

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЛЕКЦИИ ПО ПРОПЕДЕВТИКЕ ВНУТРЕННИХ БОЛЕЗНЕЙ

**Лекция:**  
**«ЭКГ при гипертрофии  
различных отделов сердца»**

ДОЦЕНТ Ю.В. ОСЛОПОВА

# **ПЛАН ЛЕКЦИИ:**

**I. Значимость выявления ЭКГ-признаков гипертрофии миокарда для клиники.**

**II. Общие закономерности изменения ЭКГ при гипертрофии различных отделов сердца.**

А. Изменения процесса деполяризации

Б. Изменения процесса реполяризации

**III. Гипертрофии предсердий.**

1. Гипертрофия левого предсердия.

2. Гипертрофия правого предсердия.

3. Гипертрофия обоих предсердий.

4. ЭКГ при преходящей перегрузке предсердий

**IV. Гипертрофии желудочков.**

1. Гипертрофия левого желудочка.

2. Гипертрофия правого желудочка.

3. Гипертрофия обоих желудочков.

# I. Значимость выявления ЭКГ-признаков гипертрофии миокарда для клиники

Гипертрофия сердца – это, как правило, компенсаторная приспособительная реакция миокарда, выражающаяся в увеличении массы сердечной мышцы.

Гипертрофия различных отделов сердца, как правило, развивается при гиперфункции предсердий или желудочков. Гипертрофия развивается в ответ на повышенную нагрузку, которую испытывает тот или иной отдел сердца при наличии клапанных пороков сердца (стеноза или недостаточности) или при повышении давления в большом или малом кругах кровообращения.

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) (В.Н.Орлов, 1999).

Одновременно с собственно гипертрофией происходят дистрофические процессы в мышечных волокнах с последующим их склерозированием, что связано с отставанием роста капилляров от роста гипертрофированных мышечных волокон. Это приводит к появлению относительной коронарной недостаточности и склерозу мышечных волокон.

Тяжесть и тип гипертрофии существенно различается в зависимости от особенностей влияния генетических, гуморальных, демографических и гемодинамических факторов.

Рост массы сердечной мышцы моделируется трофическими эффектами нейрогормонов (РААС). Ангиотензин-II приводит к возникновению гипертрофии и/или гиперплазии кардиомиоцитов, в то время как эффекты альдостерона имеют отношение к внеклеточному матриксу и отложению коллагена, стимулируя развитие фиброза в миокарде.

Следует отметить, что более чувствительным и специфичным методом выявления гипертрофии миокарда (чем электрокардиография, ЭКГ) является эхокардиография (ЭхоКГ).

С помощью ЭхоКГ рассчитывается так называемый индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ).

При этом в формулу расчета ИММЛЖ входят как толщина стенок левого желудочка (ТМЖП, ТЗСЛЖ), так и размер полости левого желудочка (КДР ЛЖ).

$$\text{ММЛЖ} = 0,8 \cdot [1,04 \cdot (\text{ТМЖП}_д + \text{КДР ЛЖ} + \text{ТЗСЛЖ}_д)^3 - \text{КДР ЛЖ}^3] + 0,6$$

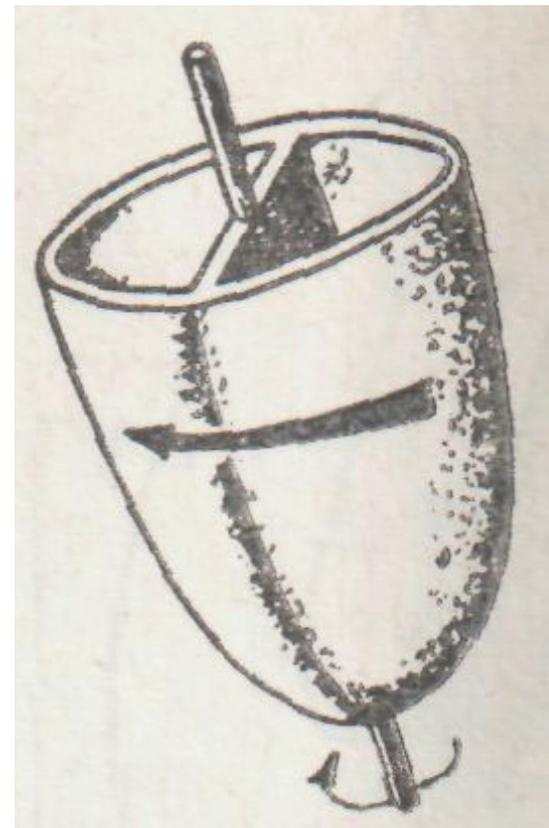
Индекс ММЛЖ = ММЛЖ/площадь поверхности тела

Следует помнить, что электрокардиография – это функциональный метод, и он в сущности выявляет гиперфункцию, которая не всегда может совпадать с анатомически выявляемой гипертрофией.

И так как ЭКГ является методом анализа электрических потенциалов, то вполне естественно, что ЭКГ представляет не прямую информацию (не информацию о структуре), характеризующую изменение **морфологического состояния миокарда**.

Степень выявления гипертрофии зависит как от отдела сердца, в котором возникла гипертрофия, так и от ряда дополнительных условий: характера заболевания, степени дистрофических изменений, гипертрофии других отделов сердца, положения сердца и т. д.

Однако, несмотря на определенные ограничения, ЭКГ диагностика гипертрофии различных отделов сердца является одним из важных разделов электрокардиологии.



Изменения ЭКГ при гипертрофии сердца связаны с тем, что в гипертрофированном отделе миокарда увеличивается объем мышечных волокон, а следовательно, и их электродвижущая сила (ЭДС).

Суммарный вектор ЭДС поворачивается в сторону гипертрофированного отдела и становится бóльшим по величине. Этому способствует и усиление обменных процессов в миокарде.

Отсюда можно понять несколько общих закономерностей изменения ЭКГ при гипертрофии того или иного отдела сердца.

## **II. Общие закономерности изменения ЭКГ при гипертрофии различных отделов сердца**

Эти закономерности касаются как процесса деполяризации, так и процесса реполяризации миокарда.

### **A. Изменения процесса деполяризации**

- 1) **Изменяется направление ЭОС** (т.к. ЭОС поворачивается в сторону гипертрофированного отдела).
- 2) **Увеличивается амплитуда тех зубцов ЭКГ, которые отражают возбуждение гипертрофированных отделов сердца** (так называемые *вольтажные критерии* гипертрофии миокарда по ЭКГ) (т.к. возрастает вектор деполяризации).

3) Уширяются эти зубцы ЭКГ (т.к. увеличивается время охвата возбуждением гипертрофированного отдела сердца).

*В гипертрофированном миокарде не происходит адаптации [гипертрофии] специализированной ткани. Поэтому функция проводящих путей в гипертрофированном сердце может испытывать значительные затруднения.*

*Это нередко может приводить к нарушению внутрисердечного и внутрижелудочкового, а иногда и атриовентрикулярного проведения.*

## **Б. Изменения процесса реполяризации**

Следует помнить, что изменения процесса реполяризации при гипертрофии являются вторичными по отношению к изменениям процесса деполяризации .

Изменения процесса реполяризации заключаются в том, что **появляется дискордантность зубца T и сегмента ST по отношению к зубцу R ЭКГ.**

*Объяснение механизма патогенеза дискордантности  
зубца T и сегмента ST по отношению к зубцу R.*

### **Дискордантность зубца T**

(обсуждаются изменения электрических процессов в пределах собственно стенки миокарда гипертрофированного желудочка)

- 1) В гипертрофированном желудочке **резко замедляется процесс распространения деполяризации в сторону эпикарда.**
- 2) Поэтому **реполяризация начинается с субэндокардиальных слоев**

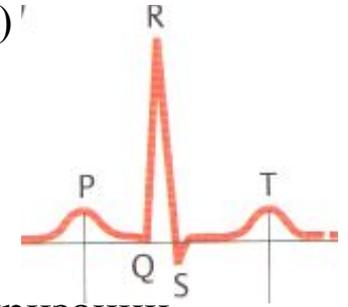
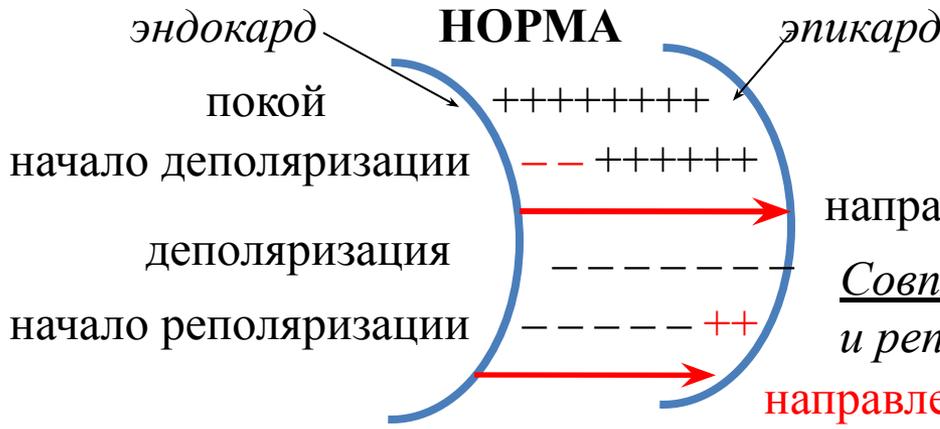
3) В связи с этим волна реполяризации распространяется от эндокарда к эпикарду.

4) Поэтому вектор реполяризации направлен в сторону, противоположную направлению вектора деполяризации и, соответственно, противоположно направлению тока по оси того отведения, где наблюдаются более высокие зубцы R – отведения  $V_6$  при гипертрофии левого желудочка и отведения  $V_1$  при гипертрофии правого желудочка.

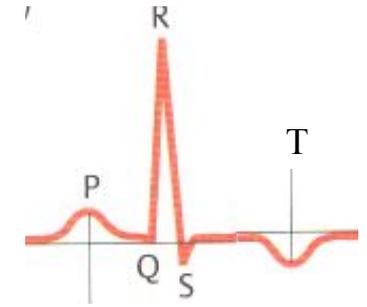
5) Это приводит к отрицательности зубца T, соответственно, в отведении  $V_6$  при гипертрофии левого желудочка и в отведении  $V_1$  при гипертрофии правого желудочка.

# Иллюстрация к объяснению дискордантности зубца Т по отношению к зубцу R при гипертрофии миокарда

(изменения в пределах стенки миокарда желудочка)



## ГИПЕРТРОФИЯ МИОКАРДА



## Дискордантность сегмента ST

б) Депрессию сегмента ST при гипертрофии миокарда объясняют изменениями электрических процессов в пределах всего сердца (Н.Б.Перепеч, 2008):

1. В гипертрофированном отделе сердца происходит задержка деполяризации (там дольше сохраняется электроотрицательность (-)).
2. Негипертрофированный отдел сердца быстро завершает нормальную деполяризацию и во время реполяризации заряжается положительно (+).
3. Вектор реполяризации приобретает направление от гипертрофированного отдела (от (-)) в сторону негипертрофированного отдела (к (+)).

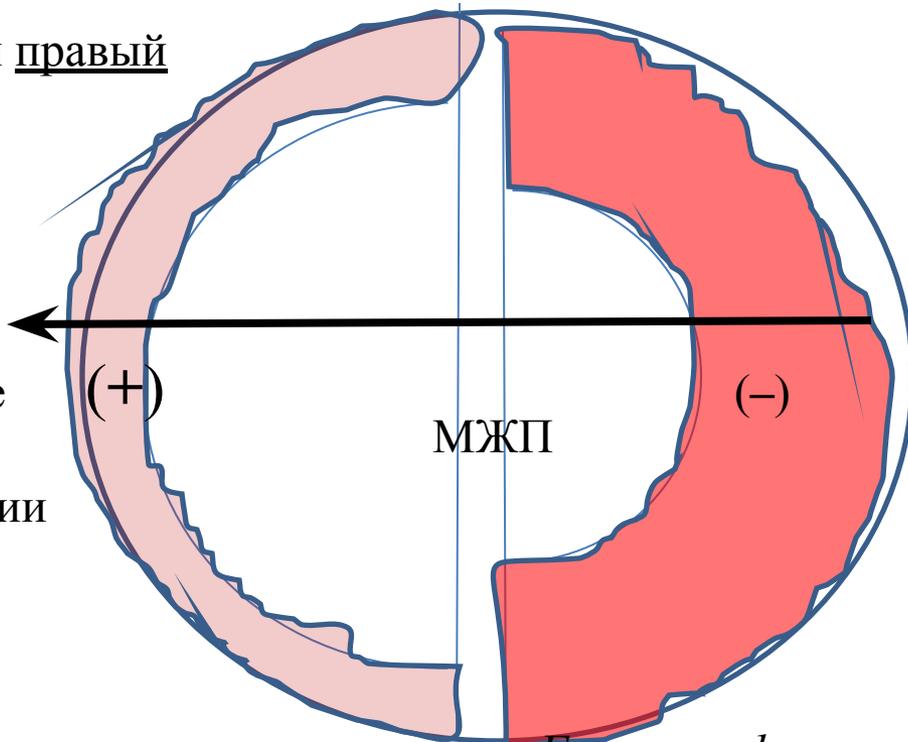
# Иллюстрация к объяснению дискордантности сегмента ST по отношению к зубцу R при гипертрофии миокарда

(изменения в пределах всего сердца – соотношение процесса реполяризации в одном желудочке в сравнении с другим желудочком)

Гипертрофированный левый желудочек

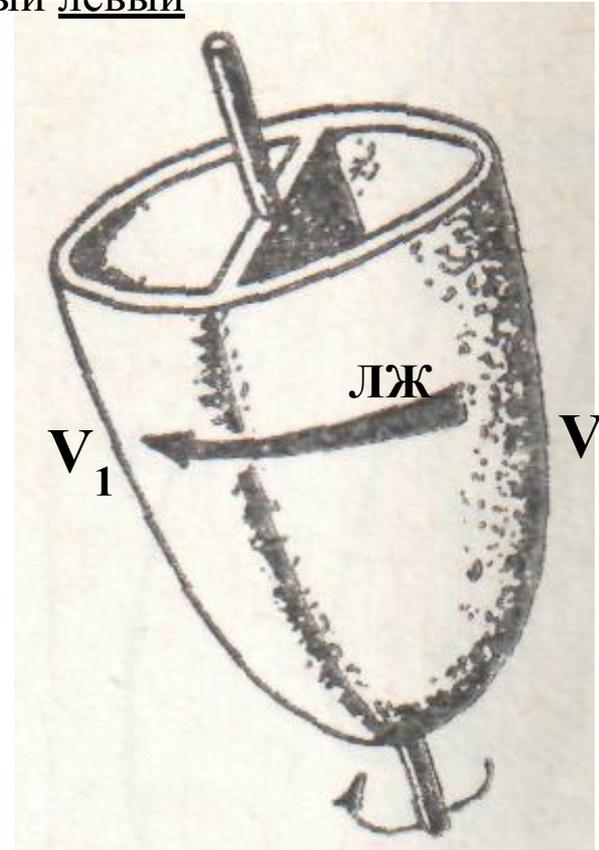
Нормальный правый желудочек

Направление вектора реполяризации



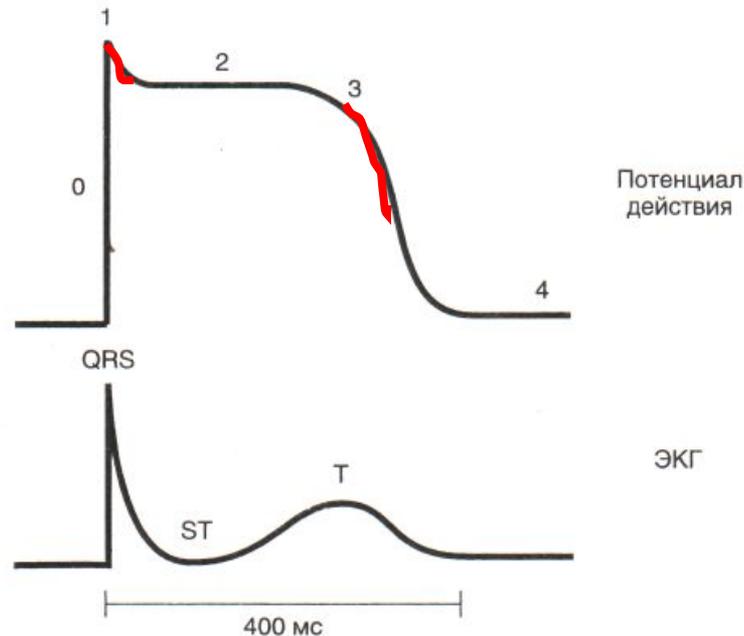
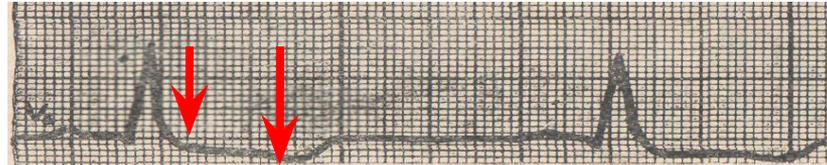
*Здоровый желудочек уже завершил реполяризацию (и «зарядился» (+))*

*Гипертрофированный желудочек еще находится в периоде деполяризации (и «заряжен» все еще (-))*



Поворот левым желудочком вперед

4. Поэтому **сегмент ST** в соответствующих отведениях (где регистрируются высокоамплитудный зубец R) смещается **ниже изолинии**, причем, с выпуклостью **вверх**.
5. Характер **такой формы** смещения зависит от **запаздывания первой** и **начала третьей** фазы реполяризации.



Кроме этого, в гипертрофированной сердечной мышце происходят следующие изменения:

- ишемические
- дистрофические
- метаболические
- склеротические,

которые также находят свое отражение на ЭКГ \*

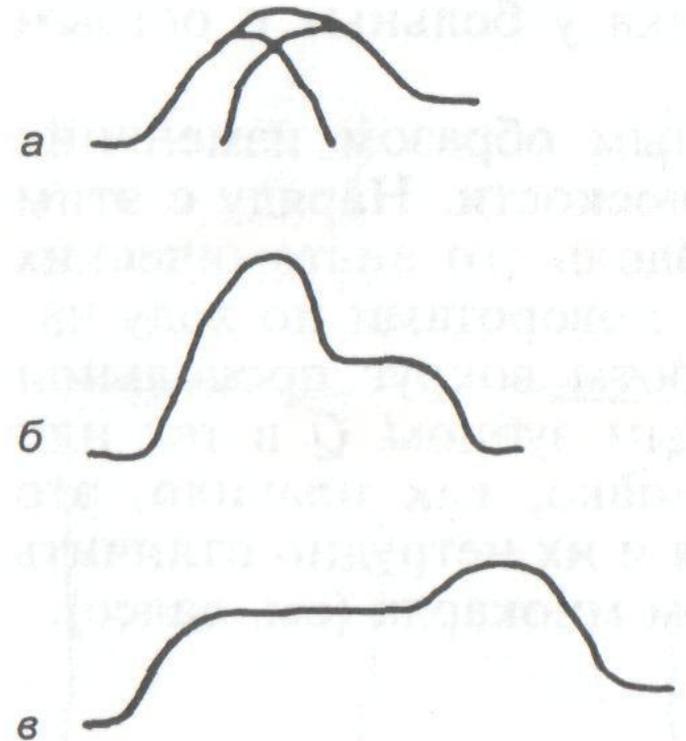
---

\* Известен афоризм Цфасмана «Болезней много, а зубец Т один».

### III. Гипертрофии предсердий

При гипертрофии предсердий происходит увеличение векторов соответствующего периода предсердной деполяризации с отклонением их в сторону гипертрофированного предсердия, кроме того, возрастает продолжительность возбуждения увеличенного отдела сердца.

*Это обусловлено тем, что малая толщина мышечного слоя предсердий, податливость их стенок с относительно большим объемом полостей и резервным объемом системы малого круга кровообращения приводит к тому, что систолические перегрузки (например, при митральном стенозе) и диастолические перегрузки (например, при митральной недостаточности) довольно быстро вызывают не только (и не столько) гипертрофию стенок предсердий, но и заметное расширение их полостей.*



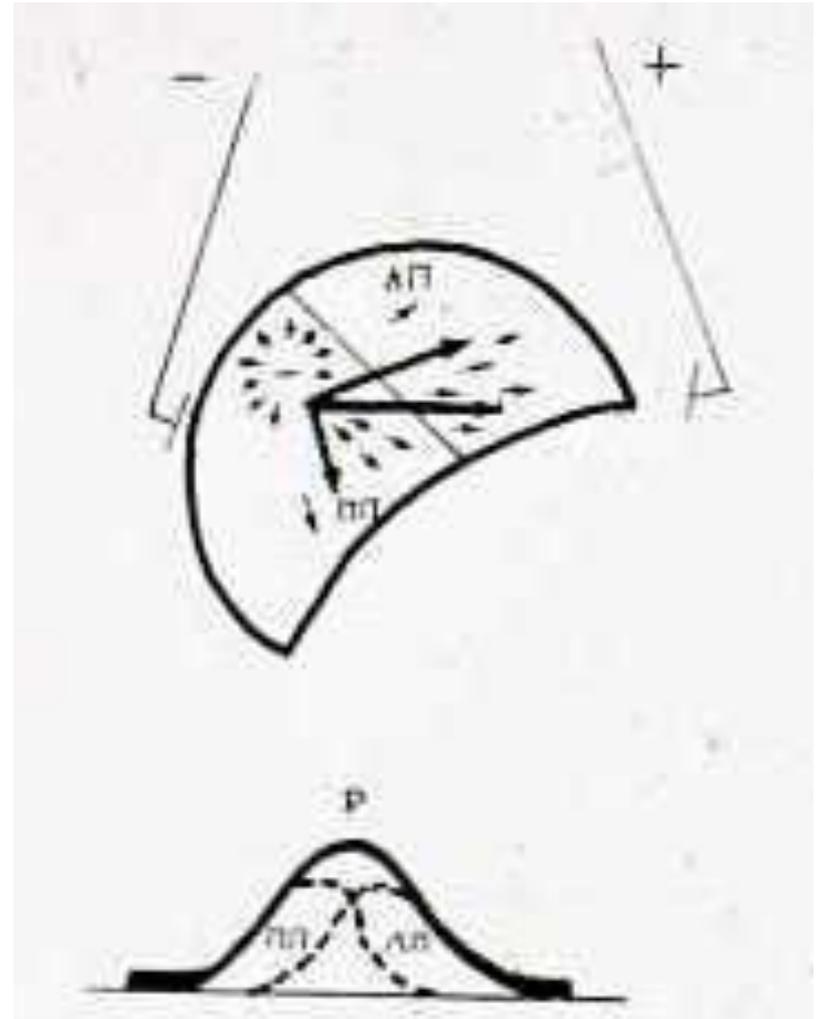
Варианты зубца Р

(А.Л.Сыркин, 2007)

## III.1. Гипертрофия левого предсердия

Зубец P, отражающий деполяризацию предсердий, имеет комбинированное происхождение.

