

Электровекторкардиографическая диагностика гипертрофии правого желудочка у больных легочной гипертензией

Пособие для практикующих врачей

Г. В. Рябыкина, Е. В. Блинова, Т. А. Сахнова

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Минздрава России, г. Москва

Electrovectrocardiographic diagnosis of right ventricular hypertrophy in patients with pulmonary hypertension. Practitioners' manual

G. V. Ryabykina, E. V. Blinova, T. A. Sakhnova

Russian Cardiology Research and Production Complex, Moscow, Russia

В пособии представлены данные о возможностях, преимуществах и ограничениях электрокардиографического и векторкардиографического методов в диагностике гипертрофии правых отделов сердца у больных с легочной гипертензией. Указано оборудование для регистрации ЭКГ, ВКГ и ДЭКАРТО, особенности проведения методики исследования. Описаны особенности предсердно-желудочкового комплекса у больных легочной гипертензией на разных этапах развития болезни. В сравнительном аспекте показаны диагностические возможности метода ЭКГ-12 и ВКГ и ДЭКАРТО при увеличении правых отделов сердца. Специально оценено значение изменений фазы реполяризации (ускорения процесса реполяризации) и индекса активации правого желудочка при использовании метода дипольной электрокардиотопографии. Даны материалы по подготовке специалиста в области функциональной диагностики. В приложении представлены примеры ЭКГ, ВКГ и ДЭКАРТО, и даны образцы расшифровки ЭКГ и ВКГ при наличии признаков гипертрофии правого желудочка.

Оглавление

Глава 1. Электрокардиографическая диагностика гипертрофии правого желудочка у больных легочной гипертензией

- 1.1. Возможности и преимущества электрокардиографического метода в диагностике гипертрофии правых отделов сердца
- 1.2. Ограничения метода
- 1.3. Оборудование для регистрации ЭКГ и ВКГ
- 1.4. Методика исследования
- 1.5. Клинико-синдромальная электрокардиографическая диагностика при легочной гипертензии
- 1.6. Рекомендуемый протокол заключения

Рекомендуемая литература

Глава 2. Использование комплексного анализа ортогональных отведений электрокардиограммы в диагностике гипертрофии правого желудочка у больных легочной гипертензией

- 2.1. Показания к применению метода
- 2.2. Материально-техническое обеспечение метода
- 2.3. Описание метода Системы отведений
 - Способы визуализации сигналов ортогональной электрокардиограммы
 - Изменения ортогональной электрокардиограммы при ГПЖ
 - Количественные параметры сигналов ортогональной электрокардиограммы
 - Увеличение правого предсердия
- 2.4. Эффективность
- 2.5. Подготовка специалиста

Рекомендуемая литература

Глава I. Электрокардиографическая диагностика гипертрофии правого желудочка у больных легочной гипертензией

Легочная гипертензия (ЛГ) является гемодинамическим и патофизиологическим состоянием, которое может наблюдаться при нескольких клинических статусах. Диагностическим критерием ЛГ является повышение среднего давления в ЛА ($\text{ДЛА}_{\text{ср}}$) более 25 мм рт. ст. в покое по данным катетеризации правых отделов сердца. ЛГ можно обнаружить как при патологии левых отделов сердца, так и поражении дыхательной системы и (или) гипоксемии, рецидивирующей тромбоэмболии в систему легочной артерии и при других редких заболеваниях.

Еще одна группа ЛГ — легочная артериальная гипертензия (ЛАГ) является клиническим состоянием, которое характеризуется наличием предкапиллярной ЛГ при отсутствии вышеперечисленных причин. Последняя представляет особый интерес в связи с трудностями диагностики и крайне неблагоприятным прогнозом заболевания [3, 4]. ЛГ приводит к правожелудочковой недостаточности. Причины быстрой декомпенсации подобных больных кроются в известных фактах большего влияния нарушения функции правого желудочка, чем левого на функциональное состояние и прогноз заболевания [9].

Электрокардиографический метод это первый инструментальный метод, с которым сталкивается пациент при начальном обследовании. Информативность его позволяет выявить больных группы риска, а в развернутых стадиях заболевания поставить диагноз перегрузки правых отделов сердца.

1.1. Возможности и преимущества электрокардиографического метода в диагностике гипертрофии правых отделов сердца

По данным рекомендаций по диагностике и лечению легочной гипертензии Европейского общества кардиологов, электрокардиография относится к обязательным лабораторно-инструментальным методам исследования у больных легочной гипертензией, а согласно рекомендациям Российского медицинского общества по артериальной гипертензии и Российского научного общества по изучению легочной гипертензии помимо электрокардиографии к обязательным методам обследования относится также и векторкардиография.

Изменения ЭКГ при легочной гипертензии (ЛГ) имеют три главных набора признаков: 1) отклонение электрической оси сердца вправо; 2) изменения предсердного компонента по типу *R-pulmonale* и 3) признаки гипертрофии правого желудочка с признаками напряжения миокарда правого желудочка. Электрокардиографическая диагностика гипертрофии камер сердца до сих пор остается важным объективным клиническим методом. Следует заметить, что термину «гипертрофия» отдается предпочтение, хотя используют также термин «увеличение» камер сердца, однако «увеличение» может подразумевать

увеличение объема без концентрической гипертрофии [5]. Электрокардиографические критерии желудочковой гипертрофии ассоциируются с увеличением амплитуды и продолжительности комплекса QRS, изменениями его конечной части. Эти изменения имеют прямые или не прямые корреляции с размерами или массой миокарда, что позволяет разрабатывать электрокардиографические критерии для диагностики гипертрофии.

