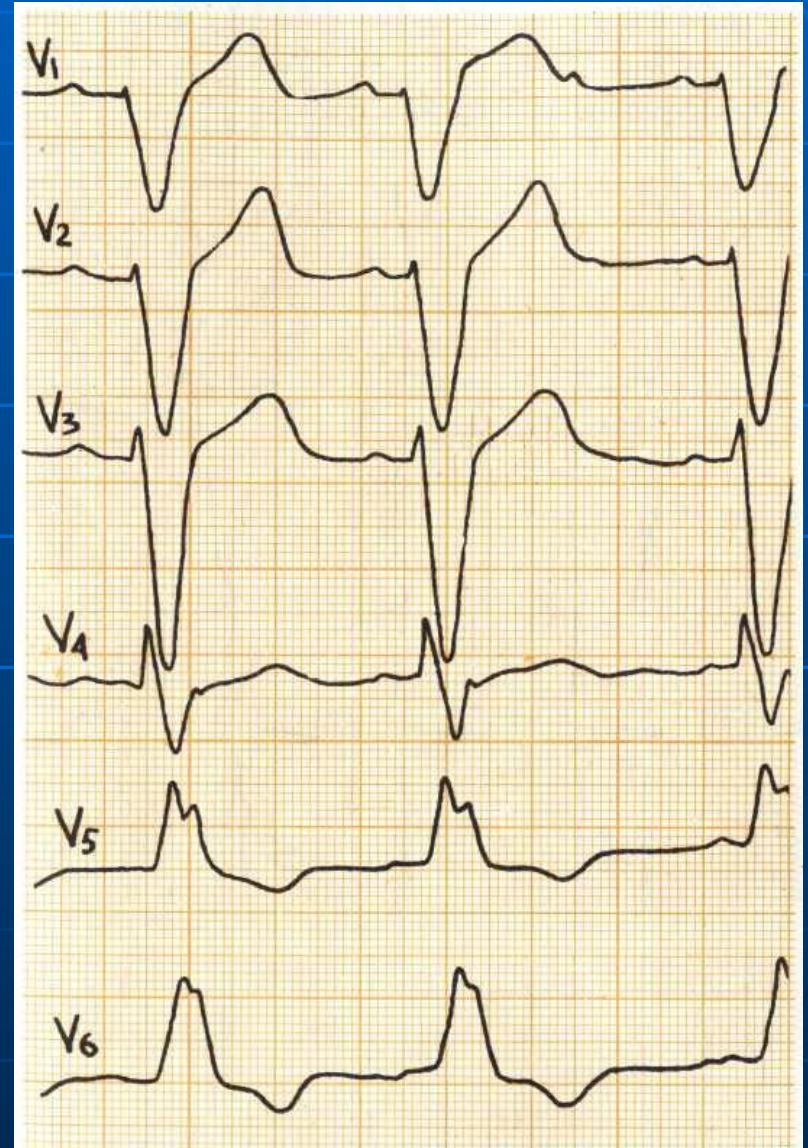
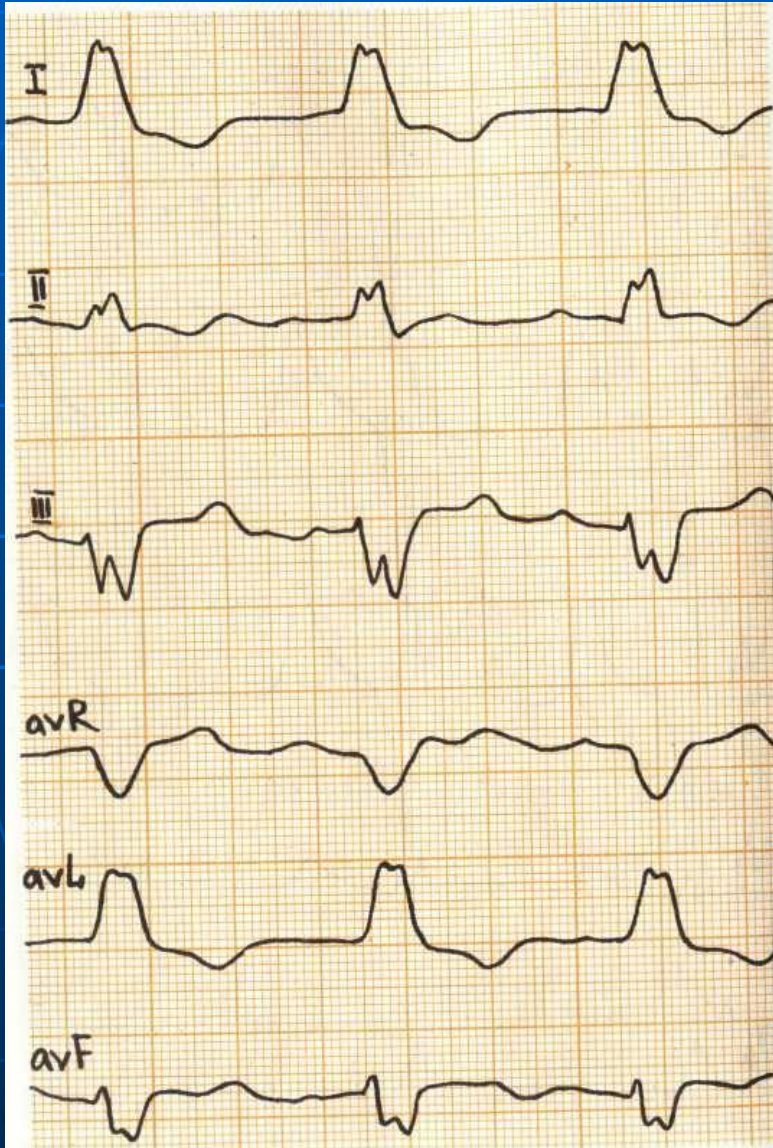
Полная блокада правой ножки пучка Гиса



Полная блокада правой ножки пучка Гиса

- 1) наличие в правых грудных отведениях V1,2 (реже в отведениях от конечностей III и aVF) комплексов QRST типа. rSR' или rsR' имеющих М-образный вид, причем $R_1 > r$;
- 2) наличие в левых грудных отведениях (V5, V6) и в отведениях I, aVL уширенного, нередко, зазубренного зубца S;
- 3) увеличение длительности (ширины) комплекса QRS более 0,12 с;
- 4) наличие в отведении V1 (реже в отведении III) депрессии сегмента RS—T с выпуклостью, обращенной вверх, и отрицательного или двухфазного (-+) асимметричного зубца T.