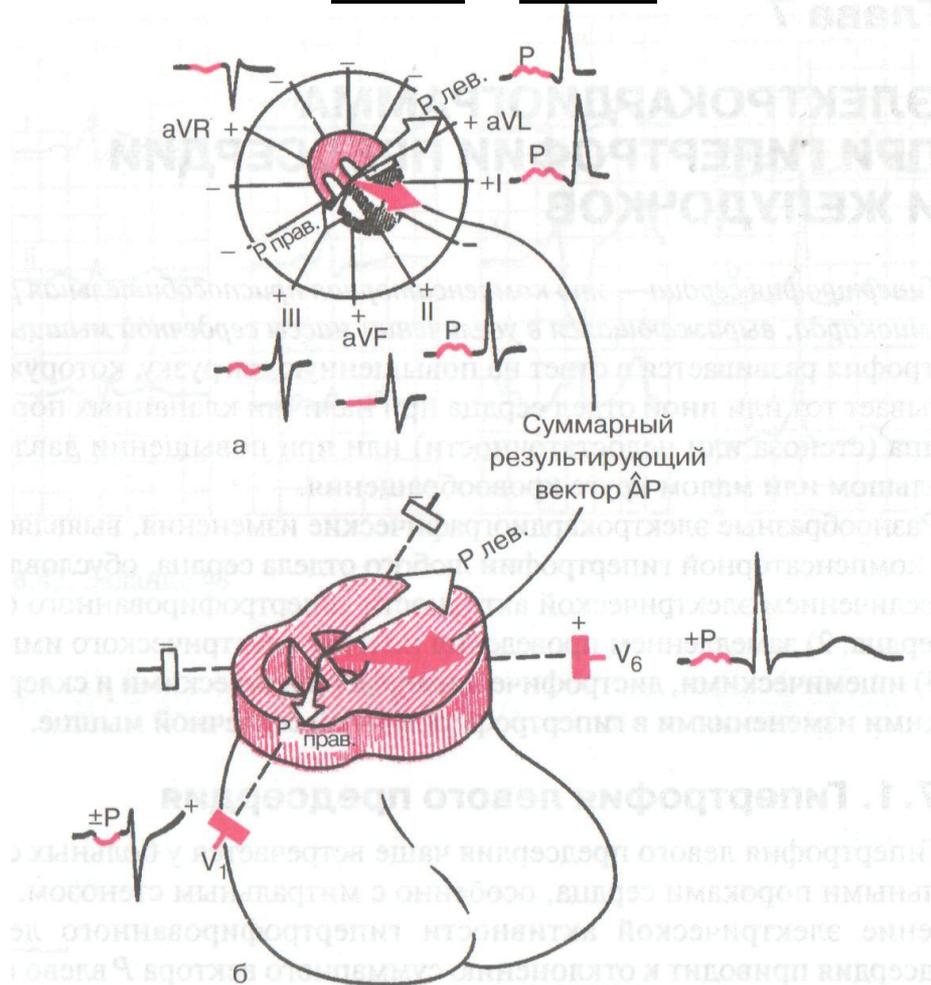
Левое предсердие в норме начинает возбуждаться через 0,03" после правого и, следовательно, влияет лишь на форму средней и конечной частей зубца P.



При гипертрофии (увеличении) **левого** предсердия **вектор** второй половины деполяризации отклоняется **назад** и **влево**.

Фронтальная  
плоскость

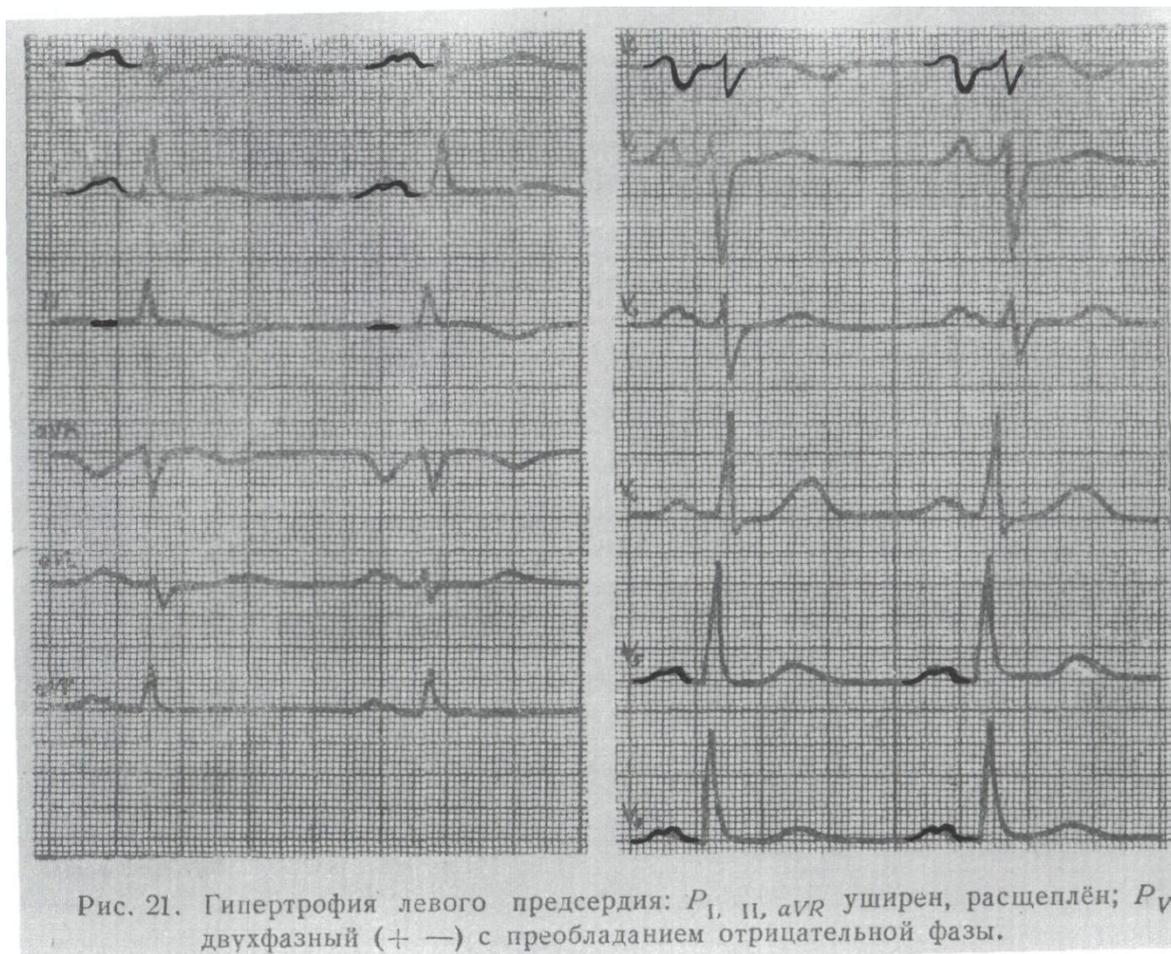
Горизонтальная  
плоскость



Отображения нарушения процесса деполяризации при гипертрофии левого предсердия во фронтальной и горизонтальной плоскостях.

В связи с этим при гипертрофии  
левого предсердия наблюдаются  
**следующие изменения:**

- 1) Уширение зубца *P* более 0,11" (до 0,12" и более), что связано с увеличением времени охвата возбуждением гипертрофированного левого предсердия.



2) Деформация (двувершинность, «двугорбость») зубца Р с увеличением амплитуды второй фазы в отведениях I, II, aVL, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>, т. е. в тех отведениях, оси которых более или менее параллельны вектору ЭДС левого предсердия.

Расстояние между двумя вершинами зубца Р более 0,02".

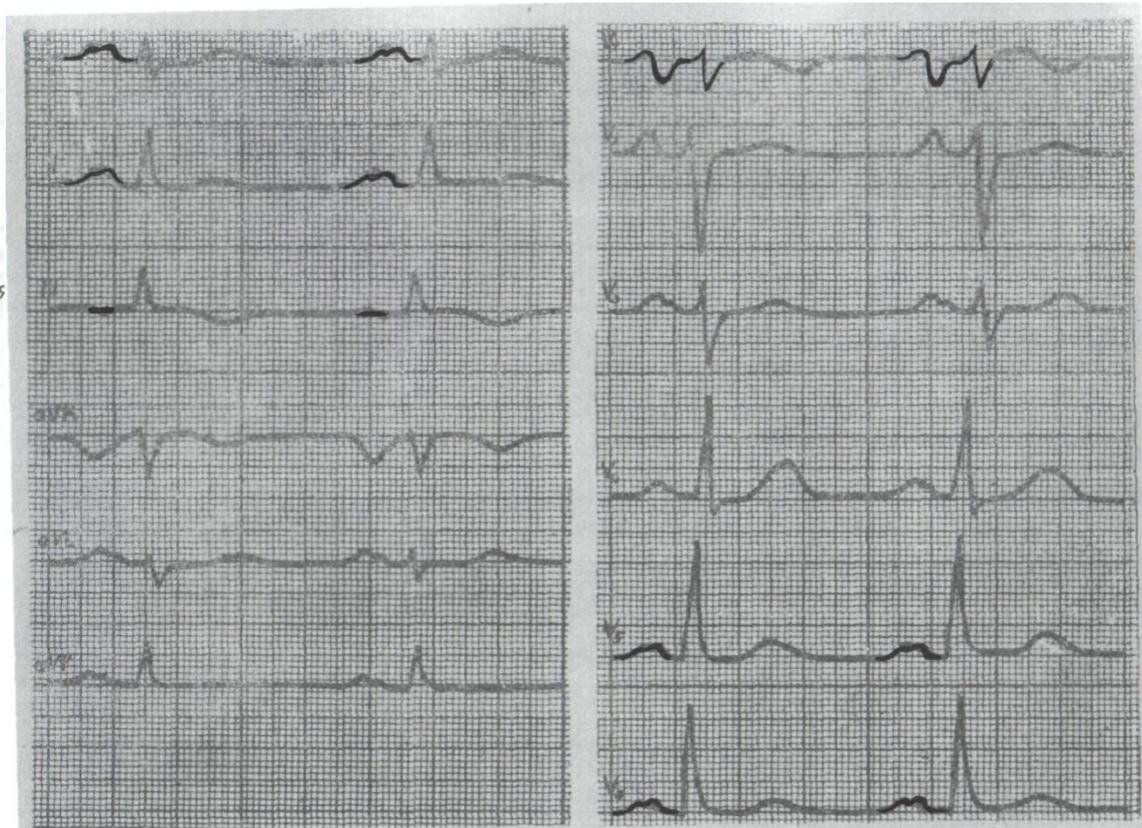


Рис. 21. Гипертрофия левого предсердия: P<sub>I, II, aVR</sub> уширен, расщеплён; P<sub>V<sub>1</sub></sub> двухфазный (+ —) с преобладанием отрицательной фазы.

3) Двухфазность (+ -) зубца Р в отведении  $V_1$  (реже в  $V_2$ ) с резким преобладанием второй (терминальный) отрицательной его фазы, отражающей возбуждение левого предсердия.

4)  $P_{III}$  может быть не виден («превращается в точку»), т.к. вектор предсердий становится перпендикулярным оси III отведения.

5) Углубление зубца Р в отведении  $aVR$ , так как полярность этого отведения направлена в сторону, противоположную вектору ЭДС левого предсердия (широкий двугорбый отрицательный Р).

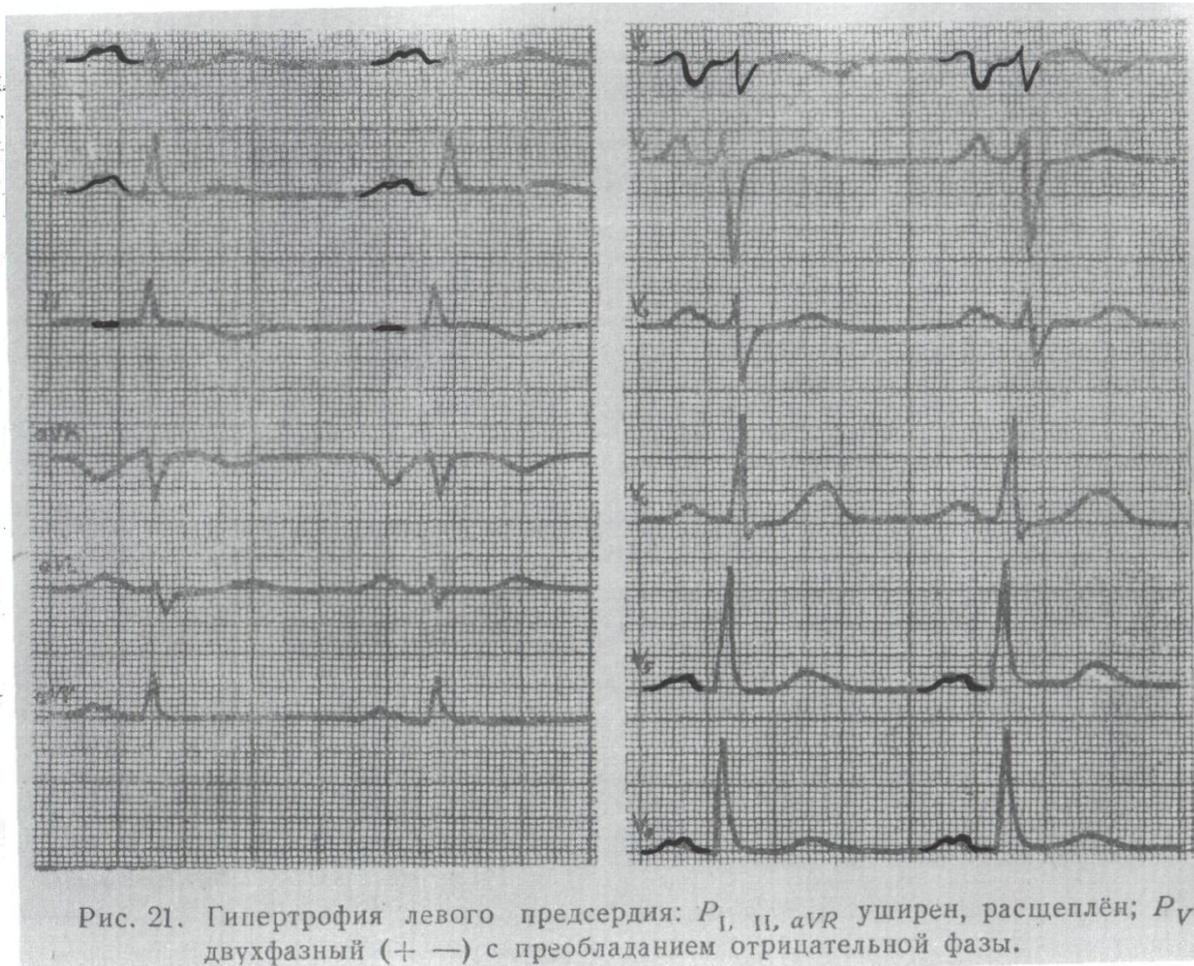
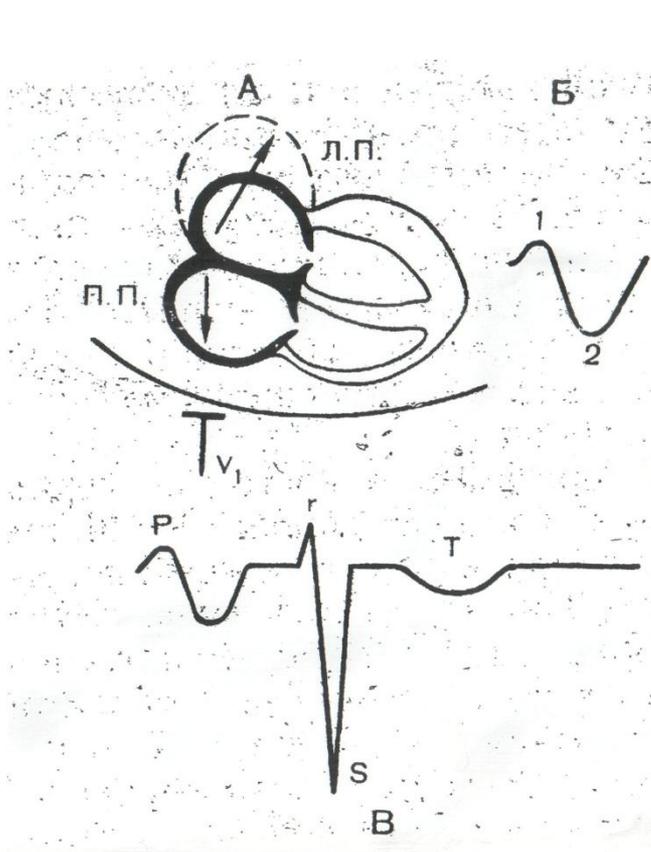


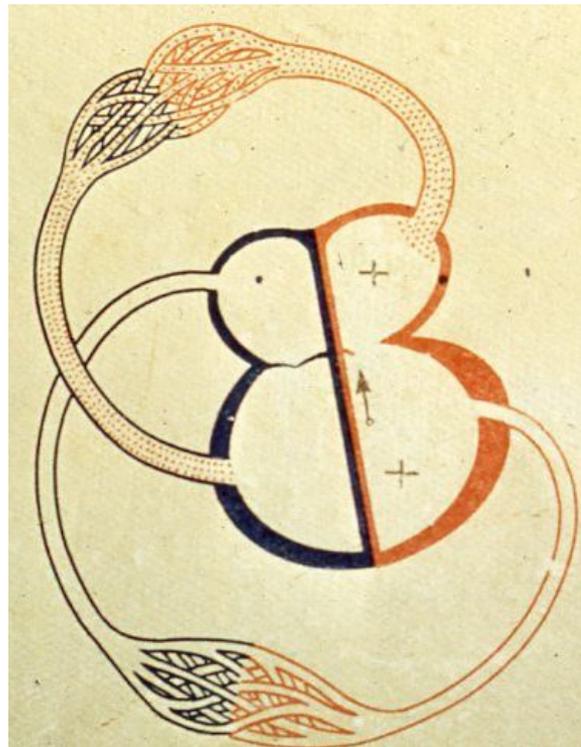
Рис. 21. Гипертрофия левого предсердия:  $P_{I, II, aVR}$  ушрен, расщеплён;  $P_{V_1}$  двухфазный (+ -) с преобладанием отрицательной фазы.

Схема образования зубца  $P_{V_1}$  при гипертрофии левого предсердия. Увеличение вектора возбуждения левого предсердия (А) приводит к увеличению второй отрицательной фазы зубца  $P_{V_1}$  (Б, В).

Гипертрофия левого предсердия встречается главным образом при **митральных пороках сердца** (при перегрузке левого предсердия давлением или объемом), особенно при **митральном стенозе**, вследствие чего вышеописанная конфигурация зубца Р в стандартных и грудных отведениях носит название «*P mitrale*» («*P sinistocardiale*»).



митральный стеноз

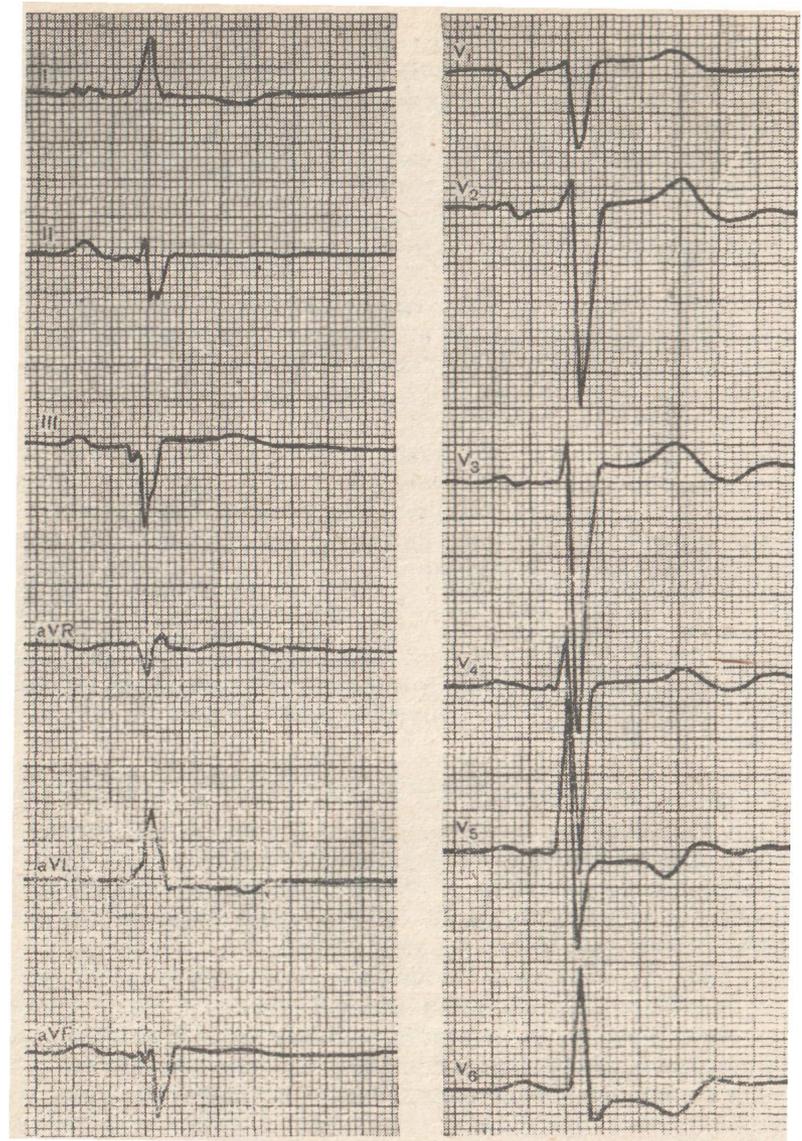


митральная недостаточность

Однако, выраженный митральный стеноз, как правило, осложняется мерцательной аритмией, поэтому на ЭКГ у таких больных зачастую невозможно увидеть ни двухфазных, ни каких-либо зубцов R.

Только в редких случаях развитие лёгочной гипертензии происходит на фоне сохраненного синусового ритма с двухфазными зубцами R и четкими признаками гипертрофии правого желудочка, что является несомненным доказательством тяжёлого митрального стеноза.

Гипертрофия левого предсердия может быть у больных с артериальной гипертензией, имеющих гипертрофию левого желудочка.



ЭКГ гипертрофия левого предсердия. Гипертрофия левого желудочка. Неполная блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса (угол  $\alpha = -45^\circ$ ).

Увеличение (гипертрофия) левого предсердия может происходить также

при:

- **аортальных пороках сердца,**
- **констриктивном перикардите,**
- **кардиомиопатиях,**
- **недостаточности кровообращения.**

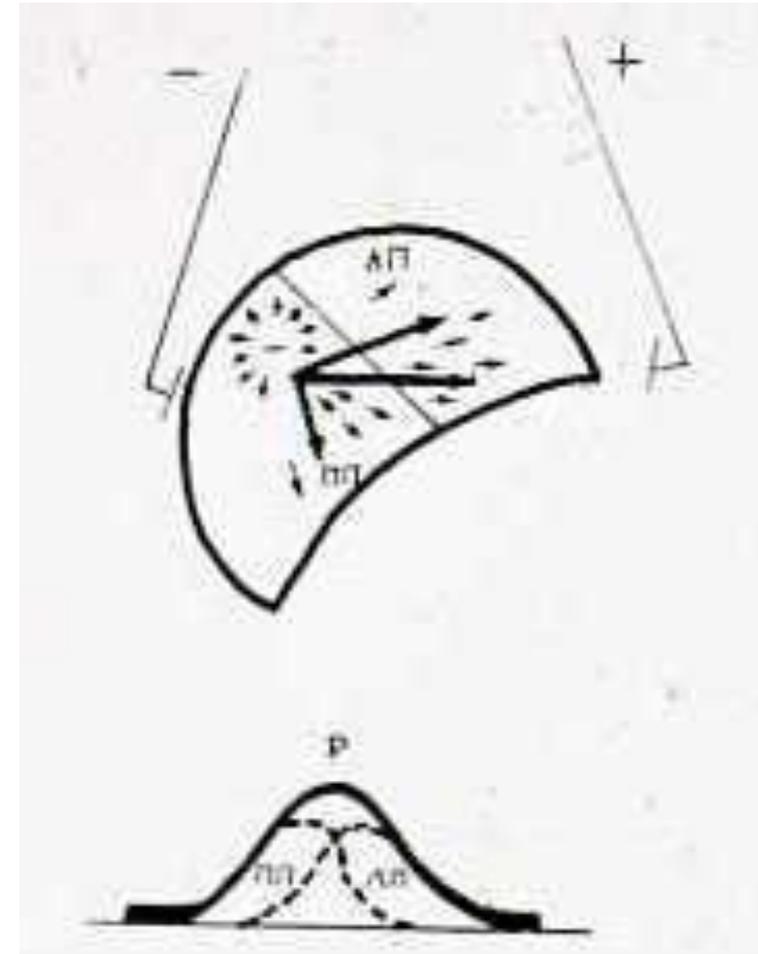
Итак, ЭКГ-признаки гипертрофии, или увеличения (перегрузки), левого предсердия могут быть обусловлены как гипертрофией предсердия, так и его дилатацией или их сочетанием.

