

Электрокардиограмма при гипертрофии различных отделов сердца

К.м.н., доцент кафедры
внутренней медицины
Кириченко Н.Н.

Под гипертрофией того или иного отдела сердца понимают увеличение массы этого отдела за счет увеличения количества мышечных волокон и массы каждого волокна (вследствие его удлинения и утолщения). Это приводит к увеличению ЭДС гипертрофированного отдела сердца

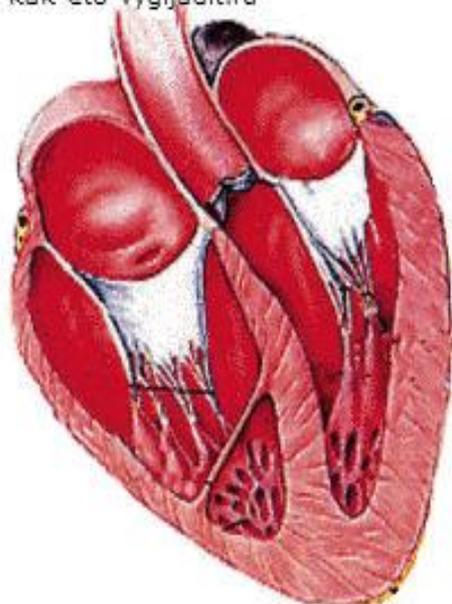
- Увеличивается **вектор и продолжительность возбуждения гипертрофированной камеры сердца;**
- развивается дистрофия мышечных волокон, что связано с отставанием роста капилляров от роста гипертрофированных мышечных волокон.
- Это приводит к появлению относительной коронарной недостаточности и склерозу мышечных волокон.
- Дилатация гипертрофированного отдела сердца и нарушение проводимости приводят к удлинению периода деполяризации.
- Гипертрофированный отдел сердца большей своей поверхностью прилежит к передней грудной стенке, что обуславливает лучшую регистрацию его потенциалов. При гипертрофии отдельных камер сердца меняется положение сердца или отдельных его частей в полости грудной клетки.

При гипертрофии

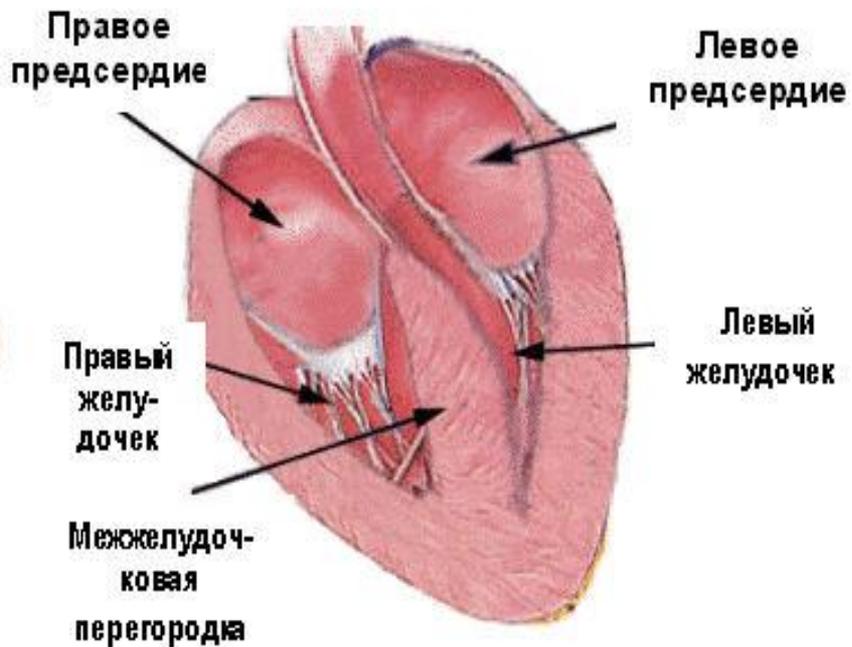
- Предсердий изменяется электрическая ось предсердий. При гипертрофии желудочков ЭОС часто отклоняется вправо или влево и, кроме того, меняется направление волны реполяризации в гипертрофированном желудочке.
- При гипертрофии изменения ЭКГ могут быть обусловлены: гипертрофией, дилатацией, нарушением проводимости, изменением расположения сердца или отдельных его частей и т.д.
- ЭКГ критерии гипертрофии предсердий и желудочков до сих пор не являются общепринятыми.
- Отсутствует единая терминология для обозначения одинаковых изменений ЭКГ. Одновременно с термином «гипертрофия» широко фигурирует также понятие «увеличение» того или иного желудочка или предсердия.
- Существует мнение, что при наличии соответствующих ЭКГ признаков термин «увеличение предсердия» предпочтительнее понятия о его гипертрофии, так как отсутствуют четкие корреляции между изменениями ЭКГ и массой предсердия.
- Однако большинство исследователей при увеличении векторов возбуждения предсердий или желудочков широко используют оба термина «гипертрофия» и «увеличение» левого или правого предсердия или желудочка, отдавая все-таки предпочтение термину «гипертрофия»

Гипертрофия правого предсердия

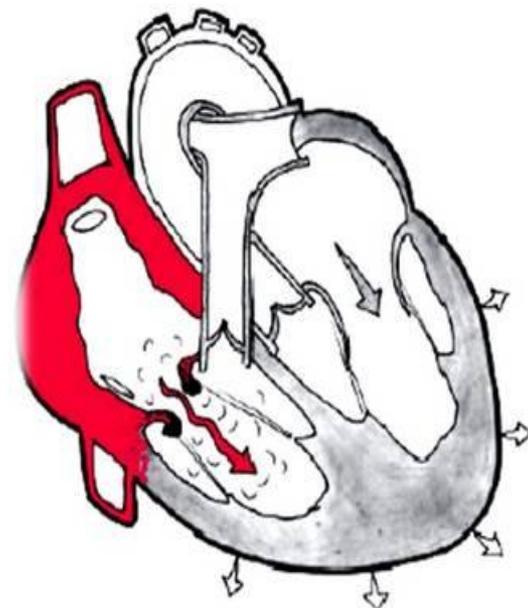
kak-eto-vygljadit.ru



Нормальное сердце



Гипертрофированное сердце



Гипертрофия правого предсердия (ГПП)

- **Схема образования зубца Р.** А – в норме; Б – при ГПП: характерен высокий заостренный остроконечный зубец Р. Высота зубца Р превышает 2–2,5 мм. Ширина его не увеличена или реже несколько увеличена до 0,11–0,12 с. При ГПП такой высокий остроконечный зубец Р регистрируется во II, III и aVF.

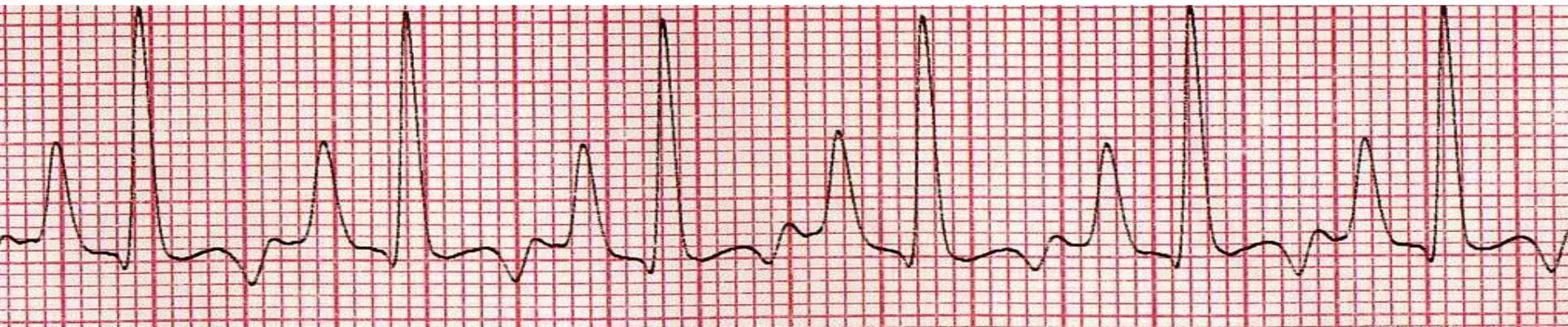
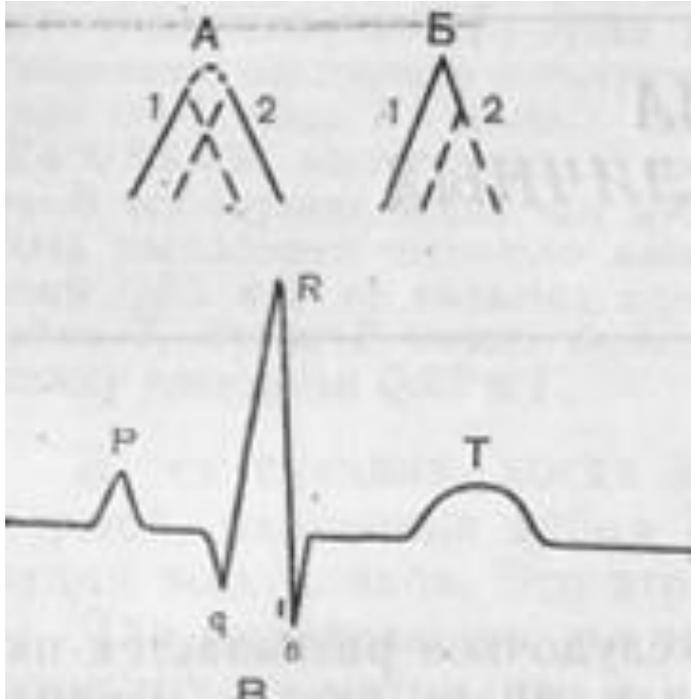
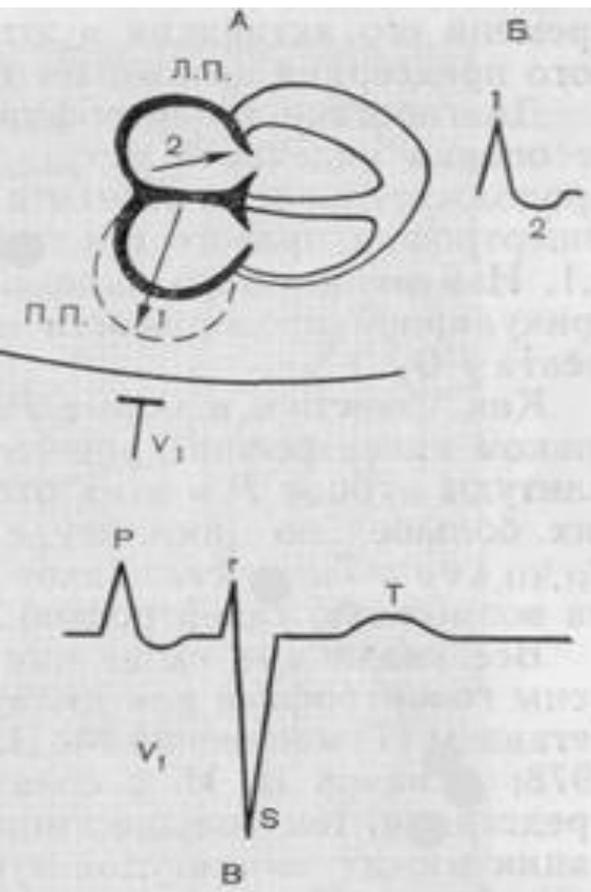
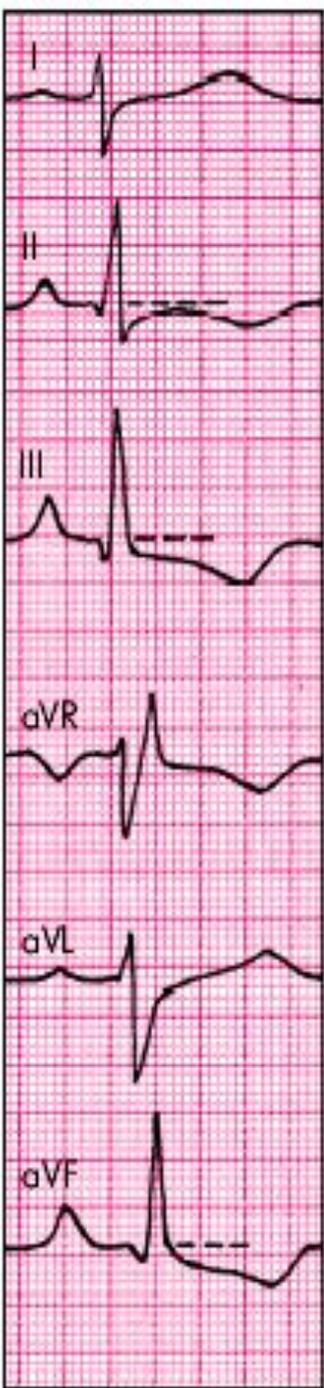


Схема образования зубца PV1 при ГПП



- Увеличение вектора возбуждения ПП (А) приводит к увеличению первой положительной фазы зубца PV1 (Б, В) - время активации ПП (от начала зубца Р до его вершины, измеренного в III или aVF или в V1. Для ГПП характерно удлинение времени его активации более 0,04 с.
- Диагностике ГПП помогает оценка индекса Макруза (отношение длительности зубца Р к продолжительности сегмента PQ), в норме равного 1,1 – 1,6. При ГПП Макруза меньше 1,1.
- Косвенные признаки ГПП: PII, III, aVF > TII, III, aVF. Такое соотношение зубцов Р и Т указывает на возможную ГПП. (В норме PII, III, aVF < TII, III, aVF).
- Все указанные выше изменения зубца Р могут быть обусловлены гипертрофией или дилатацией правого предсердия или их сочетанием. Чем больше ГПП, тем больше амплитуда зубца Р. Чем больше дилатация ПП, тем больше ширина зубца Р и тем длительнее активация ПП более 0,04с.

ГПП (Тенденция к отклонению зубца Р)



- Если в норме $RII > RI > RIII$, то при ГПП:
- электрическая ось зубца Р отклонена вправо ($RIII > RII > RI$). Реже - высокий заостренный зубец Р в I и aVL;
- В aVR - глубокий заостренный отрицательный Р. Ширина его обычно не увеличена.
- Зубец PV1 становится высоким заостренным с резким преобладанием первой положительной фазы. Изредка Р V1 слабopоложительный или сглаженный или слабоотрицательный.
- В V2, V3 регистрируется высокий остроконечный зубец Р, иногда с V1 по V5. Чем больше ГПП, тем в большем количестве грудных отведений отмечается высокий заостренный положительный зубец Р. В отведениях V5, V6 зубец Р обычно снижен по амплитуде.