Полная блокада левой ножки пучка Гиса



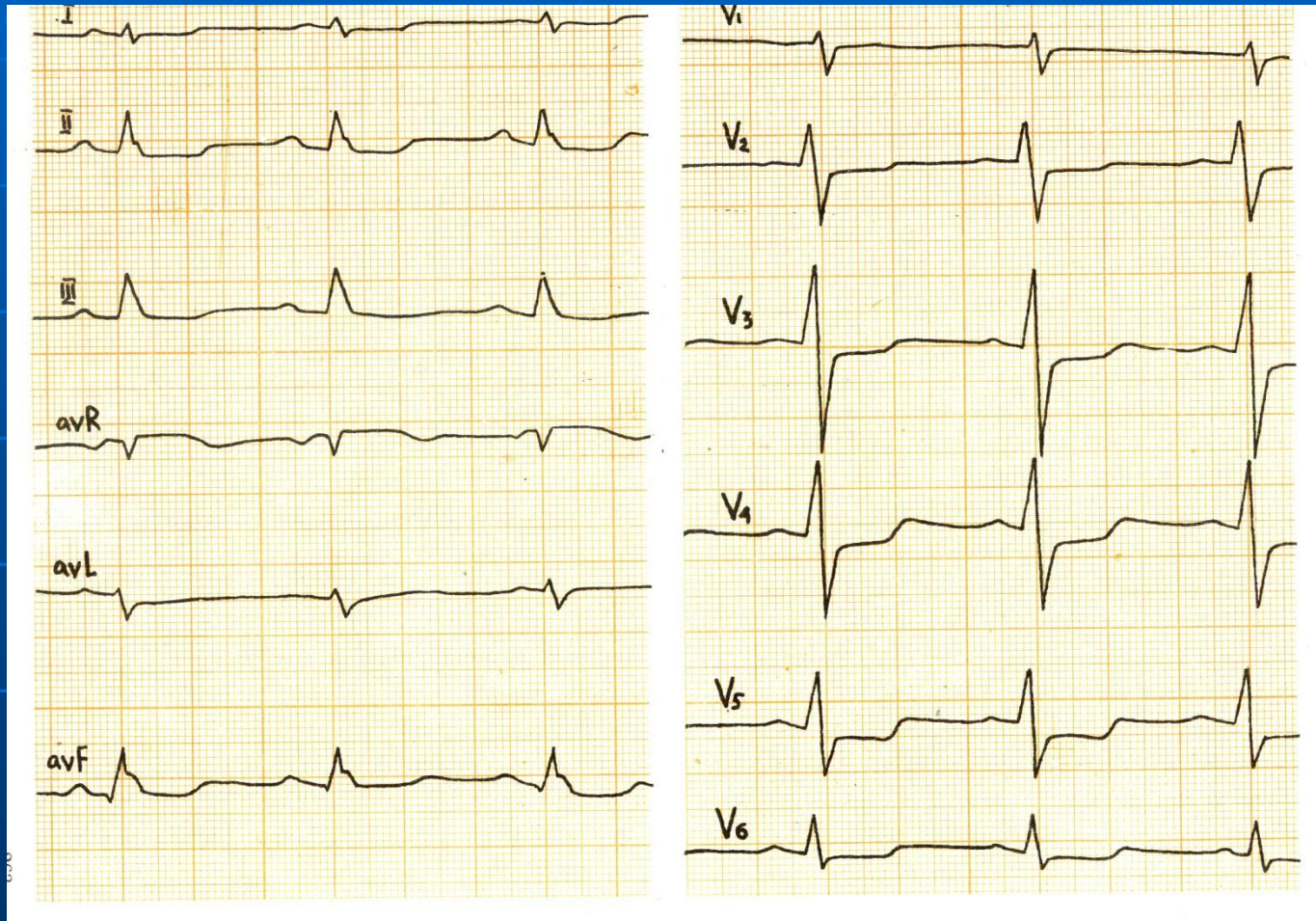
Полная блокада левой ножки пучка Гиса

- 1) наличие в отведениях V5, V6, I, aVL уширенных деформированных желудочковых комплексов, типа R с расщепленной или широкой вершиной;
- 2) наличие в отведениях V1 V2, III, aVF уширенных деформированных желудочковых комплексов, имеющих вид QS или rS с расщепленной или широкой вершиной зубца S;
- 3) увеличение общей длительности комплекса QRS более 0,10-0,12 с;
- 4) наличие в отведениях V5, V6, I, aVL дискордантного по отношению к QRS смещения сегмента RS—T и отрицательных или двухфазных (—+) асимметричных зубцов T

Синдром очагового поражения миокарда

- Под очаговым поражением миокарда подразумевается локальное нарушение кровообращения в определенном участке сердечной мышцы с нарушением процессов деполяризации и реполяризации и появлением синдрома ишемии, повреждения и некроза

Ишемия миокарда



ЭКГ во время приступа стенокардии. В отведениях aVL, V2-V6 горизонтальная депрессия ST до 2 мм, что свидетельствует о субэндокардиальной ишемии переднеперегородочной области левого желудочка

Признаки инфаркта миокарда

- 1) Очаговость
- 2) Дискордантность
- 3) Изменчивость

Инфаркт миокарда:

Общие признаки (5)

- патологический **Q** (некроз сердечной мышцы):
расширение **$Q > 0,03$** ; **$\downarrow Q > 1/4R$** ;
- **$\uparrow ST$** выше изолинии, синоним «монофазная кривая» (повреждение сердечной мышцы);
- изменения Т: коронарный **(+)**, **(-)** (ишемия);
- дискордантность: **$\downarrow ST$** в отведениях, противоположных локализации инфаркта;
- динамика (острейшая стадия-острая-подострая-рубцовая стадии ИМ)

II. Стадии ИМ

- Острейшая стадия (стадия повреждения): $\uparrow ST$ выше изолинии;
- Острая стадия ИМ (формирование некроза): $\uparrow ST$ выше изолинии с переходом в (-) T; формирование патологического Q;
- подострая стадия ИМ (рассасывание, пролиферация, репарация и организация в зоне рубца): ST на изолинии, T (-), патологический Q;
- рубцовая стадия ИМ (процесс окончательной консолидации рубца): ST на изолинии, T (-) или (+), патологический Q – в данном случае признак рубца

III. Локализация ИМ

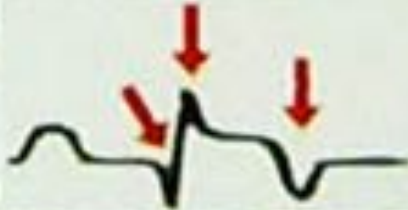
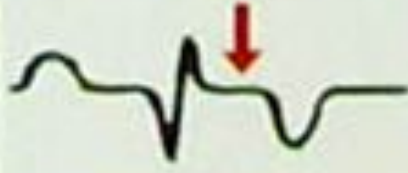
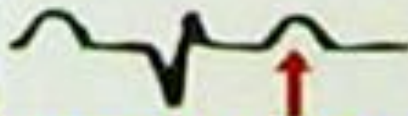
- передняя стенка ЛЖ: I, aVL, V_{1-4} ; дискордантность смещения ST в III, aVF;
- боковая стенка ЛЖ: V_{5-6} ;
- заднедиафрагмальная стенка ЛЖ: III, aVF; дискордантность смещения ST в I, aVL

IV. Классификация ИМ

- Q-ИМ:

трансмуральный (комплекс QS с исчезновением R),
интрамуральный ($R \downarrow$, но не исчезает полностью);

- неQ-ИМ (не формируется патологический Q)

Стадия	Длительность	ЭКГ-картина	Признак
Ранняя стадия (ишемия)	несколько минут, до получаса		- высокий остроконечный зубец T ^K
Стадия I (повреждение)	от нескольких часов до 1-3 сут.		- подъем (куполообразный) ST выше изолинии, ST сливается с T ^{K+} - зубец R еще высокий - зубец Q еще неглубокий
Стадия II (острая)	1-2-3 недели		- подъем ST выше изолинии с инверсией зубца T (T отриц.) - уменьшение амплитуды зубца R - зубец Q ^{rai} (Qr, QS) - инфарктный
Стадия III (подострая)	1-3 месяца		- зубец Q ^{rai} (инфарктный) - отрицательный зубец T - сегмент ST приближается к изолинии
Стадия IV (рубцевание)	до нескольких лет		- стойкий зубец Q ^{rai} (Qr, QS) - "провал" зубца R - зубец T сглажен, постепенно нормализуется; ST на изолинии

