



ФГБОУ ВО «СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ВНУТРЕННИХ БОЛЕЗНЕЙ №5

**Пособие для самоподготовки
клинических ординаторов и слушателей
системы послевузовского образования,
обучающихся по специальности
«Терапия» «Скорая медицинская
помощь» «Общая врачебная практика»
на тему:**

«ЭКГ при гипертрофии и перегрузке
различных отделов сердца».

Утверждено ЦКУМС СОГМА (протокол №1 от 28.08.2020 г.)

Методическое пособие предназначено для самостоятельной подготовки к практическому занятию интернов, клинических ординаторов и слушателей.

Продолжительность занятия: 130 мин.

Место проведения занятия: учебная комната, терапевтическое отделение.

Мотивация. При гиперфункции предсердий и желудочков развивается их гипертрофия. Под гипертрофией понимают увеличение массы того или иного отдела сердца за счет удлинения и утолщения каждого мышечного волокна. Увеличивается вектор возбуждения и продолжительность возбуждения гипертрофированной камеры сердца. При гипертрофии миокарда происходит нарушение проводимости, изменение положения сердца или его отдельных частей. Одновременно с гипертрофией развиваются дистрофические процессы в мышечных волокнах с дальнейшим их склерозированием, что связано с отставанием роста капилляров от роста гипертрофированных мышечных волокон. Это приводит к относительной коронарной недостаточности.

В связи с этим, практическому врачу необходимо уметь выявлять признаки гипертрофии различных отделов сердца. Поэтому так необходимо дальнейшее углубление и совершенствование знаний и навыков анализа ЭКГ.

Порядок самостоятельной работы интерна (клинического ординатора, слушателя) по самоподготовке к практическому занятию:

1. Ознакомление с целью, содержанием практического занятия и целевыми знаниями и умениями, необходимыми для усвоения по данной теме.
2. Проверка и восстановление исходного уровня знаний.
3. Теоретическое освоение ООД (ориентировочной основы деятельности).
4. Проверка усвоения знаний и умений для решения клинических задач.
5. Подготовка неясных вопросов и положений для выяснения их на практическом занятии.

Задание 1.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ЦЕЛЯМИ И СОДЕРЖАНИЕМ ЗАНЯТИЯ

Цель занятия:

1. освоить принципы ЭКГ диагностики гипертрофии различных отделов сердца;
2. освоить ЭКГ признаки систолической и диастолической перегрузки отделов сердца.

Оснащение занятия:

Технические средства:

1. мультимедийный аппарат;
2. электрокардиограф;
3. ЭКГ – линейки;
4. Доска, мел.

Демонстрационный материал:

1. Учебные (ксерокопированные) и обычные нормальные ЭКГ пленки для проведения расчета основных элементов ЭКГ;
2. слайды;
3. таблицы: «Гипертрофия предсердий», «Гипертрофия желудочков»;
4. Набор ЭКГ пленок при гипертрофии различных отделов сердца для самостоятельного анализа.

**План и организационная структура занятия
по теме «ЭКГ при гипертрофии и перегрузке различных отделов сердца».**

№ п/п	Этапы занятия	Время (мин)
1.	Организационные мероприятия. Вступительное слово преподавателя	5
2.	Контроль исходного уровня знаний	15
3.	Обсуждение учебных вопросов по теме занятия	50
4.	В зависимости от темы занятия: •Практическая работа с ЭКГ кривыми. •Расчет основных элементов ЭКГ. •Изучение ЭКГ - признаков гипертрофий предсердий или желудочков на конкретных пленках при самостоятельном анализе и совместно с ассистентом.	45
5.	Контроль конечного уровня	15
6.	Подведение итогов, задание на дом	3

В соответствии с государственным стандартом послевузовской профессиональной подготовки специалистов с высшим медицинским образованием по специальности

<u>обучающийся должен знать:</u> - ЭКГ диагностику гипертрофии и перегрузки левого и правого предсердий - ЭКГ признаки гипертрофии правого желудочка. - ЭКГ признаки гипертрофии левого желудочка. - ЭКГ диагностику гипертрофии обоих желудочков. - Понятие и ЭКГ признаки систолической и диастолической перегрузки желудочков. <u>обучающийся должен уметь:</u> <i>диагностировать:</i> - гипертрофию правого предсердия - гипертрофию левого предсердия - гипертрофию обоих предсердий - признаки перегрузки предсердий - гипертрофию левого желудочка - гипертрофию правого желудочка - гипертрофию обоих желудочков - признаки систолической и диастолической перегрузки левого и правого желудочков.	<u>Литература:</u> - ЭКГ. Руководство по электрокардиографии. Орлов В.Н., Медицинское информационное агентство (МИА), 2012 г. - Электрокардиография, Мурашко В.В., Струтынский А.В., Медицинская литература 2007 г. - Основы ЭКГ (электрокардиографии), Джон Хэмптон, Медицинская литература, 2007 г. - Азбука ЭКГ, Зудбинов Юрий Иванович, Москва, 2003 г.
---	--

Задание 2.

Для того чтобы овладеть умениями и навыками, приведенными выше, Вы должны воспроизвести и при необходимости восстановить Ваши знания, касающиеся данной темы.

**В процессе самоподготовки обратите внимание
на следующие контрольные вопросы:**

1. Дайте определение понятию гипертрофия.

2. В чем состоят общие ЭКГ признаки гипертрофии различных отделов сердца?
3. Назовите основные причины гипертрофии левого предсердия.
4. Каковы ЭКГ критерии диагностики гипертрофии левого предсердия?
5. Назовите основные причины гипертрофии правого предсердия.
6. Каковы ЭКГ критерии диагностики гипертрофии правого предсердия?
7. Назовите ЭКГ признаки перегрузки предсердий.
8. Причины гипертрофии левого желудочка.
9. Назовите ЭКГ признаки гипертрофии левого желудочка.
10. Причины гипертрофии правого желудочка.
11. Назовите ЭКГ признаки гипертрофии правого желудочка.
12. Перечислите варианты гипертрофии правого желудочка.
13. Назовите ЭКГ признаки комбинированной гипертрофии желудочков.
14. Понятие о систолической и диастолической перегрузке желудочков.
15. Назовите причины и ЭКГ признаки систолической и диастолической перегрузки левого желудочка.
16. Назовите причины и ЭКГ - признаки систолической и диастолической перегрузки правого желудочка.

Соответствуют ли Ваши знания необходимым требованиям,

Вы можете проверить по следующим контрольным тестовым заданиям:

Выберите один вариант ответа:

1. Для гипертрофии правого предсердия не характерно:

1. Амплитуда зубца Р во II отведении, равная 2,5 мм.
2. Увеличение положительной фазы зубца Р в отведении V1.
3. Индекс Макруза 1,7 (отношение продолжительности зубца Р к сегменту PQ).
4. Все перечисленные признаки.

2. Для гипертрофии левого предсердия не характерно:

1. Увеличение положительной фазы зубца Р в отведении V1.
2. Индекс Макруза 1,7 (отношение продолжительности зубца Р к сегменту PQ).
3. Ширина зубца Р в I и aVL отведениях, равная 0,12 сек.
4. Все перечисленные признаки.

3. Уширенный, двугорбый Р в отведениях I и aVL встречается:

1. При митральном пороке сердца.
2. При пролапсе митрального клапана с регургитацией.
3. При дилатационной кардиопатии.
4. При ИБС с сердечной недостаточностью.
5. Во всех вышеперечисленных случаях.

4. Высокий остроконечный зубец Р в отведениях III, aVF отмечается:

1. При тромбоэмболии легочной артерии.
2. При миксоте правого предсердия.
3. При хронических неспецифических заболеваниях легких.
4. Во всех перечисленных случаях.
5. Ни при одном из перечисленных случаев.

5. Для ЭКГ при гипертрофии правого предсердия не характерно:

1. Отрицательный зубец Р в aVL.
2. Увеличение отрицательной фазы зубца Р в отведении V1.
3. Увеличение положительной фазы зубца Р в отведении V1.

4. Увеличение амплитуды зубца Р более 2,5 мм во II, III и aVF отведениях.
5. Сглаженный зубец Р в I отведении.

6. ЭКГ признаком, мало характерным для гипертрофии левого желудочка, является:

1. Амплитуда зубца R в отведении V5, равная 25 мм.
2. Уширение QRS до 0,10 сек.
3. Смещение сегмента ST вниз в отведении V5-V6.
4. Значение угла альфа, равное (-) 35 градусам.
5. Наличие зубца Q в отведении V1-V2.