При легочном сердце длительная перегрузка правого желудочка давлением приводит к снижению его сократимости и, как следствие, к правожелудочковой недостаточности. Растет давление в правом предсердии, увеличивается конечное диастолическое давление в правом желудочке. Межжелудочковая перегородка начинает выпячиваться в полость левого желудочка, что, в свою очередь, приводит к нарушению диастолической функции левого желудочка.

Гипертрофия правого предсердия, а точнее сказать, его дилатация и перегрузка развиваются довольно быстро в связи с малой толщиной мышечного слоя предсердия, большой податливостью его стенок, относительно большим объемом полости и большим резервным объемом системы малого круга кровообращения.

Анатомически за гипертрофию правого желудочка принимают увеличение толщины стенки до 5 мм и более. Масса гипертрофированного правого желудочка более 70 г, что составляет 30 % массы сердца. Отношение массы левого желудочка вместе с межжелудочковой перегородкой к массе правого желудочка при его гипертрофии равно 2 : 1. Развитие гипертрофии правого желудочка сопровождается рядом изменений геометрической формы сердца и соотношений отделов сердца и стенки грудной клетки.

На ранней стадии формирования гипертрофии правого желудочка развивается гипертрофия лишь в структурах области пути оттока. Это первоначальное включение пульмонального конуса, наджелудочкового гребешка, базальных отделов желудочка и межжелудочковой перегородки. Создающаяся таким путем неравномерность утолщения стенок искажает размеры полости и геометрические свойства собственно правого желудочка, что приводит к смещению центра тяжести и ротации сердца вокруг продольной оси левым желудочком назад и вокруг поперечной оси верхушкой кзади. В результате расширяется зона прилегания правого желудочка к передней стенке грудной клетки. На поздних этапах гипертрофии правого желудочка присоединяется гипертрофия области пути притока (гипертрофия свободной стенки правого желудочка).

Вторичные изменения конечной части желудочкового комплекса в виде депрессии сегмента ST и отрицательного зубца T наблюдаются в правых прекардиальных отведениях. В основе этих нарушений лежит более медленное распространение волны деполяризации от эндокарда к эпикарду и вследствие этого появление волны реполяризации не в эпикардиальных, а в эндокардиальных слоях. Эти изменения могут не сопровождаться изменениями комплекса QRS. На основании этих изменений можно сделать заключение либо об ишемии правого желудочка, либо о его «перенапряжении».

При сочетании признаков перенапряжения с изменениями комплекса QRS говорят о перегрузках миокарда правого желудочка.

Существует понятие систолической и диастолической перегрузки правого желудочка. Условия, при которых правый желудочек работает против повышенного сопротивления (на ЭКГ регистрируется высокий R и инвертированный T в правых прекардиальных и в отведениях II, III, aVF), приводят к систолической перегрузке. Клинически систолическая перегрузка выявляется при стенозе легочного ствола, митральном стенозе, хроническом легочном сердце, гипертензии малого круга кровообращения. Диастолическая перегрузка развивается при одновременной гипертрофии стенки правого желудочка и дилатации его полости, на ЭКГ она проявляется неполной или полной блокадой правой ножки пучка Гиса и может не сопровождаться повышенным вольтажом зубца R в правых прекардиальных отведениях. Диастолическая перегрузка развивается чаще всего при трикуспидальной недостаточности и дефекте межпредсердной перегородки.

Однако в дальнейших исследованиях [4] не было получено четкой корреляционной зависимости электрокардиографического типа перегрузки от анатомического субстрата, что послужило поводом для более осторожного использования этих терминов. В настоящее время предлагается отдавать предпочтение термину «вторичные изменения ST-T» [5].

По доступности и затратам метод ЭКГ превосходит методы ЭхоКГ и тем более МРТ. Главным преимуществом является общедоступность метода. На современном этапе методы ЭКГ, ВКГ и ДЭКARTO могут использоваться дистанционно, что делает их доступными в любых регионах и на любой удаленности от центральных медицинских учреждений.

1.2. Ограничения метода

Электрокардиографический метод диагностики ГПЖ имеет низкую чувствительность при высокой специфичности. Показатели чувствительности зависят от контингента обследуемых больных. По данным рекомендаций по диагностике и лечению легочной гипертензии Европейского общества кардиологов, наиболее чувствительным показателем оказался показатель «отклонение ЭОС вправо»: он присутствует у 87 % пациентов при наличии ГПЖ и у 79 % пациентов с идиопатической легочной гипертензией. Однако отсутствие этого признака не исключает ни наличия ГПЖ, ни серьезных гемодинамических нарушений. По данным рекомендаций, чувствительность метода ЭКГ в диагностике ГПЖ составляет 55 % при специфичности 70 %.

1.3. Оборудование для регистрации ЭКГ и ВКГ

Для электрокардиографической диагностики ГПЖ и признаков перегрузки правых отделов сердца подходят любые электрокардиографы, отвечающие медико-техническим требованиям стандартных документов ГОСТов. Однако для осуществления одновременного электро-

кардиографического и векторного анализа необходимо использовать системы, располагающие программным обеспечением как ЭКГ, так и ВКГ-анализа. Для этой цели в РКНПК использовалась система Easy EGG, позволяющая при дистанционной регистрации ЭКГ осуществлять централизованный анализ данных.

Приборное обеспечение состояло из регистрирующего блока приборов, регистрирующих ЭКГ и передающих ЭКГ в централизованную систему приема, архивирования и анализа ЭКГ (ЦСАЭ) и анализирующего блока (то есть собственно ЦСАЭ).