ЭКГ признаки инфаркта миокарда

а.
стадия
поврежде-
ния



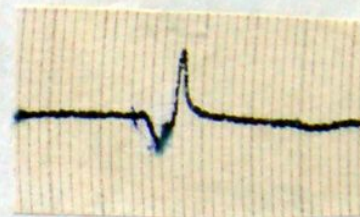
б.
острая
стадия



в.
подострая
стадия

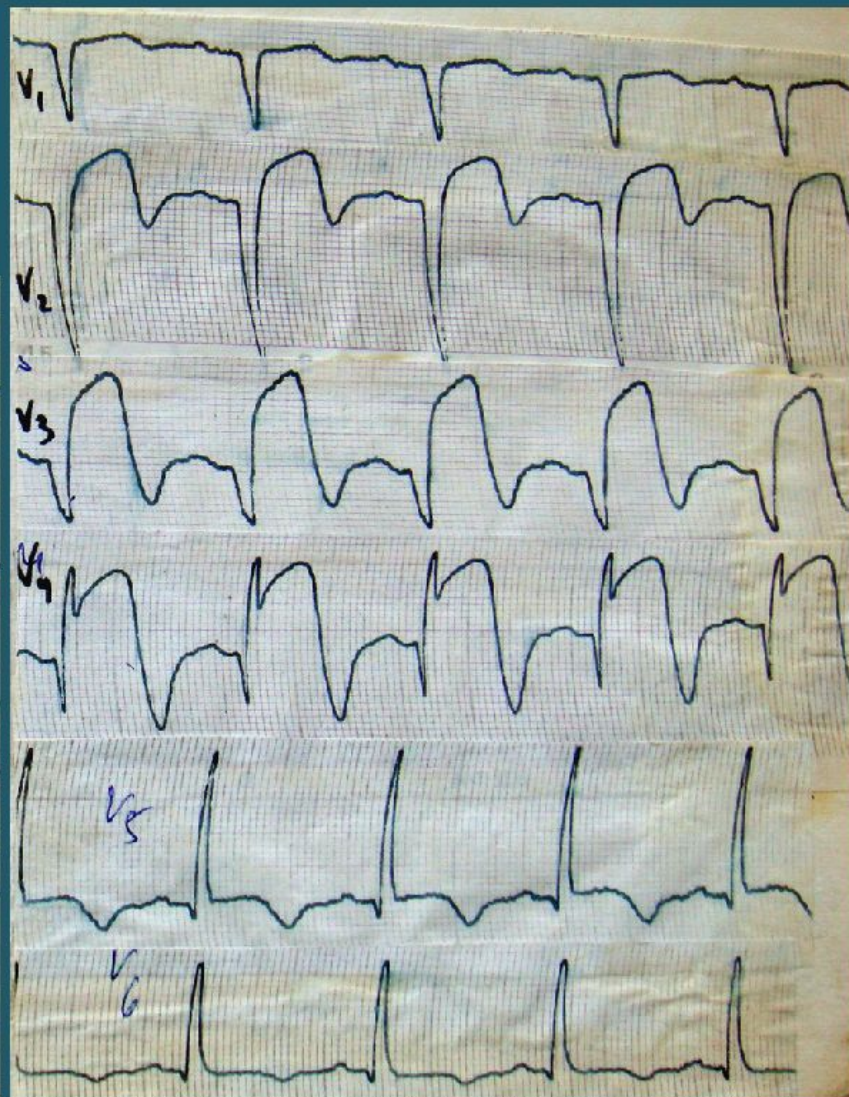
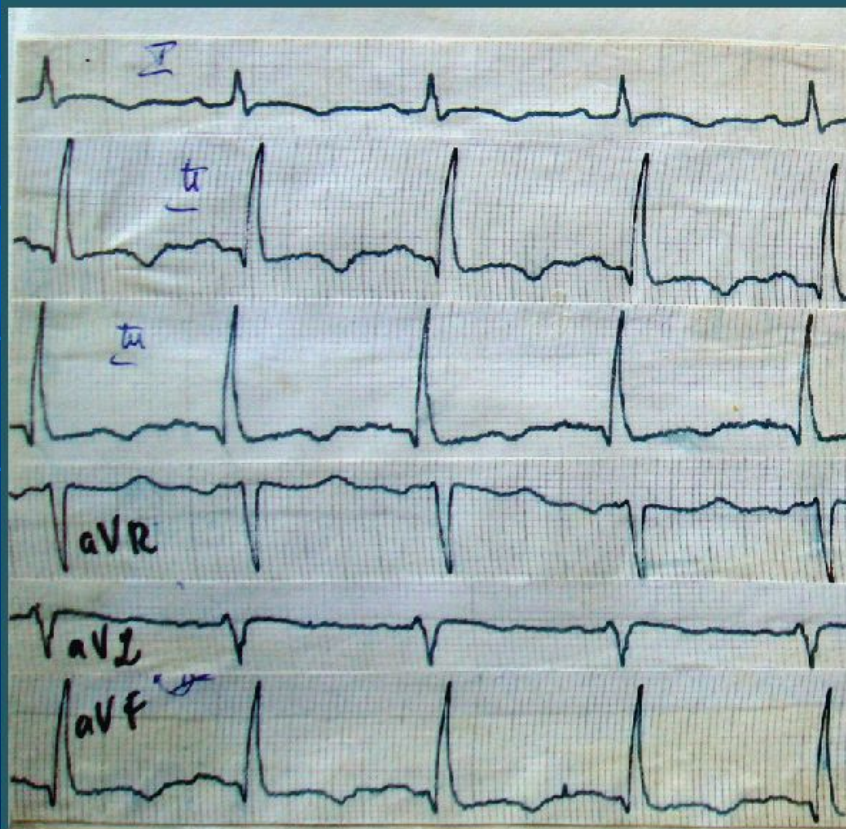


г.
рубцовая
стадия



динамика крупноочагового инфаркта миокарда

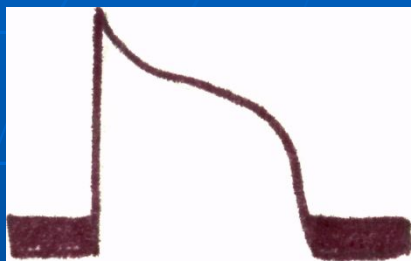
ОИМПСЛЖ



Локализация инфаркта миокарда

Переднеперегородочный	V1-V3
Передневерхушечный	V3-V4
Переднебоковой	I, aVL, V5, V6
Распространенный передний	I, aVL, V1-V6
Задне-диафрагмальный (нижний)	II, III, aVF
Задне-боковой	III, aVF, V5, V6
Распространенный задний	II, III, aVF, V5, V6, V7-V9

ЭКГ-признаки ИМ на различных стадиях



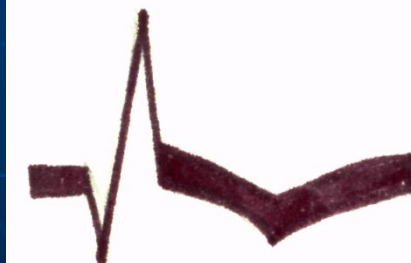
Острая стадия – ST и T слиты в одну волну (монофазный потенциал повреждения). Длится от нескольких часов до нескольких суток с начала инфаркта



Подострая стадия – глубокий Q, малый R, начинает дифференцироваться отрицательный T. Длится 1-3 недели от начала инфаркта