7. ЭКГ признаком, не характерным для гипертрофии правого желудочка, является:

1. Форма QRS в V1 в виде R или qR.
2. Уширение QRS > 0,12 сек.
3. Значение угла альфа, равное (+) 100 градусам.
4. Амплитуда зубца R в V1 больше или равна 11 мм.
5. Соотношение амплитуды зубцов R/S в V1 более 1.

8. Наличие гипертрофии правого желудочка при несомненных признаках гипертрофии левого желудочка можно выявить, если на ЭКГ имеется:

1. Угол альфа, равный (+) 100 градусов и более.
2. Высокий R в отведениях V1-V2.
3. Признаки неполной блокады правой ножки в отведении V1.
4. Глубокие зубцы S в отведениях V5-V6.
5. Все перечисленные.

9. К признакам гипертрофии правого предсердия на ЭКГ относится:

1. Увеличение высоты зубцов Р в отведениях II и V1.
2. Исчезновение положительной фазы зубца Р в отведении V1.
3. Увеличение отрицательной фазы зубца Р в отведении V1.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

10. У больных с хроническими обструктивными заболеваниями легких на ЭКГ может отмечаться:

1. Вертикализация оси зубца Р.
2. Отсутствие зубца Р в отведении I.
3. Отрицательные зубцы Р в отведениях aVL и V1.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

11. Признаками гипертрофии левого предсердия на ЭКГ является:

1. Увеличение отрицательной фазы зубца Р в отведении V1.
2. Увеличение высоты зубца Р в отведениях II, III и aVF.
3. Заостренная форма зубцов Р.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

12. Признаками гипертрофии левого предсердия на ЭКГ является:

1. Увеличение отрицательной фазы зубца Р в отведении V1.
2. "Двугорбость" зубца Р.
3. Уширение зубца Р более 0,11 с.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

13. К признакам гипертрофии левого желудочка относятся:

1. Увеличение амплитуды зубцов R в левых отведениях (aVL, I, V5-6).
2. Увеличение глубины зубцов S в правых грудных отведениях (V1-2).
3. Дискордантное смещение сегмента ST и зубца T.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

14. К признакам гипертрофии левого желудочка относятся:

1. Увеличение высоты зубцов R в отведениях aVF, III и увеличение глубины зубцов S в отведениях V1-2.
2. Конкордантное смещение сегмента ST и зубца T.
3. Электрическая ось типа SI-SII-SIII.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

15. Вольтажным критерием гипертрофии левого желудочка (индексом Соколова-Лайона) считается увеличение суммарной амплитуды зубцов R (в отведении V5 или V6) и S (в отведении V1 или V2) более:

1. 20 мм.
2. 25 мм.
3. 30 мм.
4. 35 мм.
5. 40 мм.

16. Дискордантное смещение сегмента ST и зубца T при гипертрофии левого желудочка вызвано:

1. Сердечной недостаточностью вследствие гипертрофии.
2. Очаговыми изменениями миокарда.
3. Вторичными изменениями реполяризации вследствие гипертрофии.
4. Нарушениями сократительной функции.
5. Нарушением "питания" миокарда.

17. Признаком гипертрофии левого желудочка не является:

1. Отклонение электрической оси влево.
2. Высота зубца R в V6 больше высоты зубца R в V5.
3. Смещение переходной зоны вправо.
4. Высота зубца R в I отведении больше 1mv.
5. Ничего из перечисленного.

18. Признаками возможной гипертрофии левого желудочка вследствие диастолической перегрузки (перегрузки объемом) являются:

1. Увеличение амплитуды зубцов R в отведениях aVL, I, V5-6.
2. Увеличение глубины зубцов Q в отведениях V5-6.
3. Увеличение высоты зубцов T в отведениях V5-6.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

19. К признакам гипертрофии правого желудочка относятся:

1. Отклонение электрической оси вправо.
2. В отведении V1 зубец R больше зубца S.
3. В отведении V6 зубец S больше зубца R.
4. Все перечисленное.
5. Ничего из перечисленного.

20. Самым специфичным признаком гипертрофии правого желудочка является:

1. Отклонение электрической оси вправо.
2. В отведении V1 зубец R больше зубца S.
3. В отведении V6 зубец S больше зубца R.
4. Комплекс типа QR в отведении V1 (без блокады правой ножки п.Гиса).
5. Комплекс типа RSR в отведении V1.

21. Гипертрофия правого желудочка на ЭКГ может проявляться в виде:

1. "R-типа".
2. "RSR- типа".
3. "S-типа".
4. Всего перечисленного.
5. Ничего из перечисленного

22. На фоне гипертрофии левого желудочка признаками сопутствующей гипертрофии правого желудочка могут быть:

1. Отклонение электрической оси вправо.
2. В отведении aVR зубец R больше зубца Q.
3. В отведении V5 зубец S больше зубца R.
4. Отрицательный зубец T в V1.
5. Все перечисленное.

23. Вторичные изменения миокарда при гипертрофии левого желудочка отражаются на ЭКГ в виде:

1. Уменьшения высоты зубца T.
2. Инверсии зубца T.
3. Дискордантного смещения сегмента ST и зубца T.
4. Увеличения высоты зубца T в отведении V1.
5. Всего перечисленного.

24. У больных с гипертрофией правого желудочка при наличии в отведении V1 комплексов типа QR часто выявляется:

1. Выраженная гипертрофия правого желудочка.
2. Гипертрофия правого предсердия.
3. Недостаточность 3-х створчатого клапана.
4. Все перечисленное.
5. Правильно 1 и 2.

25. "R-тип" гипертрофии правого желудочка с комплексами QR в отведении V1 часто отмечается у больных с:

1. Выраженной артериальной легочной гипертензией.
2. Стенозом легочной артерии.
3. Тетрадой Фалло.
4. Всеми перечисленными заболеваниями.
5. Правильного ответа нет.

ОТВЕТЫ:

1. 3	6. 5	11. 1	16. 3	21-
2. 1	7. 2	12. 4	17. 4	22-
3. 5	8. 5	13. 4	18. 4	23-
4. 4	9. 1	14. 5	19. 4	24-
5. 2	10. 4	15. 4,5	20. 4	25-

Задание 3.

Разберите основные положения по теме:
«ЭКГ при гипертрофии и перегрузке различных отделов сердца».

При гиперфункции предсердий или желудочков развивается их гипертрофия.

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. Вектор возбуждения гипертрофированной камеры сердца становится больше. Увеличивается также продолжительность возбуждения гипертрофированного отдела вследствие более длительного возбуждения гипертрофированных мышечных волокон; этому значительно способствует и развитие одновременно с гипертрофией дистрофических процессов 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. Развивающаяся одновременно дилатация гипертрофированного отдела сердца и нарушение проводимости также 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 электрическая ось сердца часто отклоняется вправо или влево и, кроме того, меняется направление волны реполяризации в гипертрофированном желудочке.

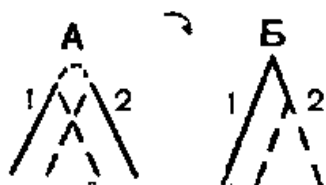


Рисунок 1. А — в норме; Б — при гипертрофии правого предсердия: 1 — часть зубца Р, обусловленная возбуждением гипертрофированного правого предсердия, 2 — часть зубца Р, связанная с возбуждением левого предсердия.

ГИПЕРТРОФИЯ ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЯ

При гипертрофии правого предсердия увеличивается создаваемая им ЭДС. Становится больше вектор его возбуждения. Продолжительность возбуждения правого предсердия также превышает норму. В то же время возбуждение левого предсердия происходит, как и в норме.

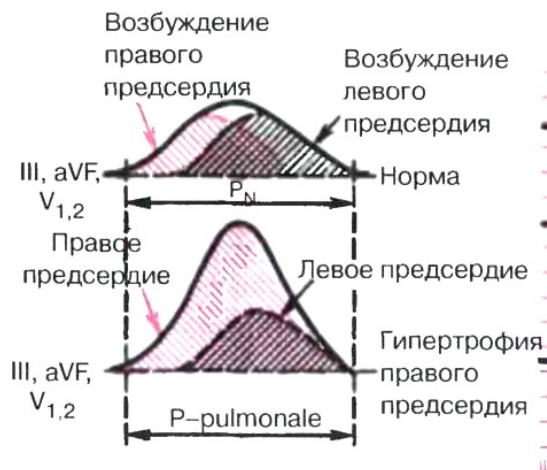


Рисунок 2. Гипертрофия правого предсердия

За счет гипертрофии правого предсердия увеличивается вектор его возбуждения, что приводит к увеличению амплитуды и продолжительности первой части зубца *P*, обусловленной возбуждением правого предсердия. Вторая часть зубца *P*, связанная с возбуждением левого предсердия, не изменена по сравнению с нормой. В норме возбуждение правого предсердия раньше начинается и раньше заканчивается по отношению к возбуждению левого предсердия. При гипертрофии правого предсердия его возбуждение заканчивается одновременно с возбуждением левого предсердия или лишь несколько позже него. В результате сложения векторов правого и левого предсердий образуется высокий остроконечный зубец *P*. Таким образом, для гипертрофии правого предсердия характерен высокий заостренный остроконечный зубец *P*.