Регистрирующий блок — это мобильный регистратор (МР) ЭКГ, передающий ЭКГ для дальнейшего анализа по различным каналам связи в ЦСАЭ, и (или) стационарный компьютерный электрокардиограф, подключенный непосредственно к ЦСАЭ.

Основным каналом для передачи зарегистрированных ЭКГ в нашем случае являлся мобильный интернет. Для выхода в интернет использовался внешний интернет-модем или встроенный в прибор блок с сим-картой.

Мобильные регистраторы (МР) состояли из компактного цифрового кардиоусилителя и компьютерного блока — нетбука [10].

В современных электрокардиографах осуществляется цифровая первичная обработка регистрируемого сигнала, что позволяет применять программные методы автоматического анализа ЭКГ. Электрокардиограф стал как бы миникомпьютером, благодаря наличию памяти изменились его функциональные возможности. Электрокардиографы с диагностическими программами позволяют в автоматическом режиме печатать вместе с результатами амплитудно-временного анализа ЭКГ синдромальное заключение, включающее в себя те количественные критерии, на основании которых поставлен диагноз. Как для электрокардиографической, так и для векторкардиографической диагностики ГПЖ это особенно удобно, так как нет необходимости проводить ручные обсчеты кривой, что значительно сокращает время врачебного анализа.

1.4. Методика исследования

Съем ЭКГ требует соблюдения одних и тех же установленных правил: съем ЭКГ рекомендуется производить утром натощак после непродолжительного отдыха при задержке дыхания и на глубоком вдохе. Методика исследования ВКГ и ДЭКARTO описана в разделе 2.3.

Электрокардиографические изменения при легочной гипертензии

Нами была обследована группа из 150 больных легочной гипертензией и 120 здоровых лиц того же возраста. Присутствие ЛГ было подтверждено клиническими и инструментальными методами в соответствии с Российскими рекомендациями по диагностике и лечению легочной гипертензии (2013).

Ведущими признаками патологических отклонений при ЛГ являются электрокардиографические признаки гипертрофии правых отделов сердца.

Используемые в электрокардиографической диагностике количественные критерии гипертрофии правого желудочка разрабатывались многими исследователями. Наиболее используемыми являются критерии Мейерса [7] и Соколова-Лайона [8]. Разрабатывались эти критерии в основном в 1948 году. К самым ранним можно отнести критерий разницы сумм RI + SIII и SI + RIII [5], к более поздним — сумму Батлера [1]. В табл. 1 приводится перечень критериев ГПЖ, приводимый в Рекомендациях по стандартизации и интерпретации ЭКГ [5].

Представленные в таблице данные, с одной стороны, слишком многочисленны, их трудно использовать при ручном, а не автоматическом анализе, с другой стороны, время их разработки, 1948 год, указывает на то, что проблема электрокардиографической диагностики ГПЖ находится в определенной стагнации. Считается, что это связано с большой вариабельностью конфигурации QRS в правых грудных отведениях. В отведении V_1 при гипертрофии правого желудочка желудочковый комплекс может иметь вид qR, QR, R, RS, RSR, RR, rS.

Информативность электрокардиографических критериев гипертрофии правого желудочка (ГПЖ) может значительно отличаться в разных клинических группах. По данным [5], она наиболее высока при врожденных пороках сердца, имеет промежуточные значения у больных с приобретенными пороками сердца и идиопатической легочной гипертензией (ИЛГ). Самая низкая информативность ЭКГ-критериев ГПЖ наблюдается у больных с хроническими заболеваниями легких.

Следует заметить, что разработанные ранее критерии электрокардиографической диагностики ГПЖ в 12-осевой системе отведений, несмотря на их малую чувствительность, обладают высокой специфичностью. В табл. 2 показана информативность критериев гипертрофии правого желудочка по данным L. G. Horan, N. C. Flowers [6], изучившим патологоанатомически 819 сердец, включая 178 с гипертрофией правого желудочка. Чувствительность критериев колеблется от 0 до 28 % при специфичности 87–99 %.

1.5. Клинико-синдромальная электрокардиографическая диагностика при легочной гипертензии

Оценка ЭКГ начинается с определения направления электрической оси сердца: выраженное отклонение электрической оси сердца вправо (более +100 градусов во фронтальной плоскости) является первым признаком возможной легочной гипертензии и ГПЖ. Далее оценивается зубец Р: увеличение амплитуды зубца Р более 2,5 мм в отведениях II, III, aVF и выраженная правопредсердная фаза Р в отведениях V_1 – V_2 указывают на возможную гипертрофию (перегрузку) правого предсердия. Определенные сложности возникают при трактовке P-pulmonale у молодых людей. По данным Шоу [2], у 49 % обследованных с P-pulmonale не было признаков увеличения правого предсердия. Шоу видит объяснение этого факта прежде всего в ротацион-

Таблица 1
Критерии гипертрофии правого желудочка [5]