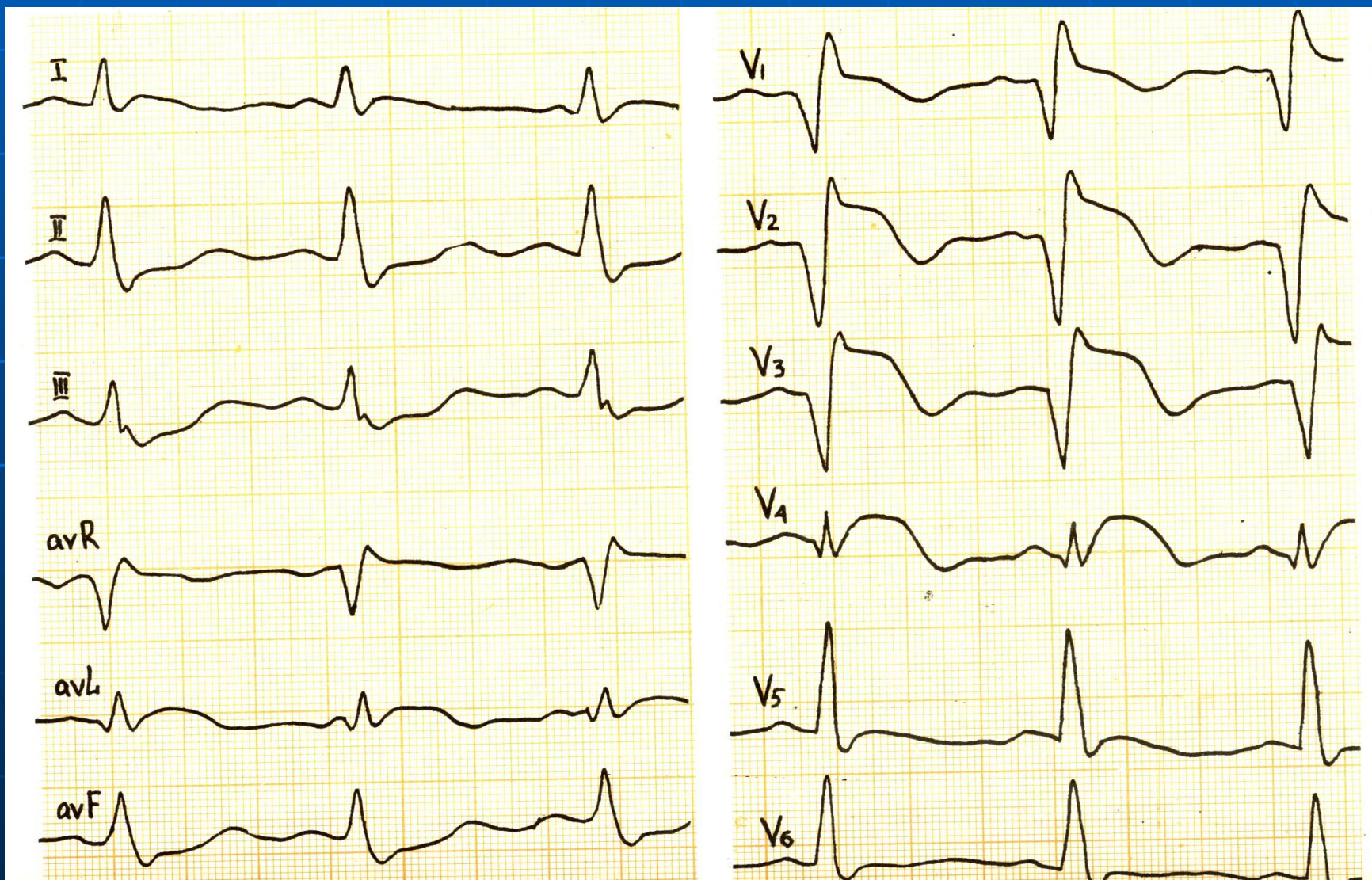


Восстановительная стадия – глубокий Q, ST на изолинии, T отрицателен (ишемический T). Длительность – 2-6 недель от начала инфаркта

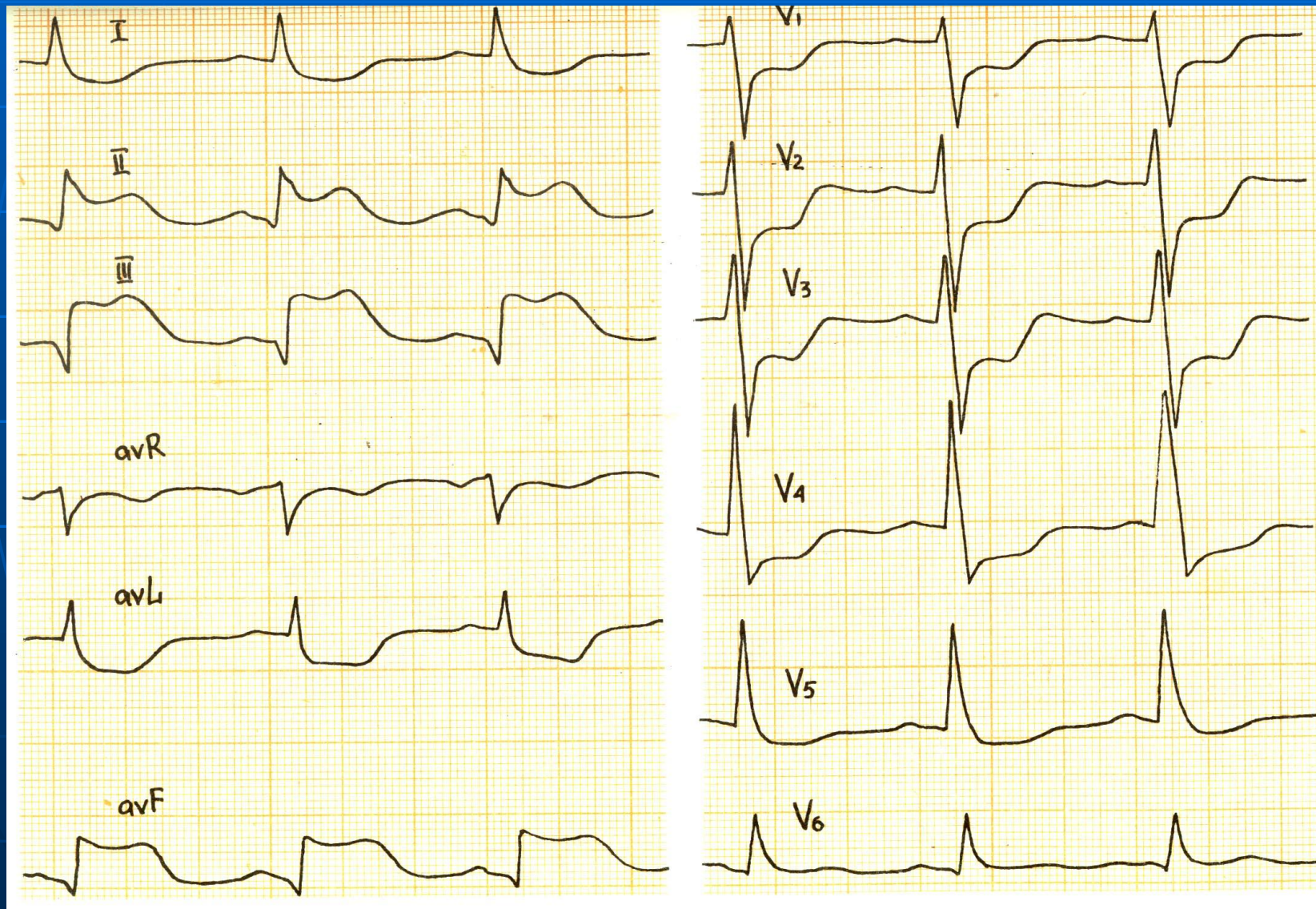


Стадия рубцевания – глубокий и уширенный Q, отрицательный T. Данные изменения могут оставаться постоянно