Вершина его часто симметрична. Высота зубца *P* превышает 2—2,5 мм. Ширина его не увеличена или реже несколько увеличена до 0,11 — 0,12 с. При гипертрофии правого предсердия такой высокий остроконечный зубец *P* регистрируется во II, III и aVF отведениях.

Если в норме $R_{II} > R_I > R_{III}$, то при гипертрофии правого предсердия электрическая ось зубца *P* имеет тенденцию к отклонению вправо, часто $R_{III} > R_{II} > R_I$. При этом в I стандартном отведении зубец *P* нередко отрицательный или сглаженный. Значительно реже высокий заостренный зубец *P* наблюдается в I и aVL отведениях. В отведении aVR для гипертрофии правого предсердия характерно наличие глубокого заостренного отрицательного зубца *P*. Ширина его обычно не увеличена.

В норме в грудных отведениях V_1, V_2 зубец *P* в большинстве случаев двухфазный ($P+/-$). Его первая положительная фаза обусловлена возбуждением правого предсердия, а вторая отрицательная — возбуждением левого предсердия. При гипертрофии правого предсердия вектор его возбуждения увеличивается, что приводит к увеличению амплитуды первой положительной фазы зубца *P*. Зубец P_{V_1} становится высоким заостренным или регистрируется двухфазный зубец P_{V_1, V_2} с резким преобладанием первой положительной фазы. Изредка при гипертрофии правого предсердия зубец *P* в отведении V_1 слабopоложительный или даже сглаженный или слабоотрицательный.

В то же время в отведениях V_2, V_3 регистрируется высокий остроконечный зубец *P*. Высокий заостренный зубец *P* при гипертрофии правого предсердия может наблюдаться не только в отведении V_1 , но и в $V_1—V_3$, а иногда с V_1 по V_5 . Чем больше гипертрофия правого предсердия, тем в большем количестве грудных отведений отмечается высокий заостренный положительный зубец *P*.

Как известно, время активации правого предсердия — это время от начала зубца *P* до его вершины. Время активации правого предсердия измеряется обычно в III или aVF отведениях или в V_1 . Для гипертрофии правого предсердия характерно удлинение времени его активации в этих отведениях. Время активации правого предсердия превышает в этих случаях 0,04 с.

Диагностике гипертрофии правого предсердия иногда помогает оценка индекса Макруза (отношение длительности зубца *P* к интервалу *PQ*). При гипертрофии правого предсердия индекс Макруза часто меньше 1,1. Изменение этого индекса связывают с нарушением атриовентрикулярной проводимости и удлинением в результате этого сегмента *PQ*.

Предсердный комплекс ЭКГ при гипертрофии правого предсердия нередко называют «*P-pulmonale*». Это связано с тем, что гипертрофия правого предсердия часто наблюдается у больных хроническими заболеваниями легких, при хроническом легочном сердце, трикуспидальном стенозе, легочной гипертензии, повторных тромбоэмболиях в системе легочной артерии, врожденных пороках сердца с перегрузкой правых его отделов и т. д.

ПЕРЕГРУЗКА ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЯ

О перегрузке правого предсердия говорят в тех 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 гипертрофии правого предсердия). 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 электрокардиографическое наблюдение.

О перегрузке правого предсердия можно говорить также в тех случаях, когда признаки «P-pulmonale» наблюдаются при заболеваниях, при которых обычно не развивается гипертрофия правого предсердия. Например, электрокардиографические признаки, характерные для гипертрофии правого предсердия, могут регистрироваться при тахикардии, тиреотоксикозе, хронической ишемической болезни сердца и т. д. В этих случаях также предпочтителен термин «перегрузка правого предсердия». Предполагают, что при отсутствии гипертрофии и дилатации правого предсердия высокий и заостренный зубец Р связан с нарушением внутрисердечной проводимости либо с очаговым или диффузным повреждением миокарда правого предсердия.

Кроме того, следует учитывать, что увеличение амплитуды зубца Р иногда наблюдается у людей с низким расположением диафрагмы при астенической конституции.

ГИПЕРТРОФИЯ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ

При гипертрофии левого предсердия увеличивается ЭДС, связанная с возбуждением этого отдела сердца. Это вызывает увеличение вектора возбуждения левого предсердия и продолжительности его возбуждения. В то же время правое предсердие возбуждается обычным путем. На рис. первая часть зубца Р, связанная с возбуждением правого предсердия, не отличается от нормы. Вторая часть зубца Р, обусловленная возбуждением гипертрофированного левого предсердия, увеличена по амплитуде и продолжительности. В результате образуется двугорбый широкий зубец Р. Вторая вершина зубца Р превышает по амплитуде первую его вершину.

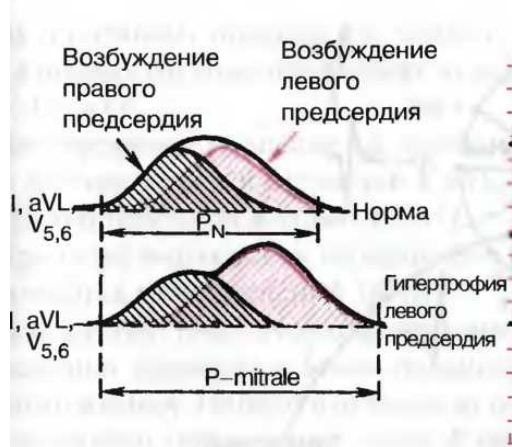


Рисунок 3. Гипертрофия левого предсердия

Итак, при гипертрофии левого предсердия зубец Р широкий, часто двугорбый. Ширина его обычно превышает 0,10—0,12 с. Реже на вершине зубца Р наблюдается плато. Высота зубца Р или не увеличена, или увеличена незначительно. Зубец Р может быть зазубренным на вершине, причем расстояние между зазубринами; превышает 0,02 с. Такой широкий двугорбый зубец Р обычно регистрируется в отведениях I, II, aVL, V₅, V₆. В отведении aVR зубец Р широкий двугорбый отрицательный. При гипертрофии левого предсердия часто наблюдается отклонение электрической оси зубца Р влево или горизонтальное ее положение, при этом на ЭКГ наблюдается следующее соотношение

зубцов: $R_I > R_{II} > R_{III}$. Изредка широкий двугорбый зубец R отмечается в III и aVF отведениях.

Вектор возбуждения левого предсердия направлен от электрода V_1 . За счет гипертрофии левого предсердия этот вектор увеличивается, что приводит к регистрации преимущественно отрицательного зубца R_{V_1} , или зубец R_V может быть двухфазным с резким преобладанием второй отрицательной фазы. Ширина второй отрицательной фазы зубца R обычно увеличена вследствие длительного возбуждения левого предсердия. Выраженный отрицательный или двухфазный зубец R с резким преобладанием второй отрицательной фазы является характерным признаком гипертрофии левого предсердия.

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, т. е. периода от начала зубца до перпендикуляра, проведенного через вторую вершину или через самую высокую точку зубца R . Время активации левого предсердия в I, aVL, V5, V6 отведениях превышает при этом 0,06 с.

ПЕРЕГРУЗКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ

О перегрузке левого предсердия говорят в тех случаях, когда широкий двугорбый зубец R 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 электрокардиографическом наблюдении. Проведению дифференциального диагноза помогают анамнез, данные физикального исследования, рентгенологическое исследование и т. д. Нередко о перегрузке левого предсердия говорят и в тех случаях, когда характерные изменения зубца R наблюдаются у больных хронической ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью, заболеваниями почек с симптоматической гипертензией и т. д. В этих случаях, хотя и нельзя полностью исключить компенсаторное развитие гипертрофии предсердия, более приемлем термин «перегрузка левого предсердия».