Высокий R в отведении V_1	> 6 мм	Myers	1948
Глубокий S в отведении	V_5	> 10 мм	1948
Глубокий S в отведении	V_6	> 3 мм	1948
Высокий R в отведении aVR	> 4 мм	Sokolov	1949
Малый S в отведении V_1	< 2 мм	Myers	1948
Малый R в отведении V_{3-6}	< 3 мм	Myers	1948
Уменьшение R: S в отведении V_5	< 0,4	Myers	1948
Уменьшение R: S в отведении V_6	< 0,75	Myers	1948
Уменьшение отношения $(R / SV_3) / (R / SV_1)$	< 0,04	Sokolov	1949
$(RI + SIII) - (SI + RIII)$	< 15 мм	Lewis	1914
$\text{Max } RV_{1,2} + \text{max } SI, \text{ aVL} - SV_1$	> 6 мм	Butler	1986
$RV_1 + SV_{5,6}$	> 10,5 мм	Sokolov	1949
Время внутреннего отклонения RV1 при QRS < 0,12 мс	> 0,035 с	Myers	1948
QR в отведении V1	Наличие	Myers	1948
Поддерживающие критерии			
RSR' в отведении V1 (QRS > 0,12 с)	Наличие	Myers	1948
$S > R$ в отведениях I, II, III	Наличие		
SI и QIII	Наличие		
$R: SV_1 > R: SV_{3,4}$	Наличие		
Отрицательный зубец T в отведениях V_{1-3}	Наличие		
Амплитуда PII	> 2,5 мм		

Таблица 2
Информативность критериев гипертрофии правого желудочка по данным [6]

Критерии	Чувствительность, %	Специфичность, %
Отклонение электрической оси вправо $\geq 110^\circ$	12	96
R / S в отведении $V_1 > 1$	6	98
R в отведении $V_1 \geq 0,7$ мВ	2	99
S в отведении $V_1 < 0,2$ мВ	6	98
QR в отведении V_1	5	99
$RV_1 + SV_{5,6} > 1,05$ мВ	18	94
R / S в отведении V_5 или $V_6 \leq 1$	16	93
Время внутреннего отклонения в V1 0,035–0,055 с	8	94
$RSR' V_1$ с $R' > 1,0$ мВ	0	0
$RaVR \geq 0,5$ мВ	0	0
RV_5 или $RV_6 < 0,5$ мВ	13	87
SV_5 или $SV_6 \geq 0,7$ мВ	26	90
$(R / SV_3) / (R / SV_1) \leq 0,4$	6	99



Рисунок 1. ЭКГ с незначительными изменениями STV_I у больной 38 лет с ЛГ I функционального класса.

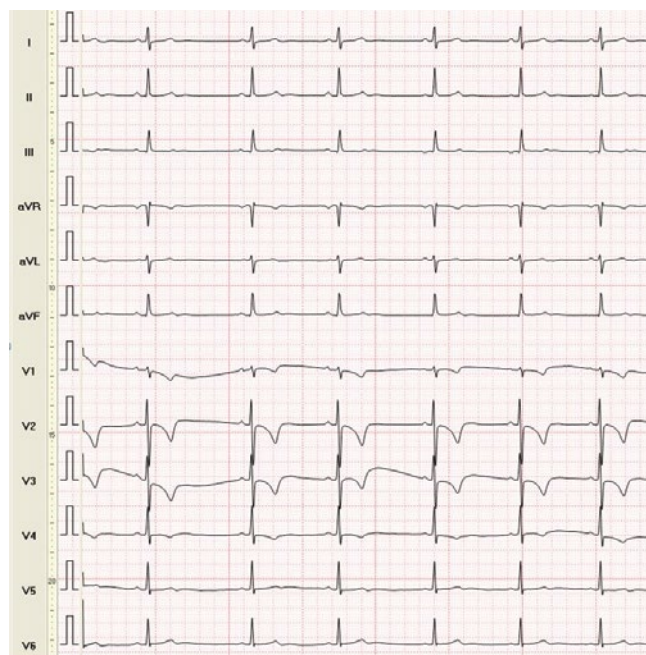


Рисунок 2. ЭКГ с выраженными признаками перегрузки правого желудочка: значительные изменения ST-TV_{1-V3} у больной 26 лет с ЛГ II функционального класса.

ных и позиционных особенностях сердца (смещение правого предсердия вперед при эмфиземе легких либо при вертикальной позиции сердца у молодых людей), симпатикотонии, что особенно ярко проявляется при нагрузочных тестах. Более редкими, но возможными причинами являются гипокалиемия и гипоксия миокарда предсердий.

Далее оцениваются вольтажные и морфологические особенности желудочкового комплекса. Наиболее значимыми и чаще всего используемыми на практике являются следующие критерии:

- $RV_1 + SV_5 \geq 1,05 \text{ мВ}$;
- $RV_1 \geq 0,7 \text{ мВ}$;
- отношение R / S в отведении V₁ $\geq 1,0$;
- конфигурация желудочкового комплекса в V₁ типа QR;
- замедление времени желудочковой активации в отведении V₁ до 0,04 с и выше;
- смещение вниз сегмента ST и отрицательный зубец T в отведениях V_{1-V3} при условии увеличения амплитуды зубца R в этих же отведениях;
- $RavR \geq 0,5 \text{ мВ}$;
- S в отведениях V_{5,6} $\geq 0,7 \text{ мВ}$.

В руководстве [2] предлагается дополнительно использовать для диагностики гипертрофии правого желудочка одно из отведений с правой половины грудной клетки — отведение V_{3R}, где отношение R / S > 1,0 и конфигурация желудочкового комплекса типа QR принимаются за признаки гипертрофии правого желудочка.

На рис. 1–7 приводятся основные морфологические особенности комплекса QRS при ГПЖ. Иногда изменения ЭКГ при формировании ГПЖ ограничиваются лишь изменениями конечной части желудочкового комплекса

в правых грудных отведениях, как показано на рис. 1 и 2. Диагностика ГПЖ на ЭКГ такого рода может быть ложноотрицательной.