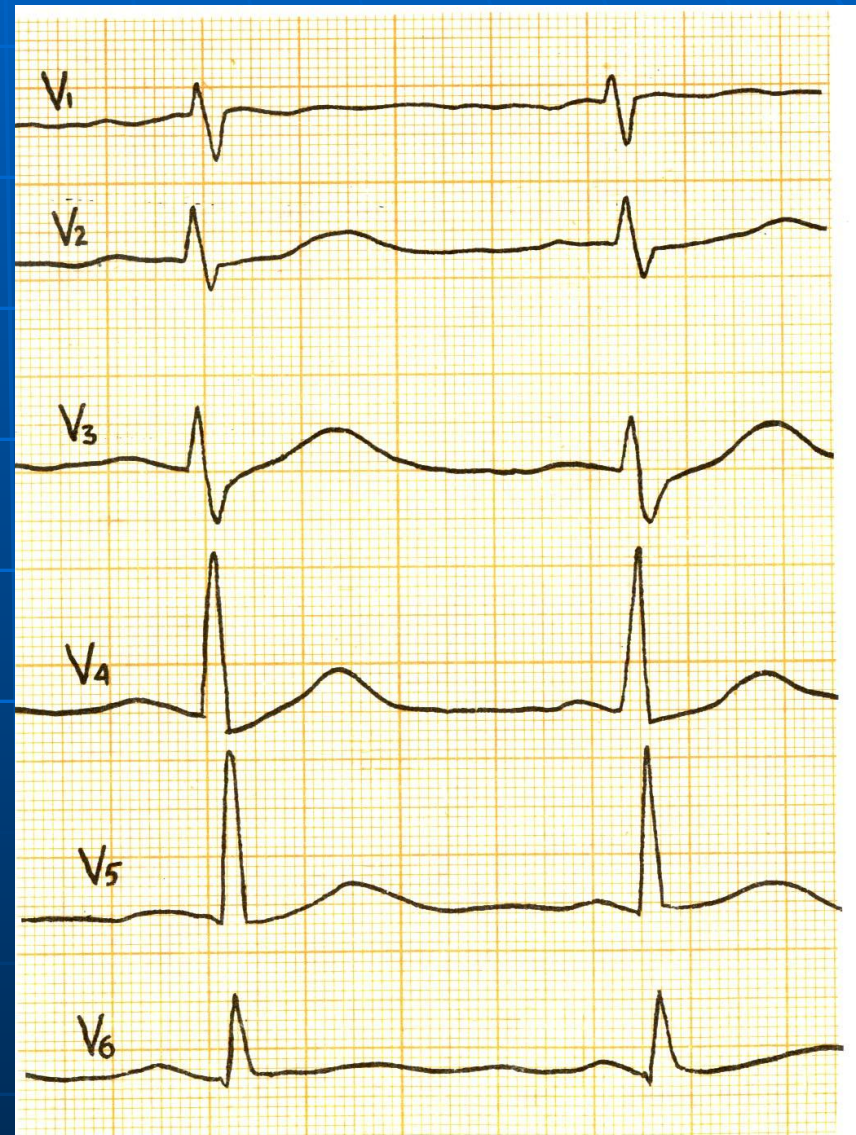
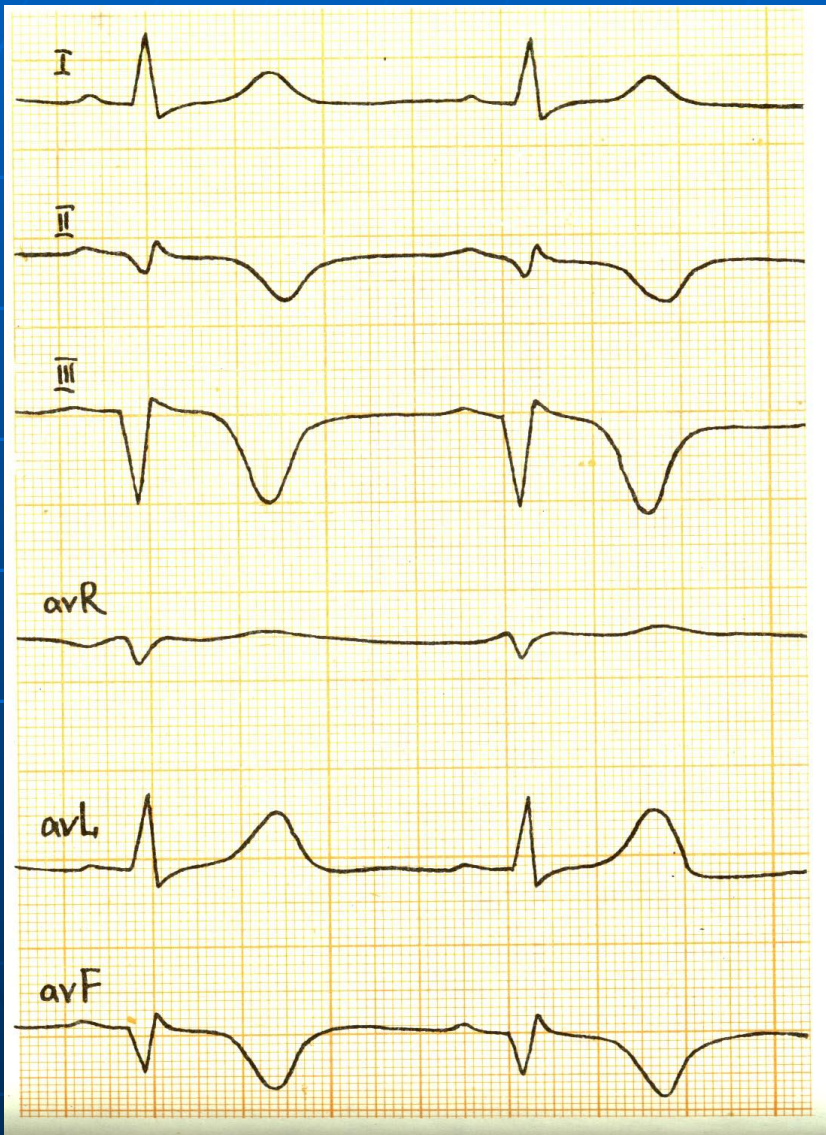
Переднеперегородочный с захватом вершины ИМ.