ЭКГ при ГПП. Высокий острокон. зубец Р во II, III, aVF, V1 отведениях.

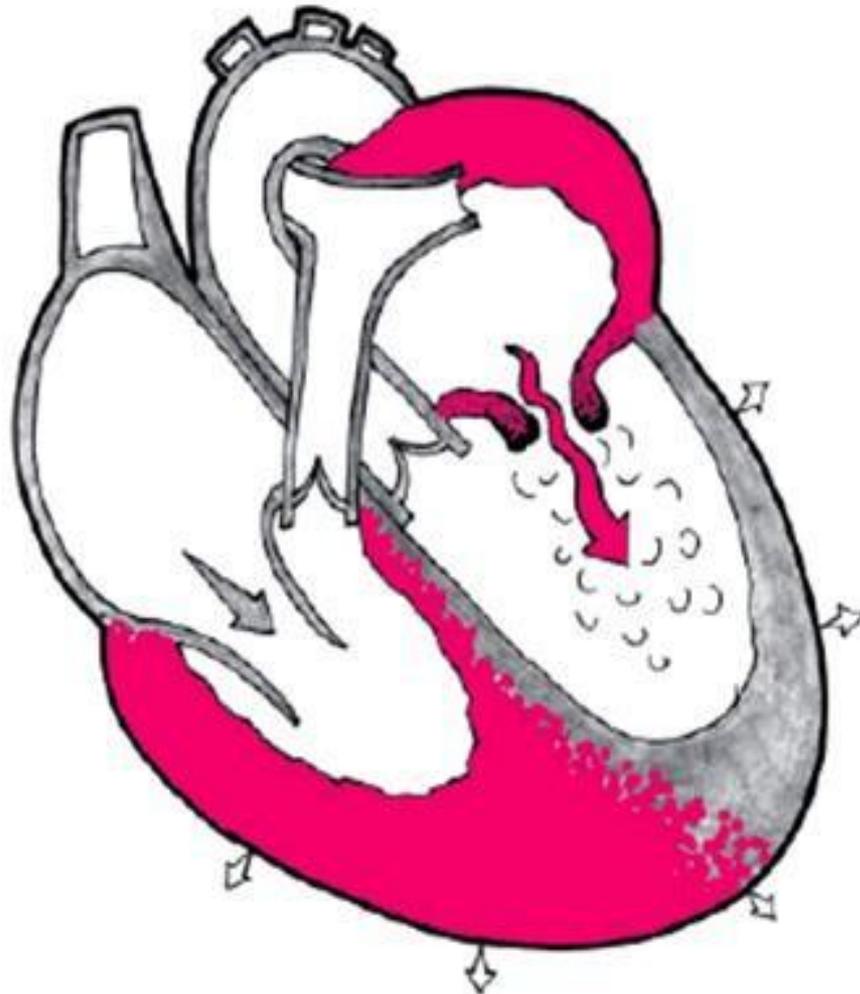
RavR отрицательный заостренный.

- Предсердный комплекс ЭКГ при ГПП называют «P-pulmonale». Это связано с тем, что гипертрофия ПП часто у больных хроническими заболеваниями легких, при ХЛС, трикуспидальном стенозе, легочной гипертензии, повторных ТЭЛА, врожденных пороках сердца с перегрузкой правых его отделов и т.д.
- Наличие признаков гипертрофии ПП при врожденных пороках сердца дало основание некоторым авторам говорить в этих случаях о «P-congenitaile», однако этот термин не оправдан.

О перегрузке правого предсердия

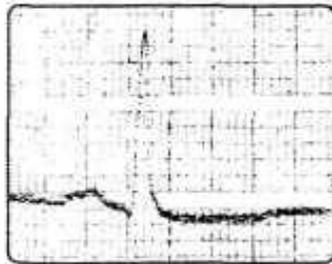
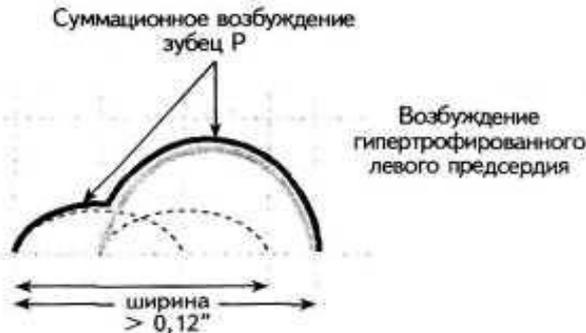
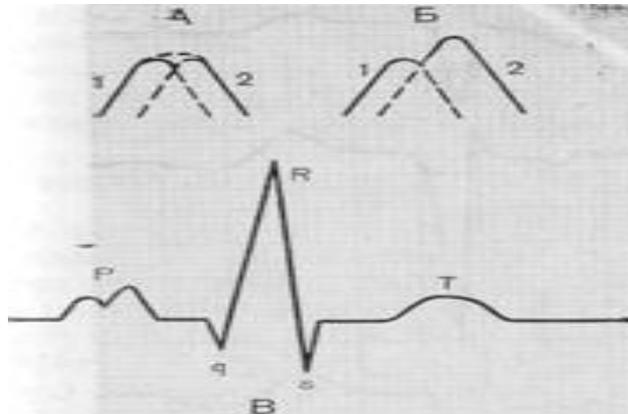
- говорят в случаях, когда на ЭКГ после острой ситуации (например, пневмонии, приступа бронхиальной астмы, отека легких, инфаркта миокарда, эмболии легочной артерии и т.д.) появляются изменения, характерные для ГПП.
- **Изменения ЭКГ** постепенно исчезают при последующей нормализации состояния больного. В острой ситуации лишь по изменениям ЭКГ трудно провести дифференциальный диагноз между гипертрофией и перегрузкой правого предсердия. Дифференциальному диагнозу помогают анамнез заболевания, данные объективного исследования больного и особенно динамическое ЭКГ наблюдение.
- О перегрузке правого предсердия можно говорить также в тех случаях, когда признаки «P-pulmonale» наблюдаются при заболеваниях, при которых обычно не развивается ГПП. Например при тахикардии, тиреотоксикозе, хронической ИБС и т.д. В этих случаях также предпочтителен термин «перегрузка правого предсердия».
- Предполагают, что при отсутствии гипертрофии и дилатации правого предсердия высокий заостренный зубец P связан с нарушением внутрипредсердной проводимости либо с очаговым или диффузным повреждением миокарда правого предсердия.
- Увеличение амплитуды зубца P иногда наблюдается у людей с низким расположением диафрагмы при астенической конституции.

Гипертрофия левого предсердия



Гипертрофия левого предсердия

(ГЛП)



- **Схема образования зубца Р.** А - в норме; Б – при ГЛП: 1 - часть зубца Р, связанная с возбуждением правого предсердия, 2 - часть зубца Р, обусловленная возбуждением гипертрофированного левого предсердия; В - зубец Р широкий двугорбый, вторая вершина превышает по амплитуде первую.
- Ширина Р превышает 0,10 - 0,12 с. Высота зубца Р или не увеличена, или увеличена незначительно. Зубец Р может быть зазубренным на вершине, расстояние между зазубринами превышает 0,02 с. Такой Р обычно регистрируется в I, II, aVL, V5, V6. В отведении aVR зубец Р широкий двугорбый отрицательный. При ГЛП часто наблюдается отклонение электрической оси зубца Р влево или горизонтальное ее положение: $RI > RII > RIII$. Изредка широкий двугорбый зубец Р отмечается в III и aVF отведениях.

Рис. 46. Зубец Р при гипертрофии левого предсердия

Гипертрофия левого предсердия

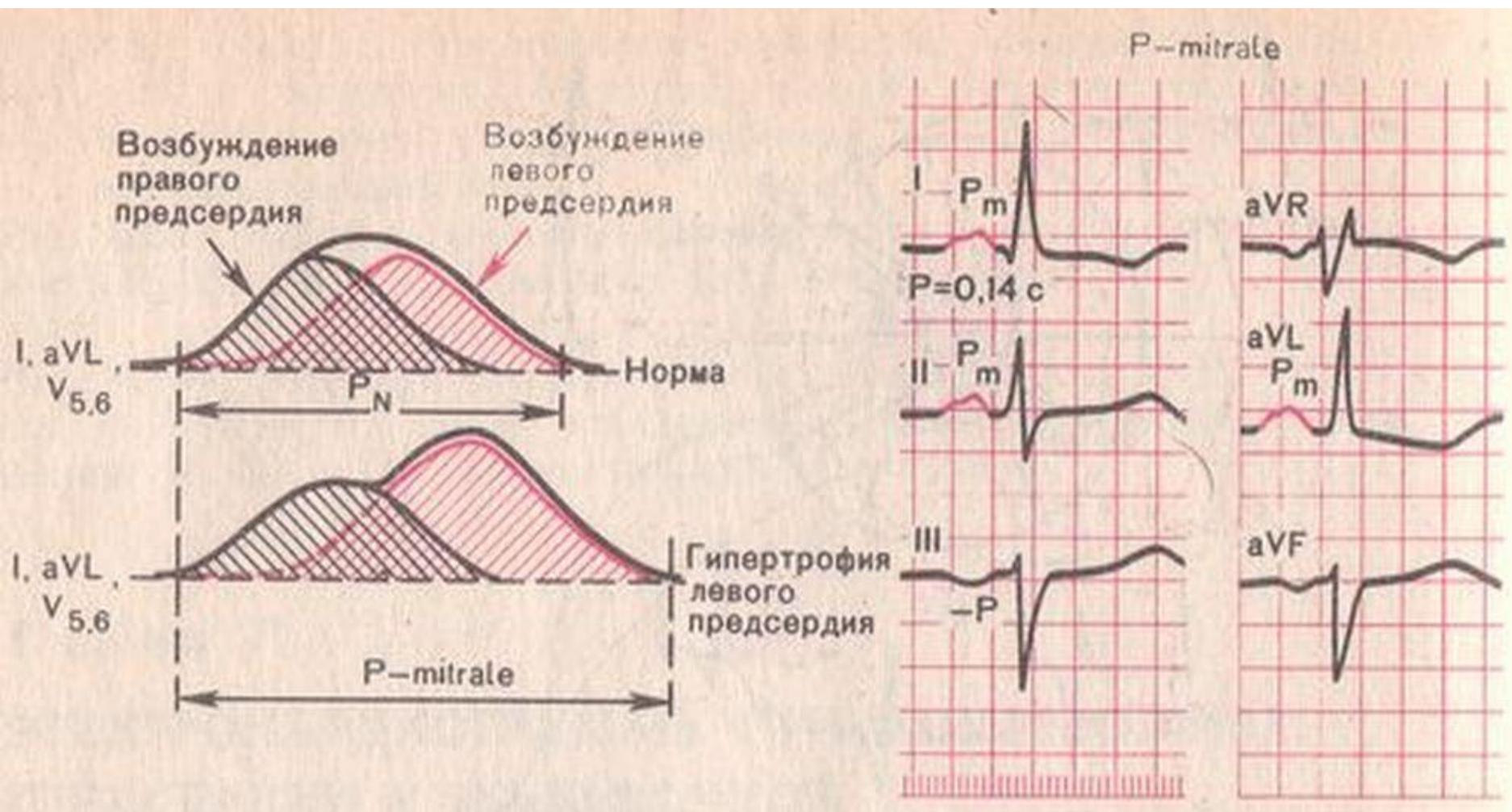
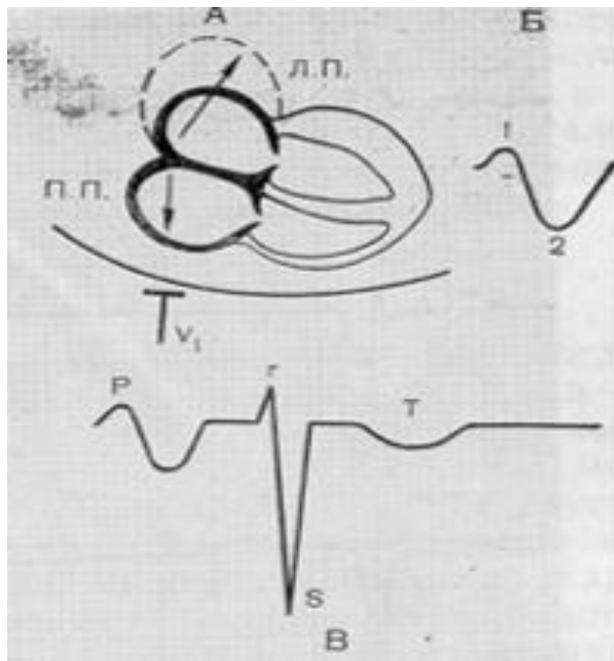


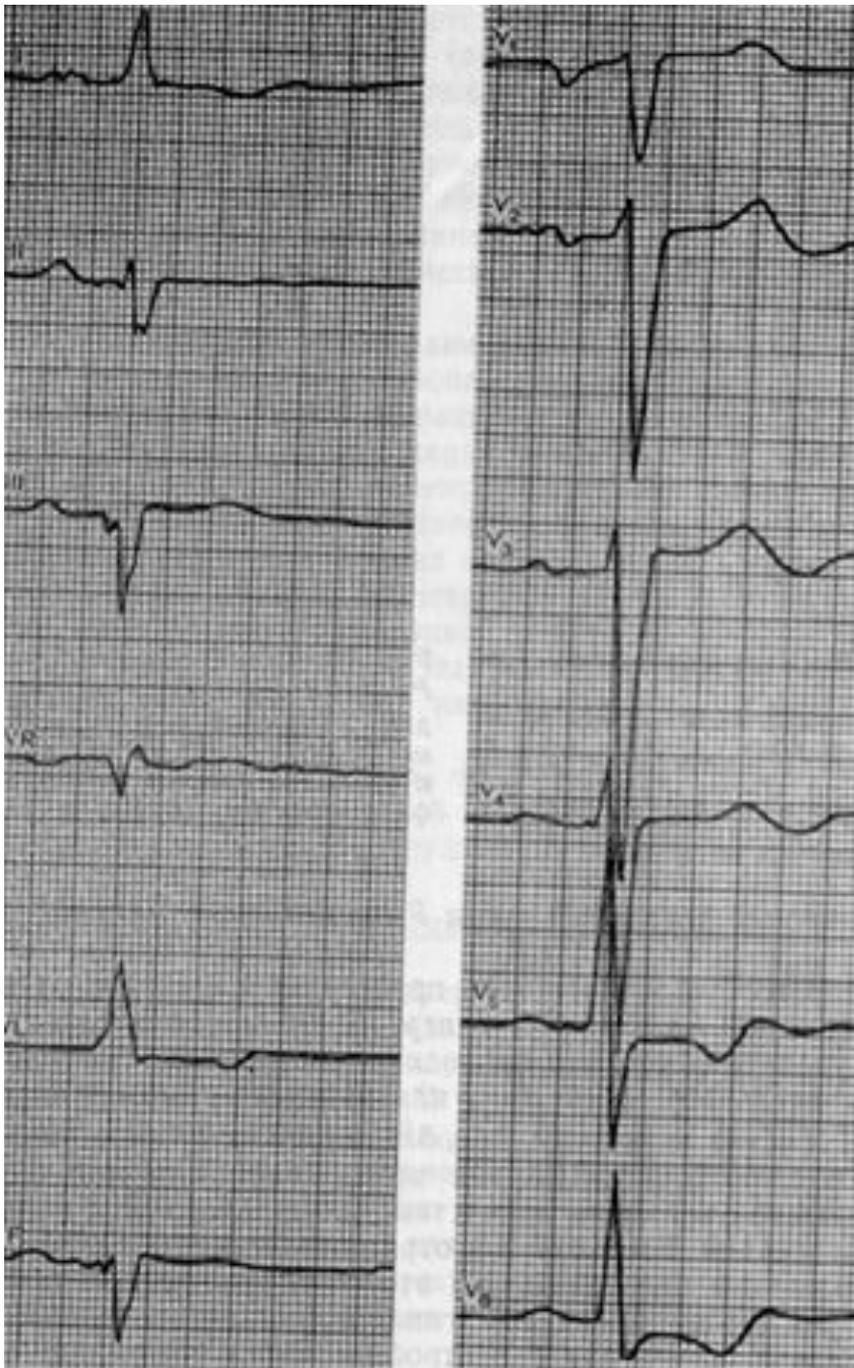
Схема образования зубца PV1 при ГЛП



- Увеличение вектора возбуждения левого предсердия (А) приводит к увеличению второй отрицательной фазы зубца PV1 (Б, В).
- Индекс Макруза при гипертрофии левого предсердия увеличен и обычно превышает 1,6, что связано с увеличением продолжительности возбуждения гипертрофированного левого предсердия. Одновременно увеличивается время активации левого предсердия в I, aVL, V5, V6 более 0,06 с (периода от начала зубца до перпендикуляра, проведенного через вторую вершину или через самую высокую точку зубца P).