На рис. 1 представлена ЭКГ с незначительными изменениями STV_I. Никаких вольтажных признаков ГПЖ нет. Не выявляется правограмма, нет изменений предсердного компонента. ЭКГ может быть расценена как нормальная. Единственный признак, который мог бы косвенно указывать на перегрузку правых отделов сердца — изменения ST-TV_I.

Рис. 2 представляет ЭКГ с выраженными признаками перегрузки правого желудочка: значительные изменения ST-TV_{1-V3}. Никаких вольтажных признаков ГПЖ нет. Не выявляется правограмма, нет изменений предсердного компонента. Признак, указывающий на заинтересованность правых отделов сердца — изменения ST-TV_{1-V3}.

Наибольшие сложности диагностики ГПЖ возникают при варианте ЭКГ типа rS во всех прекардиальных отведениях. Этот вариант развивается при ротации сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке и больше характерен для хронического легочного сердца, но возможен и при первичном легочном сердце (рис. 3).

Рис. 3 иллюстрирует rS-тип ЭКГ при ГПЖ. Из вольтажных признаков ГПЖ — глубокий SV₅. Выраженная правограмма, изменения предсердного компонента по типу P-pulmonale.

Два следующих варианта ЭКГ (рис. 4, 5) характерны для развернутой картины ГПЖ при формировании гипертрофии пути притока, то есть собственно гипертрофии свободной стенки ПЖ.

На рис. 4 представлен RV₁-тип ЭКГ при ГПЖ. Выраженная правограмма, отсутствуют изменения предсердного компонента. Из вольтажных признаков ГПЖ



Рисунок 3. rS-тип ЭКГ при ГПЖ у больной 44 лет с ЛГ III функционального класса.

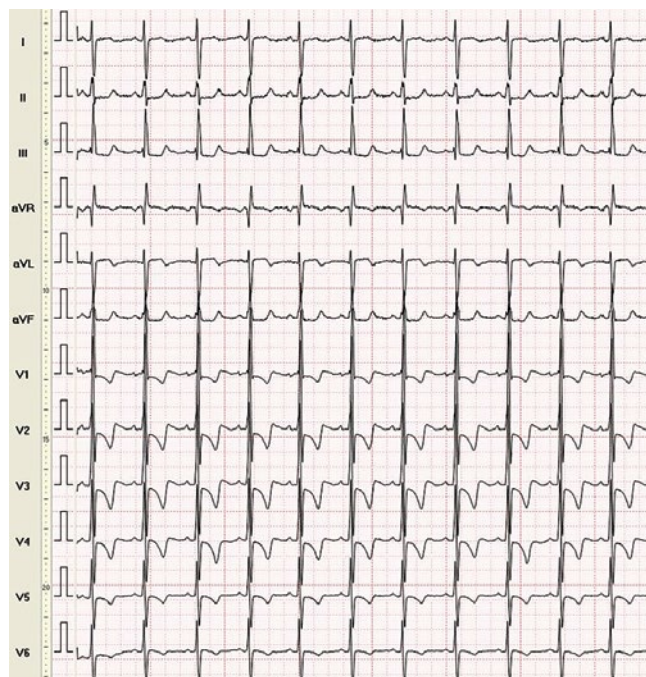


Рисунок 4. rVI-тип ЭКГ при ГПЖ у больной 29 лет с ЛГ III функционального класса.

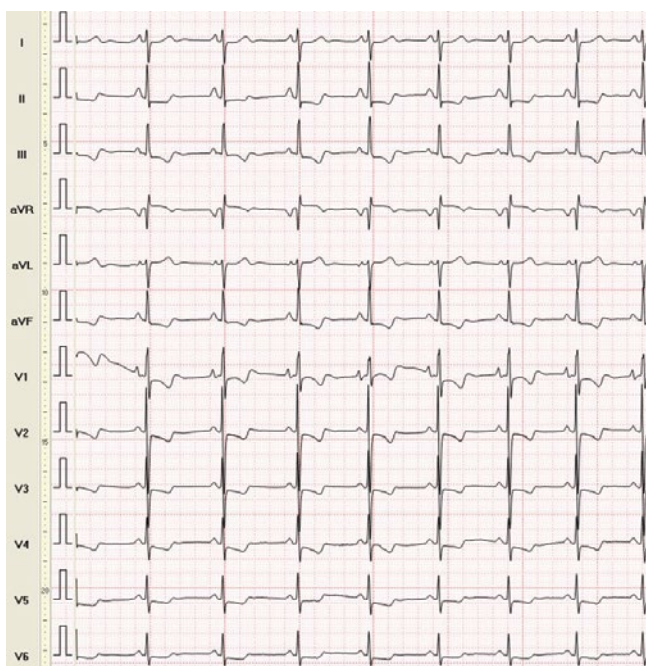


Рисунок 5. rSV₁-тип ЭКГ при ГПЖ у больной 56 лет с ЛГ II функционального класса.