ГИПЕРТРОФИЯ ОБОИХ ПРЕДСЕРДИИ

Вместо термина «гипертрофия обоих предсердий» можно использовать понятия «увеличение обоих предсердий» или «комбинированная гипертрофия предсердий».

При комбинированной гипертрофии обоих предсердий увеличиваются векторы возбуждения правого и левого предсердий одновременно. Это приводит к тому, что на ЭКГ появляются одновременно признаки гипертрофии правого и левого предсердий. Увеличение правого предсердия обычно проявляется в III и aVF отведениях, где регистрируется высокий заостренный зубец R . Гипертрофия левого предсердия лучше видна в отведениях I, aVL, V5, V6, где часто наблюдается при этом широкий двугорбый зубец R . Длительность зубца R увеличивается во всех отведениях.

Наибольшее значение для диагноза комбинированной гипертрофии обоих предсердий имеет ЭКГ в отведении V_1 . За счет комбинированной гипертрофии увеличиваются векторы возбуждения правого и левого предсердий одновременно, что приводит к выраженному увеличению первого и второго компонентов зубца R . В результате этого в отведениях V_1 или V_1, V_2 регистрируется двухфазный зубец R с резко выраженными первой положительной и второй отрицательной фазами.

Первая высокая положительная остроконечная фаза зубца R обусловлена возбуждением гипертрофированного правого предсердия. Вторая широкая отрицательная фаза зубца R связана с гипертрофией левого предсердия.

Иногда по степени выраженности положительной и отрицательной фаз зубца R_{V_1} можно судить о преобладании гипертрофии правого или левого предсердия. В отведениях V_3, V_4 при комбинированной гипертрофии предсердий обычно

регистрируется высокий остроконечный зубец *P*, обусловленный возбуждением правого предсердия.

Индекс Макруза при гипертрофии обоих предсердий обычно не отличается от нормы. Это связано с тем, что на ЭКГ происходит одновременное увеличение продолжительности зубца *P* и сегмента *PQ*. Время активации правого и левого предсердий увеличено. Время активации правого предсердия составляет при этом больше 0,04 с, а левого предсердия — больше 0,06 с.

Электрокардиографические признаки гипертрофии обоих предсердий могут быть обусловлены комбинированной гипертрофией предсердий или их дилатацией либо их сочетанием.

Гипертрофия обоих предсердий бывает при митральных и трикуспидальных пороках сердца, сочетании хронического заболевания легких, сопровождающегося легочным сердцем, с кардиосклерозом или гипертонической болезнью, при аортально-трикуспидальных пороках сердца, врожденных пороках сердца с перегрузкой обеих его половин и т. д.

ГИПЕРТРОФИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

В норме левый желудочек приблизительно в 3 раза больше правого. При гипертрофии левого желудочка его преобладание еще больше выражено. Это связано с увеличением массы левого желудочка, обусловленным в основном утолщением и удлинением имеющихся волокон. Все это приводит к увеличению ЭДС и вектора возбуждения левого желудочка. Увеличивается также продолжительность возбуждения гипертрофированного желудочка вследствие не только его гипертрофии, но в основном и развития в желудочке дистрофических и склеротических изменений.

ХОД ВОЗБУЖДЕНИЯ ПРИ ГИПЕРТРОФИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Ход возбуждения при гипертрофии левого желудочка, так же как и в норме, можно условно разделить на несколько стадий. И в этом случае такое разделение является условным, но оно помогает разобраться в сущности происходящих явлений. На рис. изображен фронтальный разрез сердца: правый желудочек и гипертрофированные межжелудочковая перегородка и левый желудочек и электроды *V*₁ и *V*₆. В отведениях *V*₁, *V*₂ при этом обычно наблюдается *rS*, а в отведениях *V*₅, *V*₆—*QR*.

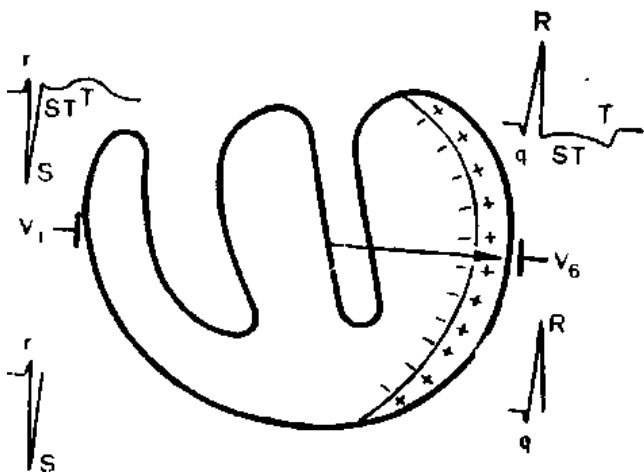


Рисунок 4. Ход волны возбуждения при гипертрофии левого желудочка

Стадия I возбуждения, как и в норме, обусловлена возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки. При гипертрофии левого желудочка гипертрофируется также левая половина межжелудочковой перегородки, вследствие чего становится еще более выраженным преобладание ее ЭДС над потенциалами правой половины перегородки. Суммарный вектор межжелудочковой перегородки в

основном обусловлен возбуждением левой ее половины, которая заряжается при этом отрицательно.

Рядом с отрицательными зарядами возникают равные по величине положительные заряды. Между отрицательными и положительными зарядами расположена изолиния. Вектор возбуждения межжелудочковой перегородки направлен от отрицательных зарядов к положительным и ориентирован слева направо (от левого к правому желудочку).

К электроду V_1 , как и в норме, обращены положительные заряды. Вектор возбуждения межжелудочковой перегородки направлен к этому электроду, поэтому гальванометр, соединенный с электродом V_1 , регистрирует зубец r . К электроду V_6 обращены отрицательные заряды возникшего электрического поля. Вектор возбуждения левой половины межжелудочковой перегородки направлен от электрода V_6 , поэтому у электрода V_6 , как и в норме, в I стадию регистрируется зубец q . В связи с гипертрофией левой половины межжелудочковой перегородки вектор ее возбуждения больше, чем в норме. Поэтому зубец q V_6 обычно большей, чем в норме, амплитуды.

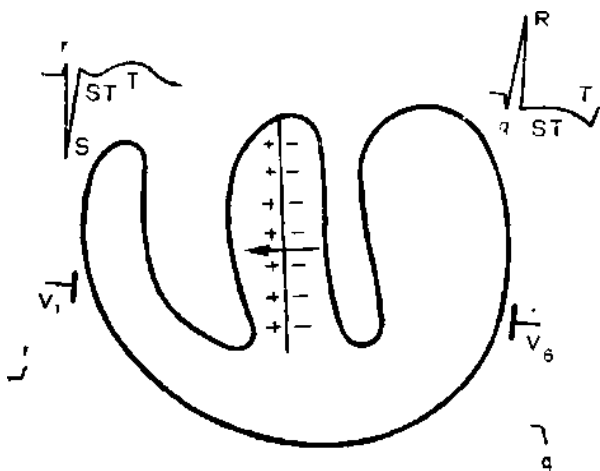


Рисунок 5. Ход возбуждения при гипертрофии левого желудочка.

Стадия I — возбуждение левой половины межжелудочковой перегородки, у электрода V_1 регистрируется r , у V_6 — q .

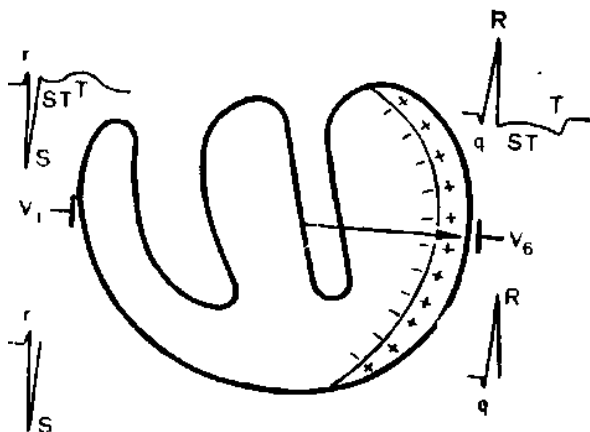


Рисунок 6. Ход возбуждения при гипертрофии левого желудочка.

Стадия II — возбуждение гипертрофированного левого желудочка. У электрода V_1 регистрируется S , у V_6 — R . ЭКГ в V_1 имеет вид rS , в V_6 — qR .