- ЭКГ признаки гипертрофии или увеличения левого предсердия могут быть обусловлены как гипертрофией предсердия, так и его дилатацией или их сочетанием
- Продолжительность зубца P хорошо коррелирует с размером левого предсердия. Уширение зубца P в значительной мере связано с дилатацией левого предсердия.
- Предсердный комплекс ЭКГ при ГЛП называют «P-mitrale». Чаще всего он наблюдается у больных митральным стенозом, однако изредка отмечается и у больных с недостаточностью митрального клапана, при аортальных пороках сердца, гипертонической болезни, кардиосклерозе, врожденных пороках сердца с перегрузкой левых его отделов.

ЭКГ гипертрофии ЛП

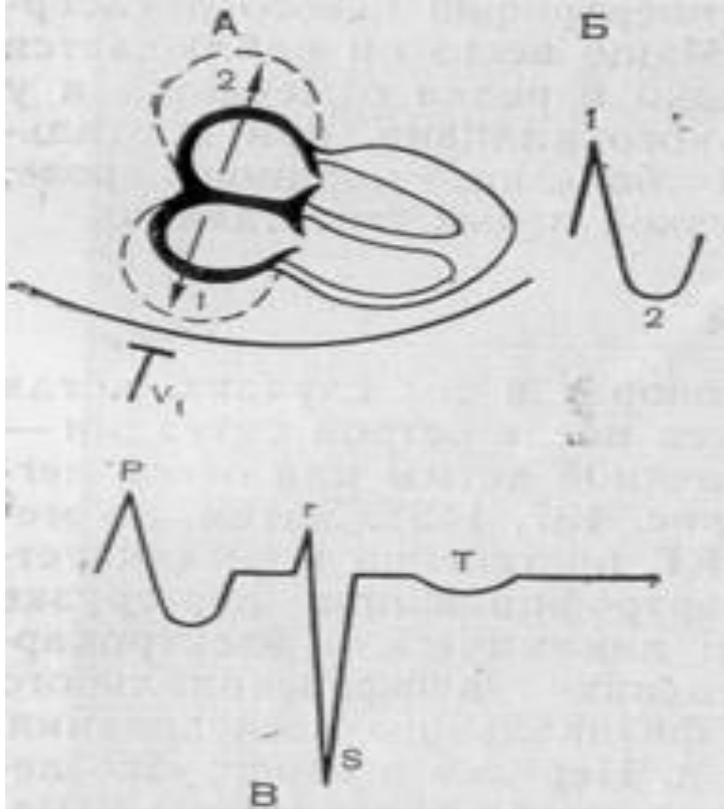


- Широкий двугорбый зубец Р в I, II, V5, V6 отведениях. Р V1 с преобладанием отрицательной фазы. Ра V R широкий отрицательный. Гипертрофия левого желудочка с его перегрузкой. Неполная блокада передней ветви левой ножки ($\Delta a = -45^\circ$).

Перегрузка левого предсердия

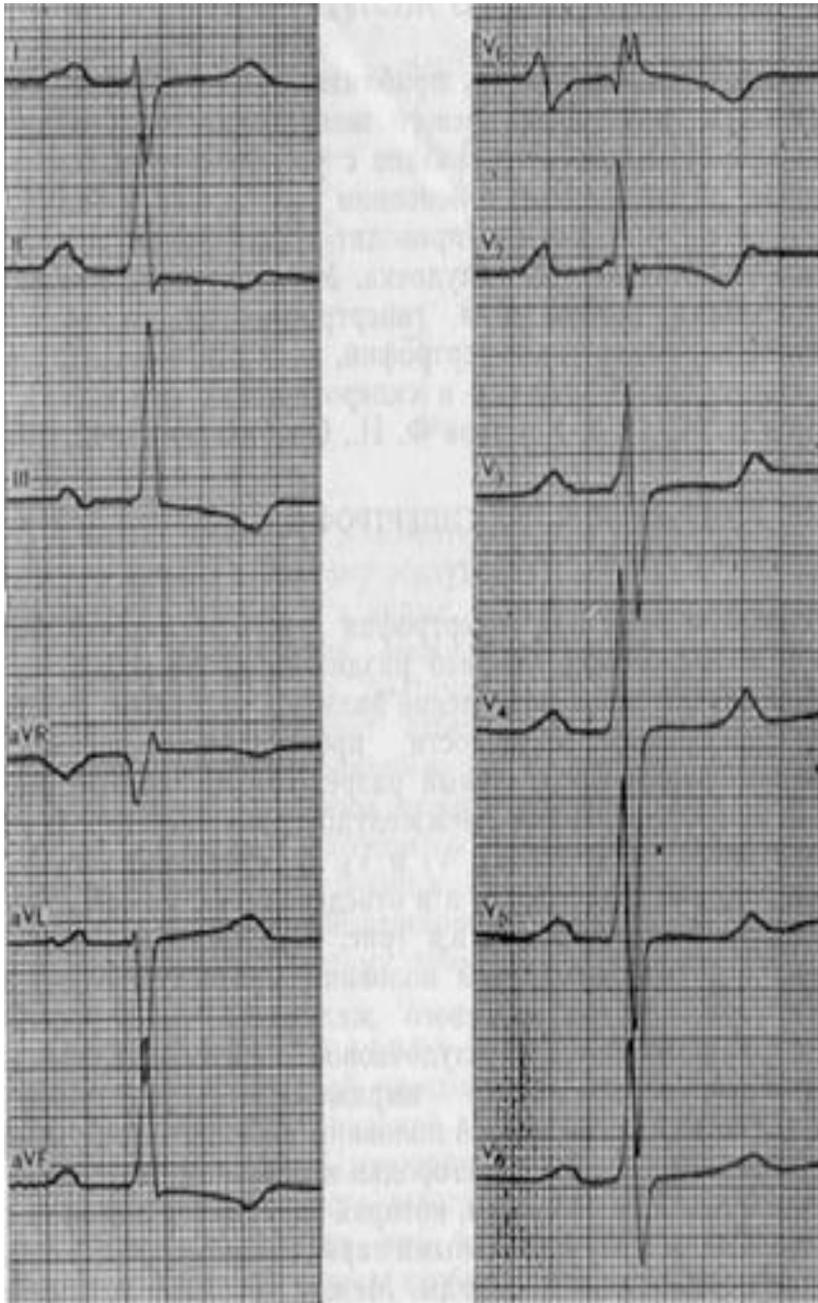
- О перегрузке ЛП говорят в случаях, когда широкий двугорбый зубец Р появляется после острой ситуации – гипертонического криза, приступа сердечной астмы или отека легких, инфаркта миокарда и т.д. Затем, по мере улучшения состояния больного, ЭКГ постепенно нормализуется.
- Четко отграничить ЭКГ при гипертрофии и при перегрузке левого предсердия можно только при динамическом ЭКГ наблюдении. Проведению дифференциального диагноза помогают анамнез, данные физикального исследования, рентгенологическое исследование и т.д.
- Нередко о перегрузке левого предсердия говорят и в случаях, когда характерные изменения зубца Р наблюдаются у больных хронической ИБС, гипертонической болезнью, заболеваниями почек с симптоматической гипертонией и т.д.
- В этих случаях, хотя и нельзя полностью исключить компенсаторное развитие гипертрофии предсердия, более приемлем термин «перегрузка левого предсердия».

Гипертрофия обоих предсердий



- **Схема образования зубца PV1** при гипертрофии обоих предсердий. Увеличены векторы возбуждения правого и левого предсердий (А) и одновременно первый и второй компоненты зубца Р(Б). Зубец PV1 двухфазный с резко выраженными положительной и отрицательной фазами (В).
- Вместо термина «гипертрофия обоих предсердий» можно использовать понятия «увеличение обоих предсердий» или «комбинированная гипертрофия предсердий».
- На ЭКГ появляются одновременно признаки гипертрофии правого и левого предсердий. Увеличение правого предсердия в III и aVF отведениях, где регистрируется высокий заостренный зубец Р. Гипертрофия левого предсердия - в отведениях I, aVL, V5, V6, где часто наблюдается широкий двугорбый зубец Р. Длительность зубца Р увеличивается во всех отведениях.
- Наибольшее значение для диагноза комбинированной гипертрофии обоих предсердий имеет ЭКГ в отведении V1 или V1, V2 регистрируется двухфазный зубец Р с резко выраженными первой положительной и второй отрицательной фазами.

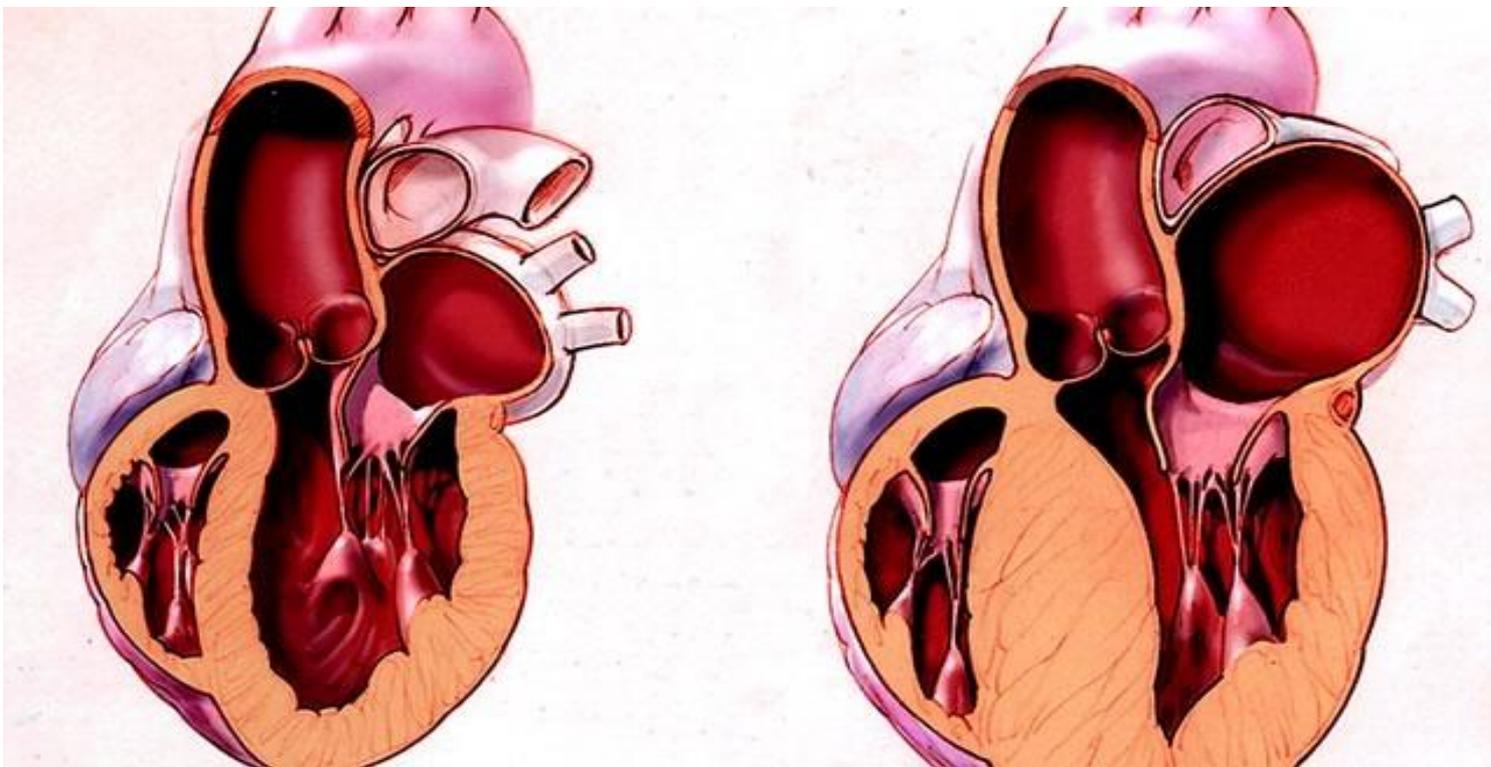
ЭКГ при гипертрофии обоих предсердий



- P1, II, V4, V5, V6 широкий зазубренный. PaVR широкий двугорбый (-). PV1 с выраженными (+) и (-) фазами. PV2 высокий остроконечный.
- Отклонение ЭОС вправо. Гипертрофия ПЖ. ЭКГв V1 типа qR, V6 – RS.
- Иногда по степени выраженности (+) и (-) фаз зубца PV1 можно судить о преобладании гипертрофии ПП или ЛП. В отведениях V3, V4 при комбинированной гипертрофии предсердий регистрируется высокий остроконечный зубец P, обусловленный возбуждением ПП.
- Индекс Макруза при гипертрофии обоих предсердий обычно в норме, т.к. происходит одновременное увеличение продолжительности зубца P и сегмента PQ. Время активации предсердий увеличено: ПП > 0,04 с; ЛП – > 0,06 с.
- Гипертрофия обоих предсердий бывает при митрально-трикуспидальных пороках сердца, сочетании хронического заболевания легких, сопровождающегося ЛС, с кардиосклерозом или ГБ, при аортально-трикуспидальных пороках сердца, врожденных пороках сердца с перегрузкой обеих его половин и т.д.

Гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ)

- является одной из основных реакций сердца на усиление гемодинамической нагрузки (давлением, объемом или тем и другим вместе) как при физической активности, так и при патологических процессах



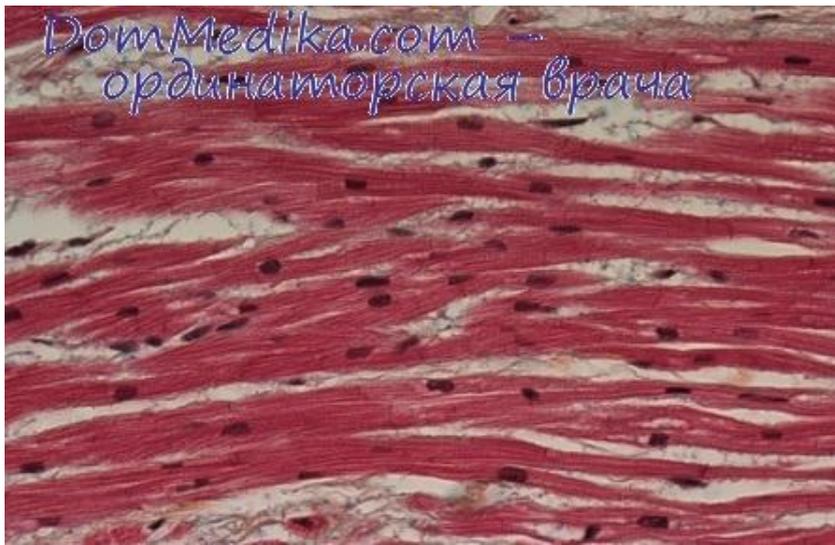
Гипертрофия ЛЖ

- по данным Фрамингемского исследования, гипертрофия ЛЖ встречается у 16-19 % населения и не менее, чем у 60% больных артериальной гипертензией
- прогрессирование ГЛЖ определяют: изменение экспрессии различных кардиальных генов, активизация симпатической и ренин-ангиотензиновой систем, повышение уровня альдостерона, инсулина и глюкозы в плазме крови

Патологическая ГЛЖ

Обратимая

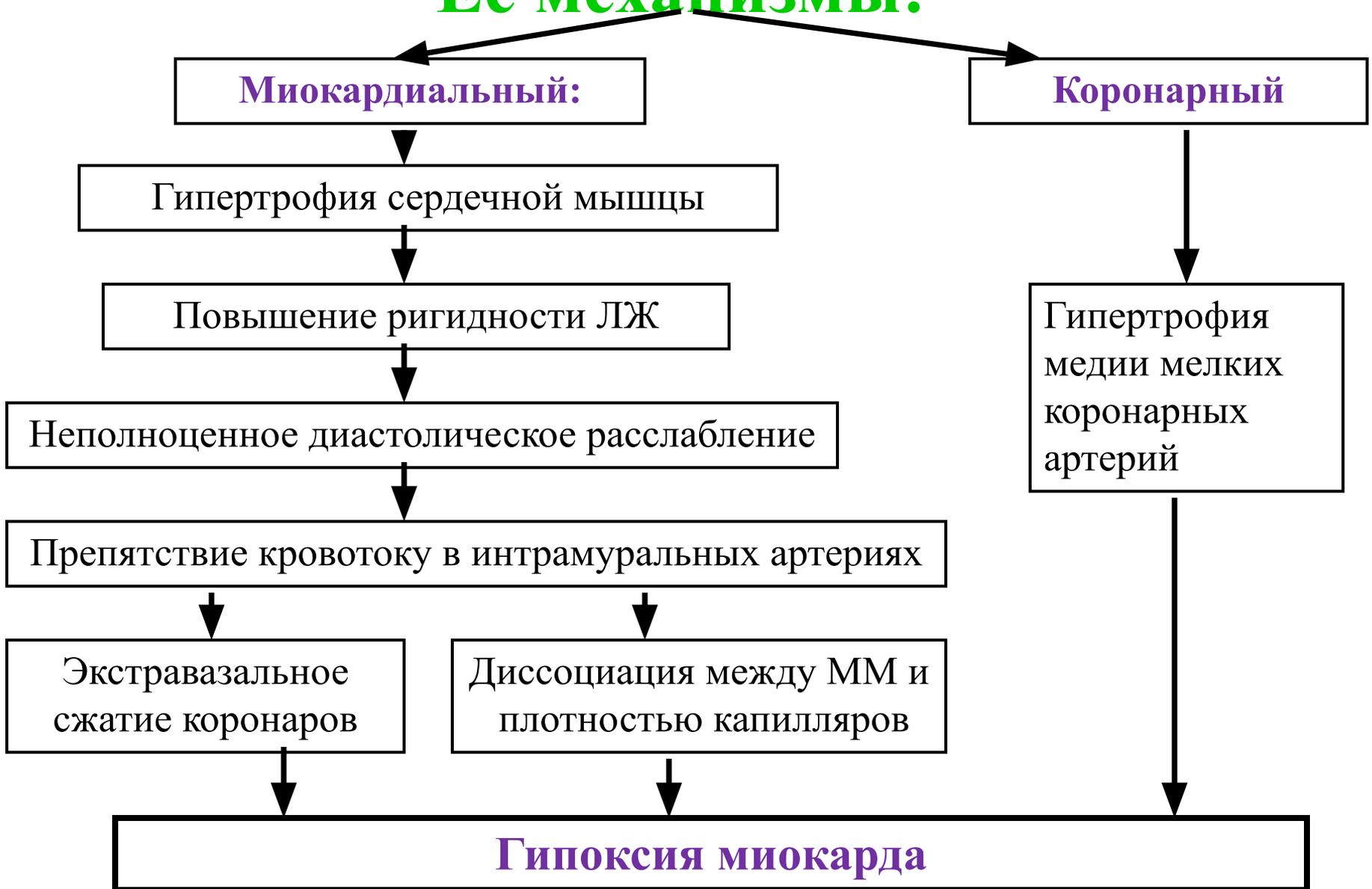
- Характеризуется увеличением диаметра кардиомиоцитов, числа митохондрий и миофибрилл, возрастанием размеров ядер.
- клеточная организация кардиомиоцитов сохраняется - возможен регресс гипертрофии.



Необратимая

- значительные изменения кардиомиоцитов:
- размеры клеток удваиваются, удлиняются ядра, возрастает объем миофибрилл, происходит утрата сократительных элементов миокарда и параллельного расположения саркомеров.
- Кардиомиоциты некротизируются, и на их месте образуются участки соединительной ткани — фиброз - На этом этапе ГЛЖ уже не может быть подвержена регрессу.

Гипертрофия приводит к ишемии. Ее механизмы:



Нарушение диастолической функции ЛЖ, ишемия миокарда, нарушения ритма сердца приводят, в конечном итоге, к развитию сердечной недостаточности и фатальным осложнениям.

- Таким образом, в связи большим прогностическим значением ГЛЖ, важна своевременная ее диагностика и профилактика, так как способствует снижению развития ССЗ и смертности от них.

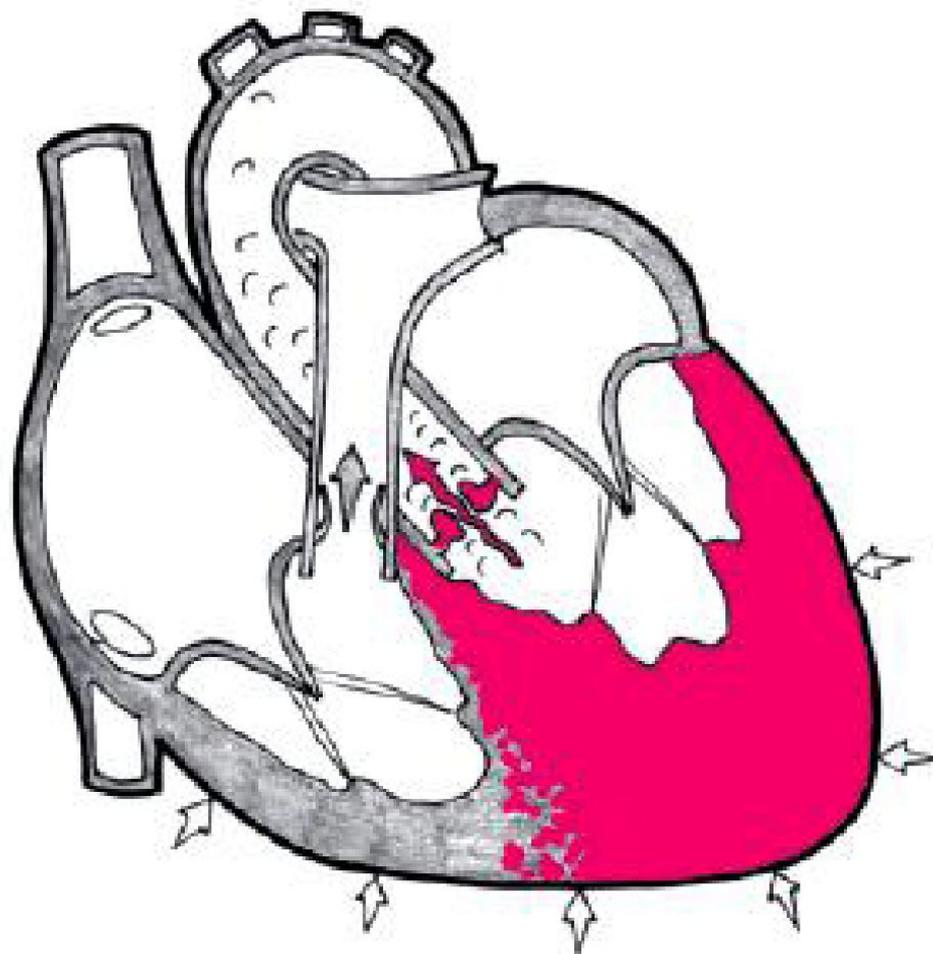
Электрофизиологические основы изменений на ЭКГ при увеличении мышечной массы сердца:

- 1) в период возбуждения создается более высокий потенциал, что сопровождается увеличением вольтажа комплекса QRS;
- 2) удлиняется интервал времени, необходимый для прохождения волны возбуждения через возросшую толщину миокарда от его внутренних к наружным слоям - интервал QR;
- 3) Возникновение асинхронизма реполяризации гипертрофированного и негипертрофированного миокарда - смещения интервала ST и изменения направленности зубца T.

Электрокардиографические изменения характерные для гипертрофии каждого из желудочков сводятся к следующему:

- 1. Высокий вольтаж комплекса QRS;
- 2. Отклонение ЭОС в сторону гипертрофированного желудочка;
- 3. Смещение сегмента *RS-T* книзу от изолинии в заинтересованных отведениях;
- 4. Инверсия зубца *T*, вызываемая смещением *RS-T*; он становится низким, сглаженным, двухфазным (-/+) или отрицательным.

Схематическое изображение выраженной гипертрофией левого желудочка.



ЭКГ критерии диагностики ГЛЖ

1. Основанные на повышении вольтажа комплекса QRS:

- а) в стандартных отведениях (Gubner и Ungerleider), RI
 $=16\text{mm}$, $RI+SIII \geq 25\text{mm}$,
- б) в однополюсных отведениях от конечностей (Goldberger E.), $RavI > 13\text{mm}$
(или $Ravf > 20\text{mm}$ при вертикальной позиции сердца),
- в) в однополюсных грудных отведениях: $Sv1=24\text{mm}$,
 $Rv5 \geq 33\text{mm}$, $Rv6 \geq 26\text{mm}$, (Wilson F. Et al.), $Sv1+Rv5 \geq 35\text{mm}$,
 $Rv5, v6 > 26\text{mm}$, (Sokolow, Lyon).

2. Замедление желудочковой активации более 0,05 мс. в $v5, v6$ (Wilson F. et al.).

3. Изменение сегмента ST и зубца T: сдвиг ST-T в отведениях I, II, $v4-6$ в сторону, противоположную направлению комплекса QRS, уплощение зубца T (Goldberger E.) или повышение коэффициента $R/T > 10$ в отведениях $v5, v6$ (Sokolowa, Lyon).

4. Дополнительные признаки:

- а) левый тип ЭКГ, отклонение угла QRS влево,
- б) сдвиг переходной зоны ($R = S$) вправо,
- в) уширение комплекса QRS до 0.10-0.11 с.

Наиболее широко в клинической практике применяются критерии, предложенные Sokolow a. Lyon;

- 1) Сумма $RI + SIII > 25\text{мм}$,
- 2) Депрессия сегмента $ST (I) > 0.5\text{мм}$,
- 3) Зубец $T (-, -/+)$ в сочетании с депрессией интервала ST и высоким зубцом RI ,
- 4) $RavL > 11\text{мм}$ при горизонтальном положении сердца,
- 5) $STavF$ или $STavL$ снижен более, чем на $0,5\text{ мм}$,
- 6) Сглаженность зубца $TavL$ или $TavF$ или $T (-)$ в сочетании с депрессией интервала ST и увеличением зубца R ,
- 7) Зубец $Rv5, v6 > 26\text{ мм}$,
- 8) Депрессия интервала $STv5, v6 > 0,5\text{ мм}$,
- 9) Сглаженность или отрицательность зубца $Tv5, v6$ в сочетании с депрессией интервала ST и нормальным или малым зубцом S ,
- 10) Интервал j в $v5$ или $v6 \geq 0.06\text{мс}$,
- 11) Сумма зубцов $Rv5 + Sv1$ или $Rv6 + Sv1 > 35\text{ мм}$.

- Выше изложенные признаки признаны классическими.
- Они были использованы при создании Миннесотского кода, предназначенного для популяционных исследований и стандартизации ЭКГ-диагностики ГЛЖ.
- **Помимо него, применяется также ряд других критериев:**
 - 1) *Корнельский вольтажный индекс*, специфичный по полу: $R_{avL} + S_{v3} > 28$ мм для мужчин, > 20 мм для женщин.
 - 2) *Корнельское произведение*:
 $[R_{avL} + S_{v3} + (6 \text{ мм для женщин})] \times \text{на ширину QRS} > 2440 \text{ мм} * \text{мс.}$

3) Критерий E. Frohlich:

- – сумма наиболее высокого прекардиального зубца R и наиболее глубокого зубца S ≥ 45 мм.,
- – отклонение комплекса QRS во фронтальной плоскости влево не менее чем 30° ,
- – отклонение оси зубца T $\geq 180^\circ$ по отношению к оси комплекса QRS.