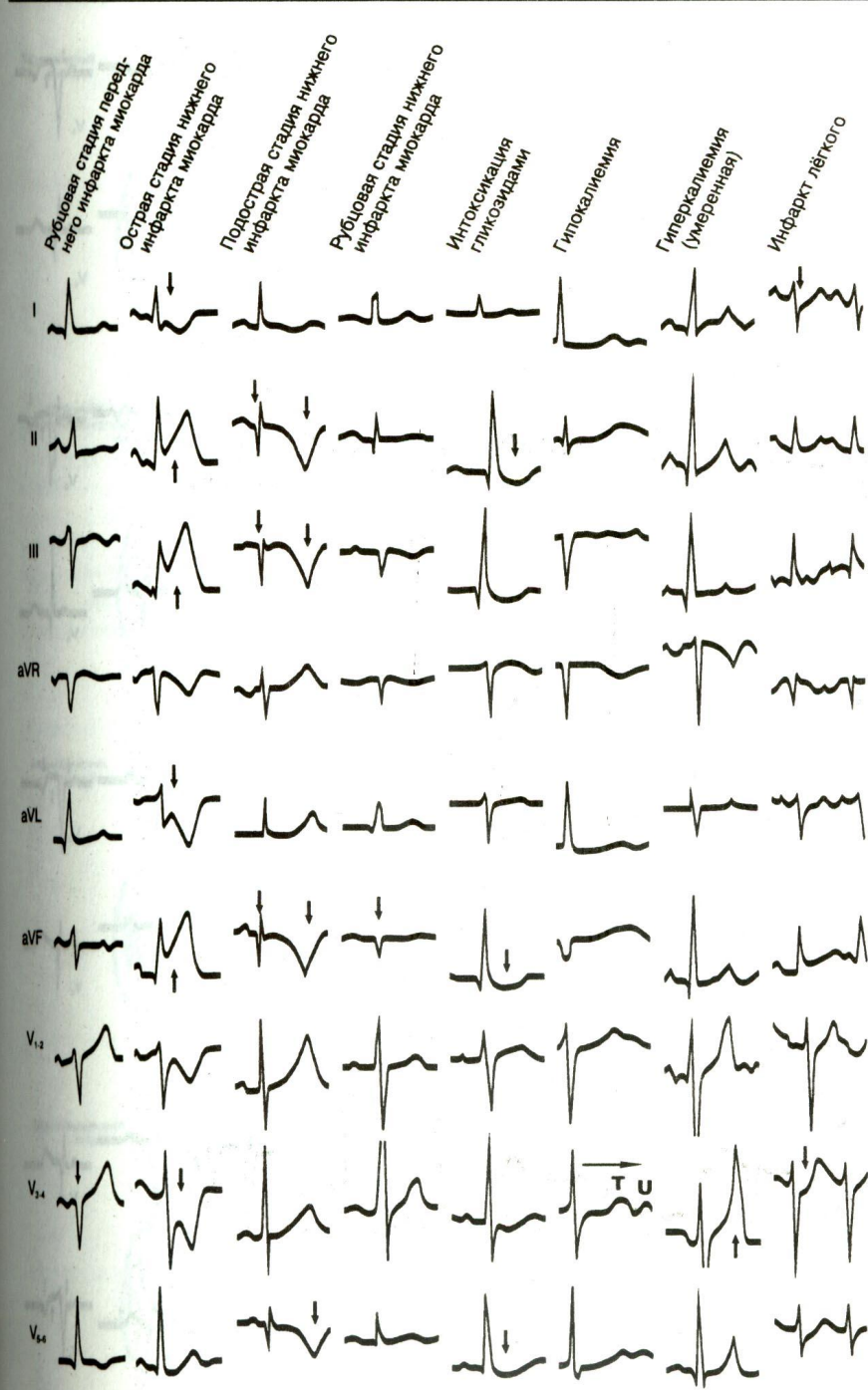
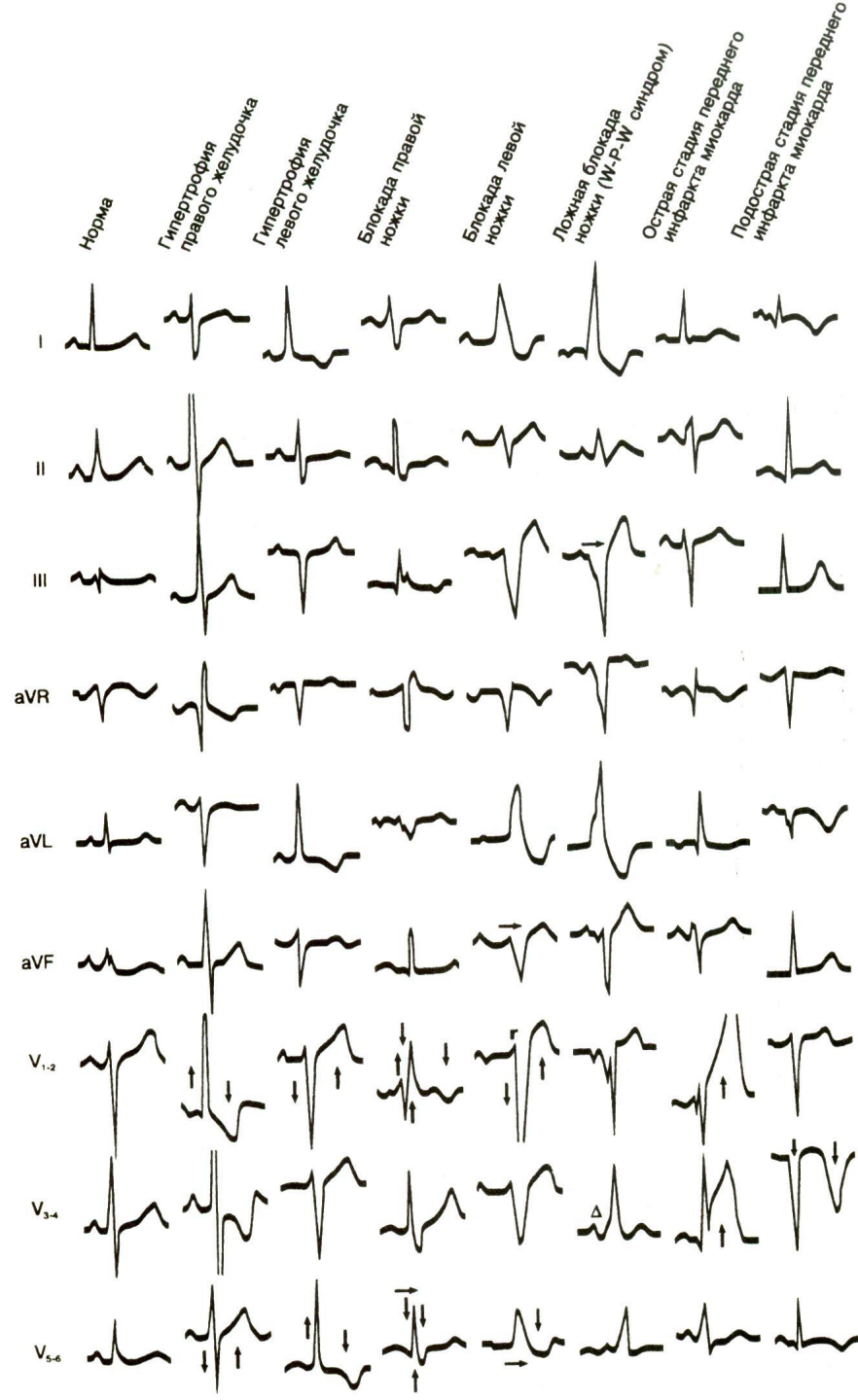


Задний ИМ в острой стадии в II-III, aVF зарегистрированы патологические зубцы Q, подъем ST по типу монофазной кривой. Дискордантное смещение сегмента ST в I, aVL, V1-V4



Динамика заднего инфаркта миокарда

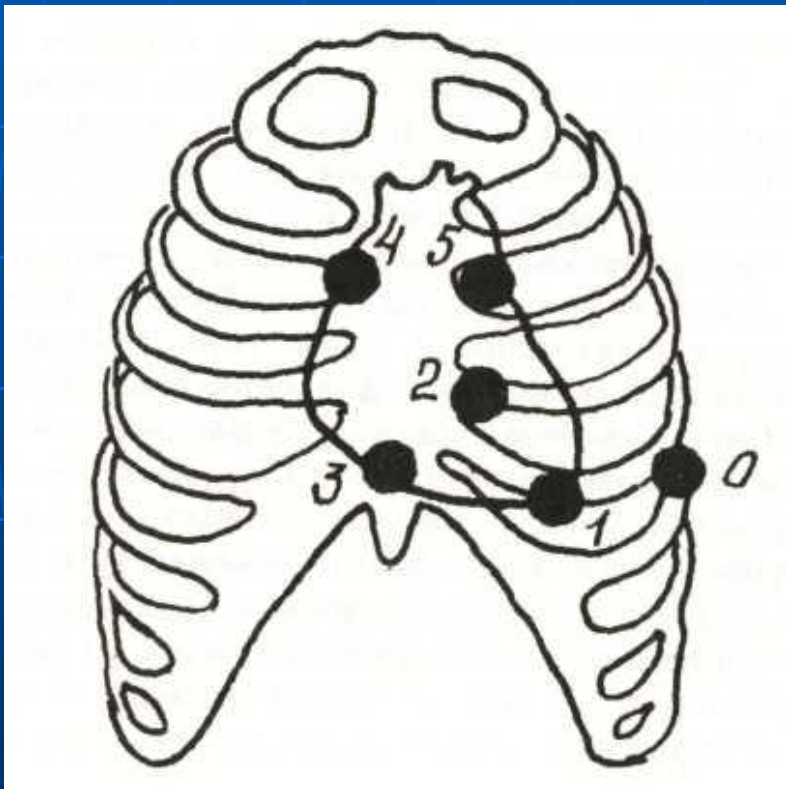




Фонокардиография (ФКГ)

- Фонокардиография является методом графической регистрации звуковых колебаний, возникающих при работе сердца