Стадия II возбуждения. Продолжается возбуждение межжелудочковой перегородки, которая, однако, становится электрически нейтральной и не влияет на суммарный вектор возбуждения сердца. Происходит возбуждение правого желудочка и гипертрофированного левого желудочка. В связи с гипертрофией левого желудочка его возбуждение в основном обуславливает суммарный вектор возбуждения. Вследствие

значительного преобладания вектора гипертрофированного левого желудочка возбуждение правого желудочка практически не оказывает влияния на ЭКГ. Поэтому II стадия в основном связана с возбуждением гипертрофированного левого желудочка.

Возбуждение левого желудочка, как и в норме, идет от эндокарда к эпикарду. Эндокардиальные участки миокарда заряжены отрицательно, эпикардиальные — положительно. Между ними расположена изолиния (см. рис.). Вектор возбуждения гипертрофированного левого желудочка направлен справа налево.

К электроду V_1 обращены отрицательные заряды возникшего электрического поля. Суммарный вектор, обусловленный возбуждением гипертрофированного левого желудочка, направлен от электрода V_1 , поэтому соединенный с ним гальванометр регистрирует зубец Sv_1 . В связи с гипертрофией левого желудочка у отведения V_1 отсутствует дальнейший подъем зубца r , наблюдаемый в норме. Это объясняется тем, что вектор гипертрофированного левого желудочка с самого начала II стадии преобладает над вектором правого желудочка. Зубец Sv_1 будет большей, чем в норме, амплитуды за счет увеличения ЭДС гипертрофированного левого желудочка. В момент охвата возбуждением максимального количества мышечных волокон левого желудочка регистрируется наибольшая амплитуда спуска зубца. Затем, по мере того как возбуждением в единицу времени будет охватываться все меньшее количество мышечных волокон, кривая, постепенно возвращаясь к изолинии, достигнет ее в тот момент, когда возбуждение в левом желудочке закончится. Ширина зубца S больше, чем в норме, так как возбуждение гипертрофированного левого желудочка продолжается дольше, чем у здоровых людей. Итак, во II стадию у электрода V_1 регистрируется глубокий и несколько уширенный зубец S большей, чем в норме, амплитуды.

К электроду V_6 обращены положительные заряды возникшего электрического поля. Суммарный вектор возбуждения направлен к электроду V_6 , у которого регистрируется зубец R . Зубец Rv_6 большей, чем в норме, амплитуды, так как гипертрофированный левый желудочек создает большую, чем в норме, ЭДС. Зубец Rv_6 несколько уширен за счет более длительного возбуждения гипертрофированного левого желудочка. В момент охвата возбуждением в единицу времени максимального количества мышечных волокон регистрируется вершина зубца Rv_6 . Затем кривая постепенно снижается к изолинии. Чем больше гипертрофия левого желудочка, тем больше амплитуда зубца Rv_6 .

Итак, во II стадию возбуждения у электрода V_6 регистрируется высокий зубец R , большей чем в норме, амплитуды и несколько уширенный.

В большинстве случаев процесс возбуждения при гипертрофии левого желудочка можно ограничить этими двумя стадиями.

ПРОЦЕСС РЕПОЛЯРИЗАЦИИ

При гипертрофии левого желудочка процесс реполяризации в правом желудочке начинается в обычное время, как и в норме, у эпикарда и распространяется к эндокарду. У эпикарда правого желудочка возникают при этом положительные заряды. Рядом с ними появляются отрицательные заряды. Вектор реполяризации в правом желудочке направлен слева направо (от отрицательных к положительным зарядам). Процесс реполяризации в гипертрофированном левом желудочке начинается в тот период, когда не закончилось еще возбуждение у его эпикарда. Это обусловлено более длительным распространением волны возбуждения в гипертрофированном желудочке.

В связи с этим процесс реполяризации в левом желудочке начинается у его эндокарда и распространяется к эпикарду. Эндокардиальные участки левого желудочка заряжаются при этом положительно. Вектор реполяризации левого желудочка направлен слева направо (от отрицательных зарядов к положительным). Таким образом, векторы реполяризации в обоих желудочках имеют одинаковую ориентацию и направлены слева направо.

В момент окончания возбуждения в левом желудочке у электродов V_1 и V_6 регистрируется сегмент ST , который при гипертрофии левого желудочка не расположен

на изолинии, как в норме. В момент окончания возбуждения в левом желудочке на электрод V_1 будут действовать положительные заряды начавшейся реполяризации в правом и левом желудочках. Векторы реполяризации в обоих желудочках направлены к электроду V_1 , поэтому сегмент $-ST_{V_1}$ расположен выше изолинии.

Наоборот, в момент окончания возбуждения в левом желудочке на электрод V_6 действуют отрицательные заряды, связанные с начавшейся уже реполяризацией в правом и левом желудочках. Векторы реполяризации в правом и левом желудочках направлены от электрода V_6 , поэтому гальванометр, соединенный с этим электродом, регистрирует снижение сегмента ST_{V_6} ниже изолинии. Итак, сегмент ST_{V_1} расположен выше изолинии, а сегмент ST_{V_6} — ниже изолинии.

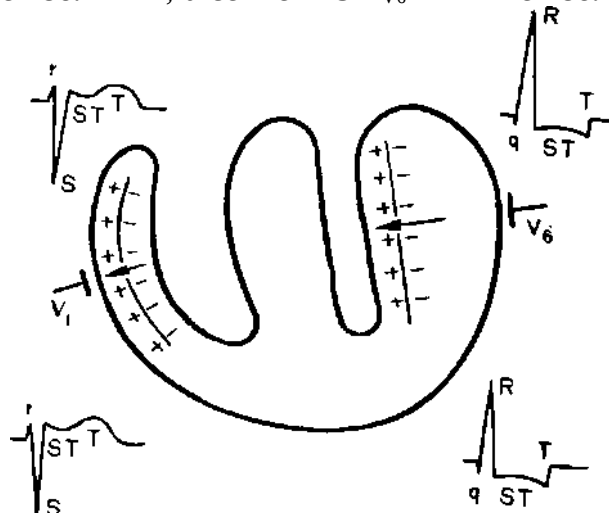


Рисунок 7. Процесс реполяризации при гипертрофии левого желудочка.

Во время реполяризации в правом желудочке на электрод V_1 действуют положительные заряды. Вектор реполяризации правого желудочка направлен к этому электроду, поэтому зубец T_{V_1} — положительный и большей, чем в норме, амплитуды. Это обусловлено тем, что действие положительных зарядов правого желудочка на этот электрод усиливается влиянием положительных зарядов левого желудочка. Оба вектора — и правого, и левого желудочка — направлены к электроду V_1 .

Во время реполяризации в левом желудочке к электроду V_6 обращены отрицательные заряды. Вектор реполяризации левого желудочка направлен от этого электрода, поэтому зубец S_{V_6} отрицательный. Волна реполяризации постепенно приближается к электроду V_6 . В связи с этим на электрод V_6 постепенно оказывает влияние все больший и больший отрицательный заряд. Максимальный отрицательный заряд действует на этот электрод в конце реполяризации, когда волна восстановления расположена в непосредственной близости от электрода V_6 . Поэтому зубец T_{V_6} асимметричный.

Таким образом, сегмент ST_{V_1} , расположен выше изолинии, T_{V_1} положительный; сегмент ST_{V_6} находится ниже изолинии T_{V_6} отрицательный и асимметричный.

ГИПЕРТРОФИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Гипертрофия правого желудочка диагностируется с помощью электрокардиографии с большим трудом. Нередко она не проявляется на ЭКГ. Это связано с тем, что в норме левый желудочек значительно больше правого. Поэтому суммарный вектор возбуждения сердца в основном обусловлен возбуждением более мощного левого желудочка и его ЭДС преобладает над потенциалами правого желудочка. Существует даже мнение, что гипертрофия правого желудочка определяется на ЭКГ только в тех случаях, когда правый желудочек равен левому или больше него. Особенно большие трудности возникают при диагностике начальных стадий

гипертрофии этого отдела сердца. Диагноз выраженной гипертрофии правого желудочка ставится легче.

При гипертрофии правого желудочка увеличивается ЭДС этого отдела сердца и вектор его возбуждения. Удлиняется продолжительность возбуждения желудочка. Одновременно с гипертрофией правого желудочка гипертрофируется правая половина межжелудочковой перегородки. Меняется положение сердца в полости грудной клетки.