4) Балльная система Romhilt D., Estes E.:

- наличие зубца R или S в стандартных отведениях ≥ 20 мм или
 - зубца S в $v_1, v_2 \geq 30$ мм или
 - зубца R в $v_5, v_6 \geq 30$ мм (3 балла),
 - вектор сегмента ST противоположен вектору QRS без приема дигиталиса (3 балла),
 - вектор сегмента ST противоположен вектору QRS на фоне приема дигиталиса (1 балл),
 - отклонение электрической оси сердца влево более чем на 15° (2 балла),
 - гипертрофия левого предсердия; отрицательная фаза зубца P в $v_1 \geq 1$ мм и длительностью более 0.04 с. (3 балла),
 - увеличение времени внутреннего отклонения более в v_5, v_6 0,05 с.
 - продолжительность комплекса QRS > 0.09 с. (1 балл).
- **Возможная ГЛЖ диагностируется при 4 баллах, определенная – при 5 баллах.**

5) Критерий Novacode:

- – для мужчин индекс миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) рассчитывается по формуле $\text{ИММЛЖ} = 36,4 + 0,10 \times Rv5 + 0,020 \times Sv1 + 0,028 \times SIII + 0,182 \times Tneg\ v6 - 0,148 \times Tpos\ avr + 1,049 \times \text{QRS duration} / \text{на площадь поверхности тела (ППТ)}$. Если он превышает 150 г/м², то это свидетельствует о наличии ГЛЖ.
- – для женщин $\text{ИММЛЖ} = 22,3 + 0,022 \times Rav1 + 0,018 \times (Rv6 + Sv2) - 0,014 \times Rv2 - 0,069 \times Sv5 + 0,199 \times Tneg\ av1 + 0,746 \times \text{QRS duration} / \text{ППТ}$; если он превышает 120 г/м², то это свидетельствует о ГЛЖ.
- Для расчета используется измерение амплитуды в микровольтах, продолжительность QRS – в миллисекундах, а также наибольшие величины зубцов.

Таким образом, перечень ЭКГ-критериев, которые характеризуют синдром ГЛЖ, состоит более чем из 30 признаков, разделенных на прямые и косвенные.

- **Параметры, характеризующие амплитуду QRS-комплекса считаются прямыми, а дислокация сегмента ST, изменение зубца T, увеличение времени внутри активации желудочков – вторичными.**
- **Диагноз ГЛЖ ставится при наличии двух и более прямых показателей, трех и более косвенных, одного прямого и одного косвенного показателя ЭКГ.**



Наиболее значимые признаки гипертрофии ЛЖ группы А (прямые):

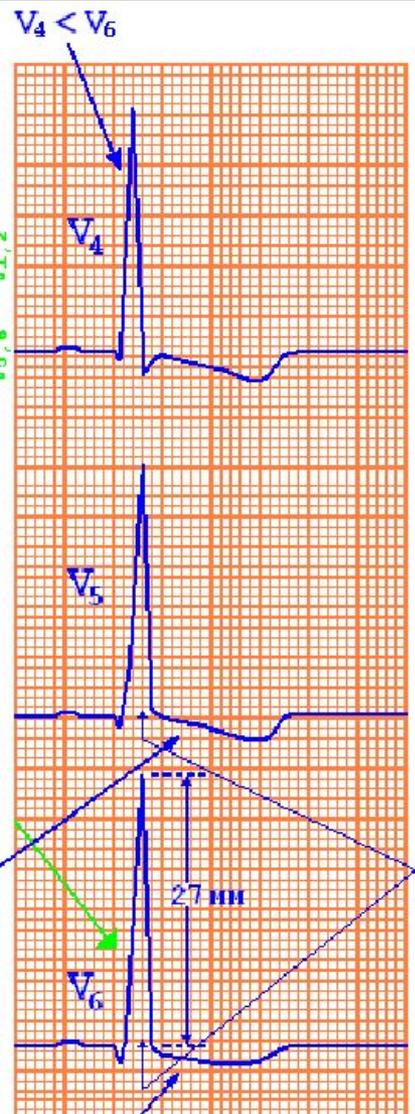
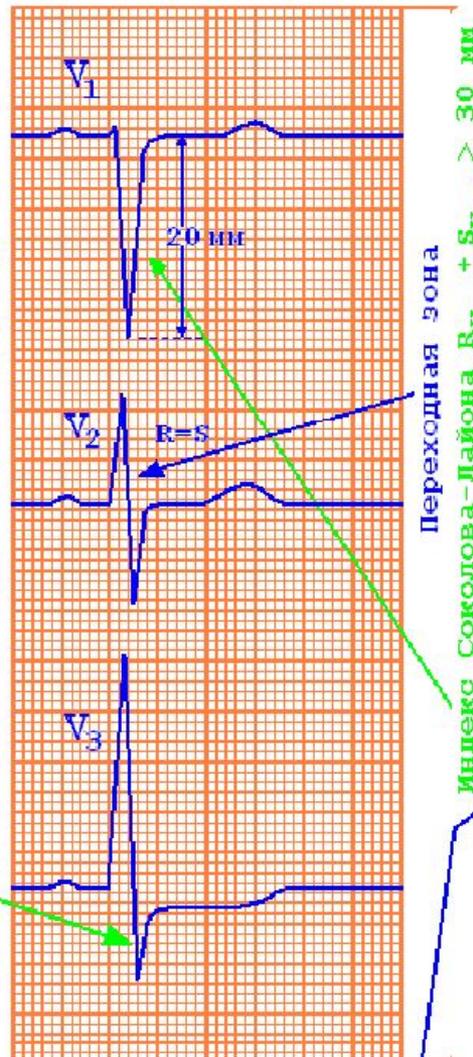
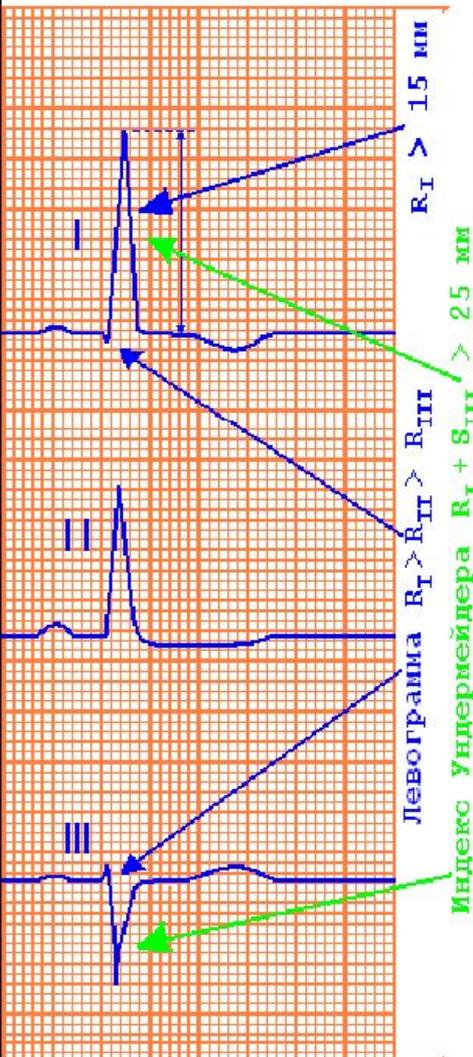
- а) отклонение ЭОС влево (от 00 до -900),
- б) $R_I > 10$ мм,
- в) $S(Q)_{avR} > 14$ мм,
- г) $T_{avR} > 0$ при $S(Q) \geq R_{avR}$,
- д) $R_{v5, v6} > 16$ мм,
- е) $R_{avL} > 7$ мм,
- ж) $T_{v5, v6} \leq 1$ мм, при $R_{v5, v6} > 10$ мм и $T_{v1-v4} > 0$, при отсутствии коронарной недостаточности,
- з) $T_{v1} > T_{v6}$, когда $T_{v1} > 1.5$ мм.

2. Признаки гипертрофии левого желудочка группы Б (косвенные):

- а) $R I + S III > 20$ мм,
- б) снижение сегмента ST (I) вниз > 0.5 мм при $R I > S I$,
- в) $T I \leq 1$ мм, при снижении $ST I > 0.5$ мм, при $Rav1 > 5$ мм,
- г) $Tav1 < 1$ мм, при снижении $STav1 > 0.5$ мм и при $Rav1 > 5$ мм,
- д) $Sv1 > 12$ мм,
- е) $Sv1 + Rv5 > 28$ мм у лиц старше 30 лет или $Sv1 + Rv5, v6 > 30$ мм у лиц моложе 30 лет,
- ж) $Qv4-6 \geq 2.5$ мм, при $Q \leq 0.03$ с,
- з) снижение $STv5, v6 > 0.5$ мм, при подъеме $STv2-v4$,
- и) отношение $R/Tv5, v6 > 10$ мм, при $Tv5, v6 > 1$ мм,
- к) $Ravf > 20$ мм,
- л) $R II > 18$ мм,
- м) время активации левого желудочка в $v5, v6 \geq 0.05$ с.

ЭКГ-признаки гипертрофии миокарда ЛЖ

Увеличение амплитуды
зубца R_I



Алгебраическая сумма в отведениях:
 $I = -1 + 20 = +19$;
 $III = +2 - 10 = -8$
 Угол альфа = $+5^\circ$

Косонисходящее
смещение сегмента RS-T

Увеличение интервала
внутреннего отклонения

Система из 4 групп ЭКГ – признаков для диагностики ГЛЖ (чувствительность всех групп около 60%, а специфичность приближается к 90%) (Gorlin R, 1970г.)

1. В первую группу включены следующие критерии:

- а) $Sv1 + Rv5, v6 \geq 35$ мм. (3 балла);
- б) изменения зубца R (3 балла);
- в) отклонение оси QRS более -300 (2 балла);
- г) продолжительность QRS более 0,09 с. (1 балл);
- д) инверсия T в отведении $v6 \geq 1$ мм. (3 балла);
- е) время внутреннего отклонения $v5, v6$ более 0,05 с. (1 балл).

- Если набирается в сумме 4 балла, результат положительный.

2. Учет только “больших” критериев:

- а) $Sv1+Rv5, v6 > 35$ мм.;
 - б) изменение зубца R;
 - г) время внутреннего отклонения в $v5, v6$ более 0,05 с.;
- Результат считается положительным при наличии любого одного признака.

3. Учет “больших” и “малых” критериев. “Малые” критерии.

- а) отклонение оси QRS более -300 ;
 - б) длительность QRS более 0,09 с.;
 - в) инверсия T $v6 \geq 1$ мм.
- Результат считается положительным при сочетании двух "больших" или "большого" и "малого" признаков

4. Учет изменений лишь зубца R.

До настоящего времени отсутствуют стандартные, общепринятые ЭКГ- критерии ГЛЖ.

- Так, например, для широко распространенных критериев чувствительность колеблется в пределах 21-58%, а специфичность – 90-100%; они неоднократно оценивались в сравнении с данными аутопсии и ЭхоКГ.
- При сравнении ЭКГ-признаков ГЛЖ и данных ЭхоКГ специфичность первых была значительно ниже 95-100%.
- При ЭКГ-исследовании гипердиагностика ГЛЖ может достигать 1/3 всех случаев.
- Большинство ЭКГ-критериев позволяет диагностировать уже сформировавшуюся ГЛЖ, а определение ее ранних стадий представляет значительные трудности.
- Вследствие нарастающего фиброза миокарда развивается передний левый гемиблок или полная блокада ЛНПГ – наиболее частая причина отклонения ЭОС влево при ГЛЖ.

По данным Kafka H. et al. ГЛЖ при ПБЛНПГ определяется:

- 1) $R_{av1} > 1,1 \text{ mV}$
 - 2) Ось QRS > 400 .
 - 3) $S_{v3} > 2,5 \text{ mV}$.
- При блокаде ПНПГ для диагноза ГЛЖ учитываются только отведения от конечностей.

При оценке взаимосвязи ЭКГ критериев ГЛЖ с толщиной и массой ЛЖ, измеренной с помощью М-режима ЭхоКГ, были сделаны следующие выводы:

- 1) ЭКГ критериями с наивысшей диагностической значимостью (чувствительность + специфичность $>70\%$) являются индекс Sokolow- Lyon и балльная система Romhilt – Estes.;
- 2) Критерии, основанные на измерении вольтажа, более тесно связаны с толщиной стенки, чем с массой ЛЖ;
- 3) Чувствительность ЭКГ критериев снижается при развитии дилатации полостей сердца;
- 4) Изменение зубца Р у больных с АГ более тесно связано с массой и толщиной стенки ЛЖ, чем с размером полости левого предсердия;
- 5) Высокий вольтаж комплекса QRS определяется толщиной стенки желудочка и радиусом его полости. Если произведение этих двух величин приближается к 300 мм, то индекс Sokolow- Lyon всегда ≥ 35 мм. Этим можно объяснить тот факт, что значительная дилатация ЛЖ при тонкой его стенке и небольшом радиусе полости при толстой стенке создают высокий вольтаж QRS [

Причины ограничения ЭКГ диагностики ГЛЖ

- не решена проблема определения массы сердца, при превышении которой можно говорить о ГЛЖ
- Нет единого мнения насчет методик измерения веса сердца и толщины его стенок при аутопсии в зависимости от техники рассечения и изменений параметров из-за потери мышечного тонуса.
- Ценность амплитудных критериев в зависимости от возраста меняется: у молодых людей индекс Sokolow- Lyon > 35 мм без ГЛЖ, а у пожилых наблюдается обратная картина. Поэтому, у людей зрелого возраста на первый план должны выходить изменения реполяризации в диагностике ГЛЖ

- Особенности конституции, пола и расы также влияют на вольтаж QRS; так, у мужчин, астеников и представителей негроидной расы амплитуда зубцов желудочкового комплекса больше, чем у женщин, тучных людей и европейцев.
- У пациентов с избыточной массой тела снижение вольтаж комплекса QRS может быть объяснено, с одной стороны, увеличением подкожного и эпикардального жира, а, с другой - ротацией сердца в связи с изменением позиции диафрагмы.
- Информативность ЭКГ-диагностики ГЛЖ можно увеличить, если использовать в группах мужчин и женщин разные вольтажные показатели, при этом у мужчин наиболее информативны грудные отведения (Sv3-Sv4), а у женщин – отведения от конечностей (R_I, S_{III}, R_{aV1}).
- Использование суммарных показателей $R_{aV1} + Sv3 > 2.3$ мВ (для мужчин) и $R_{I} + S_{III} > 1.5$ мВ (для женщин) позволяет увеличить их чувствительность при неизменной специфичности.
- У пациентов с избыточной массой тела показатель Sokolow- Lyon неинформативен, а в Корнельском индексе наиболее значимым показателем в группе мужчин с ожирением является амплитуда зубца Sv3, а в группе женщин- амплитуда зубца R_{aV1}