Продолжительность зубца Р хорошо коррелирует с размером левого предсердия, поэтому уширение зубца Р в значительной мере связано с дилатацией левого предсердия.

## III.2. Гипертрофия правого предсердия

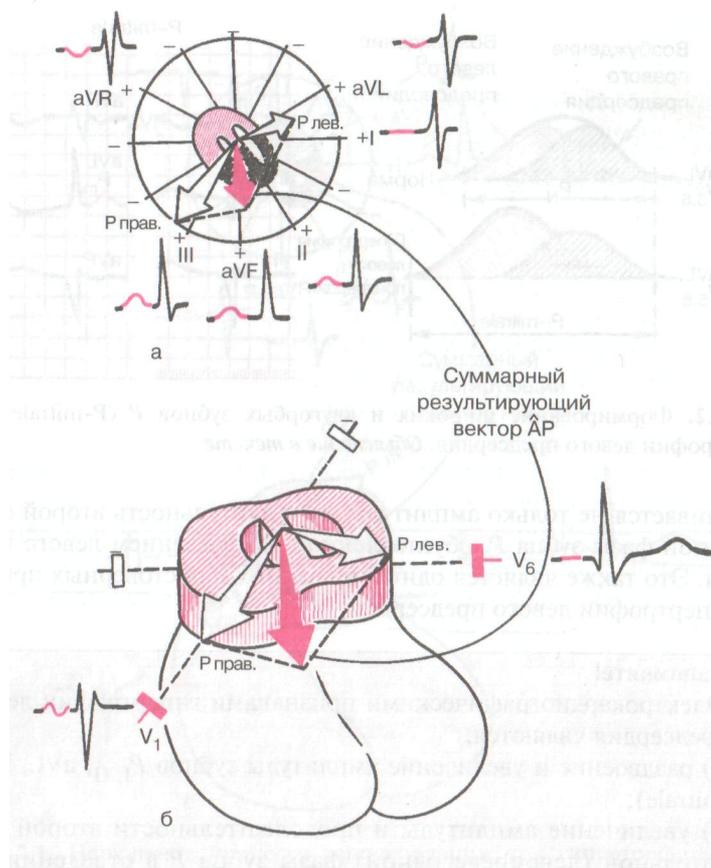
Поскольку **правое** предсердие обуславливает образование начальной и средней частей зубца Р, при его гипертрофии, хотя и удлиняется время охвата его возбуждением, общая продолжительность зубца Р не увеличивается.

Это объясняется тем, что деполяризация увеличенного правого предсердия успевает завершиться до окончания деполяризации левого предсердия.



При гипертрофии **правого** предсердия правопредсердный вектор, т.е. вектор первой половины деполяризации предсердий отклонен **вперед** и **вправо**.

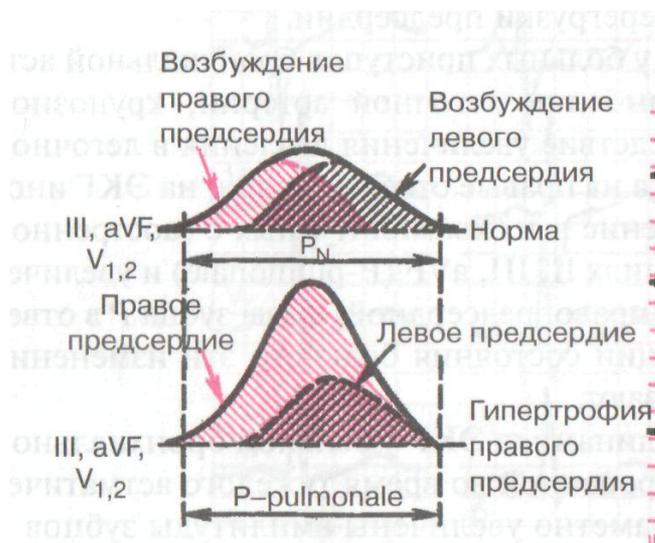
Фронтальная  
плоскость



Горизонтальная  
плоскость

Отображения нарушения процесса деполяризации при гипертрофии правого предсердия во фронтальной и горизонтальной плоскостях

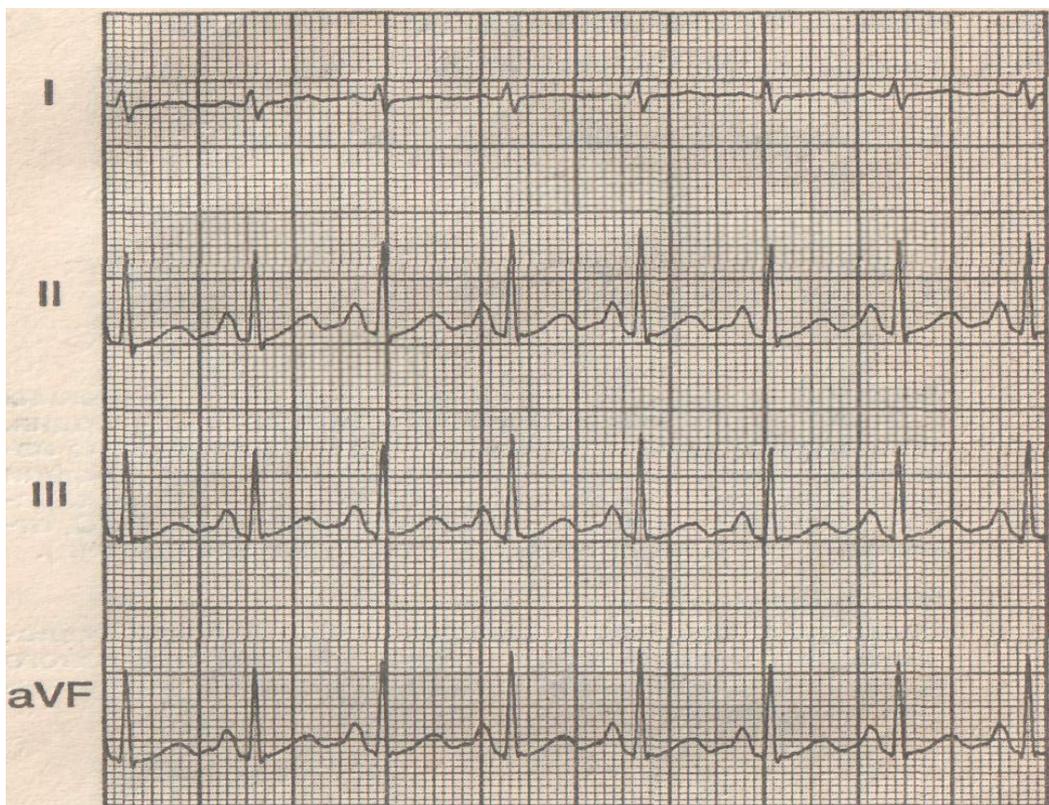
При гипертрофии правого  
предсердия наблюдаются следующие  
изменения:



1) Зубец Р становится высоким, симметричным, одновершинным, заостренным («готическим\*», как «крыша домика») в тех отведениях, которые отражают преимущественно потенциалы правого предсердия, т. е. во II, III, aVF, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>.



Гатарстанское правство БЛЦ БР  
 Бвангелическо-лютеранская церковь  
 св. Бкатерины г.Казани



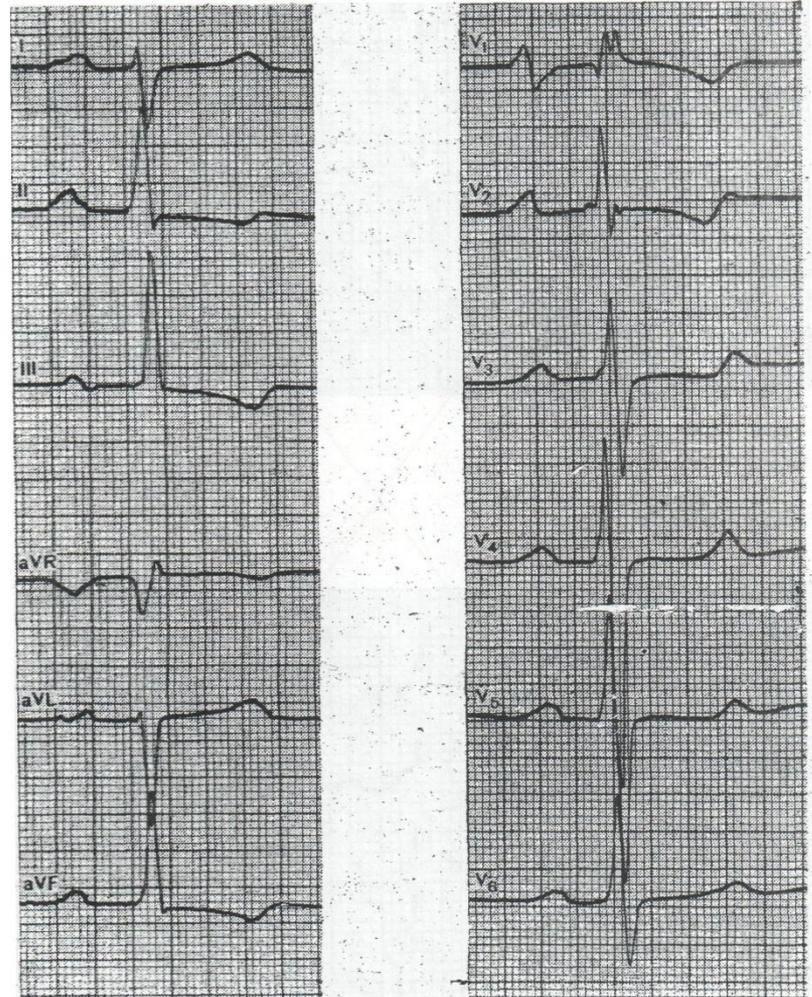
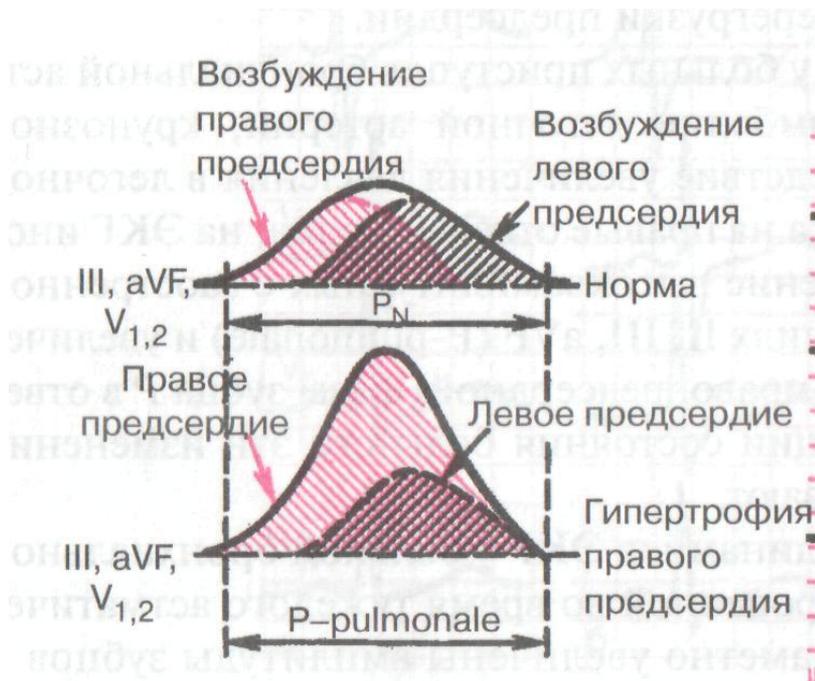
Илл. 24. P-pulmonale. Амплитуда зубца Р во II и III отведениях >0,2 мВ, ширина зубца Р нормальная (<0,1 с).



\* **гóтика, готúческий стиль** [фр. «gothique», от назв. Германского племени гóтов (нем. «Got» = гот)] – художественный стиль, преимущественно архитектурный (строительство храмовых зданий), зародившийся в XII в. во Франции, затем распространившийся по всей Западной Европе; готическое зодчество характеризуется **стрельчатými окнами, сводами, многоцветными витражами, подчиненностью архитектурных форм вертикальному, устремленному ввысь ритму.**

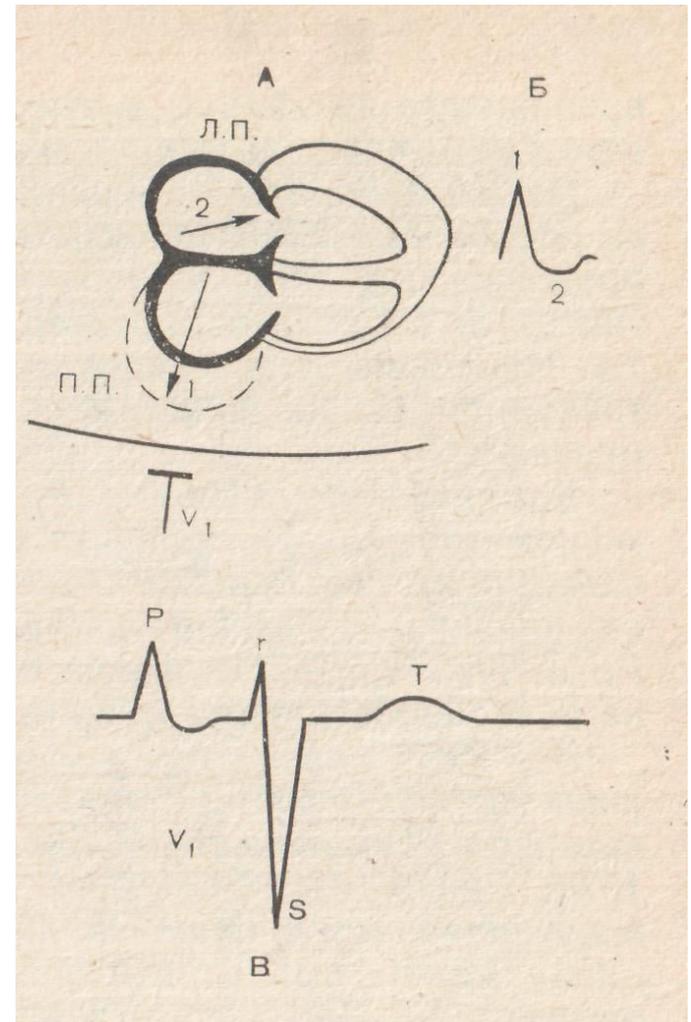
Термин введен гуманистами Возрождения.

2) Поскольку правое предсердие обуславливает образование начальной и средней частей зубца Р, при его гипертрофии **общая продолжительность зубца Р не увеличивается\***.



\* В.Н.Орлов (1999), однако, отмечает, что «реже ширина его несколько увеличена до 0,11-0,12"».

3) Если Р в отведении  $V_1$  остается двухфазным (+ -), то, в отличие от гипертрофии левого предсердия, при этом преобладает первая (+) фаза этого зубца.



Высокий зубец Р при гипертрофии правого предсердия может наблюдаться не только в  $V_1$ , но и в  $V_2$ , и в  $V_3$ , а иногда с  $V_1$  по  $V_5$  отведениях.

Чем выраженнее гипертрофия правого предсердия, тем в бóльшем количестве грудных отведений отмечается высокий, заостренный (+) зубец Р.

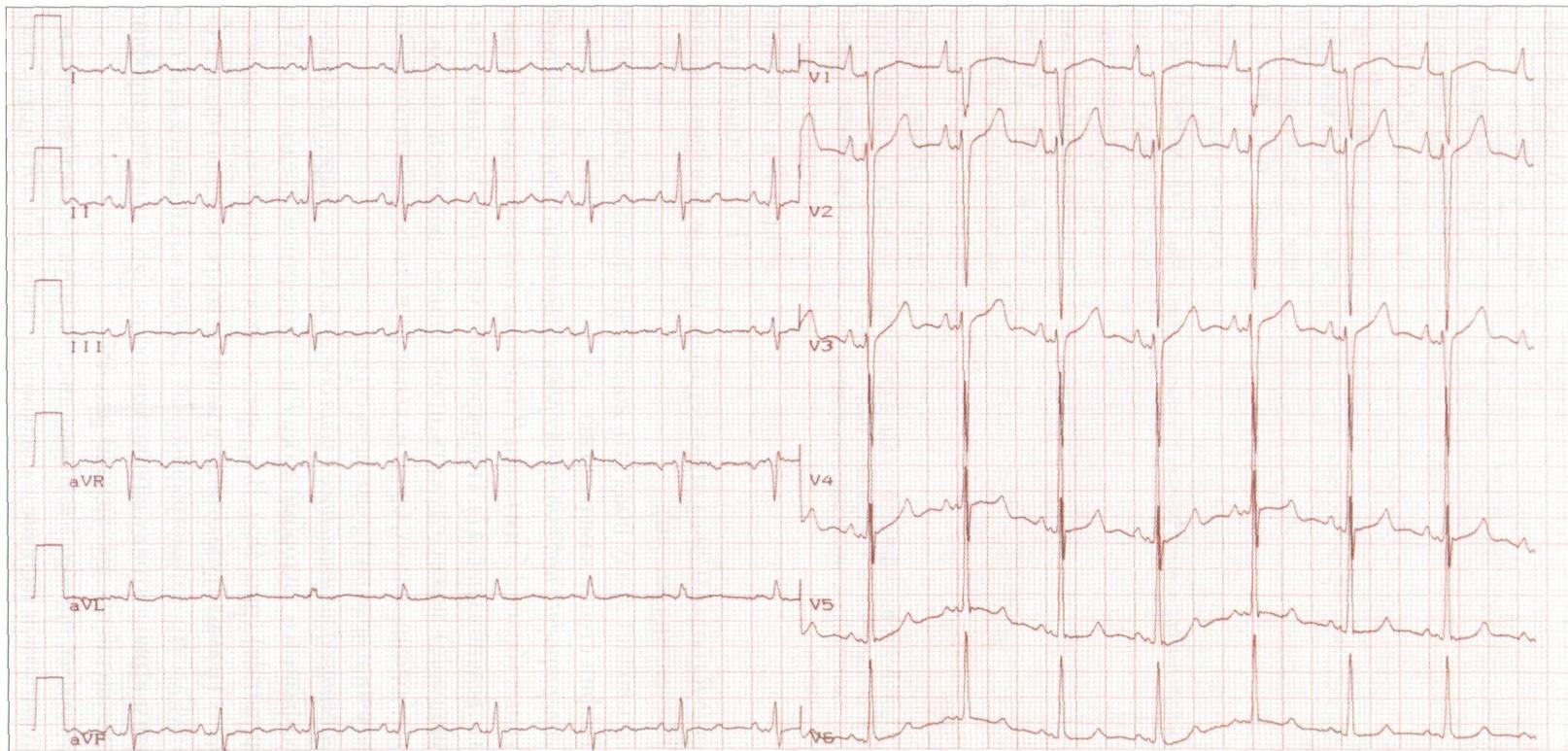
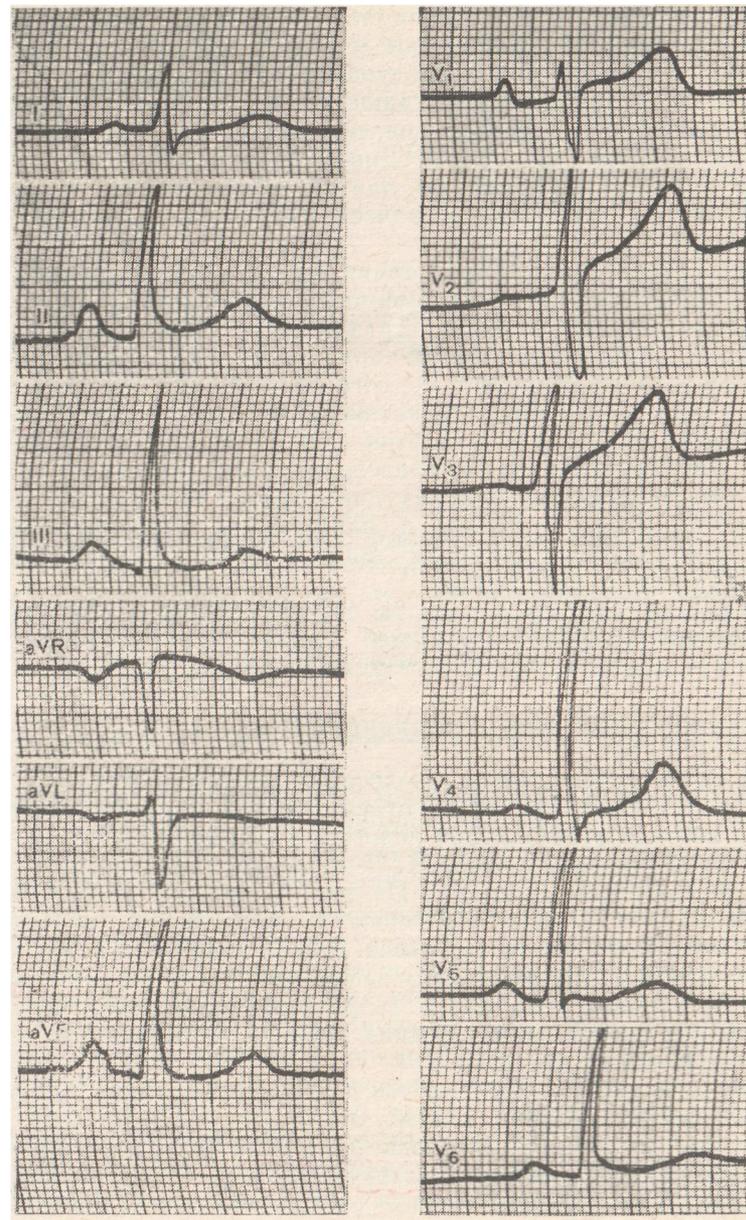


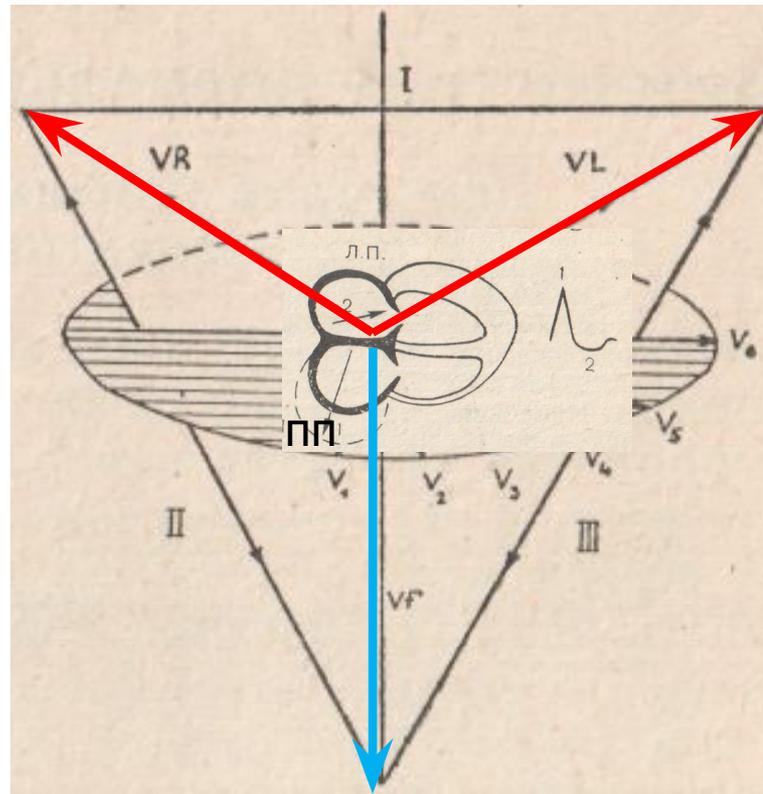
Рис. 47. Гипертрофия правого предсердия (p-pulmonale). Зубец Р в отведениях II, III, aVF,  $V_1$ ,  $V_2$  высокоамплитудный (более 2,5 мм) с заостренной вершиной. Длительность зубца Р не превышает 0,1 с. ЭКГ больного 62 лет с рецидивирующей тромбозомией ветвей легочной артерии.