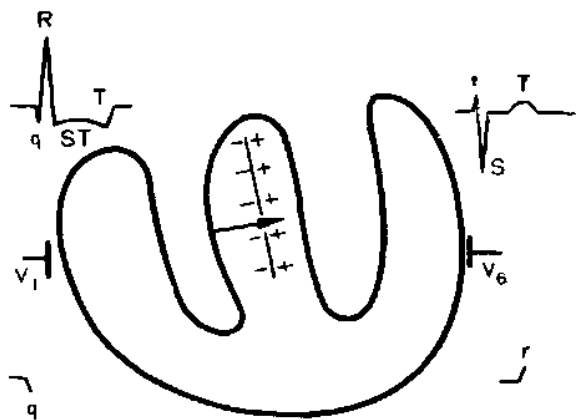


Рисунок 8. Ход возбуждения при резко выраженной гипертрофии правого желудочка.

Стадия I — возбуждение правой половины межжелудочковой перегородки приводит к регистрации q и r .

Различают несколько вариантов гипертрофии правого желудочка. Первый вариант — резко выраженная гипертрофия правого желудочка (правый желудочек больше левого). Второй вариант — правый желудочек гипертрофирован, но меньше левого, однако возбуждение в нем течет замедленно, дольше, чем в левом желудочке. Умеренную гипертрофию правого желудочка, когда он значительно меньше левого, можно рассматривать как третий вариант его гипертрофии.

РЕЗКО ВЫРАЖЕННАЯ ГИПЕРТРОФИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА — ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК БОЛЬШЕ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Стадия I возбуждения. В связи с резко выраженной гипертрофией правого желудочка и правой половины межжелудочковой перегородки масса правой половины перегородки превалирует над левой ее половиной. Правая половина перегородки создает большую ЭДС, чем левая. Вектор возбуждения правой половины межжелудочковой перегородки преобладает над вектором возбуждения ее левой половины. В связи с этим суммарный вектор возбуждения в эту стадию в основном определяется возбуждением правой половины межжелудочковой перегородки. Таким образом, I стадия обусловлена возбуждением правой половины межжелудочковой перегородки. Правая половина перегородки заряжается при этом отрицательно. Рядом возникают равные по величине положительные заряды. Вектор возбуждения межжелудочковой перегородки направлен *справа налево*, т. е. его ориентация противоположна направлению волны возбуждения в норме.

К электроду V_1 обращены отрицательные заряды возникшего электрического поля. Вектор возбуждения правой половины межжелудочковой перегородки направлен от электрода V_1 , поэтому гальванометр, соединенный с этим электродом, регистрирует зубец qv_1 .

К электроду V_6 обращены положительные заряды, образующиеся при возбуждении межжелудочковой перегородки. Вектор ее возбуждения направлен к электроду V_6 . Это приводит к регистрации зубца SV_6 .

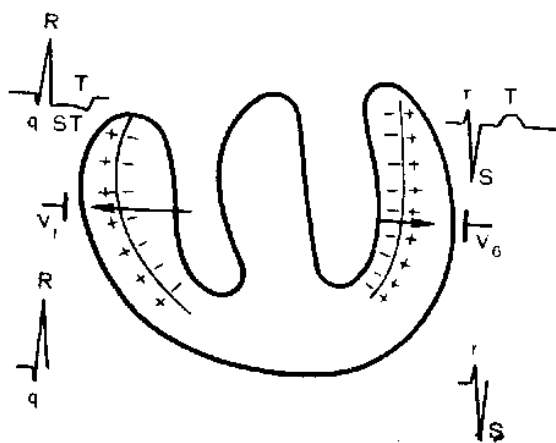


Рисунок 9. Ход возбуждения при резко выраженной гипертрофии правого желудочка. Стадия II — возбуждение гипертрофированного правого и левого желудочков.

Стадия II возбуждения. Межжелудочковая перегородка становится электрически нейтральной и практически не влияет на регистрируемую ЭКГ. Происходит возбуждение левого желудочка и гипертрофированного правого желудочка. Волна возбуждения в обоих желудочках идет от эндокарда к эпикарду. Вектор возбуждения гипертрофированного правого желудочка направлен слева направо. Наоборот, вектор возбуждения левого желудочка ориентирован справа налево.

Таким образом, во II стадию взаимодействуют два вектора правого и левого желудочков, направленные в противоположные стороны. Суммарный вектор возбуждения в основном обусловлен возбуждением гипертрофированного правого желудочка и направлен слева направо. Направление суммарного вектора возбуждения противоположно ориентации его в эту стадию в норме.

К электроду V_1 обращены положительные заряды, образующиеся при возбуждении правого желудочка. Суммарный вектор возбуждения направлен к электроду V_1 . Поэтому гальванометр, соединенный с этим электродом, регистрирует зубец R_{V_1} . В момент охвата возбуждением максимального количества мышечных волокон правого желудочка регистрируется вершина зубца R_{V_1} . Затем кривая постепенно опускается вниз к изолинии. Высота зубца R_{V_1} обычно меньше амплитуды R_{V_6} , регистрируемого в норме. Это обусловлено значительным противодействием суммарному вектору возбуждения со стороны вектора возбуждения левого желудочка, создающего достаточно мощную ЭДС. В то же время, чем больше гипертрофия правого желудочка, тем больше высота зубца R_{V_6} , и наоборот.

Итак, у электрода V_1 во II стадию регистрируется зубец R .

К электроду V_6 в этот момент обращены отрицательные заряды, образующиеся при возбуждении гипертрофированного правого желудочка. Суммарный вектор возбуждения желудочков сердца направлен от электрода V_6 , что приводит к регистрации глубокого зубца S_{V_6} . Однако в начале II стадии, когда еще нет заметного преобладания вектора гипертрофированного правого желудочка, за счет начального возбуждения достаточно мощного левого желудочка регистрируется небольшой дальнейший подъем зубца $r(R)_{V_6}$. Он обусловлен влиянием положительных зарядов и вектора возбуждения левого желудочка, которые близко расположены к электроду V_6 . В следующий момент времени начинает преобладать вектор возбуждения гипертрофированного правого желудочка, обуславливающий суммарный вектор возбуждения в эту стадию. Влияние этого вектора вызывает регистрацию глубокого S_{V_6} . Наибольшая амплитуда спуска зубца S_{V_6} наблюдается в тот момент, когда возбуждением в единицу времени охвачено максимальное количество волокон правого желудочка. Чем больше гипертрофия правого желудочка, тем больше амплитуда S_{V_6} , и

наоборот. В то же время, чем больше гипертрофия правого желудочка, тем меньше высота зубца S_{V_6} и наоборот. По мере того как возбуждением в единицу времени охватывается все меньшее количество мышечных волокон, кривая, регистрируемая у электрода V_6 , постепенно возвращается к изолинии. Таким образом, у электрода V_6 во II стадию регистрируется небольшой дальнейший подъем зубца r , а затем глубокий зубец S .

Следовательно, при резко выраженной гипертрофии правого желудочка в отведении V_1 ЭКГ обычно имеет вид qR или R . Зубец R_{V_1} связан с возбуждением гипертрофированной правой половины межжелудочковой перегородки. Если нет заметного преобладания вектора правой половины межжелудочковой перегородки над вектором левой ее половины, т. е. оба вектора приблизительно равны, зубец q_{V_1} может отсутствовать. Зубец R_{V_1} связан с возбуждением гипертрофированного правого желудочка.

В отведении V_6 обычно ЭКГ имеет вид rS или RS , реже Rs (с выраженным глубоким зубцом S). Зубец $r(R)_{V_1}$ обусловлен возбуждением правой половины межжелудочковой перегородки и начальным возбуждением левого желудочка. Зубец $S(s)_{V_6}$ записывается во время деполяризации гипертрофированного правого желудочка. Чем больше гипертрофия правого желудочка, тем больше высота R_{V_1} и тем глубже S_{V_6} .

Процесс реполяризации в левом желудочке, как и в норме, начинается у эпикарда и распространяется к эндокарду. Эпикардиальные участки желудочка заряжаются положительно, а эндокардиальные — отрицательно. Вектор реполяризации левого желудочка направлен справа налево. Реполяризация в правом желудочке начинается у эндокарда в то время, когда не закончилось еще возбуждение у его эпикарда. Это связано с замедленным распространением возбуждения в гипертрофированном правом желудочке. Волна реполяризации в правом желудочке распространяется от эндокарда к эпикарду. Эндокардиальные участки правого желудочка заряжены положительно. Рядом с ними возникают равные по величине отрицательные заряды. Вектор реполяризации правого желудочка также направлен справа налево.