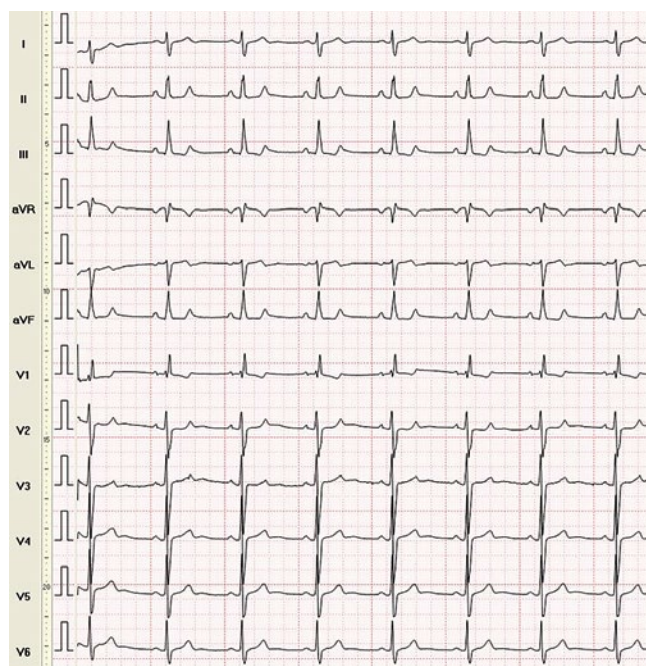


Рисунок 6. rSRV₁-тип ЭКГ при ГПЖ у больной 42 лет с ЛГ II функционального класса. Неполная блокада правой ножки.

высокий $RV_1 = 22$ мм, $RaVR = 7$ мм, глубокий $SV_{5,6} = 10$ мм. Выраженные изменения ST-T преимущественно в правых грудных отведениях.

На рис. 5 дан RSV₁-тип ЭКГ при ГПЖ. Правограмма, изменения предсердного компонента по типу P-pulmonale. Вольтажные признаки ГПЖ: высокий $RV_1 = 8$ мм, $RaVR = 4,5$ мм. Выраженные изменения ST-T преимущественно в правых грудных отведениях.

Варианты желудочкового комплекса типа RR' либо RSR' характерны для неполной или полной блокады пра-

вой ножки пучка Гиса. При БПН вольтажный критерий RV_1 возрастает до 1,5 мВ. Однако тип rSR' часто бывает и на начальных этапах формирования гипертрофии базальных отделов ПЖ и МЖП при гипертрофии пути оттока. На рис. 6 представлен именно такой вариант формирования гипертрофии: rSRV₁-тип ЭКГ при ГПЖ. Неполная блокада правой ножки. Правограмма. Изменения предсердного компонента по типу P-pulmonale. Вольтажные признаки ГПЖ: высокий $RV_1 = 6,5$ мм, $SV_5 = 7$ мм. QRS = 110 мс. Изменения ST-T в отведениях V₁-V₂, aVF.



Рисунок 7. qRV₁-V₂ тип ЭКГ при ГПЖ у больной 39 лет с ЛГ III функционального класса.

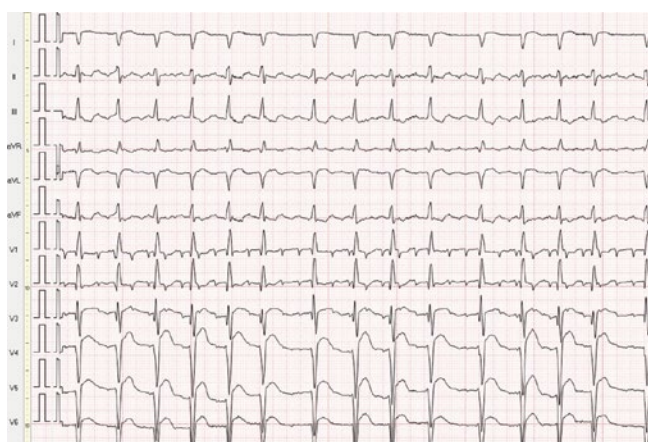


Рисунок 8. Пример изменений ЭКГ при аневризме правой ветви легочной артерии. Вариант qRV₁-V₂, QSV₄-V₆. Трепетание предсердий.

Комплекс qR или QR в отведении V₁ является наиболее специфической находкой при гипертрофии миокарда правого желудочка. Гипертрофия миокарда правого желудочка развивается параллельно с гипертрофией межжелудочковой перегородки. Нарушение деполяризации межжелудочковой перегородки может приводить к появлению в отведении V₁ зубца q. К объяснению этого факта привлекаются различные причины: отклонение перегородочного вектора влево вместо нормального отклонения вправо, влияние изменившего свое нормальное направление вектора средней части деполяризации дилатированного правого предсердия, выраженная ротация сердца, когда левый желудочек смещается под позицию электрода V₁, и начинает регистрироваться потенциал левого желудочка, и, наконец, характерная для правой гипертрофии неполная блокада правой ножки также может быть причиной регистрации комплекса qR или QRv1.

Рис. 7 иллюстрирует qRV₁-V₂-тип ЭКГ при ГПЖ. Правораграмма. Изменения предсердного компонента по типу P-pulmonale. Вольтажные признаки ГПЖ: высокий RV₁ = 6,5 мм, SV₅ = 15 мм. QRS = 106 мс. Изменения ST-T в отведениях V₁-V₄, II, III, aVF. Особенностью ЭКГ в данном примере является нарушение линии RV₃. По-видимому, объяснением этого факта может быть значительная ротация сердца из-за увеличения массы правого желудочка и коллабирования левого желудочка, когда потенциалы правого желудочка начинают преобладать над потенциалами левого желудочка, что приводит к значительному уменьшению амплитуды RV₃-V₆ и увеличению амплитуды SV₅-V₆.

Пример на рис. 8 демонстрирует еще более выраженное преобладание правого желудочка над левым. Вариант qRV₁-V₂, QSV₄-V₆. Трепетание предсердий. Потенциалы левого желудочка практически не регистрируются.