4) В I стандартном отведении Р  
сглажен или нередко отрица-  
тельный (-).



5) В усиленных отведениях от конечностей при гипертрофии правого предсердия:

- в **aVR** характерен глубокий, заостренный, отрицательный (-) P,
- в **aVL** при резко выраженной гипертрофии правого предсердия P может быть отрицательным (-),
- в **aVF** (как указывалось выше) характерен высокий, заостренный (готический), положительный (+) зубец P .



**Наиболее постоянным признаком гипертрофии правого предсердия является высокий, заостренный (готический) зубец Р во II, III и aVF отведениях (Р больше 2,5 мм).**

*Изменение зубца P происходит как при гипертрофии, так и при дилатации правого предсердия, при этом за гипертрофию свидетельствует больше увеличение амплитуды зубца P, тогда как за дилатацию свидетельствует больше уширение зубца P.*

Гипертрофия правого предсердия встречается либо при пороках правой половины сердца, первичной легочной гипертензии, либо чаще при легочных заболеваниях [*т.к. легочные заболевания встречаются чаще пороков правой половины сердца*], вследствие чего описанный зубец Р носит название «*P - pulmonale*» («*P dextrocardiale*»).

Однако P pulmonale нередко встречается и без гипертрофии правого предсердия.

Так, P pulmonale может наблюдаться у здоровых молодых людей астенического телосложения, при вертикальном положении ЭОС, при физической нагрузке или эмоциях, во время тахикардии в результате перенапряжения симпатической нервной системы.

### III.3. Гипертрофия обоих предсердий

(сочетанное увеличение левого и правого предсердий)

При комбинированной гипертрофии обоих предсердий увеличиваются векторы возбуждения правого и левого предсердий одновременно.

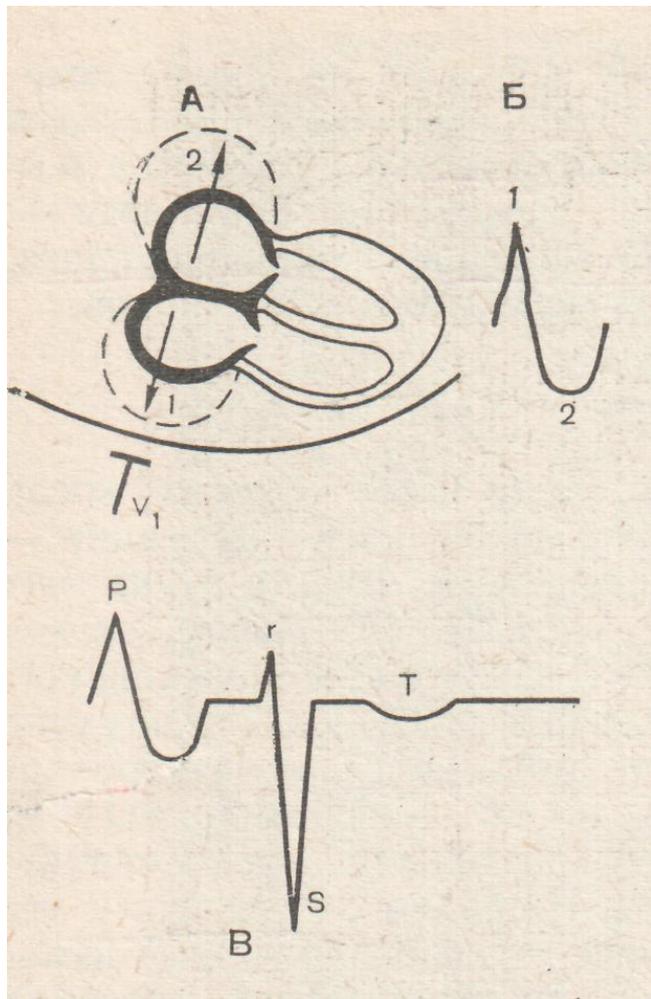


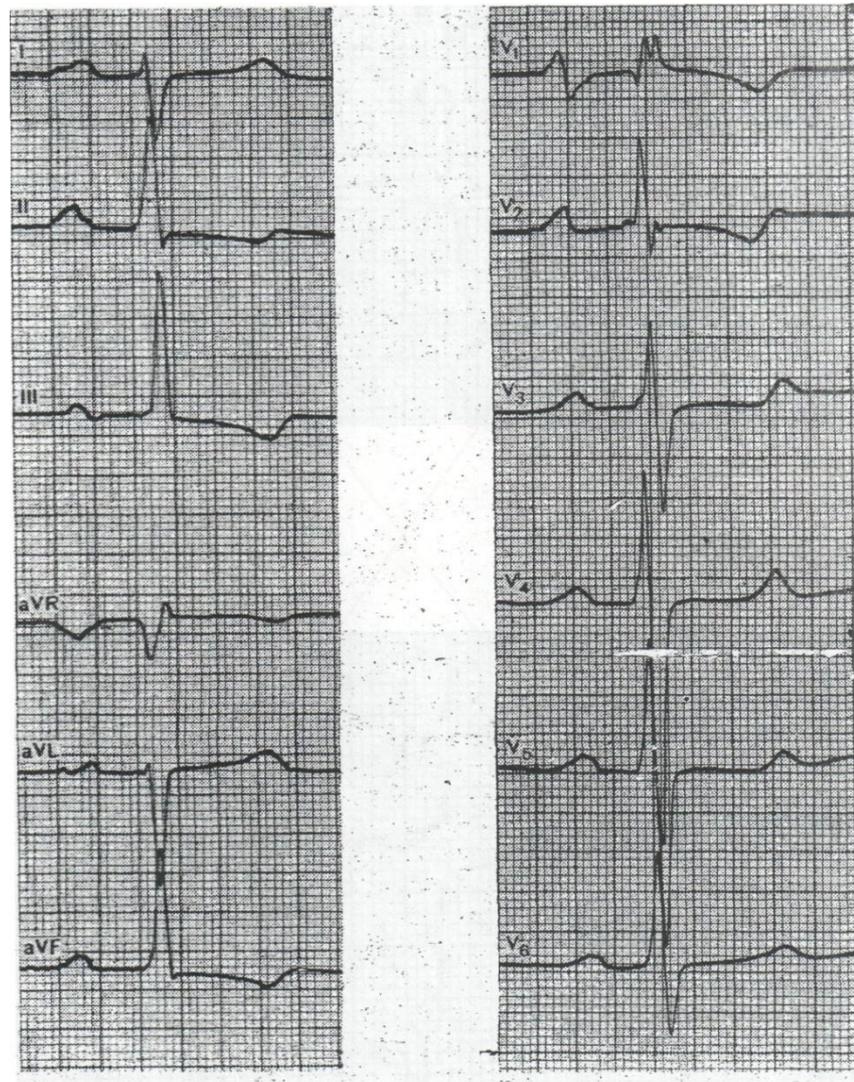
Схема нарушения кровообращения при митральном стенозе

На ЭКГ появляются признаки, характерные как для **P pulmonale**, так и для **P mitrale**.

Гипертрофия **правого предсердия** проявляется в III, aVF отведениях, где регистрируется высокий, заостренный, «готический» зубец P.

Гипертрофия **левого предсердия** лучше видна в отведениях I, aVL, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>, где имеется широкий, двувершинный, «двугорбый» зубец P.

Длительность зубца P увеличивается во всех отведениях.



ЭКГ при гипертрофии обоих предсердий.

Выраженная гипертрофия правого желудочка. Правограмма.

**Наибольшее значение для диагностики комбинированной гипертрофии обоих предсердий имеет ЭКГ в отведении  $V_1$ .**

Т.к. векторы возбуждения правого и левого предсердий увеличиваются одновременно, то увеличивается как (+), так и (-) фаза зубца Р в  $V_1$ .

Первая высокая, остроконечная положительная (+) фаза Р  $V_1$  – за счет возбуждения гипертрофированного правого предсердия.

Вторая широкая отрицательная (-) фаза зубца Р  $V_1$  – за счет возбуждения гипертрофированного левого предсердия.

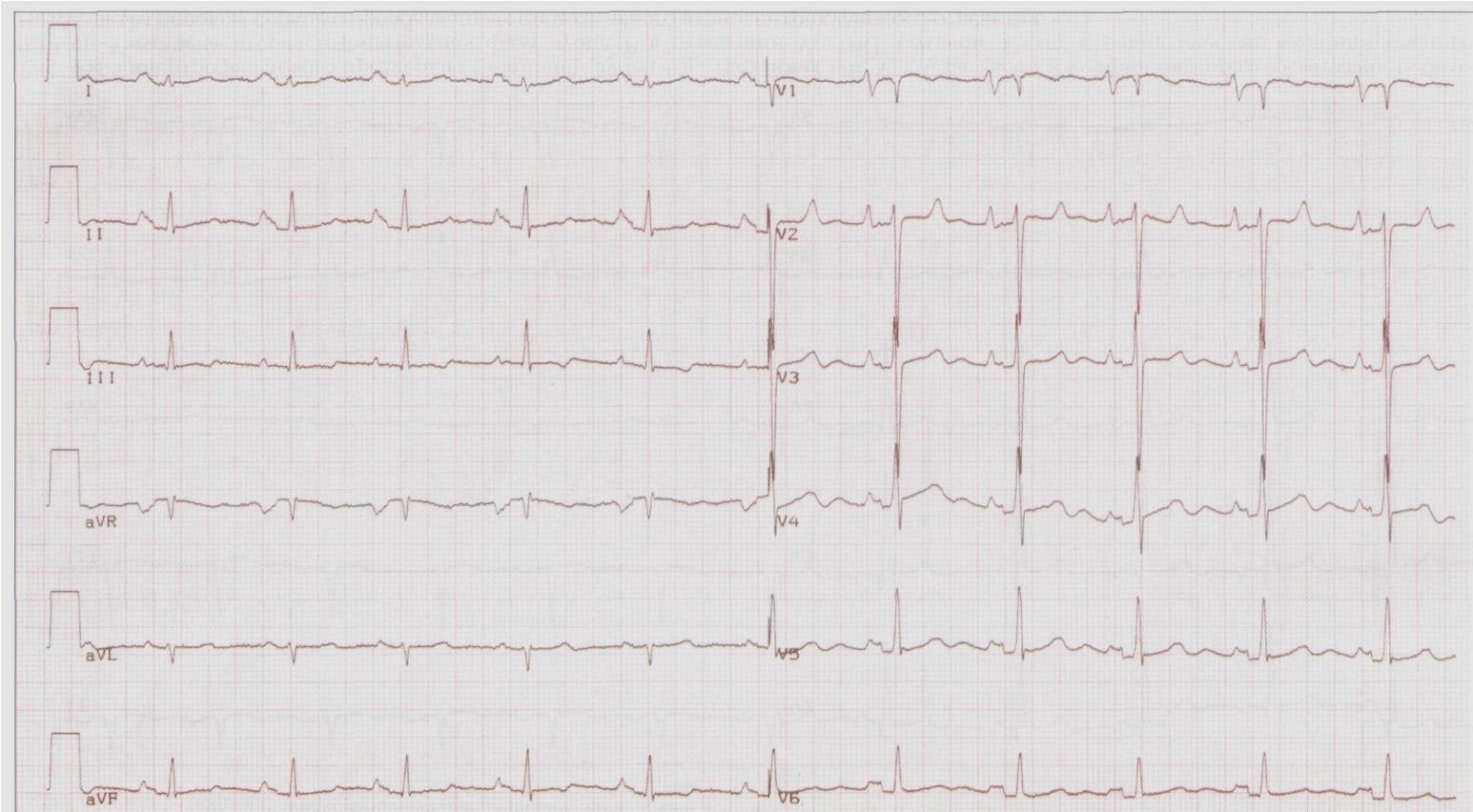
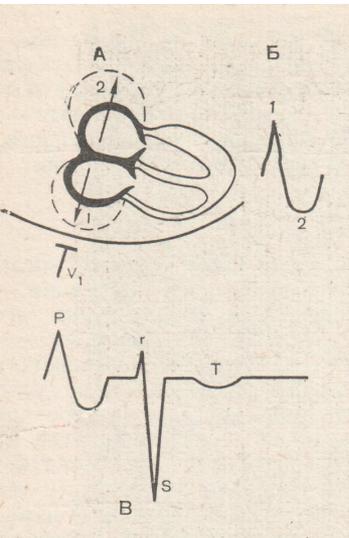
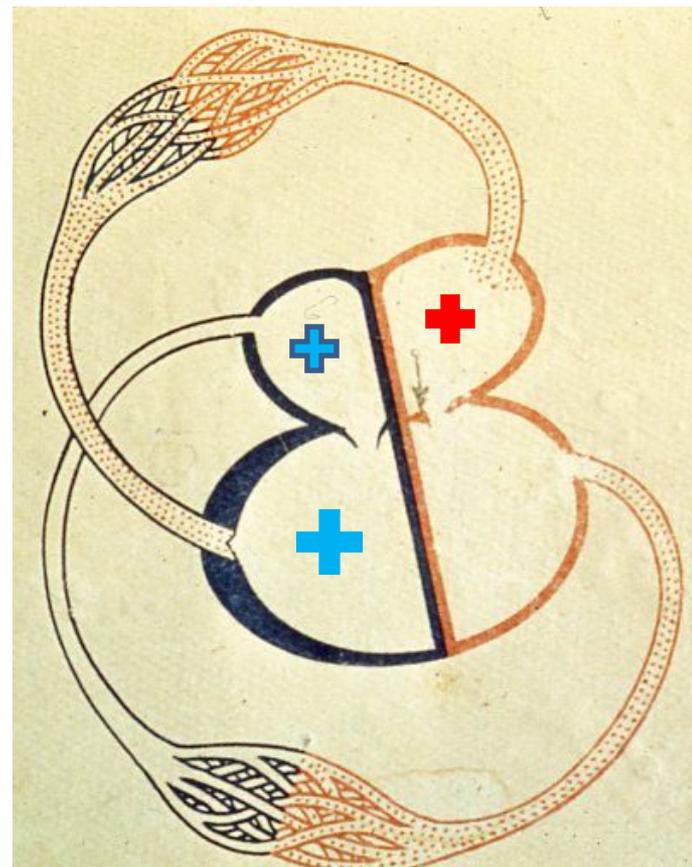


Рис. 486. Гипертрофия обоих предсердий. Зубец Р в отведениях I, II, III, aVF расширен, увеличена его амплитуда. В отведении  $V_1$  выражена отрицательная фаза зубца Р.

Такая форма зубца Р называется «*P cardiale*».

Формирование **P cardiale** можно видеть при прогрессировании митрального стеноза, когда к исходному **P mitrale**, в связи с легочной гипертензией, добавляется **P pulmonale** (если, конечно, не происходит срыва ритма в виде фибрилляции предсердий).



**P cardiale** может быть также при:

- митрально-трикуспидальных пороках сердца,
- сочетании хронического заболевания легких, сопровождающегося легочным сердцем, с кардиосклерозом или гипертонической болезнью,
- врожденных пороках сердца с перегрузкой обеих его половин.

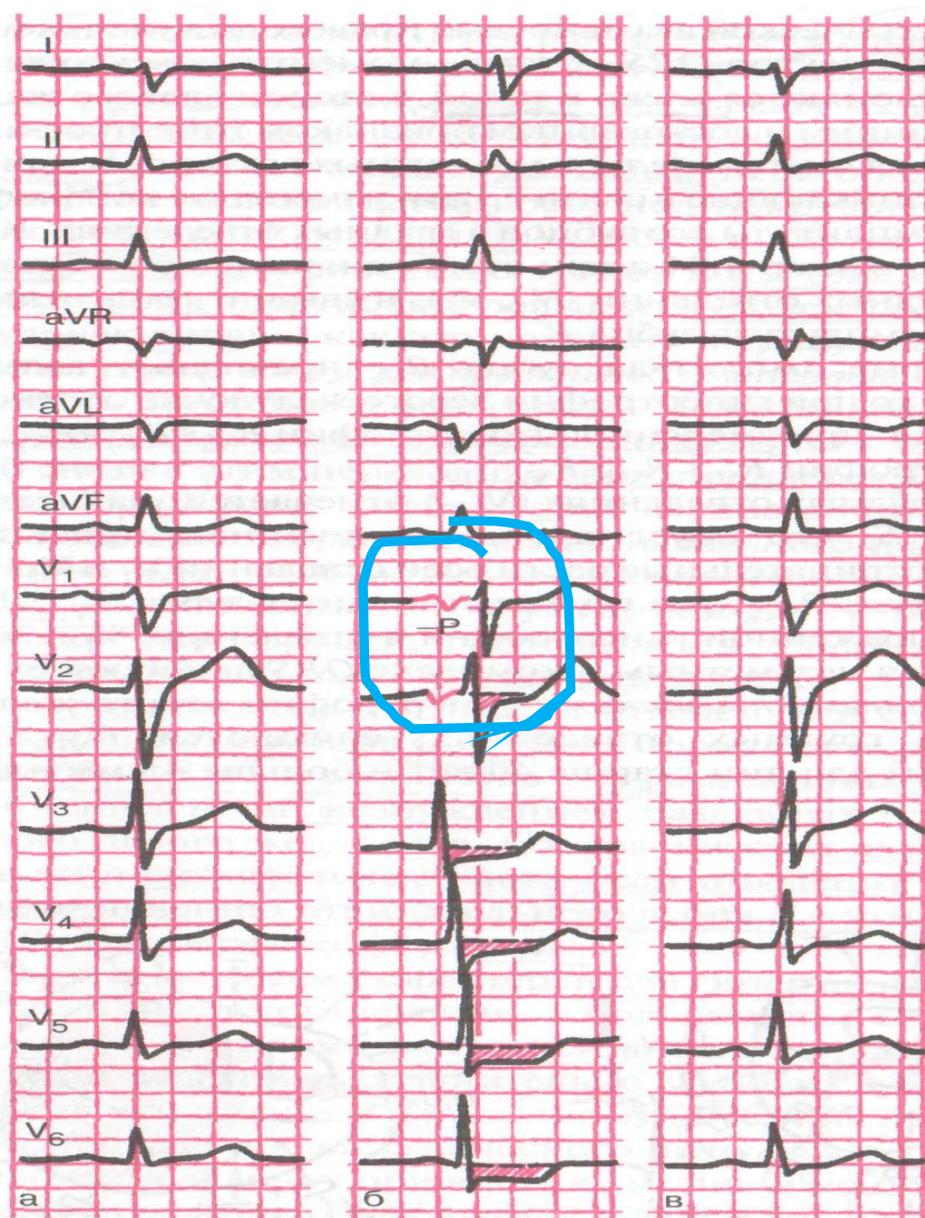
### III. 4. ЭКГ при преходящей перегрузке предсердий

Увеличение электрической активности предсердий может быть обусловлено не только их гипертрофией, но и преходящей гиперфункцией (т.е. при временной перегрузке предсердий).

Эта преходящая гиперфункция возникает при некоторых острых клинических ситуациях, которые ведут к кратковременному, но значительному повышению нагрузки на предсердия.

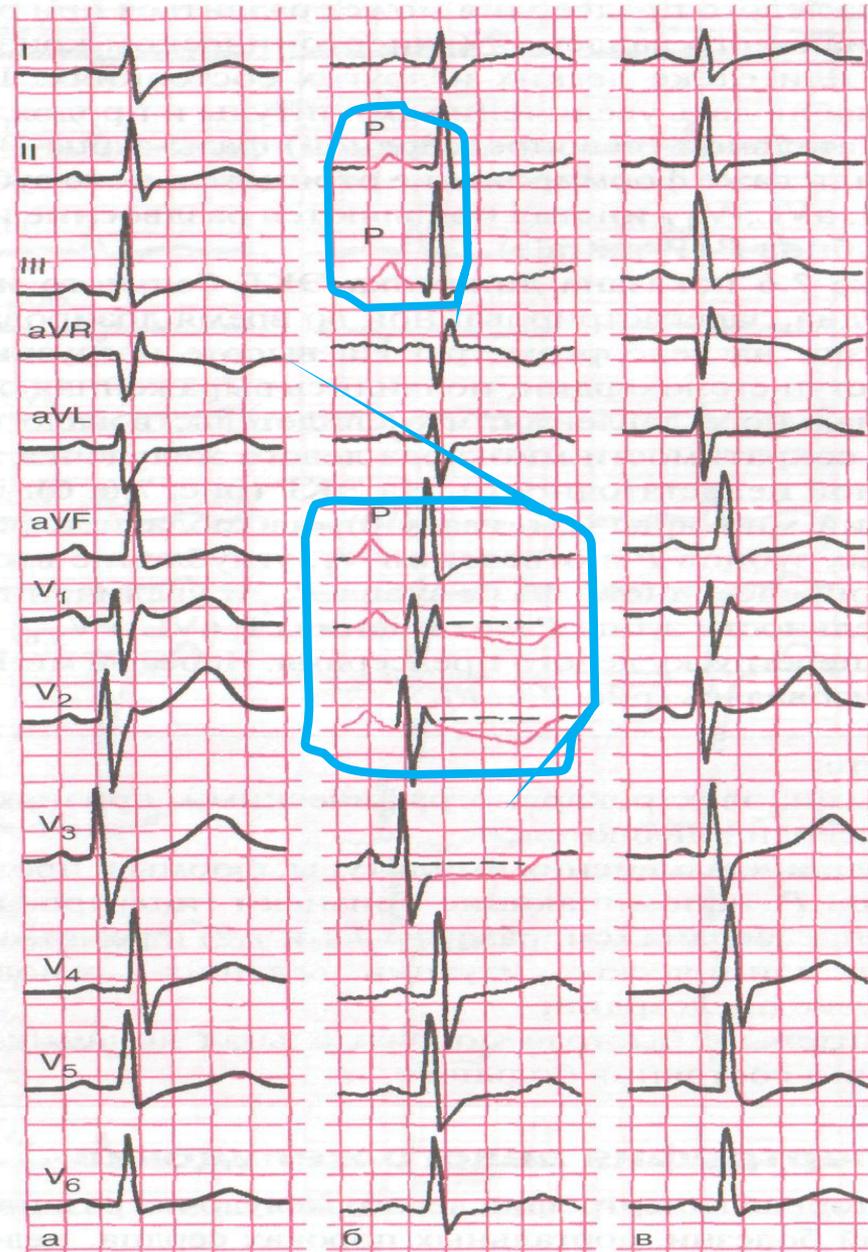
При этом на ЭКГ **появляются признаки**, характерные для гипертрофии правого или левого предсердий, которые исчезают после прекращения гемодинамической перегрузки предсердий.

Так, **P mitrale** может появиться при гипертоническом кризе у больного гипертонической болезнью, приступе стенокардии или отеке легких, у больных ИБС во время дозированной физической нагрузки.



Динамика ЭКГ у больного ИБС во время пробы с дозированной физической нагрузкой на велоэргометре.<sup>50</sup>

Появление **P pulmonale** иногда можно наблюдать у больных во время приступа бронхиальной астмы, при отеке легких, при крупозной пневмонии, тромбоэмболии легочной артерии.



Динамика ЭКГ у больной  
во время приступа бронхиальной астмы <sup>51</sup>

## IV. Гипертрофии желудочков.

### IV. 1. Гипертрофия левого желудочка.

Гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) встречается на практике очень часто. Она почти закономерна\* при артериальной гипертензии различной природы (в первую очередь, при гипертонической болезни (ГБ)).

Наличие ГЛЖ при ГБ свидетельствует о том, что произошло так называемое поражение органа-мишени (ПОМ) (в этом контексте орган-мишень – это сердце).

---

\* Однако есть наблюдения, что, несмотря на 25-летний анамнез АГ, индекс массы миокарда левого желудочка оставался нормальным (!) –  $108 \text{ г/м}^2$  (А.В. Барсуков, 2008) (верхняя граница нормы ИММЛЖ  $124 \text{ г/м}^2$  для мужчин и  $109$

В последние годы было обнаружено, что у части людей с нормальным АД выявляются ЭКГ-признаки как бы «немотивированной» гипертрофии левого желудочка, т.е. «неожиданно» обнаруживается поражение органа-мишени – сердца. Это позволяет заподозрить так называемую **скрытую**, или **маскированную\***, АГ (иначе называемую как **«АГ обратная гипертензии «белого халата»**).