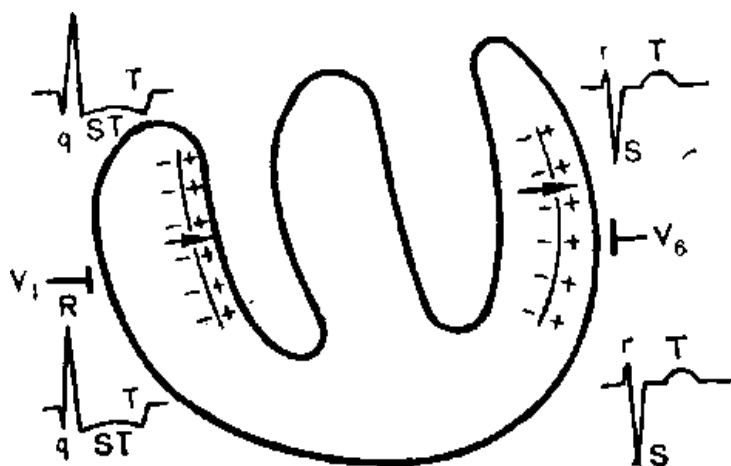


Рисунок 10. Процесс реполяризации при гипертрофии правого желудочка.

В момент окончания возбуждения желудочков регистрируется сегмент ST_{V_1, V_6} . Он не будет расположен на изолинии, как в норме, так как на электроды V_1 и V_6 будет действовать в этот период электрическое поле начавшегося уже восстановления в правом и левом желудочках.

В момент окончания возбуждения в желудочках на электрод V_1 воздействуют отрицательные заряды, связанные с начавшейся уже реполяризацией в правом и левом, желудочках. Векторы реполяризации обоих желудочков направлены от электрода V_1 ,

поэтому сегмент ST V_1 расположен ниже изолинии. Сегмент ST у электрода V_6 находится выше изолинии. Это обусловлено тем, что на электрод V_6 в этот период действуют положительные заряды, образующиеся при начальной реполяризации в левом и правом желудочках. Векторы восстановления обоих желудочков направлены к этому электроду.

Во время реполяризации в правом желудочке к электроду V_1 ориентированы отрицательные заряды, образующиеся при реполяризации желудочка, поэтому зубец V_1 отрицательный. Наибольшая его негативность наблюдается в конце зубца T V_1 , так как максимальный отрицательный заряд оказывает влияние на этот электрод в конце реполяризации; в связи с этим зубец T V_1 отрицательный асимметричный. Наоборот, зубец T у электрода V_6 положительный. Регистрация положительного T V_6 определяется тем, что во время реполяризации в левом желудочке к электроду V_6 обращены положительные заряды, и вектор реполяризации направлен к этому электроду.

Таким образом, при выраженной гипертрофии правого желудочка сегмент ST V_1 , расположен ниже изолинии, T V_1 отрицательный асимметричный, сегмент ST в отведении V_6 приподнят над изолинией, T V_6 положительный.

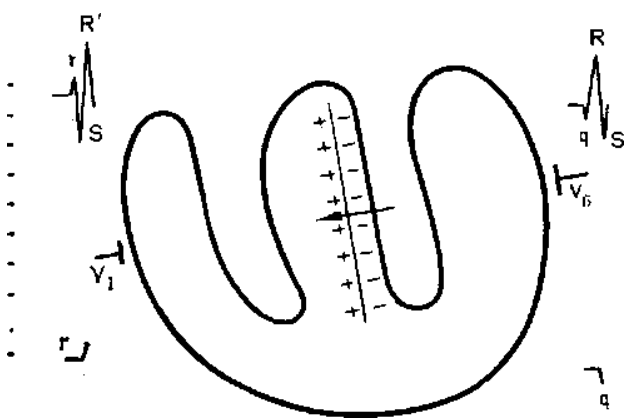


Рисунок 11. Гипертрофия правого желудочка с замедленным его возбуждением. Стадия I — возбуждение левой половины межжелудочковой перегородки.

ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК МЕНЬШЕ ЛЕВОГО, НО ВОЗБУЖДЕНИЕ В НЕМ ТЕЧЕТ ЗАМЕДЛЕННО

Второй вариант гипертрофии правого желудочка соответствует случаям менее выраженной гипертрофии желудочка, когда правый желудочек меньше левого. Для этого варианта характерно замедленное распространение возбуждения по правому желудочку в связи с его гипертрофией и развитием дистрофических и склеротических процессов в его миокарде. Продолжительность возбуждения в правом желудочке при этом варианте дольше, чем в левом желудочке. Это характерный признак данного варианта гипертрофии правого желудочка.

На рис. представлены гипертрофированный правый желудочек, межжелудочковая перегородка и левый желудочек, масса правого желудочка меньше левого.

Стадия I возбуждения. В связи с тем, что левый желудочек больше правого, левая половина межжелудочковой перегородки больше правой. Левая половина перегородки создает большую ЭДС, чем правая ее половина. Поэтому I стадия, как и в норме, обусловлена возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки, что и определяет суммарный вектор возбуждения. Левая половина межжелудочковой перегородки заряжена отрицательно, рядом возникает равный по величине положительный заряд. Вектор возбуждения левой половины межжелудочковой Перегородки направлен *слева направо*.

К электроду V_1 ориентированы положительные заряды возникшего электрического поля. Вектор возбуждения направлен к этому электроду, что приводит к регистрации,

как и в норме, зубца r V_1 . К электроду V_6 обращены отрицательные заряды. Вектор возбуждения ориентирован от электрода V_6 , в связи с чем у этого электрода регистрируется зубец qV_6 . Вследствие сопутствующей гипертрофии правой половины межжелудочковой перегородки значительного преобладания вектора левой ее половины часто может и не быть. В этих случаях q V_6 меньшей, чем в норме, амплитуды. Следовательно, в I стадию регистрируются зубцы r V_1 и q V_6 .

Стадия II возбуждения. Во II стадию происходит возбуждение правого и левого желудочков. Эндокардиальные участки желудочков заряжаются отрицательно, а эпикардиальные — положительно. Вектор возбуждения правого желудочка направлен слева направо. Вектор возбуждения левого желудочка обусловлен в основном возбуждением более мощного левого желудочка и направлен *справа налево*.

Во время возбуждения левого желудочка к электроду V_6 обращены положительные заряды. Суммарный вектор возбуждения желудочков направлен к электроду V_6 , поэтому гальванометр, соединенный с этим электродом, регистрирует зубец R V_6 . Высота зубца R V_6 меньше, чем в норме, так как вектор возбуждения левого желудочка встречает значительное противодействие со стороны вектора гипертрофированного правого желудочка.

Гипертрофированный правый желудочек создает большую, чем в норме, ЭДС. Вектор его возбуждения и положительно заряженное поле близко расположены к электроду V_1 . Поэтому в начале II стадии возбуждение правого желудочка оказывает большее, чем в норме, влияние на электрод V_1 . Это приводит к большему, чем в норме, дальнейшему подъему зубца r V_1 . Однако в следующий момент времени за счет суммарного вектора возбуждения, связанного с возбуждением левого желудочка, у электрода V_1 записывается зубец S . Зубец S v_1 , обусловлен воздействием на электрод V_1 отрицательных зарядов, образующихся при возбуждении левого желудочка, и направлением суммарного вектора возбуждения от электрода V_1 .

Зубец Sv_1 может быть малой или относительно большой амплитуды. Глубина его, как правило, меньше, чем в норме, так как вектору возбуждения левого желудочка оказывает противодействие вектор возбуждения гипертрофированного правого желудочка. При выраженной гипертрофии правого желудочка вектора возбуждения левого желудочка зубец Sv_1 глубокий. В этом случае имеется лишь сравнительно умеренная гипертрофия правого желудочка. Наибольший спуск зубца $S(s)$ v_1 регистрируется в тот момент, когда возбуждением в единицу времени охвачено максимальное количество волокон левого желудочка. Затем кривая постепенно поднимается к изолинии.

Итак, во II стадию регистрируются следующие зубцы ЭКГ: у электрода V_1 — rs или rS , у электрода V_6 — R .

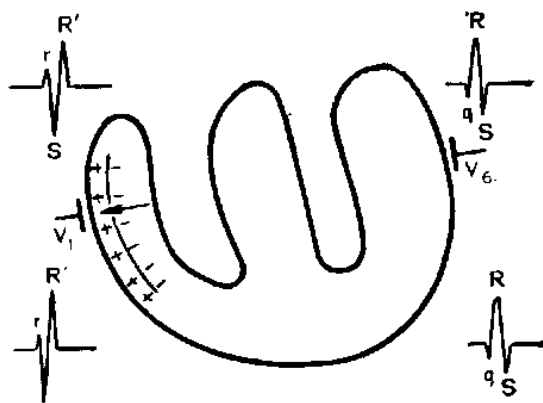


Рисунок 12. Гипертрофия правого желудочка с замедленным его возбуждением.