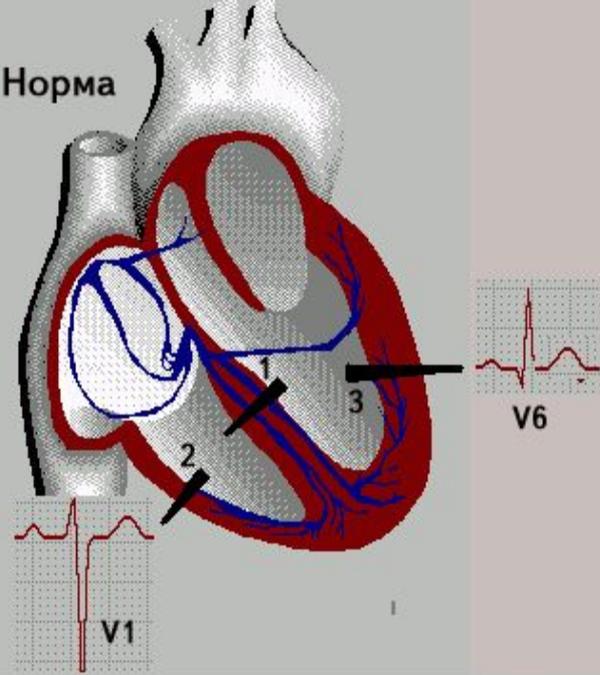
- Нет единодушного мнения по поводу изменения амплитуды QRS при увеличении объема крови в левом желудочке – описаны как прямая, так и обратная зависимость.
- В исследовании Willens J.L. et al. показано, что вольтаж ЭКГ может меняться каждый день. Это еще один фактор, объясняющий изменчивость чувствительности и специфичности амплитудных критериев в диагностике увеличения ЛЖ.
- Изменения конечной части желудочкового комплекса также являются малоспецифичными и могут наблюдаться при различных патологических состояниях.
- ЭКГ регистрируется не самим лечащим доктором, а средним медперсоналом в кабинете функциональной диагностики с последующей расшифровкой врачом, который часто не видит пациента и не может учитывать его особенности (возраст, вес, рост, пол) и, как результат, неправомерно даёт заключение о ГЛЖ., не имея на то достаточных оснований.

- у ЭКГ-критериев доказана значительная предсказательная ценность.
- Так увеличение индекса Sokolow- Lyon на 1 мм повышает риск возникновения сердечно-сосудистых событий, смертности и инсультов для женщин на 1.6-3.9%, а для мужчин – на 1.4-3.0%
- При сочетании ЭКГ- критериев с факторами риска (повышение индекса массы тела, курение, высокий уровень систолического АД) риск смерти еще больше возрастает у лиц обоих полов.
- У женщин повышение индекса Sokolow-Lyon ассоциируется с тенденцией к внезапной смерти вне зависимости от других параметров и факторов риска.
- оценить наличие, отсутствие, а также усугубление или регрессирование ГЛЖ по ЭКГ практически невозможно.
- в большинстве случаев, мы имеем неоправданно частые положительные заключения о ГЛЖ.

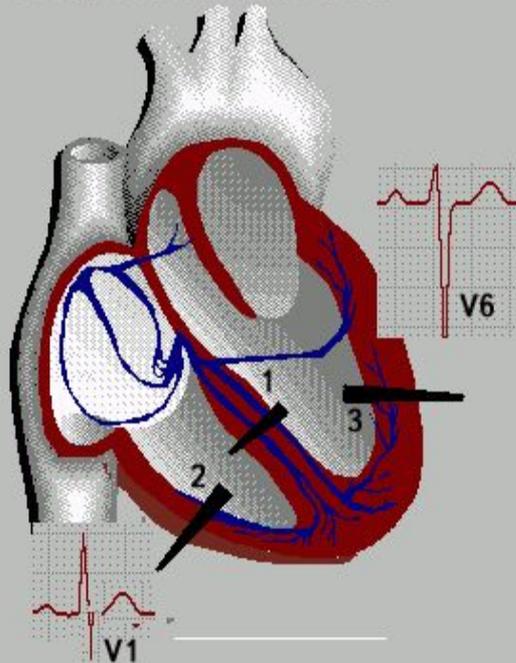
Гипертрофия правого желудочка (ГПЖ).

- Гипертрофия правого желудочка по данным ЭКГ диагностируется труднее, чем левого. Это связано с тем, что при умеренной гипертрофии масса ЛЖ, как и в норме, преобладает над массой ПЖ, и направление векторов не изменяется.
- Вектор перегородки направлен обычно и дает в V1 формирование небольшого зубца r, а в V5-V6 - зубца q (1). Вектор правого желудочка увеличен, направлен к электроду V1 и вызывает увеличение зубца R в V1 (2) и зубца S в V5-V6 (3).

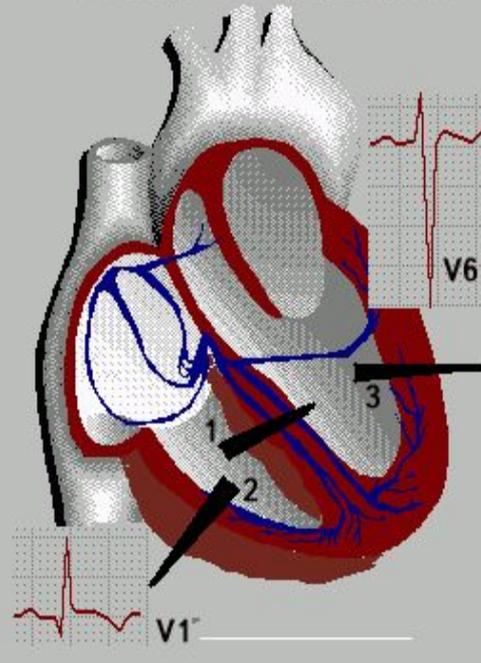
Норма



Умерен.гипертрофия.



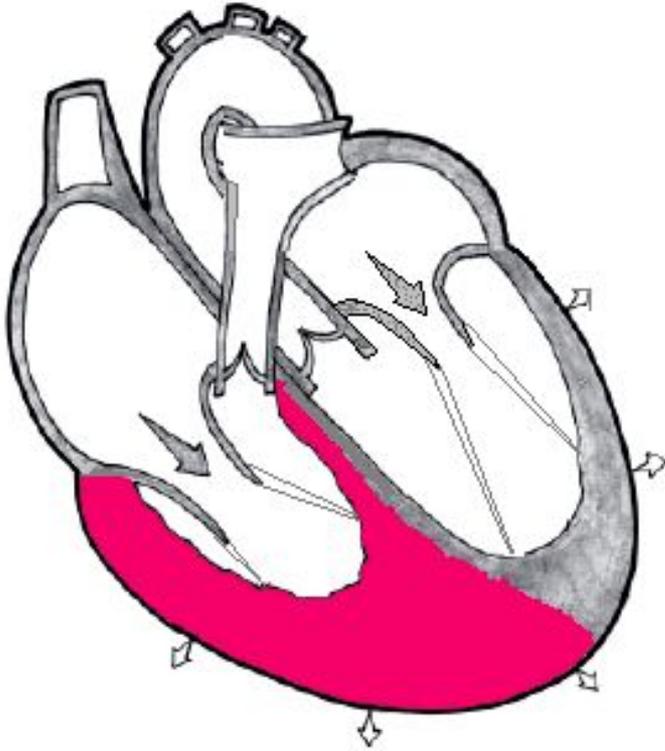
Резкая гипертрофия.



Умеренная ГПЖ

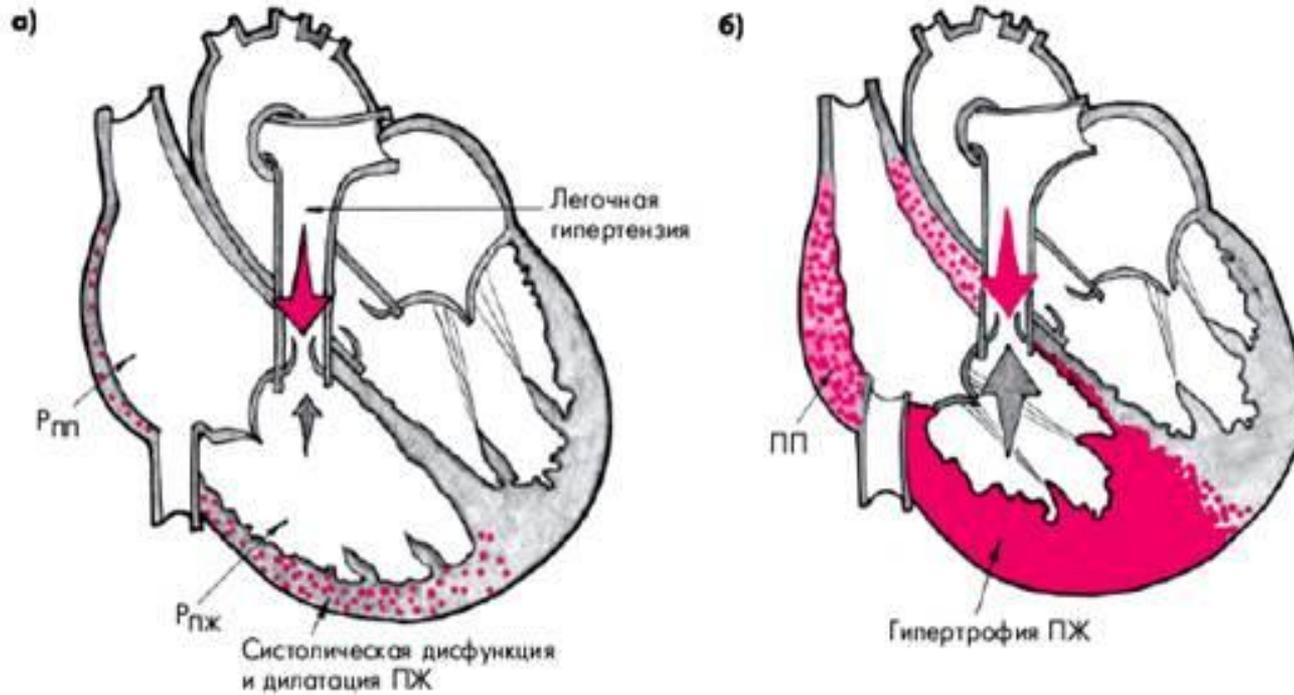
- увеличение зубца R в V1 и других отведениях, отражающих правое сердце,
- увеличение зубца S в V5-V6 и других отведениях, отражающих левое сердце.
- Желудочковый комплекс в V1 имеет вид RS или R_s, а в V5-V6 вид qRS или qR_s.

При резком увеличении ПЖ

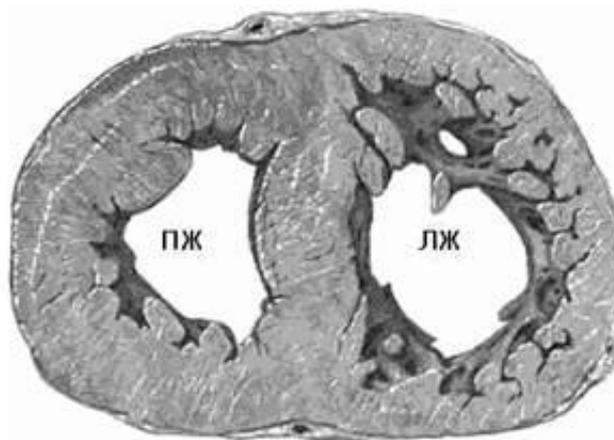
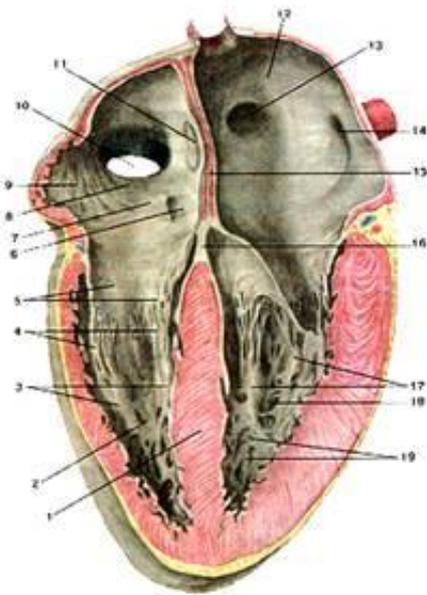


- когда его масса преобладает над левым, происходит изменение направления вектора перегородки - вектор направлен не слева направо, как в норме, а справа налево (1). Вектор правого желудочка не только увеличен, но и запаздывает (2).
- Все это вызывает формирование в V1 желудочкового комплекса типа qR, qRS, qRs, при его резком запаздывании формируются комплексы правого желудочка даже типа qRsr1 или rsR1 (неполная блокада правой ножки пучка Гиса), а в V5-V6 типа RS, qRS, qrS.
- Реципрочно основному зубцу комплекса QRS изменяются комплексы реполяризации - сегмент ST и зубец T.

Схема ХЛС



Гипертрофия правого желудочка



Стадии развития ХЛС

I стадия – компенсированное ХЛС -
гипертрофия правого желудочка

II стадия – декомпенсированное ХЛС -
гипертрофия правого желудочка
+ правожелудочковая сердечная
недостаточность

Прямые ЭКГ-признаки (обусловлены увеличенной массой правого желудочка):

- $RV1 > 7$ мм;
- $RV1/SV1 > 1$;
- $RV1 + RV5 > 10.5$ мм;
- время активации правого желудочка в V1 0.03-0.05";
- неполная блокада правой ножки пучки Гиса и поздний $RV1 > 15$ мм;
- признаки перегрузки правого желудочка в V1-V2;
- наличие QRV1 при исключении очагового поражения миокарда.