У больных, имеющих маскированную АГ, АД на приеме у врача нормально, а дома – повышено. Такая АГ выявляется с помощью **суточного мониторирования АД (СМАД)**.

Было обнаружено, что маскированная АГ имеет место у большого числа людей: у **12% - 15%** в общей популяции (!). С точки зрения **клинической практики** неясно, как выявлять и лечить этих больных, число которых только в США предположительно составляет около 10 млн. человек (R.Asmar et al., 1992).

---

\* Такой термин предложил T.Pickering (1996), и этот термин более четко указывает на то, что гипертензия остается «скрытой» до тех пор пока не будет выполнено СМАД.

ГЛЖ – это фактор риска развития сердечной недостаточности, коронарной недостаточности, нарушений сердечного ритма, внезапной сердечной смерти.

Поэтому обнаружение ГЛЖ у больных ГБ обязывает врача «бороться» с этой гипертрофией, а при применении антигипертензивных препаратов использовать такие препараты, которые, кроме гипотензивного действия, обладали бы способностью уменьшать гипертрофию миокарда.

*Однако современные лекарственные препараты позволяют уменьшать гипертрофию миокарда не более, чем на 15% от исходной массы миокарда, при этом не восстанавливается нормальная архитектоника миокарда и не исчезает фиброз миокарда.*

Гипертрофия левого желудочка чаще всего встречается при:

- 1) артериальной гипертензии (первичной и вторичной);
- 2) митральной недостаточности;
- 3) аортальных пороках сердца.

Кроме этого, гипертрофия левого желудочка является проявлением так называемых кардиомиопатий:

- 1) гипертрофической;
- 2) дилатационной.

Гипертрофия левого желудочка может быть вариантом нормы у **спортсменов**.

# ЭКГ-признаки гипертрофии левого желудочка:

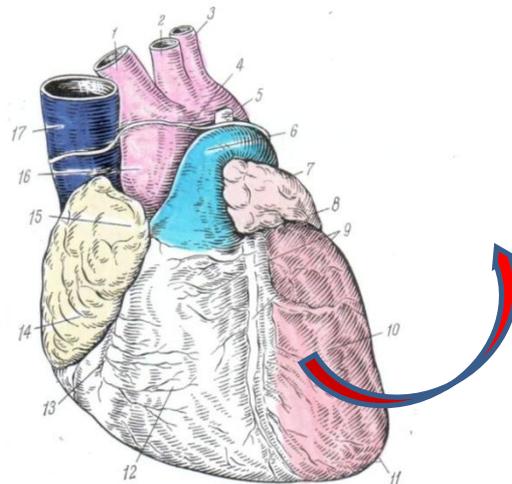
1) Изменение положения электрической оси сердца.

В норме левый желудочек приблизительно в 2 раза больше правого.

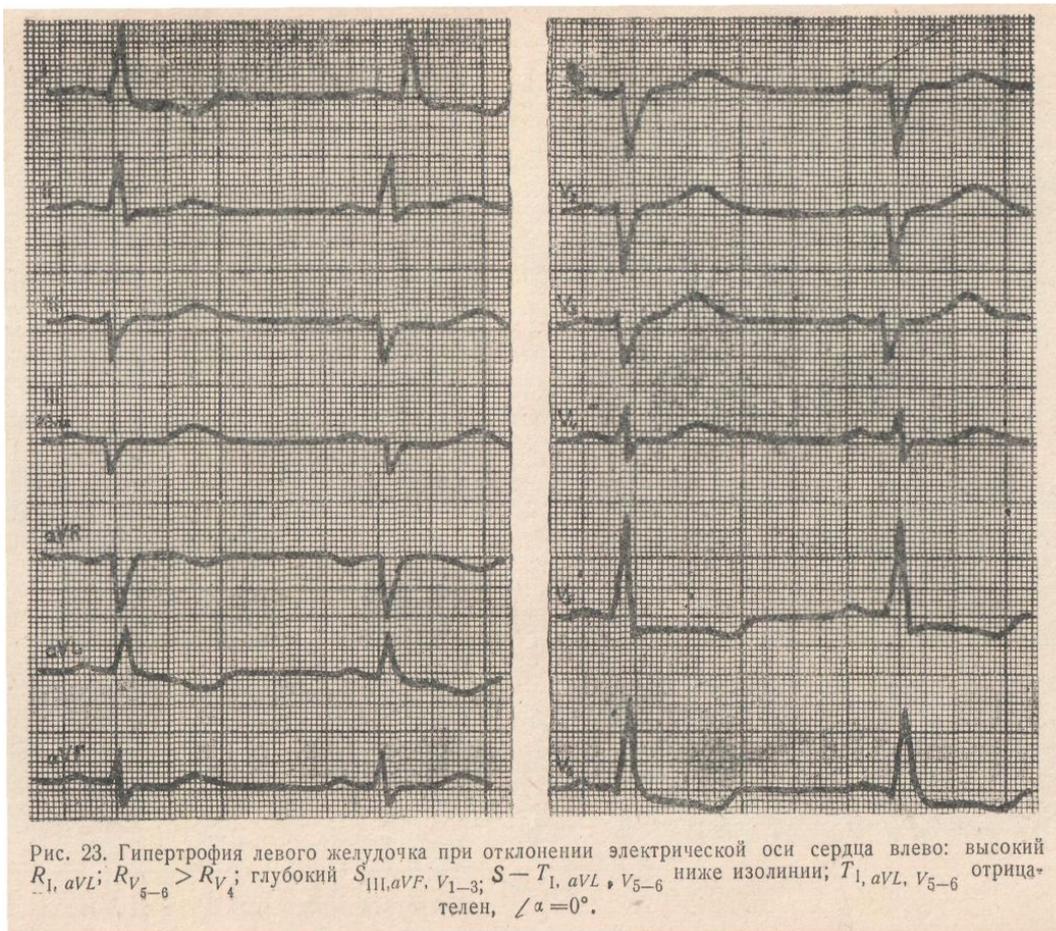
Анатомически за гипертрофию левого желудочка принимают увеличение толщины стенки до 14 мм и более.

При гипертрофии левого желудочка происходит еще бóльшее, чем в нормальном электрическом поле, преобладание деполяризации левого желудочка над деполяризацией правого желудочка.

Поэтому результатирующий вектор деполяризации желудочков увеличивается и все более отклоняется влево и назад – в сторону гипертрофированного левого желудочка.



Это приводит к отклонению ЭОС **влево** (поворот вокруг сагиттальной оси **против** часовой стрелки) с формированием **левограммы**.



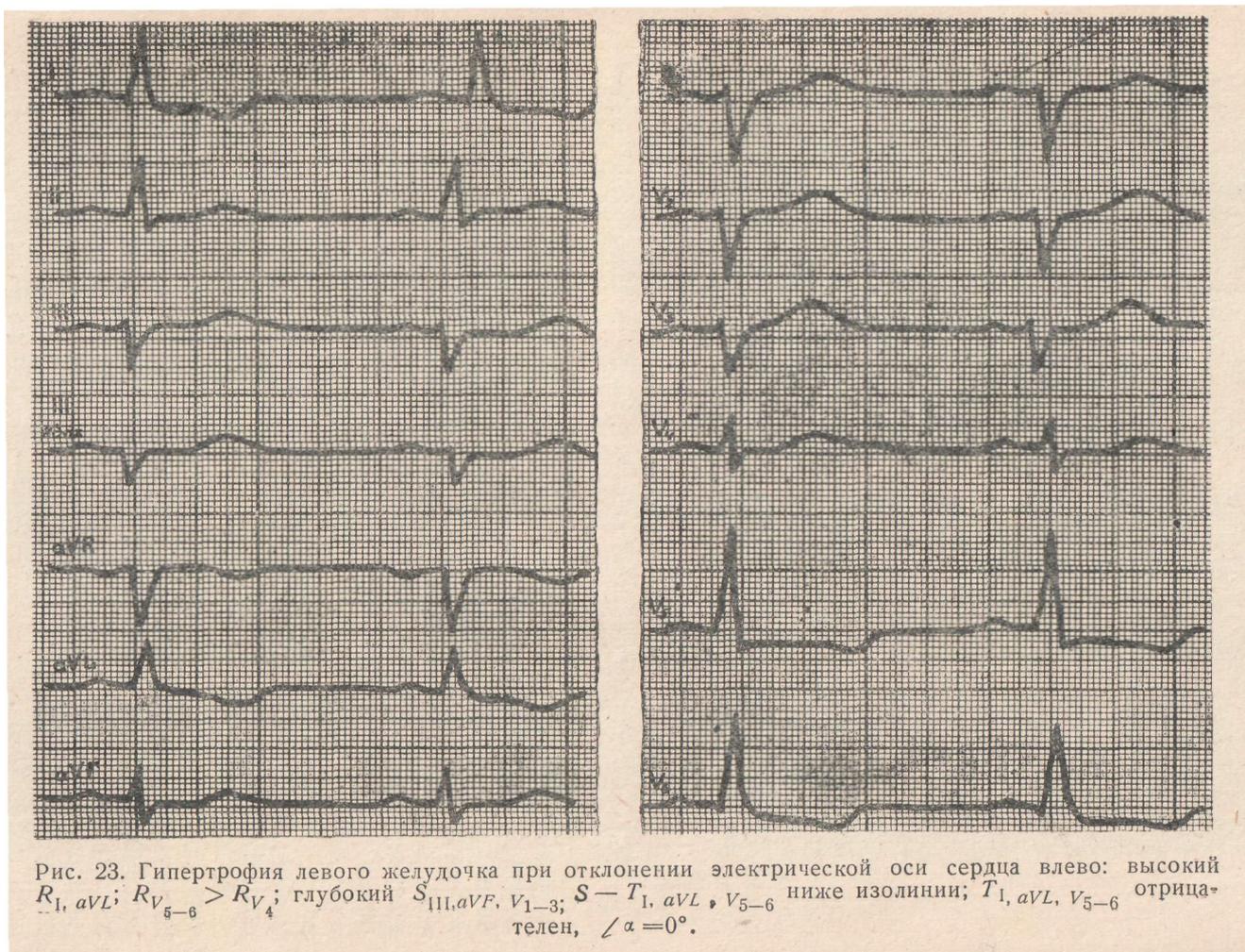
Однако появление **левограммы** у больного с гипертрофией левого желудочка является **поздним** и **ненадежным** признаком гипертрофии, т.к. она возникает лишь при выраженной гипертрофии левого желудочка.

Таким образом, левограмма появляется лишь при выраженной гипертрофии левого желудочка.

Умеренная же, а тем более небольшая гипертрофия левого желудочка мало сказывается на положении ЭОС во фронтальной плоскости, и поэтому такая гипертрофия может быть при нормальном и даже при вертикальном положении ЭОС.

Левый желудочек в этом случае скорее отклоняется назад (чем влево). При этом переходная зона чаще смещается вправо (к  $V_1 - V_2$ ).

При всей условности этого признака – изменения положения ЭОС – значительное отклонение электрической оси сердца влево (угол  $\alpha = -20^\circ$  и левее) свидетельствует о гипертрофии левого желудочка.



## 2) Увеличение амплитуды комплекса QRS (вольтажные критерии гипертрофии).

Чаще всего высокий вольтаж комплекса QRS наблюдается на фоне левограммы или горизонтального положения оси сердца, т. е. высокий зубец R имеет место в I, aVL отведениях, а глубокий S – в III, aVF отведениях.

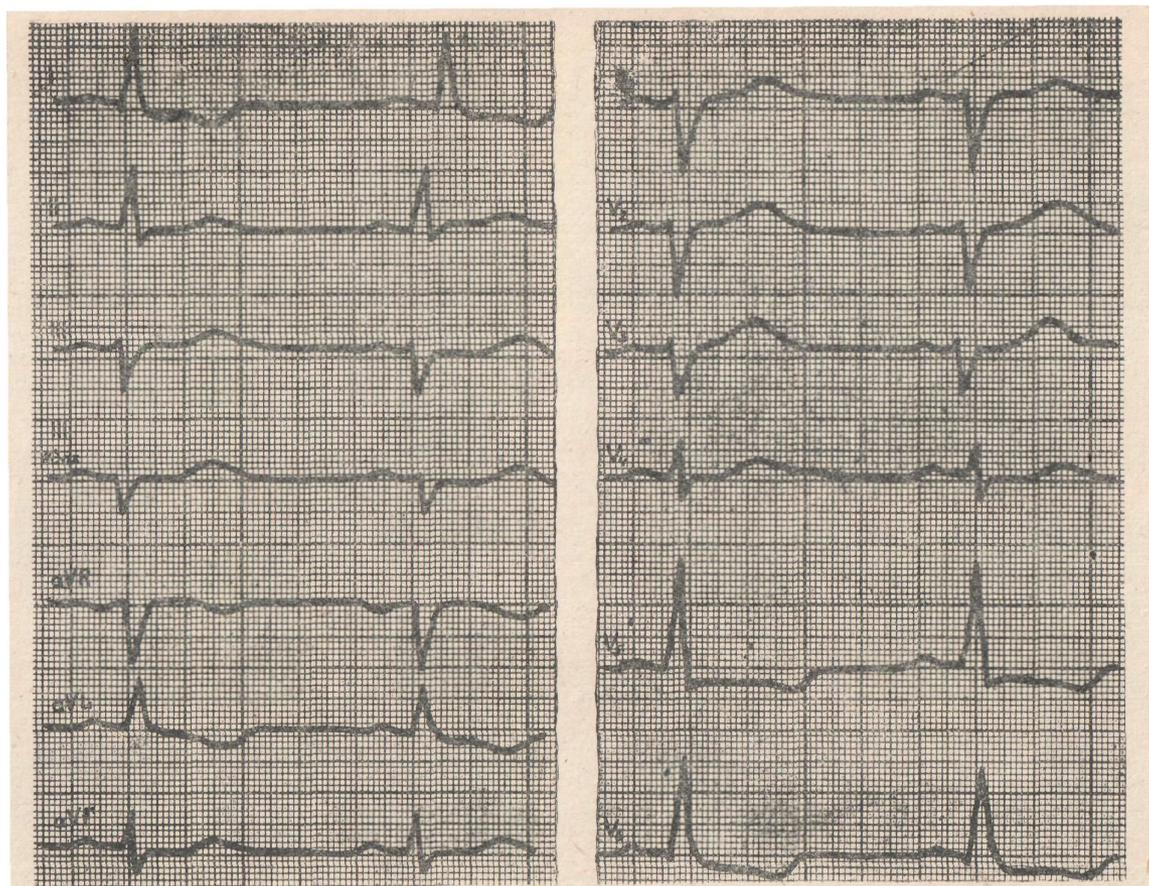


Рис. 23. Гипертрофия левого желудочка при отклонении электрической оси сердца влево: высокий  $R_{I, aVL}$ ;  $R_{V_{5-6}} > R_{V_4}$ ; глубокий  $S_{III, aVF, V_{1-3}}$ ;  $S - T_{I, aVL, V_{5-6}}$  ниже изолинии;  $T_{I, aVL, V_{5-6}}$  отрицателен,  $\angle \alpha = 0^\circ$ .

**Наиболее важные и типичные изменения** комплекса QRS наблюдаются в грудных отведениях. Они заключаются в **увеличении зубца R в левых грудных отведениях ( $V_5, V_6$ )**, который становится **больше, чем  $R_{V4}$** . Одновременно углубляется  $S_{V1}$  и  $S_{V2}$ , а иногда даже  $S_{V3}$  и  $S_{V4}$ .

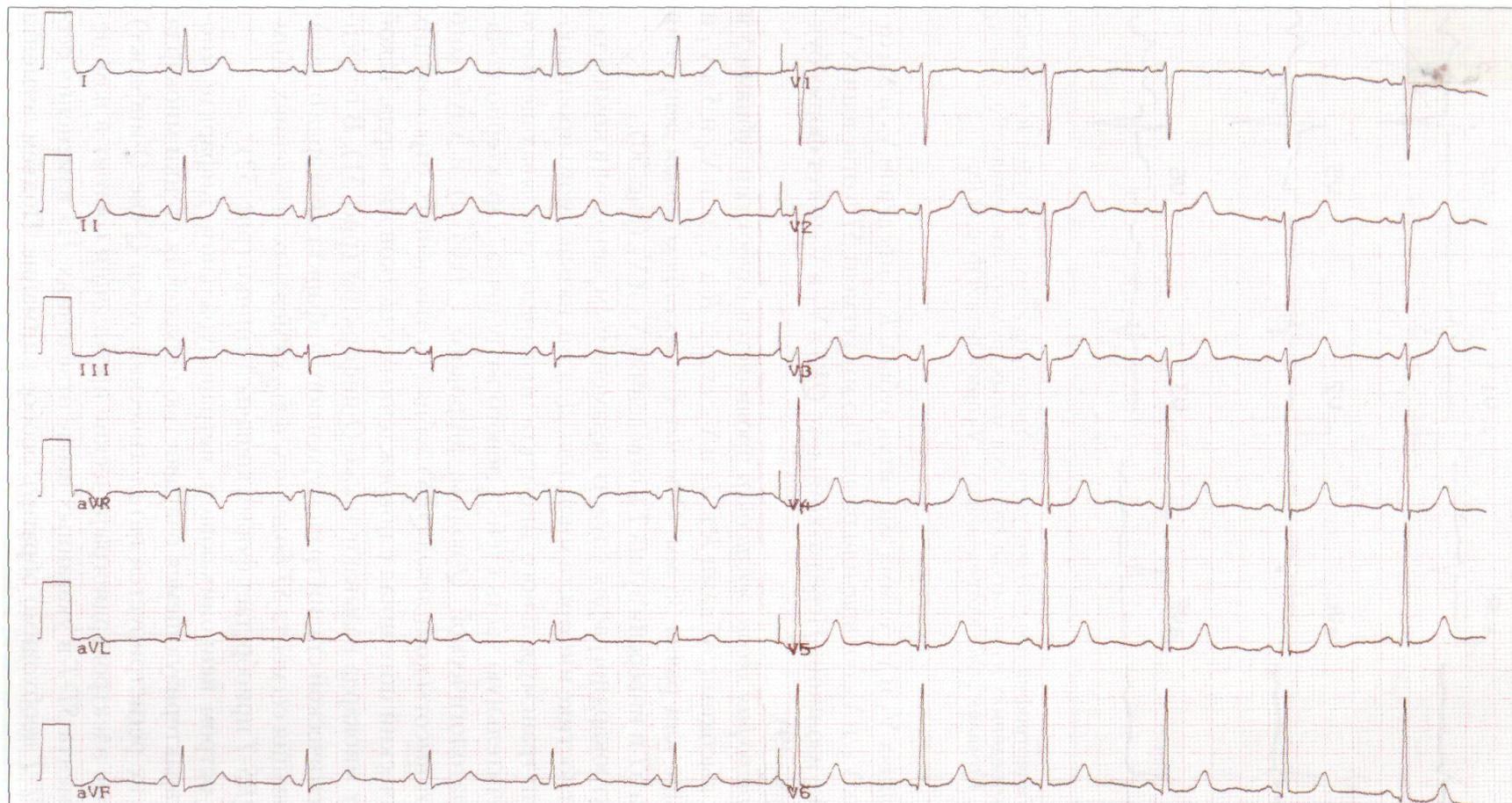


Рис. 50. Гипертрофия левого желудочка. Увеличена амплитуда зубца R в левых грудных отведениях и зубца S в правых грудных отведениях.  $R_{V5, V6} > R_{V4}$ ,  $R_{V5, V6} + S_{V1, V2} \geq 35$  мм.

(В.Т.Ивашкин, О.М.Драпкина, 2003)

Нередко зубец R в правых грудных отведениях совершенно отсутствует, поэтому желудочковый комплекс здесь принимает форму QS, что создаёт трудности в дифференциации с инфарктом миокарда.

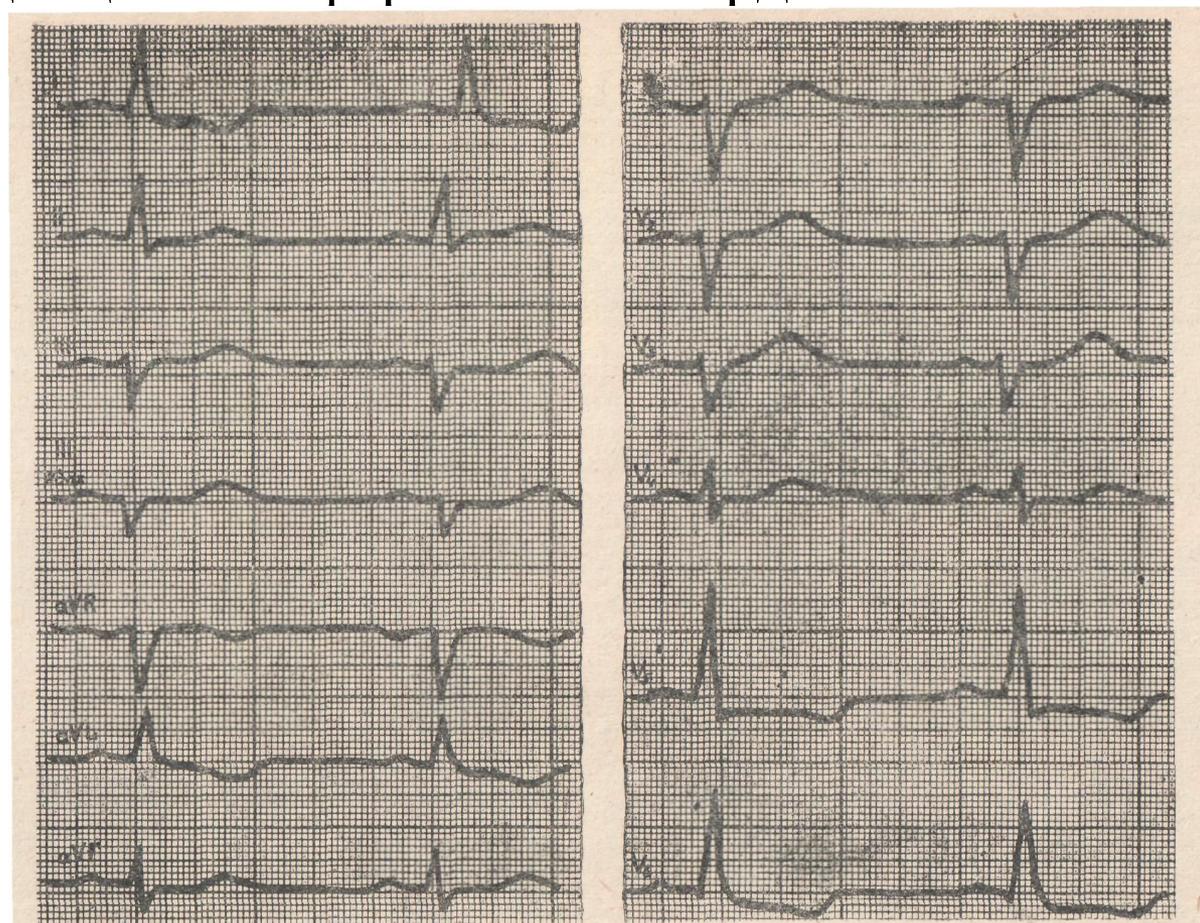


Рис. 23. Гипертрофия левого желудочка при отклонении электрической оси сердца влево: высокий  $R_{I, aVL}$ ;  $R_{V_{5-6}} > R_{V_4}$ ; глубокий  $S_{III, aVF, V_{1-3}}$ ;  $S - T_{I, aVL, V_{5-6}}$  ниже изолинии;  $T_{I, aVL, V_{5-6}}$  отрицателен,  $\angle \alpha = 0^\circ$ .

ЭКГ-признаки гипертрофии левого желудочка (по грудным отведениям) могут выявляться у больных и при нормальном и даже **вертикальном положении ЭОС**. Тогда высокий R будет во II, III, aVF отведениях.