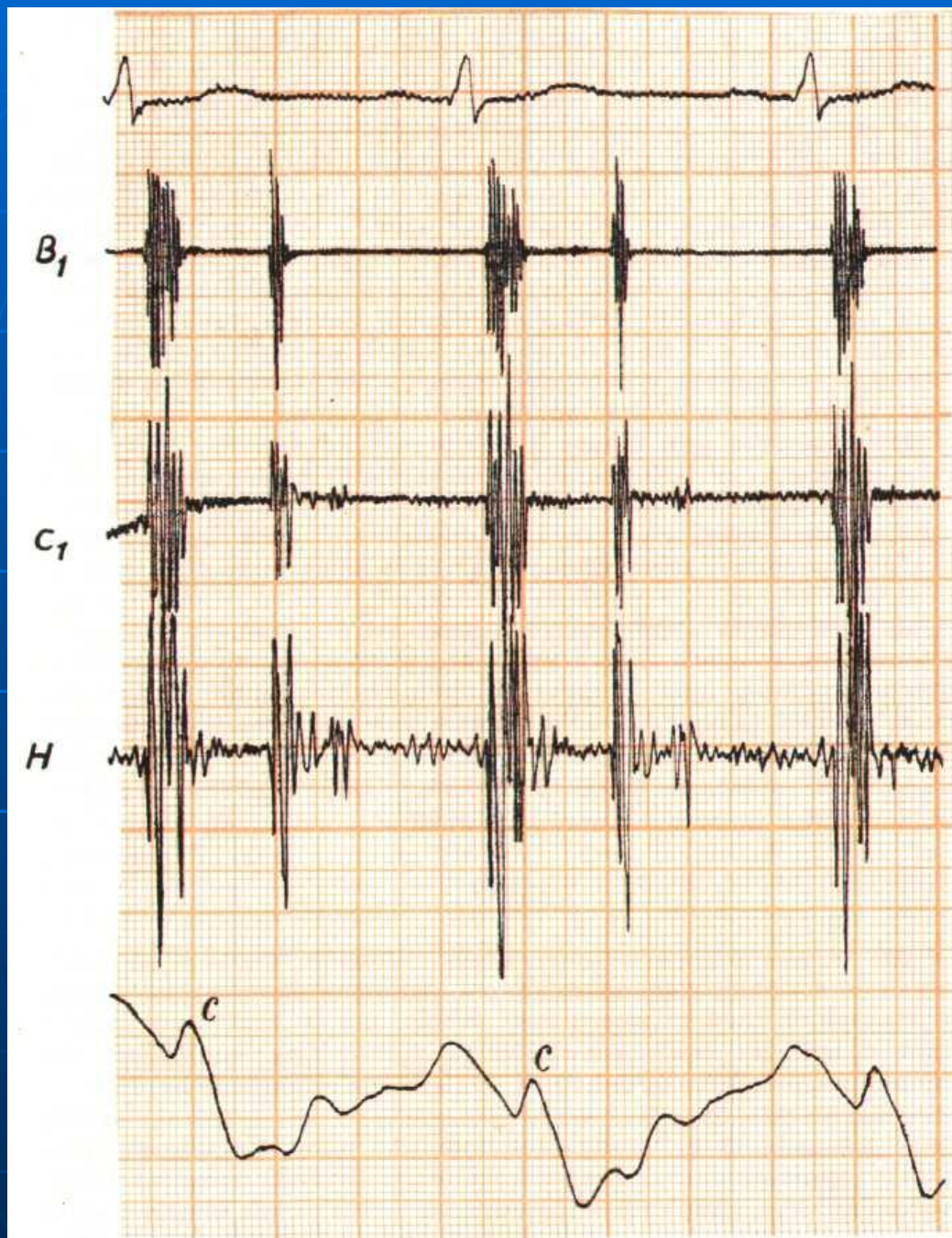
Расположение на грудной клетке стандартных точек для записи фонокардиограммы



- 1 — над верхушкой сердца;
- 2 — в области проекции митрального клапана;
- 3 — в области проекции трикуспидального клапана;
- 4 — над аортой;
- 5 — над легочной артерией;
- 0 — нулевая точка

Нормальная ФКГ

- Величина интервала Q — I тон равна 0,02 — 0,06 с (реже — до 0,07 с)
- Начало II тона соответствует концу зубца T ЭКГ и в норме может опережать это положение не более чем на 0,02 с или отставать от него не более чем на 0,04 с

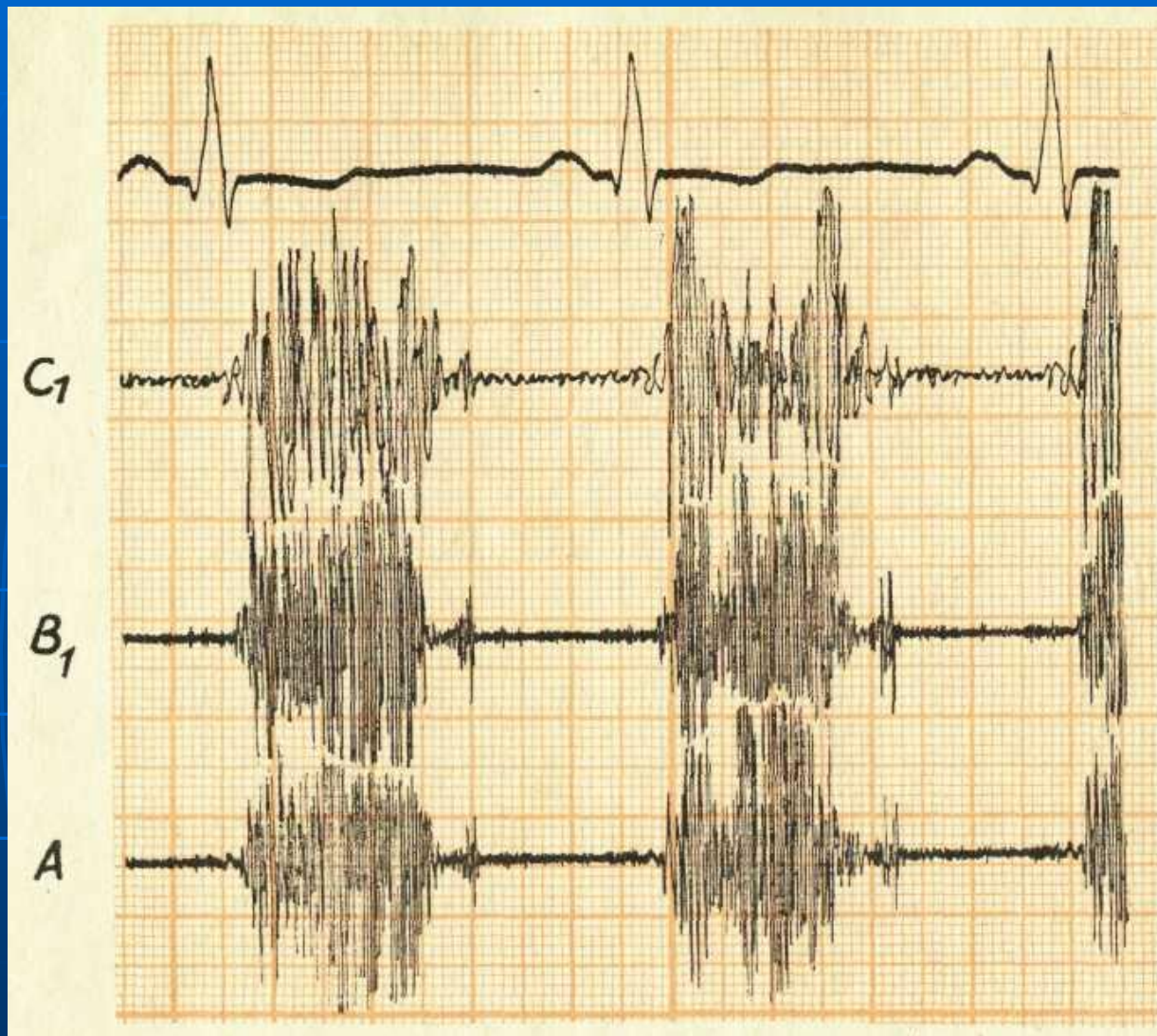


Фонокардиограмма здорового человека 29 лет (верхушка сердца)

I тон состоит из высокочастотных осцилляций большой амплитуды, возникает через 0,07 с после начала желудочкового комплекса ЭКГ.