Косвенные ЭКГ-признаки (появляются в ранней стадии; нередко они обусловлены изменением положения сердца):

- $RV5 < 5$ мм;
- $SV5 > 5$ мм;
- $RV5/SV5 < 1.0$;
- Неполная БПНПГ и поздний $RV1 < 10$ мм;
- Полная БПНПГ и поздний $RV1 < 15$ мм;
- индекс $(RV5/SV5) / (RV1/SV1) < 10$;
- отрицательные зубцы Т 1-5;
- $SV1 < 2$ мм;
- $P_{pulmonale} > 2$ мм;
- отклонение ЭОС вправо (угол $\alpha > +110^\circ$);
- S-тип ЭКГ;
- $R/Q_{V aVR} > 1.0$.
- Критерии гипертрофии миокарда правого желудочка

Соколов-Лайон (1947)

- $RV1 > 7$ мм;
- $SV1 < 1.0$;
- $SV5-6 > 7$ мм;
- $RV1 + SV5-6 > 10.5$ мм;
- $RV5-6 < 5$ мм;
- $R/SV5-6 < 5$ мм;
- $(R/SV5)/(R/SV1) < 0.4$;
- $R_{avR} > 5$ мм;
- $R/SV1 > 1.0$;
- отклонение ЭОС вправо больше $+110^\circ$;
- время активации правого желудочка в V1-2 0.04-0.07";
- снижение и инверсия TV1-2 при $R > 5$ мм;
- снижение ST avL и инверсия T avL или T avR.

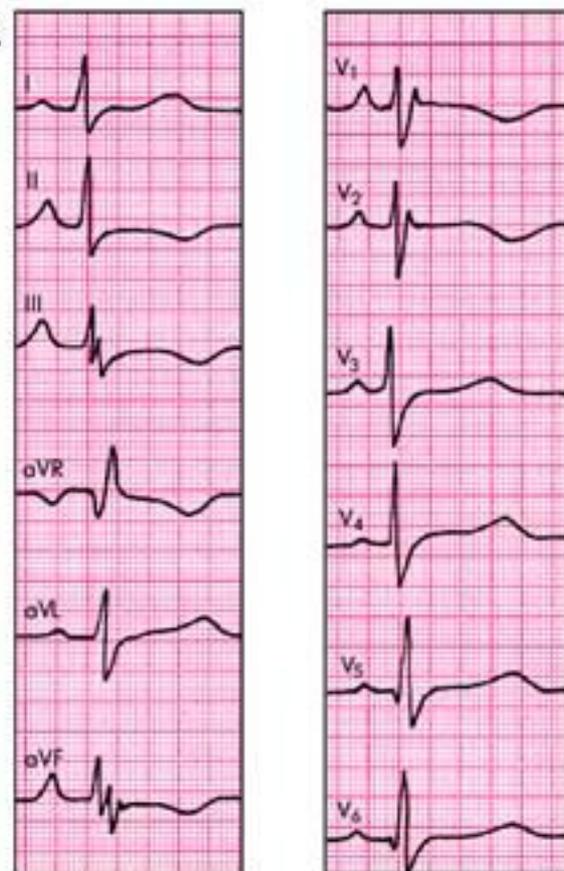
Электрокардиограмма больного с хроническим легочным сердцем (P-pulmonale и rSR'-тип ГДЖ)

rSR'-тип наблюдается при умеренной гипертрофии ЛЖ, когда его масса приближается к массе миокарда ЛЖ или несколько меньше:

появление в отведении V1 комплекса QRS типа rSR';

- увеличение амплитуды зубцов R^{V1} и SV_{5, 6} ;
при этом амплитуда R^{V1} > 7 мм или R^{V1} + SV_{5, 6} > 10,5 мм;

- смещение сегмента RS-T вниз и появление отрицательных зубцов T в отведениях III, aVF, V1 и V2;



Электрокардиограмма больного с хроническим легочным сердцем (P-pulmonale и qR-тип гипертрофии ПЖ)

qR-тип выявляется при *выраженной гипертрофии ПЖ*, когда его масса несколько больше массы миокарда ЛЖ.

- появление в отведении V1 комплекса QRS типа qR или qR_s

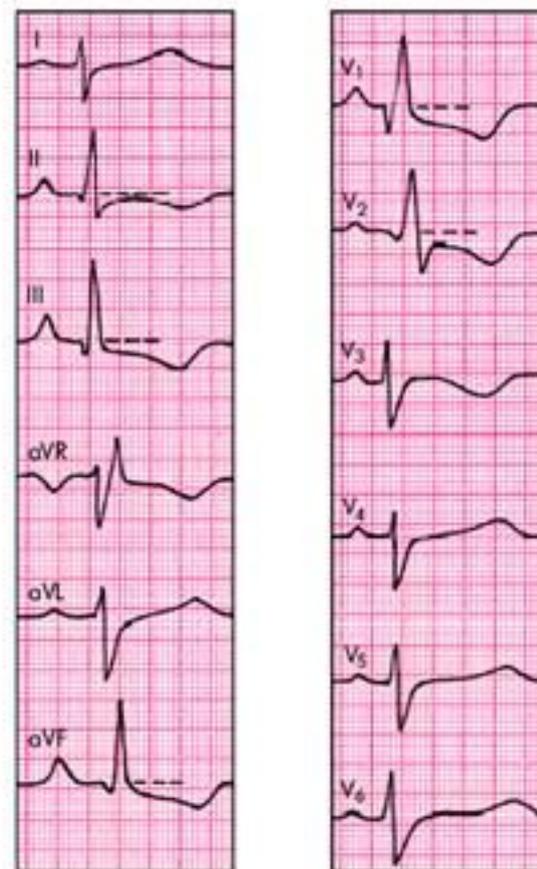
- увеличение амплитуды зубцов RV1 и SV5, 6.

При этом амплитуда RV1 > 7 мм или RV1 + SV5, 6 > 10,5 мм,

- признаки поворота сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке (смещение переходной зоны влево, к отведениям V5, V6, и появление в отведениях V5, V6 комплекса QRS типа RS);

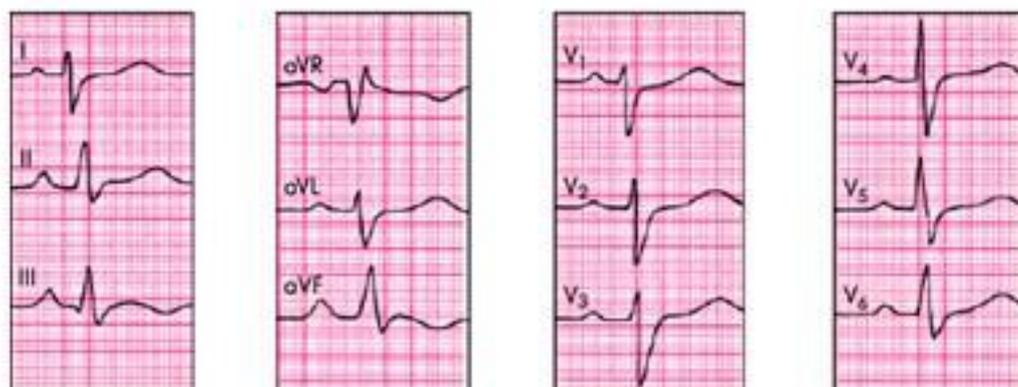
- увеличение длительности интервала внутреннего отклонения в правом грудном отведении (V1) более 0,03 с;

- смещение сегмента RS-T вниз и появление отрицательных зубцов T в отведениях III, aVF, V1 и V2;



Электрокардиограмма больного с хроническим легочным сердцем (S-тип ГТЖ)

- **S-тип** часто наблюдается у больных с выраженной *эмфиземой легких* и хроническим ЛС, когда гипертрофированное сердце резко смещается кзади, преимущественно за счет эмфиземы. во всех грудных отведениях от V1 до V6 комплекс QRS имеет вид rS или RS с выраженным зубцом S;
- в отведениях от конечностей часто регистрируется синдром SISIIISIII (признак поворота сердца вокруг поперечной оси верхушкой кзади);
- на ЭКГ выявляются признаки поворота сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке



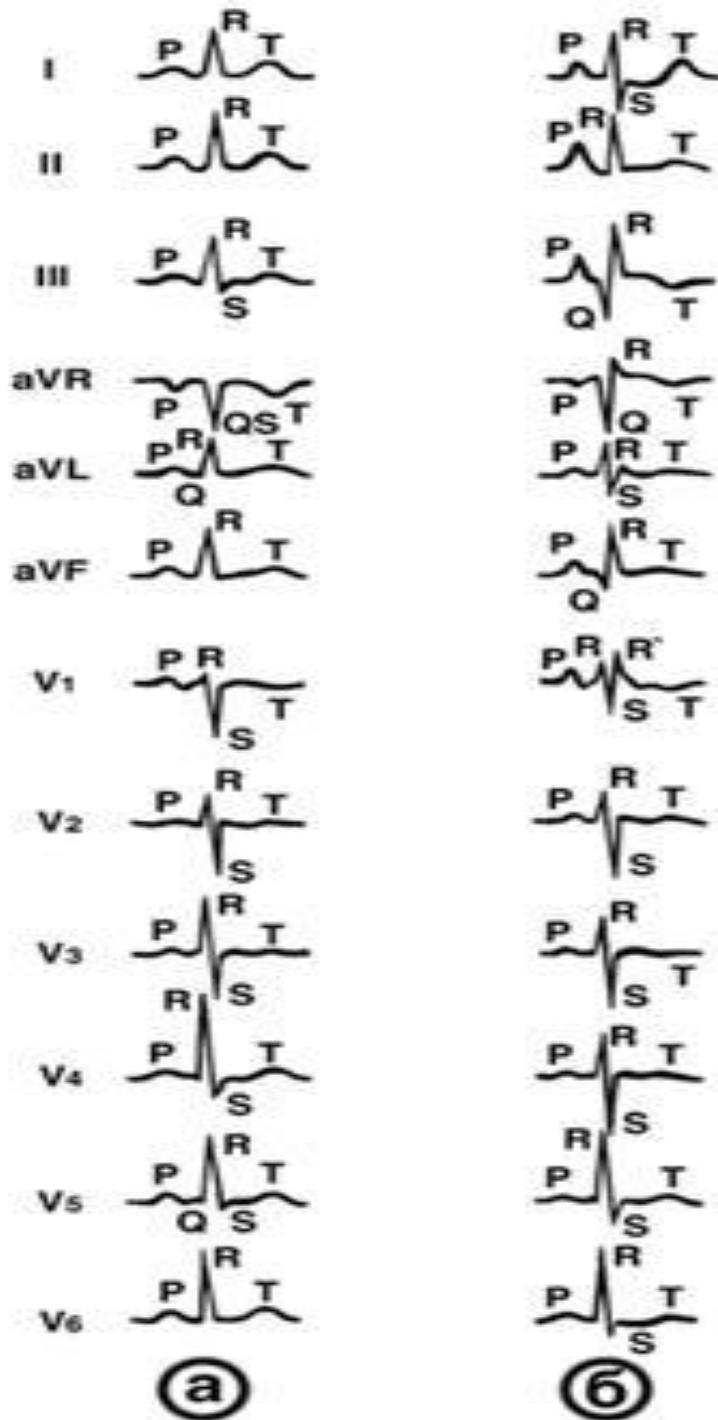
Изменения ЭКГ при эмболии легочной артерии (ТЭЛА) и остром легочном сердце (ОЛС)

- **признаки остро возникшей перегрузки правых отделов сердца:**
- Наблюдается отклонение ЭОС вправо или тенденция к такому расположению. Например, до острой ситуации ЭОС была расположена горизонтально. При развитии ТЭЛА электрическая ось может стать нормальной или вертикальной.
- Появляется «P pulmonale», указывающий на развитие перегрузки правого предсердия с высокими остроконечными зубцами PII, III, aVF.
- Увеличивается амплитуда зубцов R во II, III и aVF отведениях.
- Определяется электрическая ось сердца типа SI–SII–SIII.

Выявляются признаки гипертрофии или перегрузки правого желудочка в грудных отведениях:

- увеличение амплитуды или появление высокого зубца R в правых грудных отведениях V1, V2, V3R. ЭКГ в отведениях V1, V2, V3. R может иметь вид R, Rs, qR, а иногда даже QR. В редких случаях в этих отведениях регистрируется комплекс QS. Это заставляет иногда проводить дифференциальный диагноз с инфарктом миокарда переднесептальной области;
- регистрация выраженного зубца SV5, V6;
- развитие признаков полной или неполной блокады правой ножки пучка Гиса с регистрацией ЭКГ типа rsR в V1, V2 и с появлением уширенного зубца SV5, V6;
- снижение амплитуды зубца Rv5, v6 с уменьшением соотношения R/S в отведениях V4–V6;
- увеличение времени активации правого желудочка в отведениях V1, V2;
- подъем или снижение сегмента STV1, V2. Подъем сегмента STV1, V2 отмечается чаще при массивной эмболии сосудов малого круга, выпуклость сегмента ST обращена вверх. Депрессия сегмента ST обычно наблюдается при умеренном повышении давления в системе легочной артерии;
- снижение сегмента STV4V6;
- появление отрицательного зубца T в отведениях V1–V3. Иногда при эмболии легочной артерии отмечается отрицательный зубец T не только в отведениях V1–V3, а с V1 по V6, что обусловлено ухудшением питания левого желудочка;

ЭКГ больной с ТЭЛА



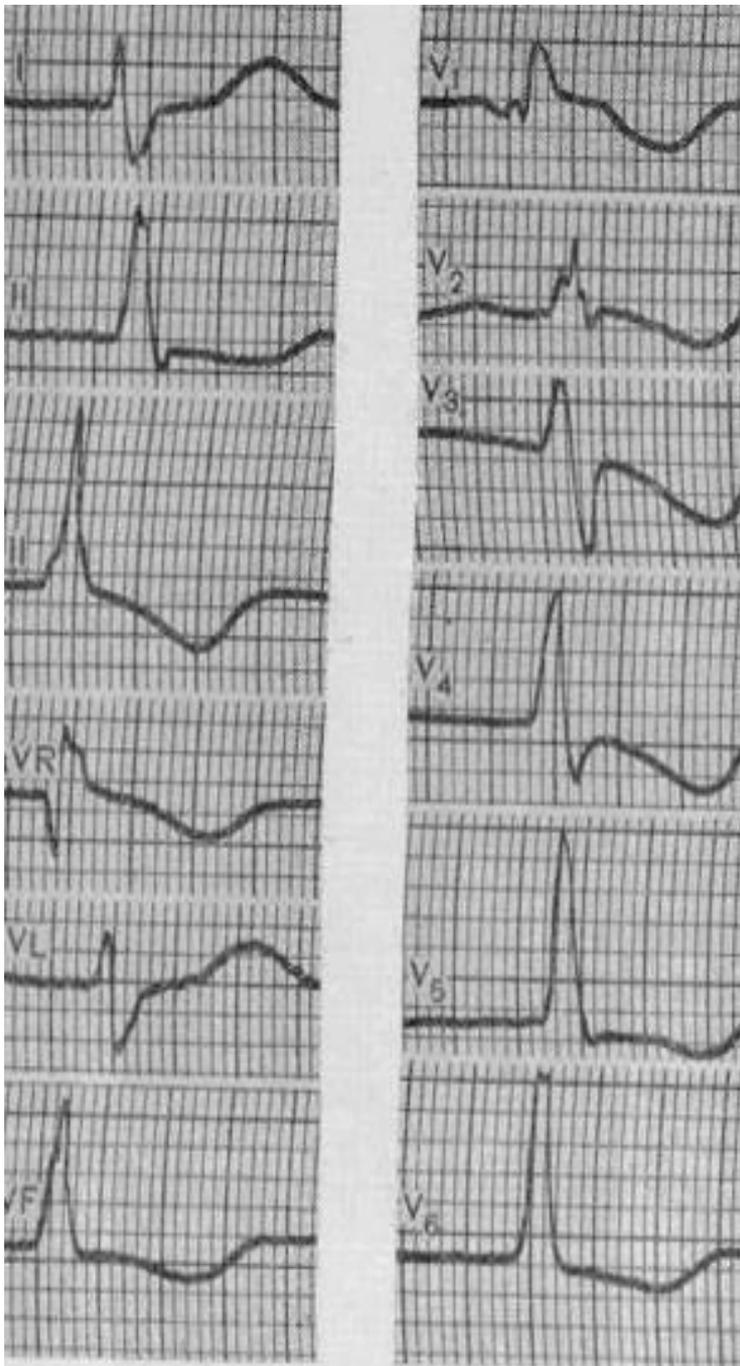
а — до тромбоэмболии (отклонений от нормы нет);

б — через 12 часов после ТЭЛА — картина острого ЛС:

- определяются синдром SIQIII,
- смещение переходной зоны влево (из отведения V3 в отведение V4),
- появление зубцов R и R' в отведениях VR, V1 и зубцов S в левых грудных отведениях,
- инверсия зубца TIII,
- увеличение зубцов P в отведениях II, III (P3-pulmonale и положительной фазы зубца P в отведении V1).