Следует отметить, что при гипертрофии левого желудочка при наличии правограммы в отведении **aVR** желудочковый комплекс часто приобретает форму **QS** (или rS), тогда как при гипертрофии правого желудочка (при которой часто бывает правограмма) в **aVR** имеются ма-лый q и **довольно значительный зубец R (!)**.

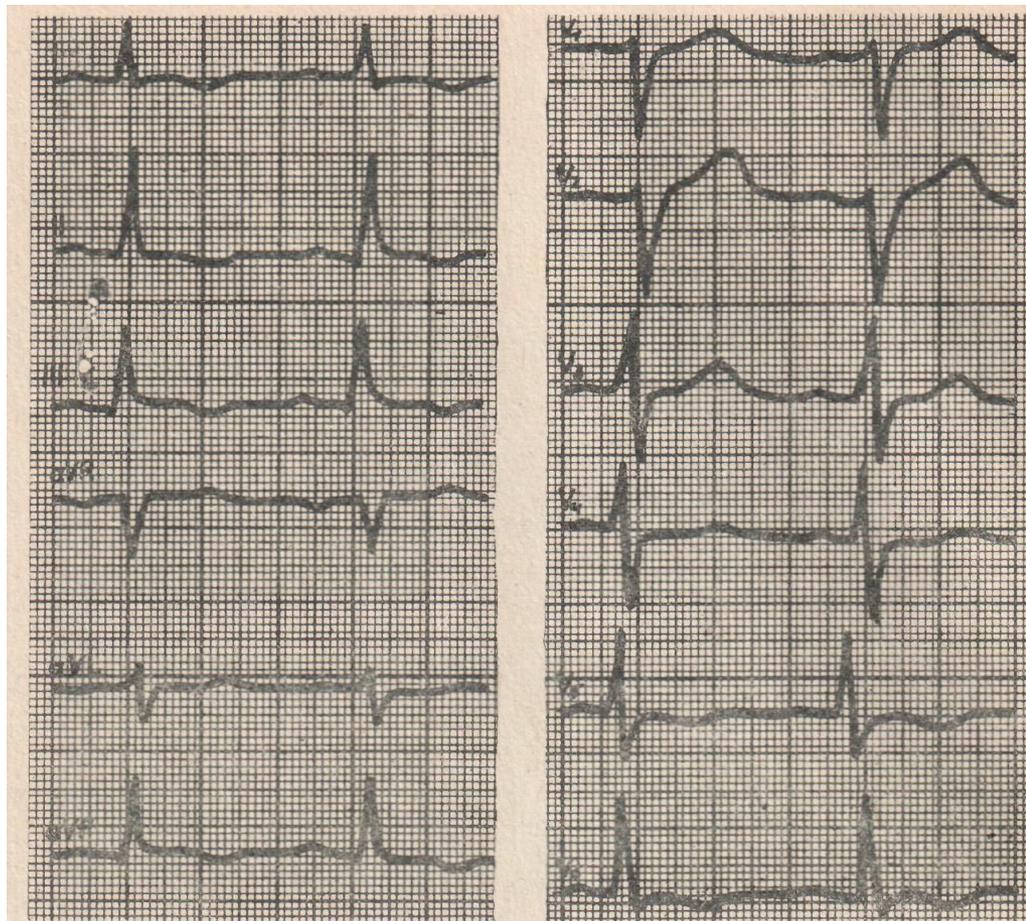


Рис. 24. Гипертрофия левого желудочка при вертикальном положении электрической оси сердца: высокий  $R_{II, III, aVF}$ ; основной зубец  $rS_{aVR}$ ; в грудных отведениях типичные признаки гипертрофии левого желудочка;  $\angle \alpha = +70^\circ$ .

### 3) Увеличение продолжительности комплекса QRS.

Нередко наблюдается уширение комплекса QRS до 0,11- 0,12" вследствие более медленного охвата возбуждением гипертрофированного левого желудочка. Однако этот признак не обязателен.

Одним из показателей гипертрофии левого желудочка является увеличение времени внутреннего отклонения желудочков (до 0,06-0,08" вместо 0,05" в норме) в отведениях  $V_5$  и  $V_6$ . Время внутреннего отклонения – это время охвата возбуждением основной массы желудочков (от начала зубца Q до перпендикуляра, опущенного из вершины R на изолинию).

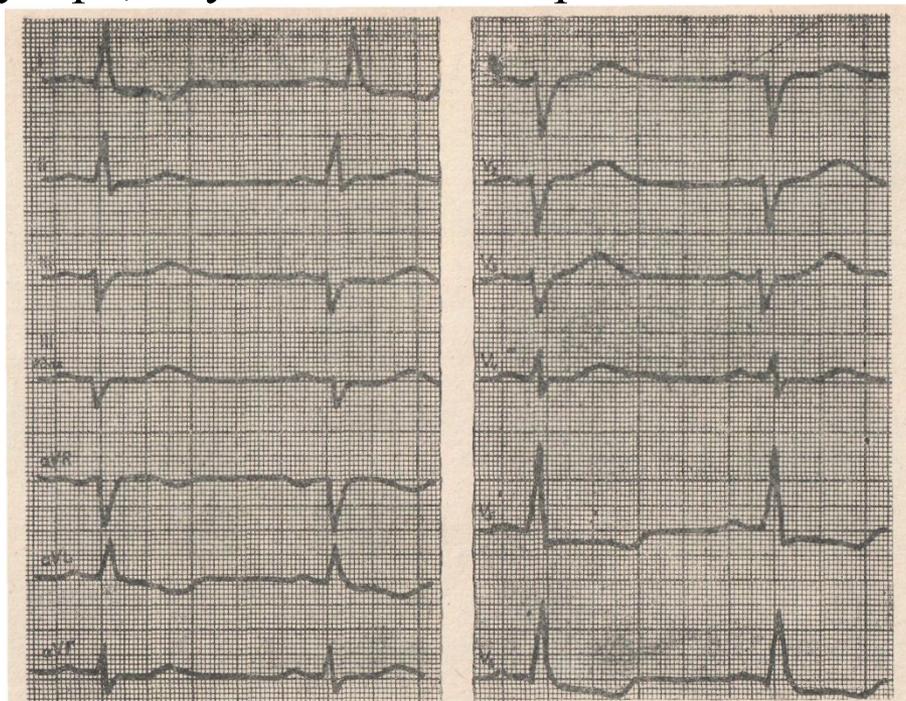


Рис. 23. Гипертрофия левого желудочка при отклонении электрической оси сердца влево: высокий  $R_{I, aVL}$ ;  $R_{V_5-6} > R_{V_4}$ ; глубокий  $S_{III, aVF, V_1-3}$ ;  $S - T_{I, aVL, V_5-6}$  ниже изолинии;  $T_{I, aVL, V_5-6}$  отрицателен,  $\angle \alpha = 0^\circ$ .

#### 4) Изменение формы и направления сегмента ST и зубца T.

Они заключаются в **смещении сегмента ST** (часто дугообразного, выпуклостью вверх) **ниже изолинии** и появлении двухфазного (—+) или отрицательного асимметричного зубца T в тех отведениях, где наблюдаются **наиболее высокие зубцы R** — в отв.  $V_5$  и  $V_6$  (т.е. имеется дискордантность начальной и конечной частей желудочкового комплекса).

В то же время в отведениях  $V_1$  и  $V_2$  изменения носят противоположный характер (сегмент ST выше изолинии, зубец T положительный). Зубец T в VI становится выше зубца T в  $V_6$  (при норме  $T_{V_6} > T_{V_1}$ ).

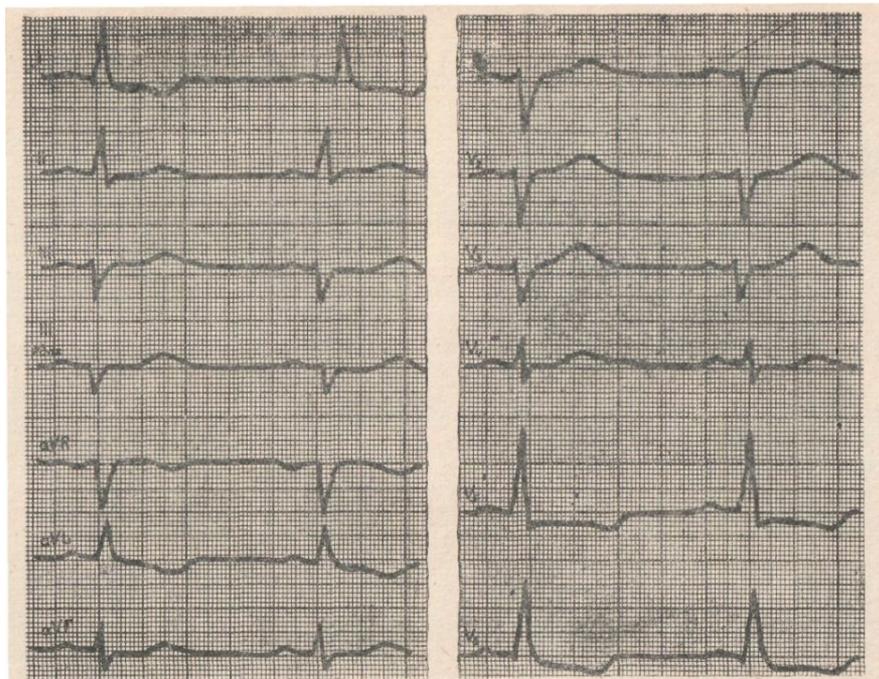


Рис. 23. Гипертрофия левого желудочка при отклонении электрической оси сердца влево: высокий  $R_{I, aVL}$ ;  $R_{V_5-6} > R_{V_4}$ ; глубокий  $S_{III, aVF, V_1-3}$ ;  $S - T_{I, aVL, V_5-6}$  ниже изолинии;  $T_{I, aVL, V_5-6}$  отрицателен,  $\angle \alpha = 0^\circ$ .

# ЭКГ при гипертрофии левого желудочка с изменением процесса реполяризации (А) и без изменения процесса реполяризации (Б) (в зависимости от степени гипертрофии)

А

Б

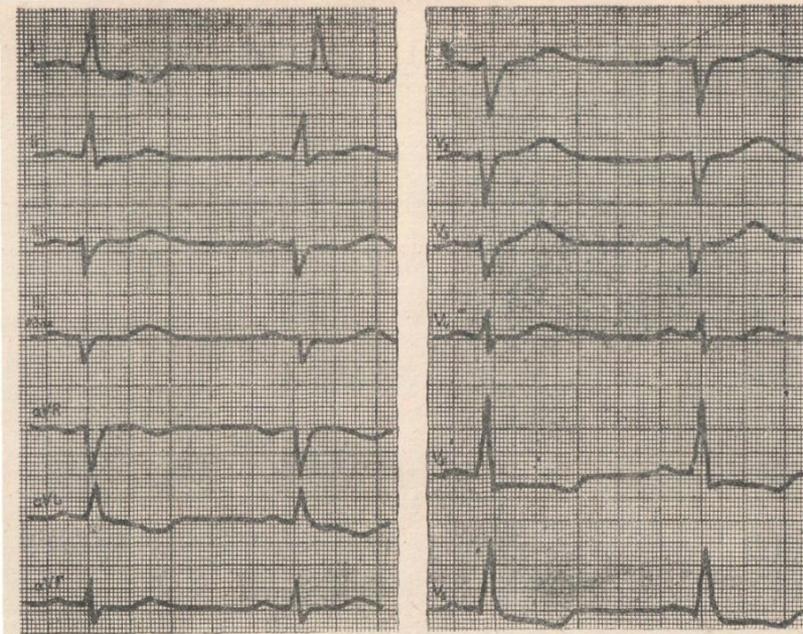


Рис. 50. Гипертрофия левого желудочка. Увеличена амплитуда зубца R в левых грудных отведениях и зубца S в правых грудных отведениях.  $R_{V5, V6} > R_{V4}$ ,  $R_{V5, V6} + S_{V1, V2} \geq 35$  мм.

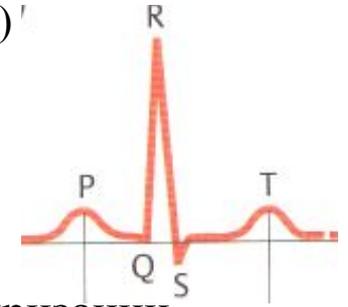
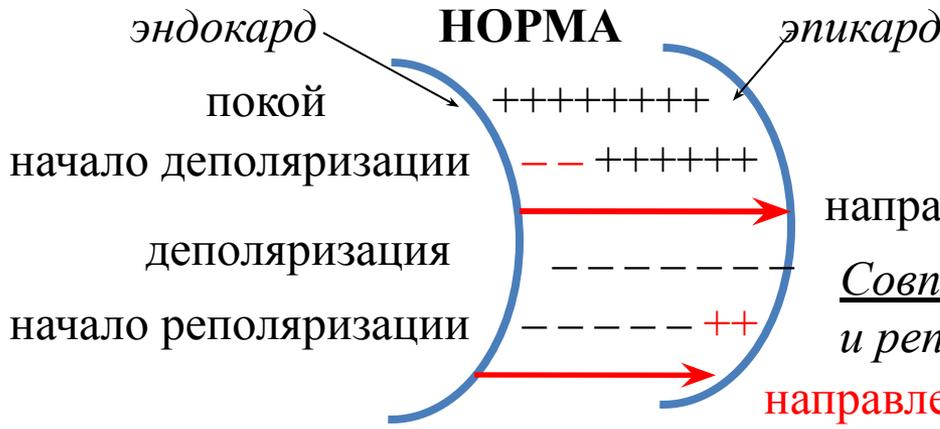
Рис. 23. Гипертрофия левого желудочка при отклонении электрической оси сердца влево: высокие  $R_{I, aVL}$ ;  $R_{V5-6} > R_{V4}$ ; глубокий  $S_{III, aVF, V1-3}$ ;  $S - T_{I, aVL, V5-6}$  ниже изолинии;  $T_{I, aVL, V5-6}$  отрицателен,  $\angle \alpha = 0^\circ$ .

(Я.М.Милославский, 1983)

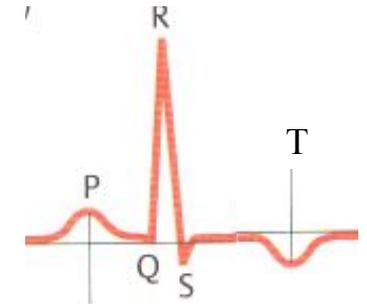
(В.Т.Ивашкин, 2003)

# Иллюстрация к объяснению дискордантности зубца Т по отношению к зубцу R при гипертрофии миокарда

(изменения в пределах стенки миокарда желудочка)



## ГИПЕРТРОФИЯ МИОКАРДА



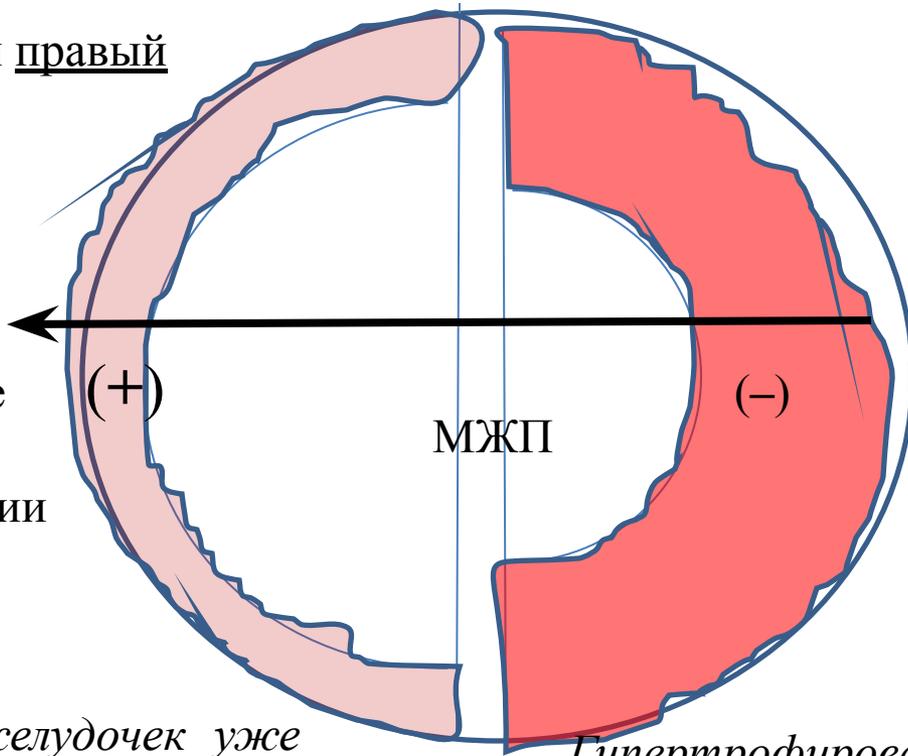
# Иллюстрация к объяснению дискордантности сегмента ST по отношению к зубцу R при гипертрофии миокарда

(изменения в пределах всего сердца – соотношение процесса реполяризации в одном желудочке в сравнении с другим желудочком)

Гипертрофированный левый желудочек

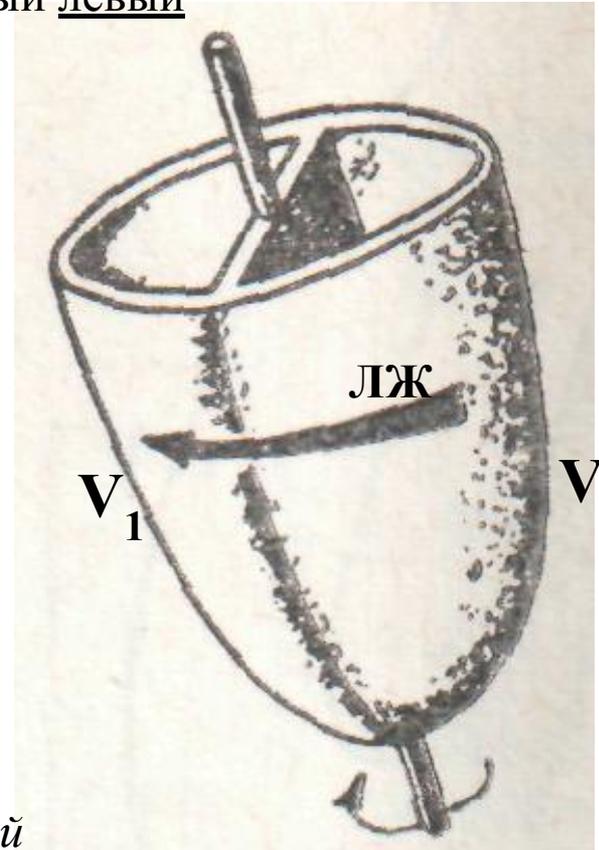
Нормальный правый желудочек

Направление вектора реполяризации



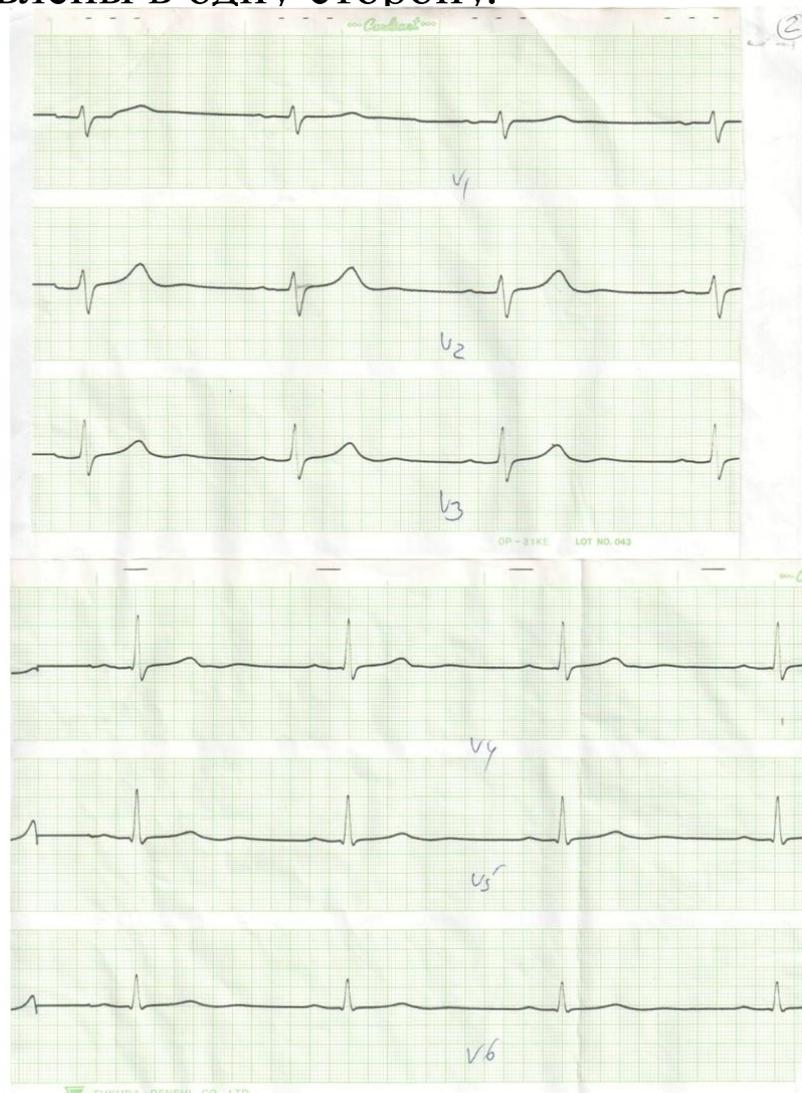
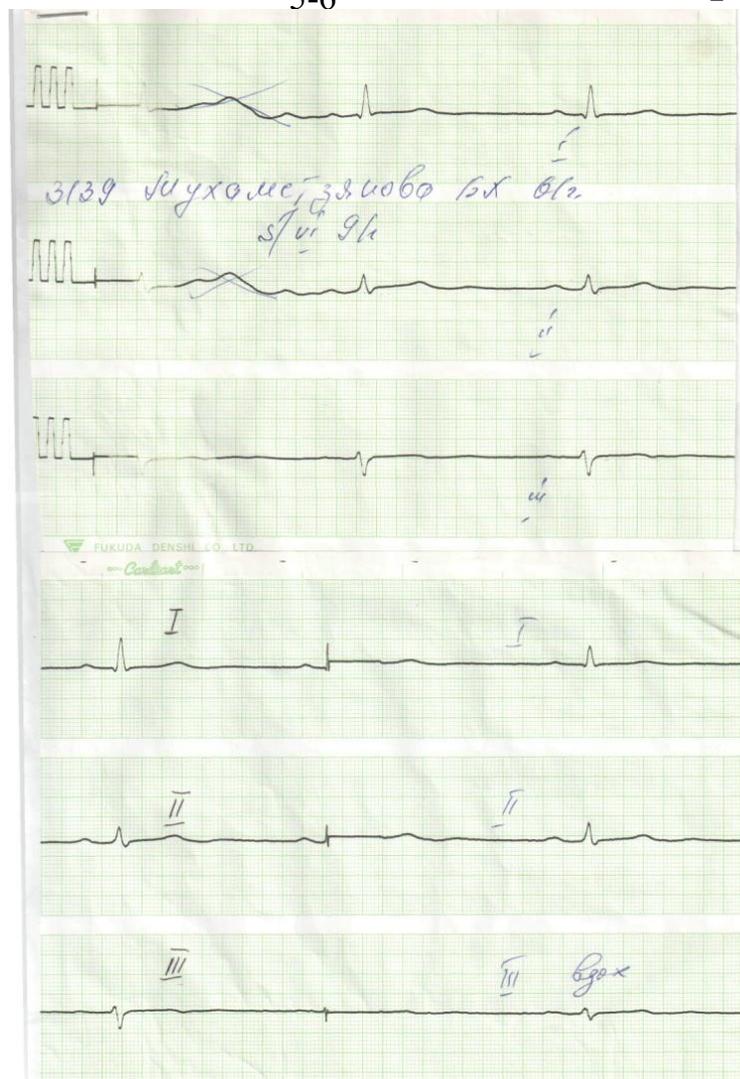
*Здоровый желудочек уже завершил реполяризацию (и «зарядился» (+))*

*Гипертрофированный желудочек находится еще в периоде деполяризации (и «заряжен» все еще (-))*



Поворот левым желудочком вперед

Следует помнить, что при **позиционной левограмме**, в отличие от левограммы, обусловленной гипертрофией левого желудочка, **начальная и конечная части желудочкового комплекса конкордантны**, т. е. зубцы R и T в I, aVL, V<sub>5-6</sub> отведениях направлены в одну сторону.