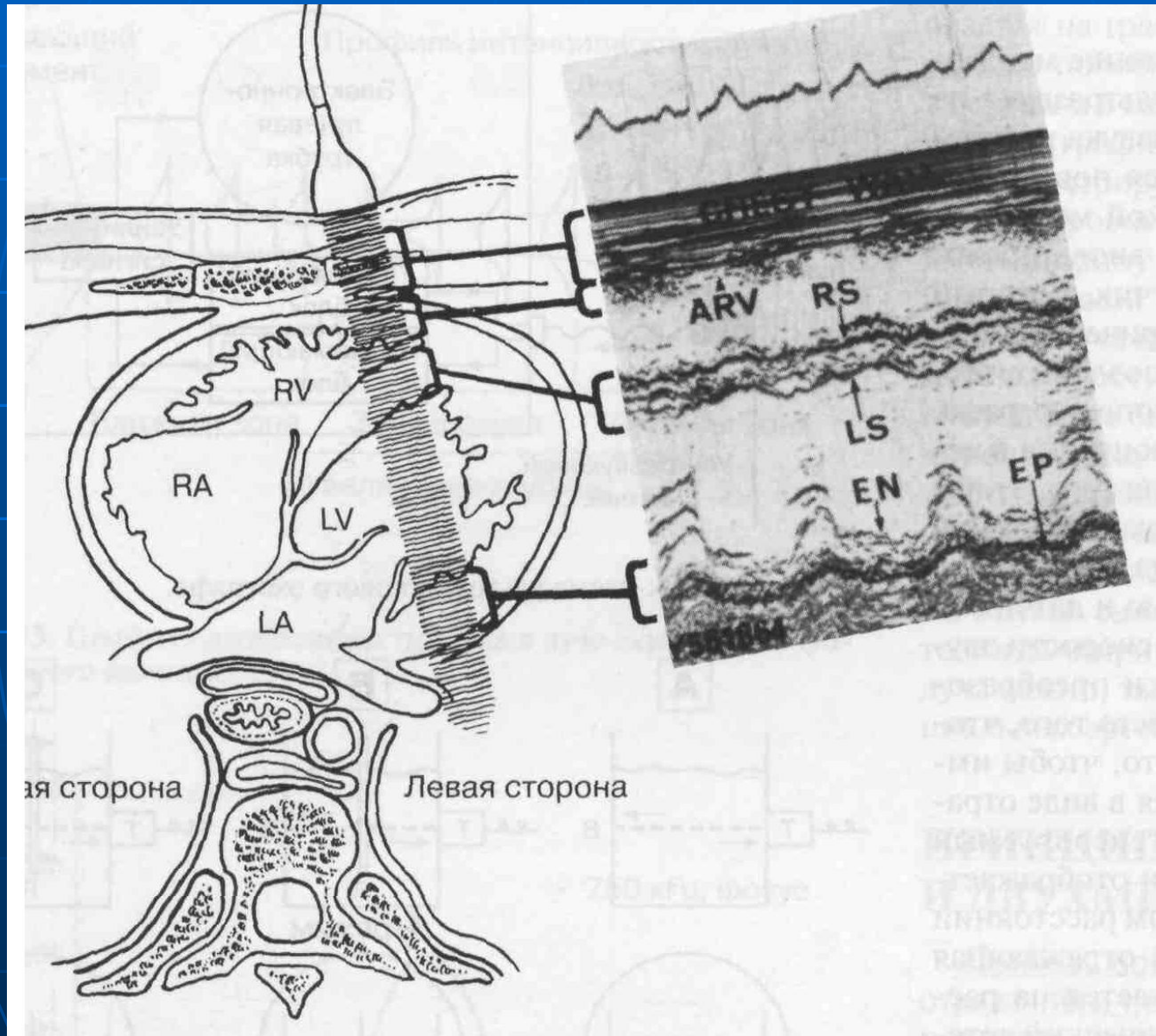
II тон появляется через 0,02 с после окончания зубца Т ЭКГ.

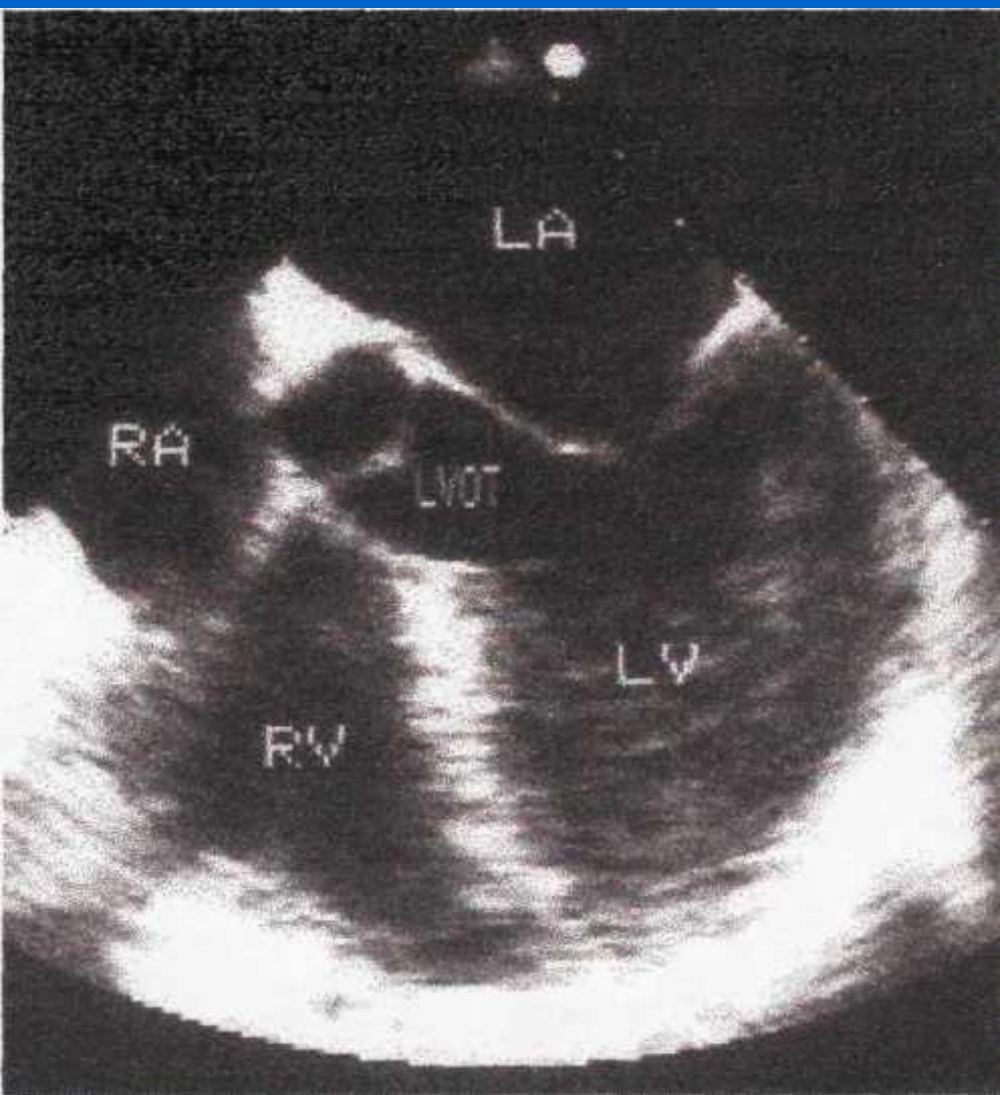
Через 0,14 с после начала II тона в диапазоне низких и средних частот регистрируется III тон. Вершина волны. С яремной флебограммы совпадает с конечными осцилляциями



Фонокардиограмма больного Б., 27 лет (верхушка сердца). Выраженная недостаточность митрального клапана. Амплитуда I и II тонов увеличена. Непосредственно после I тона начинается нарастающий высокоамплитудный систолический шум, сливающийся со II тоном. Через 0,14 с после начала II тона регистрируется патологический III тон

Пример сканирования в М-режиме





Чреспищеводное
эхокардиографическое
исследование в поперечной
плоскости: позиция длинной оси
выносящего тракта левого
желудочка. LA — левое
предсердие, LV — левый
желудочек, RV — правый
желудочек, RA — правое
предсердие, LVOT —выносящий
тракт левого желудочка.

Параметры нормальной ЭхоКГ

- Внутренний диаметр аорты 2,0-3,6см
- Аортальный клапан: структура однородная
- Открытие створок аортального клапана 1,5-2,6см
- Скорость кровотока в аорте 1,0-3,5м/с
- Диаметр левого предсердия 1,9-3,5см
- Толщина RVPW 0,45
- Диаметр RV 2,8
- Толщина IVS 0,6-1,0 (диастола) 0,9-1,4 (систола)
- Диаметр LV до 5.5 (диастола) 2,2-4,0 (систола)
- Толщина LVPW 0,7-1,1(диастола) до 1,6 (систола)
- Конечный объем LV (мл) 188-140(диастола) 38-55(систола)
- Фракция сокращения 25%
- Фракция выброса 58-89%
- Масса миокарда (г) 140-170
- Скорость циркул. волокон 0,0-1,4
- Ударный объем (мл) 123-40
- Минутный объем (л/мин) 8,9-3,7
- Скорость кровотока через митральный клапан 0,6-1,3м/с
- Скорость кровотока через клапан легочной артерии 0,6-0,9 м/с
- Скорость кровотока через трехстворчатый клапан 0,3-0,7 м/с