Стадия II — возбуждение правого и левого желудочков.

Стадия III возбуждения. В связи с тем, что возбуждение в гипертрофированном правом желудочке течет замедленно, оно продолжается и после

окончания возбуждения в левом желудочке. Это связано с развитием дистрофических и склеротических процессов в желудочке. Итак, III стадия — *конечное возбуждение гипертрофированного правого желудочка*. Вектор конечного возбуждения правого желудочка направлен *слева направо*. Эндокардиальные участки желудочка заряжены отрицательно, эпикардиальные — положительно.

К электроду V_1 в III стадию обращены положительные заряды. Вектор конечного возбуждения правого желудочка направлен к электроду V_1 . Это приводит к регистрации зубца $rSR' V_1$. Зубец R' , который фиксируется у электрода V_1 , большой амплитуды.

К электроду V_6 ориентированы отрицательные заряды электрического поля. Вектор конечного возбуждения правого желудочка направлен от электрода V_6 , поэтому гальванометр, соединенный с этим электродом, регистрирует зубец $S V_6$.

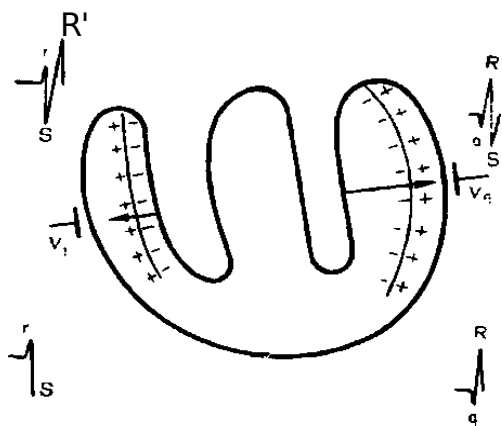


Рисунок 13. Гипертрофия правого желудочка с замедленным его возбуждением. Стадия III — *конечное возбуждение правого желудочка*.

Таким образом, при этом варианте гипертрофии правого желудочка у электрода V_1 комплекс QRS имеет вид rsR' или rSR' . Зубец $r V_1$ обусловлен возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки и начальным возбуждением правого желудочка. Зубцы $S V_1$ или $s V_1$ связаны с возбуждением левого желудочка. Высокий зубец $R' V_1$ регистрируется во время конечного возбуждения правого желудочка. У электрода V_6 записывается ЭКГ типа qRS . Зубец $q V_6$ связан с возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки. Зубец Rv_6 регистрируется во время возбуждения левого желудочка, и зубец $S V_6$ обусловлен конечным возбуждением правого желудочка.

УМЕРЕННАЯ ГИПЕРТРОФИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

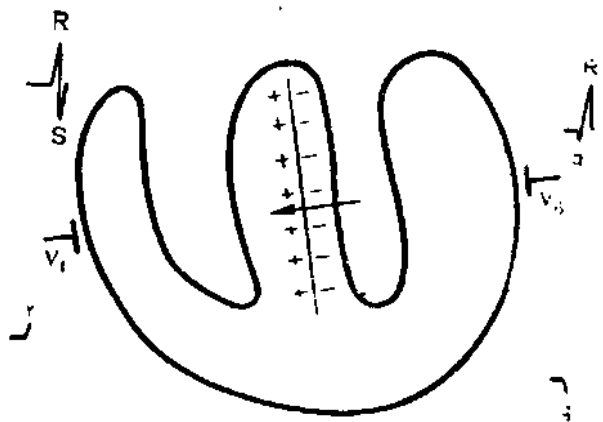


Рисунок 14. Ход возбуждения при умеренной гипертрофии правого желудочка/ Стадия I — *возбуждение левой половины межжелудочковой перегородки*.

Третий вариант представляет собой умеренную гипертрофию правого желудочка, когда правый желудочек значительно меньше левого.

Стадия I возбуждения. Как и в норме, I стадия обусловлена возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки. Левая половина межжелудочковой перегородки заряжается отрицательно, правая — положительно. Вектор возбуждения левой половины межжелудочковой перегородки направлен *слева направо*. Как и в норме, у электрода V_1 записывается зубец r , а у электрода V_6 — зубец q . Регистрация зубца r V_1 , объясняется тем, что к этому электроду обращены положительные заряды, и вектор возбуждения направлен к этому электроду. Зубец q V_6 регистрируется вследствие того, что к электроду V_6 ориентированы отрицательные заряды, и вектор возбуждения левой половины межжелудочковой перегородки направлен от этого электрода.

Таким образом, в I стадию регистрируются зубцы r V_1 и q V_6 , что соответствует норме.

Стадия II возбуждения в основном протекает так же, как и в норме.

Во II стадию наблюдается возбуждение правого и левого желудочков, которое идет от эндокарда к эпикарду. Вектор возбуждения правого желудочка направлен *слева направо*, вектор возбуждения левого желудочка — *справа налево*. Суммарный вектор обусловлен в основном возбуждением более мощного левого желудочка и направлен *справа налево*.

Суммарный вектор возбуждения желудочков сердца обращен к электроду V_6 . К этому электроду ориентированы положительные заряды, образующиеся при возбуждении левого желудочка, поэтому у электрода V_6 регистрируется зубец R несколько меньшей, чем в норме, амплитуды, так как вектор возбуждения левого желудочка встречает значительное противодействие со стороны вектора возбуждения гипертрофированного правого желудочка.

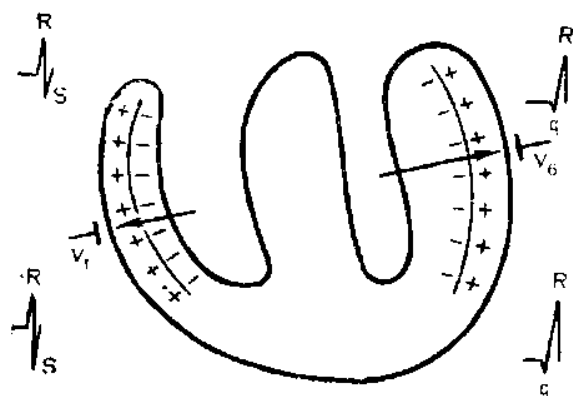


Рисунок 15. Ход возбуждения при умеренной гипертрофии правого желудочка. Стадия II — возбуждение правого и левого желудочков.

В связи с гипертрофией правого желудочка возбуждение его оказывает большее, чем в норме, влияние на электрод V_1 . Результатом этого является дальнейшее увеличение зубца r или большая, чем в норме, амплитуда R V_1 , что обусловлено влиянием на электрод V_1 положительных зарядов, образующихся при возбуждении гипертрофированного правого желудочка. Вектор возбуждения правого желудочка близко расположен к электроду V_1 и направлен к нему. Все это и приводит к доминирующему влиянию возбуждения гипертрофированного правого желудочка на электрод V_1 в начале II стадии. Однако в следующий момент времени начинается заметное преобладание суммарного вектора возбуждения, обусловленного возбуждением более мощного левого желудочка. Суммарный вектор возбуждения направлен от электрода V_1 . К этому электроду ориентированы отрицательные заряды, образующиеся при возбуждении левого желудочка, что приводит к регистрации зубца S_{V1} . Этот зубец несколько меньшей, чем в норме, амплитуды за счет значительного противодействия суммарному вектору возбуждения со стороны вектора

гипертрофированного правого желудочка. Следовательно, во II стадию у электрода V_1 фиксируют зубцы rS или RS , а у электрода V_6 — зубец R .

Таким образом, анализ хода возбуждения при умеренной гипертрофии правого желудочка показывает, что у электрода V_1 регистрируется ЭКГ типа rS или RS , или Rs . Зубец $r(R)V_1$ обусловлен возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки и начальным возбуждением гипертрофированного правого желудочка. В связи с этим высота его больше, чем в норме. Зубец $S(s) V_1$ связан с возбуждением левого желудочка. Амплитуда его меньше, чем в норме. У электрода V_6 фиксируется ЭКГ типа qR , где зубец q обусловлен возбуждением левой половины межжелудочковой перегородки, и зубец R — возбуждением левого желудочка.

Задание №5.

Подготовьте неясные вопросы и положения для выяснения их на практическом занятии!