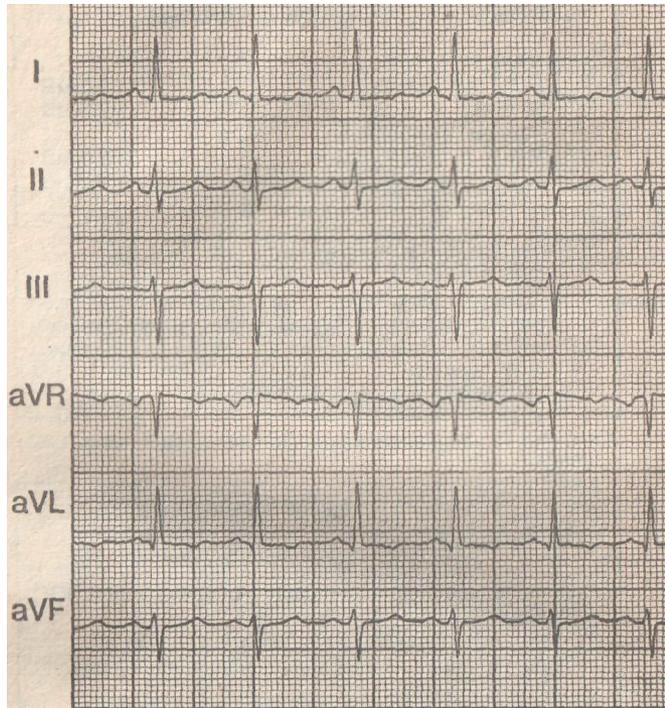
Учеными были разработаны многие ЭКГ-диагностические критерии гипертрофии левого желудочка. Из них наиболее распространены критерии Соколова и Лайона [M.Sokolov, T.Lyon].

**Критерии Соколова-Лайона гипертрофии миокарда – это совокупность 11-ти основных ЭКГ признаков,** характерных для гипертрофии левого и/или правого желудочков сердца и определяемых в стандартных отведениях, усиленных отведениях от конечностей и в грудных отведениях ЭКГ. Описаны авторами в 1949 г.

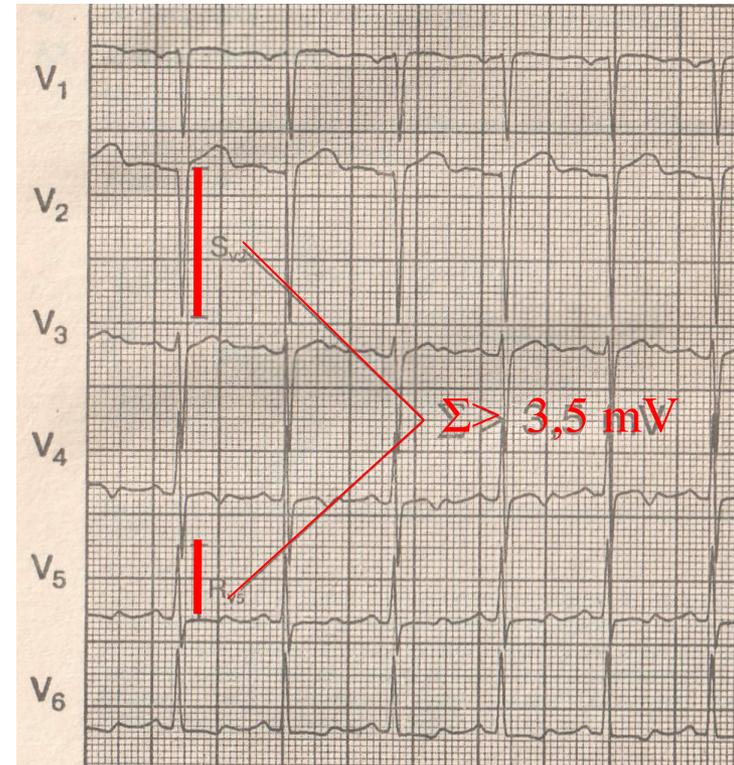
Наиболее чувствительными из этих 11-ти признаков Соколова-Лайона являются такие **вольтажные** показатели, как:

- $R_{V5(V6)} \geq 2,6 \text{ мВ}$  ( $> 26 \text{ мм}$ ) и, особенно,
- $R_{V5 \text{ (или V6)}} + S_{V1 \text{ (или V2)}} \geq 3,5 \text{ мВ}$  ( $\geq 35 \text{ мм}$ ).

**Признак Соколова-Лайона** ( $S_{V1(V2)} + R_{V5(V6)} \geq 35 \text{ мм}$ ) называют **количественным** ЭКГ-признаком гипертрофии левого желудочка.



Илл. 32. Гипертрофия миокарда левого желудочка. Индекс Соколова ( $S_{V2} + R_{V5}$ )  $> 3,5 \text{ мВ}$ , отклонение ЭОС влево, пограничное с резким отклонением ЭОС влево, уменьшение прогрессии зубца R.



# Алгоритм ЭКГ диагностики гипертрофии левого желудочка

Категория признака	Электрокардиографические признаки
I. Факторы диагностического внимания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение электрической оси сердца влево.</li> <li>2. Горизонтализация электрической позиции.</li> <li>3. Смещение переходной зоны в грудных отведениях в <math>V_2, V_1</math>.</li> <li>4. Заинтересованность левого предсердия</li> </ol>
<b>II. Прямой признак</b>	Отсутствие уменьшения амплитуды зубца R в отведениях от $V_4$ к $V_5$ и $V_6$ и (или) существенное увеличение амплитуды зубца R в отведениях $V_{4-6}$ (амплитуда зубца R в любом из этих отведений больше 25 мм)..
III. Реципрокный признак	Глубокие зубцы S в отведениях $V_{1-2}$
IV. Косвенные признаки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Могут быть нарушения внутрижелудочковой проводимости.</li> <li>2. Могут быть нарушения фазы реполяризации, связанные главным образом с уменьшением амплитуды зубца T.</li> </ol>

## IV. 2. Гипертрофия правого желудочка.

Прямые признаки гипертрофии правого желудочка могут появиться лишь тогда, когда ЭДС правого желудочка будет преобладать над ЭДС левого желудочка (в норме ЭДС левого желудочка в 3,5 раза больше ЭДС правого желудочка). Только в этом случае электрическая ось сердца значительно изменит свое направление.

При меньших же степенях гипертрофии правого желудочка появляется лишь ряд косвенных признаков. В связи с этим электрокардиографическая картина при гипертрофии правого желудочка весьма переменчива, а небольшая степень гипертрофии вообще не сказывается на ЭКГ.

В зависимости от степени гипертрофии различают несколько типов изменений ЭКГ (Я.М.Милославский с соавт., 1983).

## А. ЭКГ признаки гипертрофии правого желудочка типа qR

Этот вариант гипертрофии правого желудочка возникает тогда, когда имеется резко выраженная гипертрофия правого желудочка (правый желудочек становится больше левого).

1. Отклонение электрической оси сердца вправо.
2. Увеличение амплитуды комплекса QRS.

**Высокий R** появляется в III, aVF, aVR отведениях, глубокий S – в I, aVL отведениях.

Особенно следует иметь в виду диагностическое значение относительно **высокого зубца R в aVR** отведении ( $R_{aVR} > 5$  мм), что не наблюдается при гипертрофии левого желудочка.

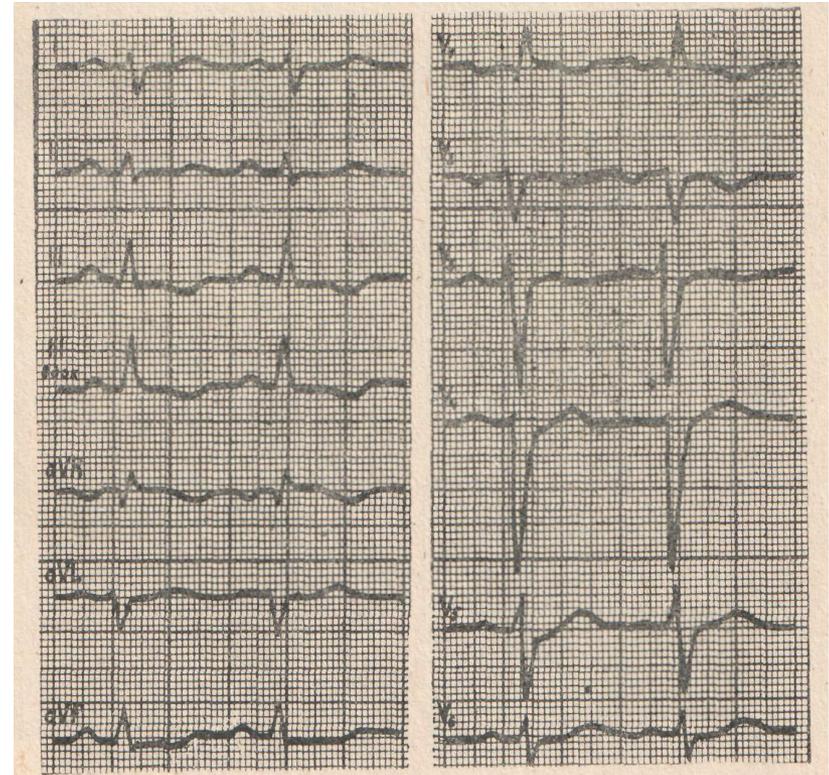


Рис. 25. Гипертрофия правого желудочка (тип qR): комплекс QRS в  $V_1$  типа qR; высокий  $R_{III, aVF, V_1}$ ; глубокий  $S_I, aVL, V_{5-6}$ ; выраженный R в aVR,  $\angle \alpha = +100^\circ$ .

Наиболее характерные изменения выявляются в грудных отведениях,  
особенно в правых.

Они заключаются в высоком зубце  $R_{V1-2}$  ( $R_{V1} > 7$  мм) с постепенным его уменьшением к левым грудным отведениям.

Зубец S имеет обратную динамику, т. е. в  $V_1$  он очень мал и нарастает к левым грудным отведениям.

В связи с поворотом правого желудочка вперед (поворот сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке) переходная зона ( $R=S$ ) смещается влево — к  $V_4 - V_5$ .

Нередко в  $V_1$  выявляется зубец q.

Это происходит из-за поворота перегородочного вектора влево вместо нормального отклонения вправо, отсюда и название этого типа ЭКГ — тип **qR**.

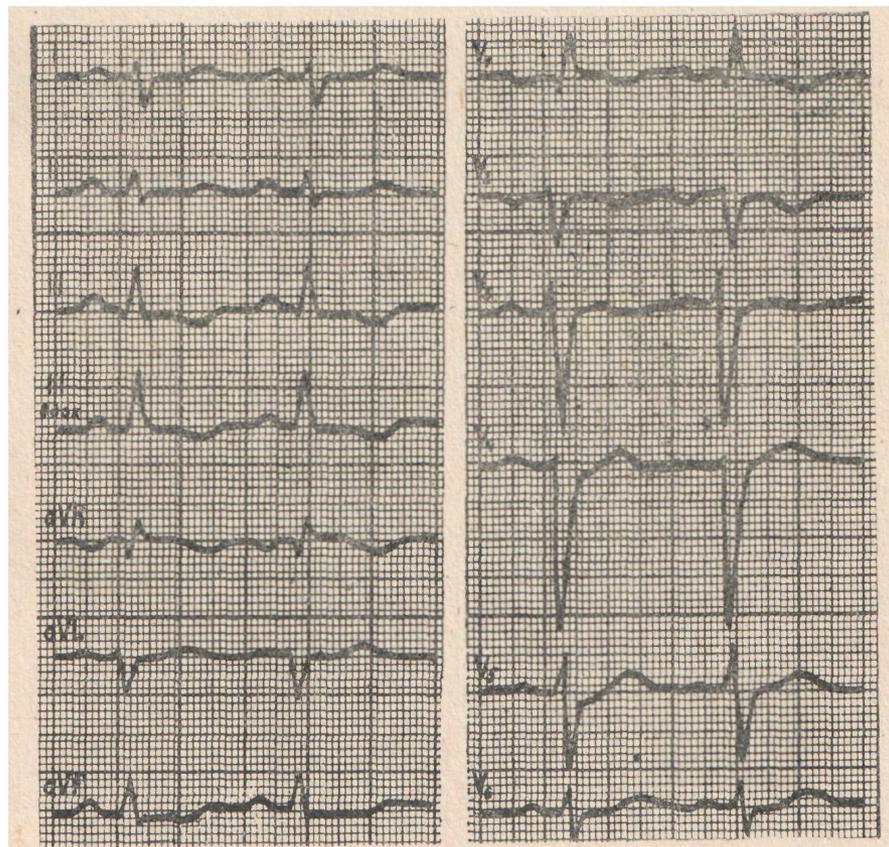
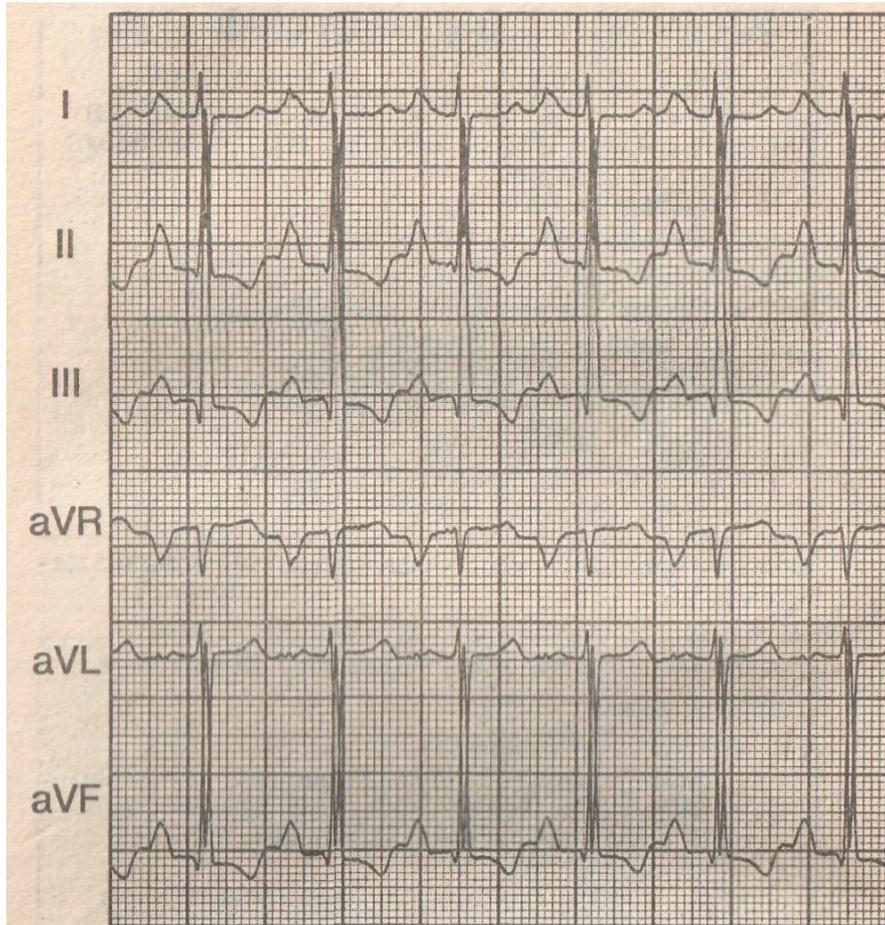


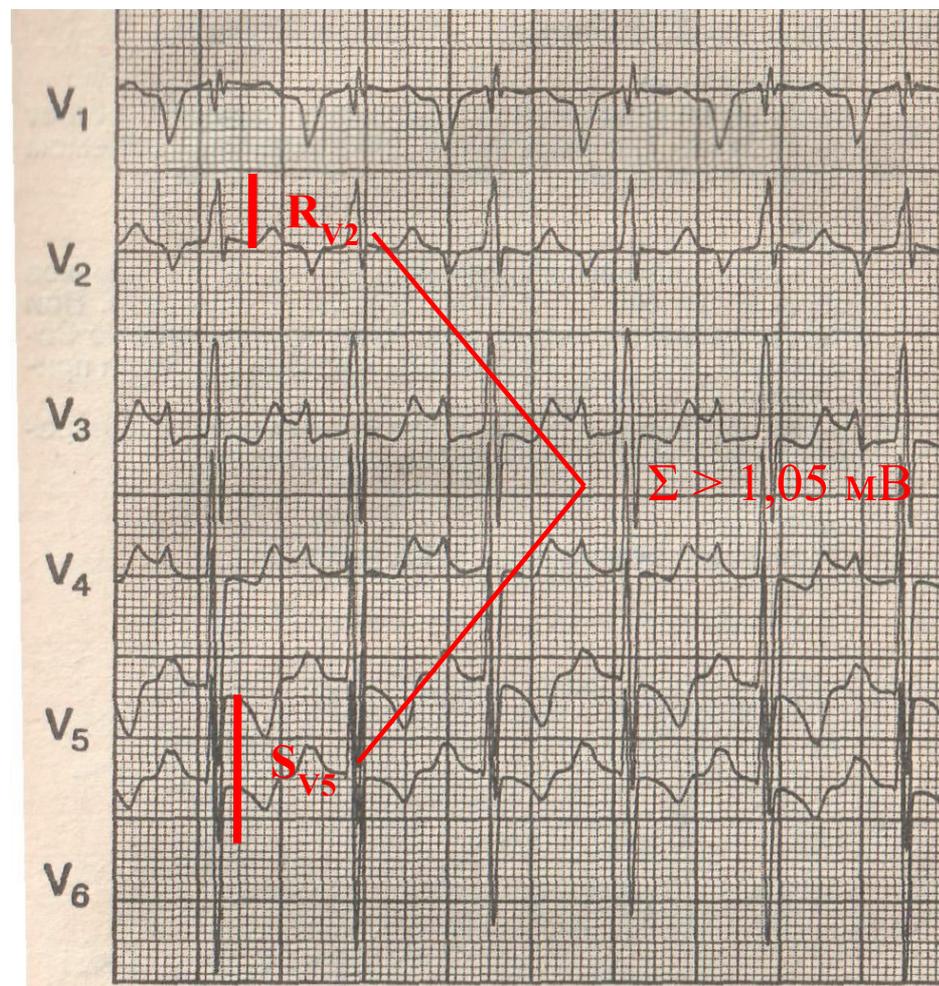
Рис. 25. Гипертрофия правого желудочка (тип  $qR$ ): комплекс QRS в  $V_1$  типа  $qR$ ; высокий  $R_{III, aVF, V1}$ ; глубокий  $S_{I, aVL, V5-6}$ ; выраженный R в  $aVR$ ,  $\angle \alpha = +100^\circ$ .

**Количественный ЭКГ-признак гипертрофии правого желудочка**

**Соколова-Лайона** – это  $R_{V1(2)} + S_{V5} \geq 1,05 \text{ мВ (10,5 мм)}$  (однако, при большой специфичности (94%) **чувствительность** этого признака невелика – **всего лишь 18%**).



Илл. 27. Гипертрофия миокарда правого желудочка. Индекс Соколова патологический ( $R_{V2} + S_{V5} > 1,05 \text{ мВ}$ ).



### 3. Увеличение продолжительности QRS до 0,12".

Оно связано с увеличением времени охвата возбуждением гипертрофированного правого желудочка.

Одним из показателей гипертрофии правого желудочка является увеличение времени внутреннего отклонения в  $V_{1-2}$  до 0,04-0,05" (при норме в этих отведениях 0,03").

### 4. Изменение формы и направления сегмента ST и зубца T.

Отмечается снижение ST ниже изолинии и появление двухфазного (- +) или отрицательного зубца T в отведениях III, aVF,  $V_{1-2}$ .

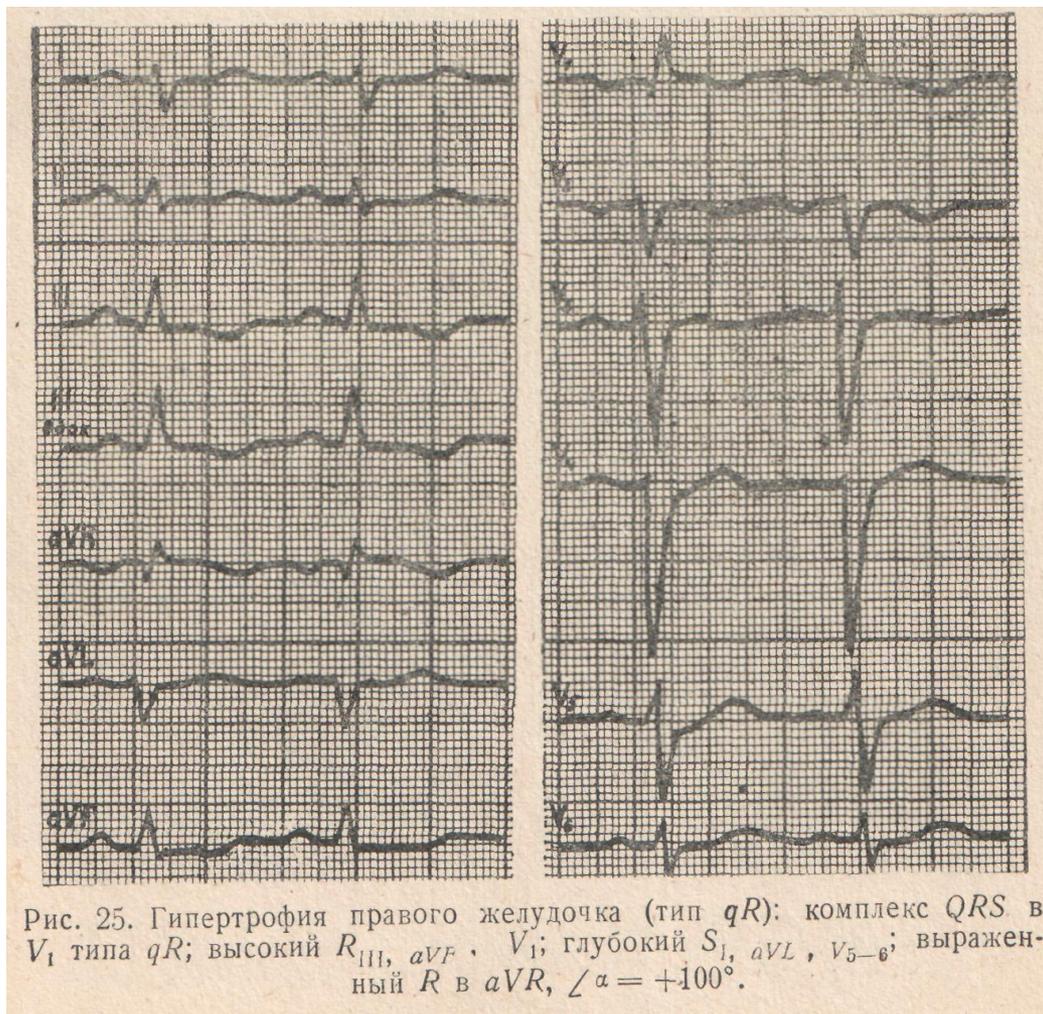


Рис. 25. Гипертрофия правого желудочка (тип  $qR$ ): комплекс QRS в  $V_1$  типа  $qR$ ; высокий  $R_{III, aVF, V_1}$ ; глубокий  $S_I, aVL, V_{5-6}$ ; выраженный  $R$  в  $aVR$ ,  $\angle \alpha = +100^\circ$ .