Традиционная электрокардиография (ЭКГ-12) до сих пор остается одним из основных методов обследования больных кардиологического профиля. Однако низкая чувствительность ЭКГ-12 в диагностике увеличения правых отделов сердца заставляет искать пути усовершенствования электрокардиографического исследования. Определенные успехи в диагностике ГПЖ связаны с развитием метода векторкардиографии и ортогональной системой отведений (X, Y, Z) с пересчетом данных ЭКГ-12 в систему дипольной электрокардиотопографии (ДЭКАРТО) и ВКГ.

1.6. Рекомендуемый протокол заключения

Электрокардиограмма должна быть наклеена на бланк учреждения. На титульной странице должны содержаться сведения об учреждении, где проведено исследование, дата и время регистрации ЭКГ, данные о пациенте с указанием Ф. И. О., возраста, пола, веса и роста, а также клинического (возможно предварительного) диагноза, Ф. И. О. врача, проводившего анализ ЭКГ.

Расклейка электрокардиограммы является очень важным моментом оформления протокола. Фрагменты ЭКГ должны быть расположены в следующем порядке: стандартные отведения от конечностей, съемка на вдохе (обязательно в III отведении), усиленные отведения от конечностей, грудные отведения от V₁ до V₆. Как правило, даются расчетные параметры ЭКГ, включающие измерение интервалов ЭКГ и описание зубцов с патологическими отклонениями, здесь же приводятся (при их наличии) положительные вольтажные критерии ГПП и ГПЖ, описываются изменения конечной части желудочкового комплекса. Сделанное описание позволяет сформулировать врачу электрокардиографическое синдромальное заключение. В заключении, соответственно, указываются основной ритм сердца, нарушения ритма, направление электрической оси сердца, позиция сердца, ротация сердца, нарушения синоатриальной, атриовентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости, при наличии признаков гипертрофии правых отделов сердца констатируются эти изменения.

Можно рекомендовать следующие формулировки электрокардиографических заключений при диагностике гипертрофии: «изменения предсердного компонента с признаками увеличения правого предсердия. Признаки изменения миокарда вследствие гипертрофии правого желудочка» (при сочетании вольтажных критериев с изменениями фазы реполяризации) либо «вольтажные критерии ГПЖ» (при отсутствии изменений ST T). ЭКГ-метод не позволяет точно определить степень гипертрофии правого желудочка, поэтому в заключении не стоит оценивать выраженность гипертрофии, однако при больших значениях вольтажных критериев можно высказаться об их величине: «выраженные вольтажные критерии ГПЖ». Не следует определять тип перегрузки миокарда ПЖ, так как чаще всего у больных легочной гипертензией имеется повышенное сопротивление току крови в систолу, на ЭКГ при этом могут быть, а могут и не быть изменения реполяризации. На фоне выявляемых признаков гипертрофии правого желудочка могут возникнуть подозрения на наличие ишемических изменений миокарда. Отрицательные зубцы Т либо снижение ST могут быть обнаружены в правых грудных отведениях, с увеличенным вольтажом QRS. В своем заключении врач должен прежде всего отметить, что при наличии соответствующих клинических данных нельзя исключить синдрома напряжения миокарда правого желудочка.

Рекомендуемая литература

- Butler P. M., Legett S. I., Howe C. M. [et al.] Am. J. Cardiol. — 1986. — 57. — P. 639–43.
- Chou T. Ectrocardiography in clinical practice. — New York: Grune and Stratton, 1979.
- Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. Update 2009 // European society of cardiology // Eur. Heart J. — 2009. — 30. — P. 2493–2537.
- Dickstein K., Cohen-Solar, A. Filippatos G. [et al.] ECG guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European Society of Cardiology // Eur. J. Heart Fail. — 2008. — 10. — P. 933–89.
- Hancock E. W., Deal B. J., Mirvis D. M., Okin P., Kligfield P., Gettes L. S. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. — Part V: Electrocardiogram Changes Associated With Cardiac Chamber Hypertrophy A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology // J. Am. Coll. Cardiol. — 2009. — 53. — 992–1002.
- Horan L. G., Flowers N. C. Electrocardiography and vectorcardiography // Heart disease. Ed. Braunwald. — Philadelphia, 1980. — P. 198.
- Myers G. B., Klein H. A., Stofer B. E. Electrocardiographic diagnosis of right ventricular hypertrophy // Am. Heart J. — 1948. — 35. — P. 1–40.
- Sokolov M., Lyon T. The ventricular complex in right ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads // Am. Heart J. — 1949. — Vol. 38. — P. 273–294.
- Российские рекомендации по диагностике и лечению легочной гипертензии // ВНОК // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2007. — 6 (6). — Приложение 2.
- Рябыкина Г. В., Соболев А. В., Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Смирнова Я. С., Щедрин Е. В., Кожемякина Е. Ш. Дистанционная передача ЭКГ и системы централизованного анализа и архивирования ЭКГ. Опыт использования системы Easy ECG в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России: методическое пособие для врачей / под ред. акад. Е. И. Чазова. — М.: ФГБУ «РКНПК» Минздравсоцразвития России, 2012. — 45 с.

Глава II. Использование комплексного анализа ортогональных отведений электрокардиограммы в диагностике гипертрофии правого желудочка у больных легочной гипертензией

2.1. Показания к применению метода

Показанием для применения комплексного анализа ортогональных отведений ЭКГ с целью диагностики гипертрофии правого желудочка может быть нормальная или малоизмененная электрокардиограмма в 12 отведениях у больного с подозрением на легочную гипертензию (ЛГ). Комплексный анализ ортогональных отведений ЭКГ также может быть использован для динамического наблюдения за больными с гипертрофией правого желудочка в процессе лечения.