- Указанные изменения ЭКГ встречаются всего в 15 – 40% случаев и чаще наблюдаются при закупорке просвета легочной артерии наполовину или более
- Иногда при ТЭЛА бывает отклонение ЭОС влево, снижается вольтаж зубцов ЭКГ во фронтальной плоскости, появляются отрицательные коронарные зубцы Т, характерные для ишемии левого желудочка.
- ЭКГ при эмболии легочной артерии может напоминать признаки блокады задней ветви ЛНПГ с нормальной шириной комплекса QRS. При наличии уширения комплекса QRS и ЭКГ типа qR в III отведении, выраженного зубца SI и rsR в отведениях V1, V2 ЭКГ становится похожей на изменения, характерные для сочетания блокады правой ножки пучка Гиса с блокадой задней ветви левой ножки. Диагнозу эмболии легочной артерии помогает динамическое ЭКГ наблюдение.
- Помимо острой легочной эмболии, к развитию острого легочного сердца могут приводить также острая дыхательная недостаточность, бронхиальная или сердечная астма, отек легких, спонтанный пневмоторакс, массивные пневмонии и т.д.

ЭКГ при гипертрофии обоих желудочков



- **Четкие признаки гипертрофии ЛЖ с его перегрузкой.** RV5, V6 высокий и $> RV4$. Признаки гипертрофии ПЖ: не полная блокада ПНПГ RV1 высокий, SV1, V2 малой амплитуды. ЭОС отклонена вправо.
- При гипертрофии правого желудочка ЭКГ в отведениях V1, V2 имеет вид rSR с глубоким зубцом S большой амплитуды; этот глубокий зубец SV1, V2 обусловлен возбуждением гипертрофированного ЛЖ.
- Сочетание четких признаков гипертрофии ПЖ с отклонением ЭОС влево.
- При достоверной гипертрофии ПЖ регистрация выраженного зубца q в V5, V6 обусловлено гипертрофией левой половины МЖП и свидетельствует о сопутствующей гипертрофии ЛЖ и часто сочетается с высоким RV5, V6.
- При четких ЭКГ признаках выраженной гипертрофии ПЖ с высоким R в V1, V2 отсутствие зубца s в V5, V6 связано с гипертрофией ЛЖ.

ЭКГ при гипертрофии обоих желудочков

- **При выраженной гипертрофии ЛЖ с высоким RV5, V6** зубец SV1, V2 малой амплитуды, нередко с одновременным увеличением высоты R в отведениях V1, V2. Уменьшение глубины SV1, V2 при выраженной гипертрофии ЛЖ обусловлено существованием одновременно гипертрофии и ПЖ. При четких критериях гипертрофии ЛЖ глубокий зубец Sv5, V6 обусловлен при этом гипертрофией ПЖ.
- **При выраженной гипертрофии ПЖ с высоким R в отведениях V1, V2** регистрация глубокого зубца S в этих отведениях при наличии зубца RV5, V6 нормальной или увеличенной амплитуды. Глубокий зубец SV1, V2 свидетельствует о сопутствующей гипертрофии ЛЖ. Большие зубцы R и S приблизительно одинаковой амплитуды в переходной зоне в отведениях V3 – V5. При четких ЭКГ признаках гипертрофии ЛЖ поздний зубец R в отведении aVR, когда ЭКГ в этом отведении имеет вид QR, Qr, rSr или rSR. Поздний RaVR связан с сопутствующей гипертрофией ПЖ.
- Сочетание ЭКГ признаков гипертрофии ЛЖ с «P-pulmonale» или «P-mitrale». Гипертрофия правого и левого предсердий в этих случаях указывает на существование одновременно гипертрофии и ПЖ.
- При четких признаках гипертрофии ПЖ снижение сегмента ST и (-) зубец T в отведениях V5, V6. При этом зубцы TV1, V2 (+) и отсутствуют указания на наличие коронарной недостаточности. Как известно, при изолированной гипертрофии ПЖ снижение сегмента ST и отрицательный зубец T наблюдаются в отведениях V1, V2, наоборот, TV5, V6 – положительный. Снижение сегмента ST и отрицательный зубец T при гипертрофии ПЖ в V5, V6 обусловлены присоединением сопутствующей гипертрофии ЛЖ.

- При четких ЭКГ критериях гипертрофии ЛЖ снижение сегмента ST и отрицательный зубец T в отведениях V1, V2, При этом зубец TV5, V6 положительный и нет клинических признаков коронарной недостаточности. Как указывалось ранее, при гипертрофии ЛЖ с его перегрузкой обычно отмечается снижение сегмента ST и появление отрицательных зубцов T в отведениях V5, V6. Наоборот, сегмент STV1, V2 расположен выше изолинии и TV1, V2 положительный. Регистрация при гипертрофии ЛЖ снижения сегмента STV1, V2 и отрицательных зубцов TV1, V2 свидетельствует о сопутствующей гипертрофии ПЖ.
- Отрицательные зубцы U во всех грудных отведениях, а также в I и II стандартных отведениях (в далеко зашедшей стадии заболевания).
- Сочетание четких ЭКГ признаков гипертрофии ПЖ и суммы RV5, или RV6+SV1 или SV2, превышающей 28 мм у лиц старше 30 лет или 30 мм у людей моложе 30 лет, обусловлено сопутствующей гипертрофией ЛЖ.
- При клинических данных об увеличении желудочков сердца – нормальная ЭКГ. Нормальная ЭКГ в этих случаях может быть связана с существованием одновременно гипертрофии обоих желудочков.
- Таким образом, при ЭКГдиагностике гипертрофии обоих желудочков обязательно учитывают клинические данные, включая результаты рентгенологического исследования больных.

Перегрузка желудочков

- **Понятие о перегрузке желудочков не является общепринятым.**
- Термин «перегрузка» отражает динамические изменения ЭКГ, появляющиеся большей частью в острых клинических ситуациях и обычно исчезающие после нормализации состояния больного в течение сравнительно короткого времени.
- Хирурги нередко считают этот термин синонимом понятия «гипертрофия» различных отделов сердца в связи с тем, что после хирургического вмешательства при пороках сердца изменения ЭКГ достаточно часто претерпевают постепенно обратное развитие и могут полностью нормализоваться. По их мнению, при наличии порока сердце постоянно работает с перегрузкой, которая исчезает после коррекции порока.
- Электрокардиографические изменения в большинстве случаев касаются сегмента ST и зубца T. Эти изменения ЭКГ в таких случаях трактуют как перегрузку левого или правого желудочка.

Перегрузка левого желудочка обычно развивается после острой ситуации:

- например, бег, особенно на длинные дистанции, перетренировка у спортсменов, физическое перенапряжение, гипертонический криз, значительное повышение артериального давления без клиники гипертонического криза, приступ сердечной астмы и т.д.
- В этих случаях на ЭКГ в левых грудных отведениях V5, V6 может появиться снижение сегмента ST и уплощение или негативность зубцов T (при наличии или отсутствии увеличенных зубцов RV5, V6).
- По мере нормализации состояния больного, ЭКГ постепенно возвращается к исходной. При появлении указанных изменений ЭКГ можно говорить о перегрузке ЛЖ (в I и aVL отведениях при горизонтальной ЭОС или в III и aVF отведениях при вертикальной ЭОС). Диагностике перегрузки левого желудочка помогает динамическое ЭКГ исследование.

Перегрузка правого желудочка

- Изменения ЭКГ, характерные для перегрузки ПЖ, также обычно появляются после острых клинических ситуаций, например при пневмонии, приступе бронхиальной астмы или чаще при астматическом состоянии, острой легочной недостаточности, отеке легких, остро возникшей легочной гипертензии и др.
- На ЭКГ при этом может появиться снижение сегмента ST и сглаженность или негативность зубцов T в правых грудных отведениях V1, V2 (при наличии или отсутствии увеличенных зубцов RV1, V2). Иногда изменения ЭКГ определяются в III, aVF и II отведениях.
- Затем, по мере улучшения состояния больного и ликвидации острой ситуации ЭКГ постепенно нормализуется. Диагностике перегрузки ПЖ помогает повторное динамическое наблюдение за больным.

систолическая и диастолическая перегрузка желудочков

- Понятие о систолической и диастолической перегрузке желудочков выдвинули Cabrera, Monroy. Они сделали попытку найти корреляцию между изменениями ЭКГ и нарушениями гемодинамики. Такая корреляция действительно нередко существует. По мнению авторов, систолическая перегрузка желудочков возникает в случаях, когда имеется препятствие для изгнания крови из желудочков - сужение выходного отверстия из желудочка или повышение давления в большом или малом круге кровообращения. В обоих случаях желудочек сокращается, преодолевая повышенное сопротивление в систоле, поэтому эту перегрузку называют еще перегрузкой-сопротивлением. При систолической перегрузке развивается преимущественно гипертрофия соответствующего желудочка.
- Диастолическая перегрузка желудочка развивается в результате переполнения его увеличенным количеством крови, поэтому ее называют еще перегрузкой объемом. При этом наблюдается переполнение желудочка кровью в диастоле с увеличением в нем количества остаточной крови. Диастолическая перегрузка обусловлена или увеличенным притоком крови, или недостаточностью клапанов. При диастолической перегрузке в основном происходит дилатация желудочка. Компенсация в этих случаях в основном обусловлена развитием дилатации желудочка и увеличением ударного объема сердца.

Систолическая перегрузка ЛЖ

- чаще развивается при стенозе устья аорты, гипертонической болезни, симптоматических и артериальных гипертониях, при коарктации аорты и т.д. Она характеризуется преимущественным развитием гипертрофии левого желудочка. Дилатация желудочка выражена слабо.
- изменения ЭКГ:**
- Зубец q в отведениях V5, V6 небольшой амплитуды, обычно меньше 2 мм.
 - Зубец RV5, V6 высокий, обычно больше высоты зубца RV4. Высокий зубец RV5, V6 сочетается с глубоким зубцом S в отведениях V1, V2.
 - Сегмент STV5, V6 расположен ниже изолинии, зубец T отрицательный. Обычно одновременно аналогичные изменения сегмента ST и зубца T наблюдаются также в I и aVL отведениях.
 - Время активации левого ЛЖ в V5, V6 увеличено и превышает 0,04 с.

ЭКГ при диастолической перегрузки ЛЖ

- Диастолическая перегрузка лЛД развивается преимущественно у больных с недостаточностью клапана аорты, при выраженной недостаточности митрального клапана, а также при дефекте межжелудочковой перегородки, незаращения боталлова протока и т.п. При этих заболеваниях преимущественно развивается дилатация левого желудочка, а гипертрофия его выражена мало.
- Зубец q в отведениях V5, V6 глубокий, в большинстве случаев составляет 2 мм или больше, но меньше $\frac{1}{4}$ зубца R в этих отведениях и меньше 0,03 с.
- Зубец R в отведениях V5, V6 высокий и обычно больше зубца RV4.
- Высокий зубец RV5, V6. большей частью сочетается с глубоким зубцом S в отведениях V1, V2.
- Сегмент STV5, V6 расположен на изолинии или несколько выше нее.
- Зубец TV5, V6 положительный, нередко высокий и заостренный.

ЭКГ признаки перегрузки правого желудочка

- Систолическая перегрузка ПЖ наблюдается при стенозах легочной артерии, легочной гипертензии, легочном сердце, митральном стенозе, тетраде Фалло и т.д. При этих заболеваниях развивается преимущественно гипертрофия правого желудочка, однако дилатация желудочка выражена мало.
- **признаки систолической перегрузки правого желудочка:**
- Зубец RV1, V2 высокий, часто высокий поздний R в aVR.
- Сегмент STV1, V2 расположен ниже изолинии, зубец TV1-V3 отрицательный. Нередко аналогичные изменения сегмента ST и зубца T во II, III и aVF отведениях.
- Отклонение электрической оси сердца вправо.
- Время активации ПЖ в отведениях V1, V2 $> 0,03$ с.
- Таким образом, при систолической перегрузке ПЖ регистрируются такие же изменения ЭКГ, как при гипертрофии ПЖ с его перегрузкой.

Диастолическая перегрузка ПЖ

- развивается в основном при выраженной недостаточности трехстворчатого клапана, дефекте межпредсердной перегородки (шунт крови слева направо приводит к переполнению кровью правого желудочка) и т.д. Диастолическая перегрузка характеризуется преимущественным развитием дилатации ПЖ. Признак диастолической перегрузки ПЖ – появление на ЭКГ в отведениях V1, V2 полной или неполной блокады ПНПГ. ЭКГ при этом имеет вид rsR или rSR. Такая ЭКГ обычно сочетается с отклонением ЭОС вправо.
- Следует заметить, что ЭКГ признаки систолической и диастолической перегрузки желудочков не всегда соответствуют гемодинамическим данным. Более того, высокий R в отведениях V5, V6, сочетающийся с изменениями сегмента ST и зубца T в этих отведениях, может наблюдаться как при систолической, так и при диастолической перегрузке ЛЖ и при их отсутствии. Аналогичные рассуждения относятся также к перегрузкам ПЖ.

**БЛАГОДАРЮ ЗА
ВНИМАНИЕ**