# Алгоритм ЭКГ диагностики гипертрофии правого желудочка

Категория признака	Электрокардиографические признаки
I. Факторы диагностического внимания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение электрической оси сердца вправо.</li> <li>2. Вертикализация электрической позиции.</li> <li>3. Смещение переходной зоны в грудных отведениях к <math>V_4</math>, <math>V_5</math>.</li> <li>4. Заинтересованность правого предсердия</li> </ol>
II. Прямые признаки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие высокого зубца R в отведениях <math>V_1</math>, <math>V_2</math> (у детей до года данный признак нехарактерен).</li> <li>2. <b>Наличие высокого и (или) широкого последнего зубца R в отведении aVR (поздний высокий зубец R в aVR)</b></li> </ol>
III. Реципрокный признак	<p>Глубокие и (или) уширенные зубцы S в отведениях <math>V_4</math>, <math>V_{V5}</math>, <math>V_6</math>.</p>
IV. Косвенные признаки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Довольно часто имеются нарушения проведения в правой ножке пучка Гиса вплоть до полной блокады правой ножки пучка Гиса («блокадный» тип, или M-тип гипертрофии правого желудочка. Данное название обусловлено внешним видом комплекса (QRS в отведениях <math>V_{1-2}</math>).</li> <li>2. Нередко имеются изменения фазы реполяризации, связанные с изменением зубца T, особенно в отведениях <math>V_{1-2}</math></li> </ol>

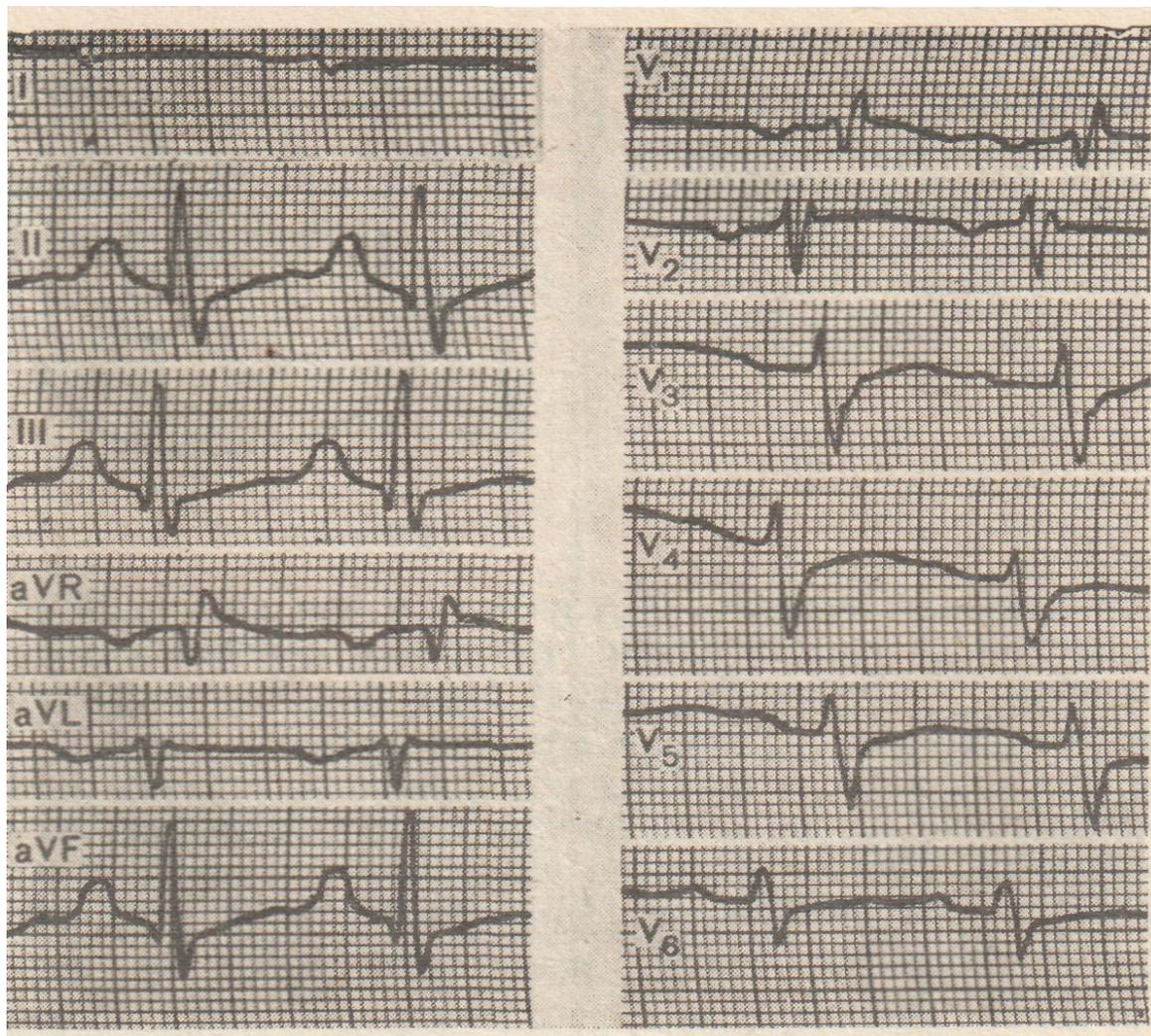
ЭКГ тип qR гипертрофии  
правого желудочка встречается при  
пороках сердца со значительной  
гипертензией в малом круге  
кровообращения, при врожденных  
пороках сердца.

При менее значительной гипертрофии правого желудочка или при бóльшей его дилатации, чем гипертрофии, могут встретиться и другие типы изменений ЭКГ: тип rSR' и тип S (при них может не быть смещения ЭОС вправо).

## Б. ЭКГ признаки гипертрофии правого желудочка типа rSR' («блокадный» тип гипертрофии правого желудочка)

Этот тип ЭКГ назван **rSR'** по основным изменениям ЭКГ в правых грудных отведениях.

При небольшой гипертрофии правого желудочка **преобладание** ЭДС правого желудочка в этом случае **возникает не во все периоды комплекса QRS** (преобладание ЭДС правого желудочка *возникает лишь в последний период комплекса QRS*).

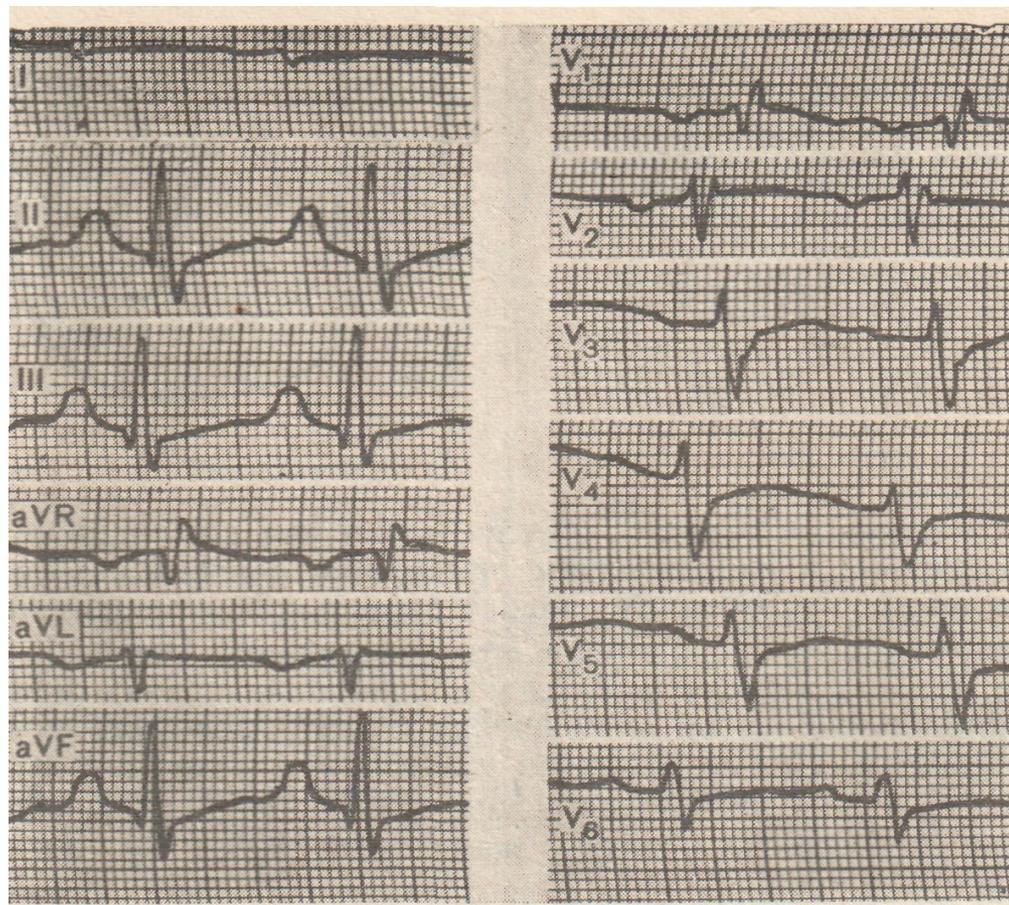


Гипертрофия правого желудочка  
Гипертрофия правого предсердия

**Вначале**, как и в норме, возбуждается левая половина межжелудочковой перегородки, что в правых грудных отведениях дает зубец r, а в левых – зубец q.

**Затем** возбуждается масса левого желудочка и правая половина межжелудочковой перегородки (ЭДС левого желудочка преобладает), что обуславливает поворот ЭОС влево. Отсюда возникают  $S_{V1}$  и  $R_{V6}$ .

**Однако вскоре** возбуждается гипертрофированный правый желудочек, вызывающий вновь поворот ЭОС вправо, и на ЭКГ записывается высокий зубец  $R'_{V1}$  и  $S_{V5-6}$ .



«Блокадный» тип гипертрофии правого желудочка связан с преобладанием электрических сил путей оттока гипертрофированного правого желудочка.

При этом эти изменения ЭКГ являются проявлением именно гипертрофии миокарда, а не нарушением проводимости (В.Н.Орлов, 1999).

*Следует иметь в виду, что и в норме ЭКГ в  $V_1$  может иметь вид  $rSr'$ . Однако при этом высота  $r' V_1 < rV_1$ , ширина комплекса  $QRS < 0,08''$  и зубец  $r'$  регистрируется только в одном ( $V_1$ ) грудном отведении (В.Н.Орлов, 1999).*

## **В. ЭКГ признаки гипертрофии правого желудочка типа S**

S тип ГПЖ обусловлен поворотом правым желудочком вперед [левым желудочком назад] (при этом происходит поворот вокруг продольной оси по часовой стрелке) с одновременным отклонением верхушки сердца назад.

ЭОС направлена назад и вправо. В результате расширяется зона прилегания правого желудочка к передней стенке грудной клетки.

S тип гипертрофии правого желудочка сочетается с электрической осью сердца типа  $S_I-S_{II}-S_{III}$ , когда выраженный зубец S одновременно регистрируется во всех стандартных отведениях.

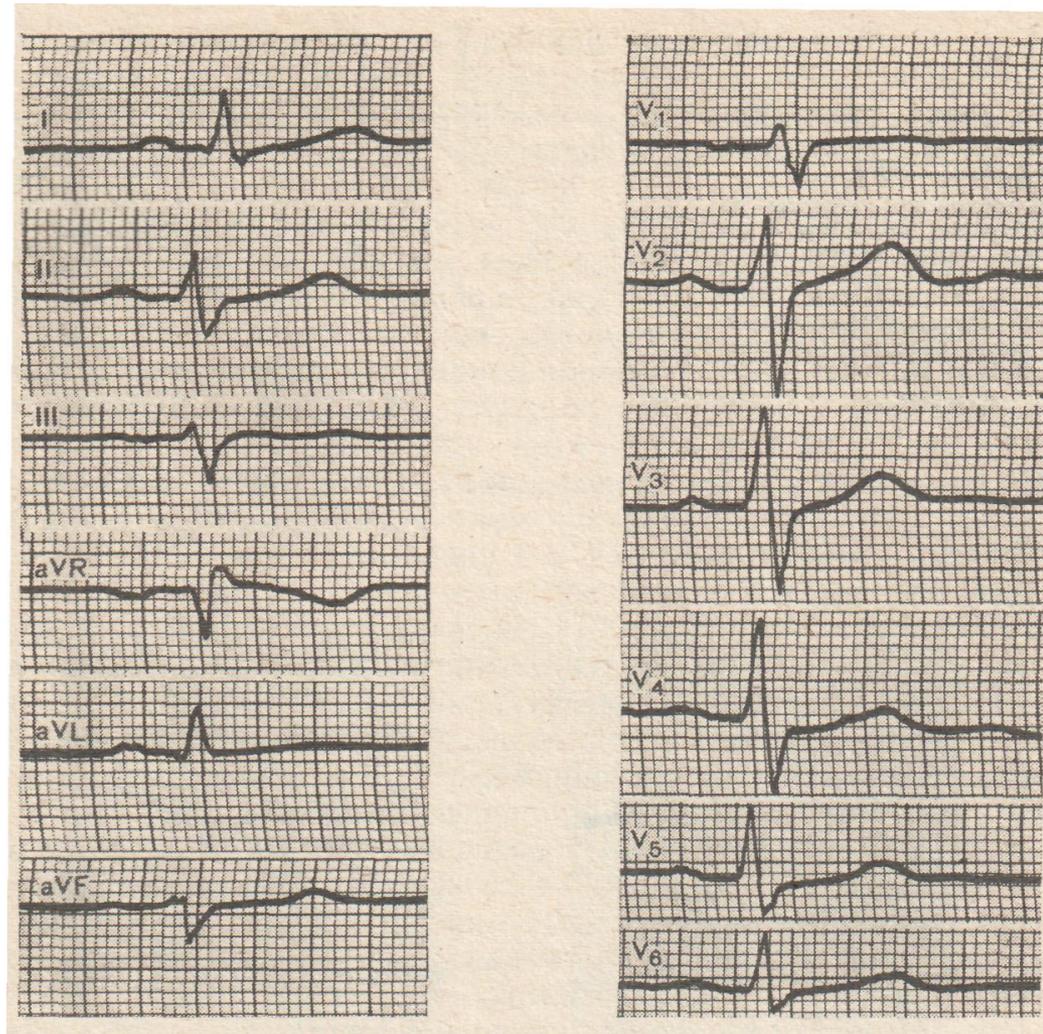
## *В. ЭКГ признаки гипертрофии правого желудочка типа S*

При ЭКГ типа S гипертрофии правого желудочка во всех шести грудных отведениях нет выраженного зубца R, а имеются значительные зубцы S (при этом зубец T положительный в грудных отведениях).

Переходная зона смещается влево.

S тип появляется при эмфиземе легких и является отражением хронического легочного сердца, когда при гипертрофии правого желудочка сердце смещается вниз и поворачивается вершшкой кзади.

Поворот вершкой кзади обуславливает изменение направления ЭОС назад и вправо, при этом возникает S вместо R.



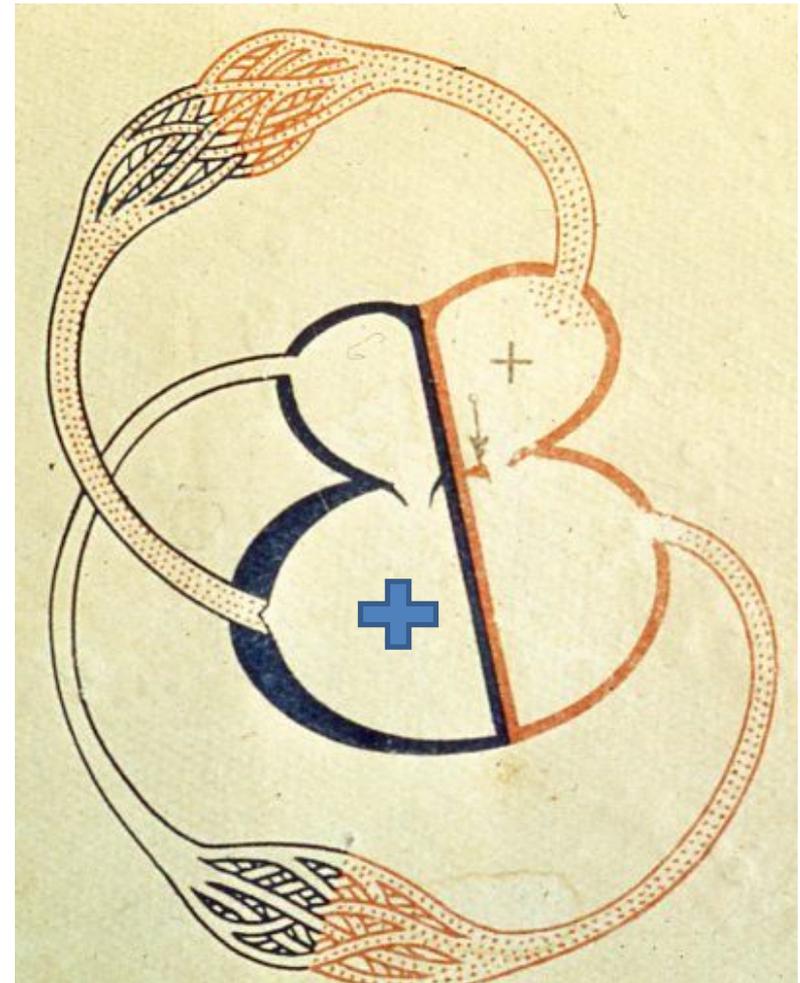
S тип гипертрофии правого желудочка

# Алгоритм ЭКГ диагностики гипертрофии правого желудочка (S-тип)

Категория признака	Электрокардиографические признаки
I. Факторы диагностического внимания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неопределенная электрическая позиция по сагиттальной оси.</li> <li>2. <b>Поворот сердца верхушкой назад (обязательный признак).</b></li> <li>3. Заинтересованность правого предсердия.</li> <li>4. Наличие хронической бронхолегочной патологии</li> </ol>
II. Прямые признаки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Наличие высокого и (или) широкого последнего зубца R в отведении aVR (поздний высокий зубец R в aVR).</b></li> <li>2. Отсутствие высоких зубцов R в отведениях <math>V_{1-2}</math>, как это имеет место при классическом (R) или «блокадном» (M) типах гипертрофии</li> </ol>
III. Реципрокный признак	<p><b>Наличие глубоких зубцов S в отведениях от <math>V_1</math> до <math>V_6</math> (по этому признаку называется данный тип («S-тип») гипертрофии правого желудочка)</b></p>
IV. Косвенные признаки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Могут быть нарушения внутрижелудочкового проведения, преимущественно в правой ножке пучка Гиса.</li> <li>2. Могут быть изменения фазы реполяризации, связанные с зубцом T.</li> </ol>

Гипертрофия правого желудочка встречается при:

- митральных пороках сердца с преобладанием стеноза,
- недостаточности трехстворчатого клапана,
- большинстве врожденных пороков сердца,
- хронических заболеваниях легких, сопровождающихся легочной гипертензией.



митральный стеноз

### **IV. 3. Гипертрофия обоих желудочков** **(комбинированная гипертрофия желудочков)**

ЭКГ диагностика гипертрофии обоих желудочков трудна и нередко невозможна.

Векторы возбуждения обоих гипертрофированных желудочков иногда могут так нивелировать друг друга (как при одновременном, так и при последовательном развитии билатеральной гипертрофии сердца), что ЭКГ может казаться нормальной (М.С.Кушаковский, 1974).

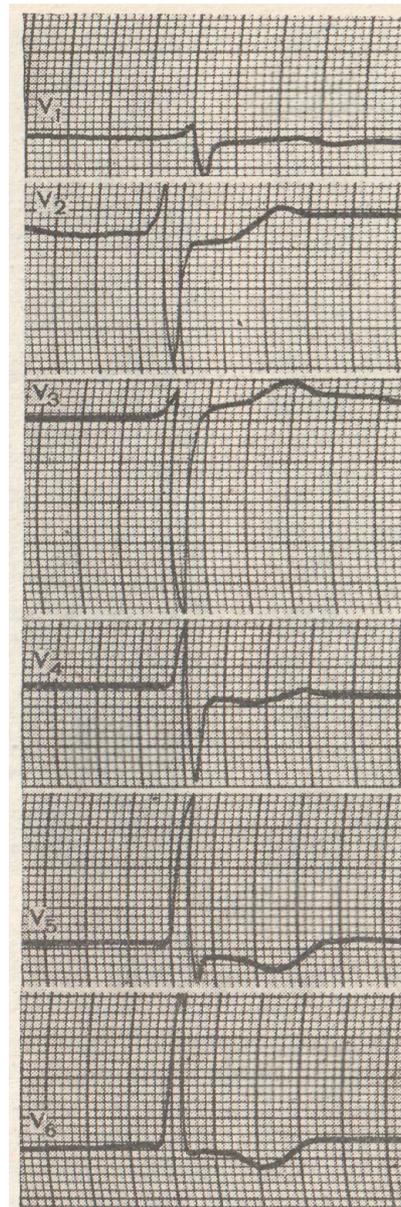
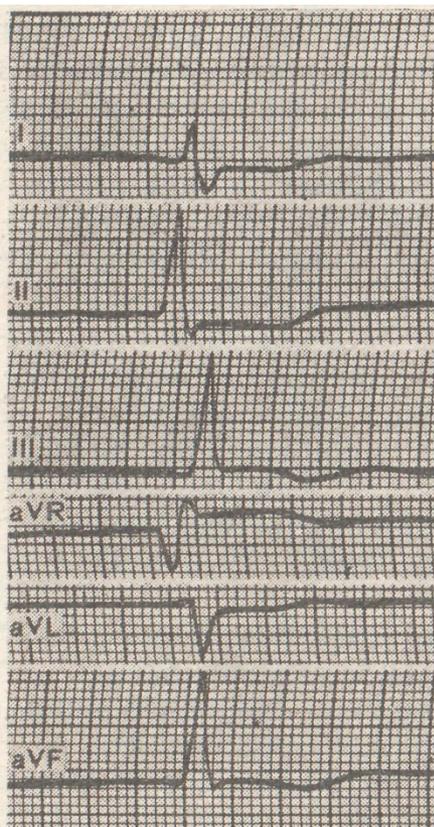
Особенно с большим трудом выявляется гипертрофия правого желудочка при сопутствующей гипертрофии левого, т.к. правый желудочек и в норме значительно (в 2 раза) меньше левого.

Чувствительность ЭКГ метода при выявлении комбинированной гипертрофии обоих желудочков составляет лишь 3% - 46% при достаточно высокой специфичности (70% - 90%).

Заподозрить **сочетанную гипертрофию желудочков** можно, в частности, при наличии:

- 1) признаков гипертрофии левого желудочка по данным грудных отведений при вертикальном положении ЭОС (угол  $\alpha$   $90^\circ$  и более),
- 2) преобладания зубца R над зубцом Q в отведении aVR при признаках увеличения левого желудочка,
- 3) ЭКГ признаков увеличения одного или обоих предсердий.

## ЭКГ с признаками комбинированной гипертрофии обоих желудочков



Четкие признаки гипертрофии **левого** желудочка с его перегрузкой:  $R_{V5, V6}$  высокий и  $> R_{V4}$ ;  $ST_{V5, V6}$  ниже изолинии,  $T_{V5, V6}$  отрицательный, асимметричный.

Признаки гипертрофии **правого** желудочка:  $S_{V1}$  малой амплитуды, ЭКГ в aVR типа QR. Вертикальное положение ЭОС (угол  $\alpha + 90^\circ$ ).

## V. Специфичность и чувствительность ЭКГ-критериев гипертрофии различных отделов сердца.

**Специфичность**: если есть ЭКГ-признаки гипертрофии, то высока́ вероятность того, что у больного есть именно гипертрофия.

**Чувствительность**: ЭКГ-признаки гипертрофии могут отсутствовать при реальном наличии гипертрофии у больного (например, чувствительность «60%» означает, что из 100 больных с гипертрофией ЭКГ распознаёт гипертрофию лишь у 60 больных).

Итоговая таблица  
специфичности и чувствительности ЭКГ-критериев  
гипертрофии различных отделов сердца

Отделы сердца	Специфичность (в %)	Чувствительность (в %)
1) левое предсердие	90	<b>60</b>
2) правое предсердие	50	
3) левый желудочек	70-100	<b>20-30</b>
4) правый желудочек	90 (?)	<b>5-25</b>
5) комбинированная гипертрофия обоих желудочков	70-90	<b>3-46</b>