Метод не имеет абсолютных противопоказаний. Ограничением применения количественных критериев гипертрофии правого желудочка (как и при анализе ЭКГ в 12 отведениях) могут служить внутрижелудочковые блокады, особенно блокада левой ножки пучка Гиса, синдром предвозбуждения желудочков и электрокардиостимуляция желудочков в постоянном режиме. Диагностическая точность критериев может снижаться при ЛГ вследствие патологии левых отделов сердца.

2.2. Материально-техническое обеспечение метода

Метод реализован на приборах:

- кардиоанализатор девятиканальный компьютеризированный ЭК9Ц-01-«КАРД». Нормативный документ ТУ 9441–002–17635079–2003. Организация-разработчик: ООО «Медицинские компьютерные системы», г. Москва, Зеленоград, ОКПО 17635079;
- кардиоанализатор компьютеризированный EASY Ecg (производства фирмы ATES MEDICA Device, Италия), регистрационное удостоверение МЗРФ № 98/1722, поставщик ООО «АТЕС МЕДИКА софт».

2.3. Описание метода Системы отведений

Система отведений МакФи-Парунгао (рис. 2.1).

Электроды С 4, С 5 и С 6 находятся в вершинах равностороннего треугольника, одна из которых направлена к голове, две другие к ногам. Центр треугольника находится в средней трансверсальной плоскости на уровне пятого межреберья у края грудины и смещен влево на 2 см от левого края грудины, электроды удалены на 6 см от центра треугольника. Электрод F располагается на спине напротив центра указанного треугольника; электроды С 1, С 2 и С 3 во фронтальной плоскости, пересекающей переднезадний диаметр грудной клетки в трансверсальной плоскости на расстоянии 1/3 этого диаметра от передней поверхности грудной клетки (электрод С 1 на правом боку на уровне средней трансверсальной плоскости; электроды С 2 и С 3 на левом

Таблица 2.1
Коэффициенты обратной матрицы Дауэра и матрицы Корса для пересчета сигналов ортогональных отведений ЭКГ из сигналов ЭКГ в 12 отведениях

Обратная матрица Дауэра				Матрица Корса			
	X	Y	Z		X	Y	Z
I	0,16	-0,23	0,02	I	0,38	-0,07	0,11
II	-0,01	0,89	0,02	II	-0,07	0,93	-0,23
V1	-0,17	0,06	-0,23	V1	-0,13	0,06	-0,43
V2	-0,07	-0,02	-0,31	V2	0,05	-0,02	-0,06
V3	0,12	-0,11	-0,25	V3	-0,01	-0,05	-0,14
V4	0,23	-0,02	-0,06	V4	0,14	0,06	-0,20
V5	0,24	0,04	0,06	V5	0,06	-0,17	-0,11
V6	0,19	0,05	0,11	V6	0,54	0,13	0,31

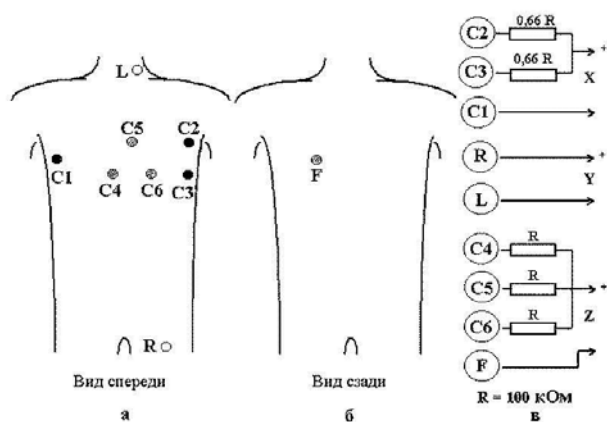


Рисунок 2.1. Расположение электродов (а, б) и электрическая схема (в) скорректированной системы отведений МакФи-Парунга.

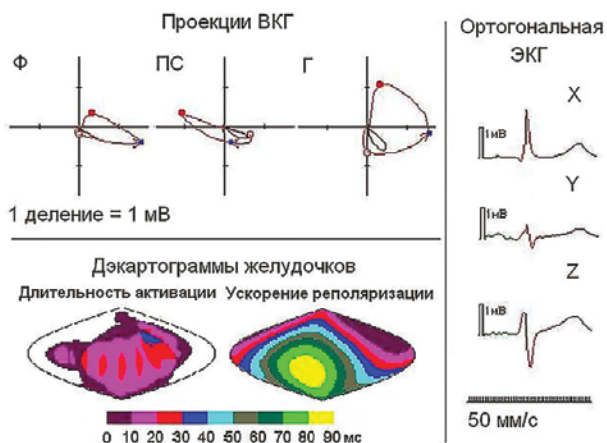


Рисунок 2.2. Ортогональные ЭКГ, векторкардиограммы и дэктограммы в норме. Ф — фронтальная плоскость; ПС — правая сагиттальная плоскость; Г — горизонтальная плоскость; X, Y, Z — отведения ортогональной ЭКГ.

боку, они смещены на 5,5 см вверх и вниз соответственно относительно средней трансверсальной плоскости). Для людей с малым ростом и детей стороны треугольника передних электродов, а также расстояние между левыми электродами соответственно уменьшают. Electrodes L and R are located on the neck and left leg respectively.

Синтезированная векторкардиография (ВКГ). В настоящее время имеется возможность математическим путем получать ВКГ из цифровой 12-канальной ЭКГ. Синтезированная ВКГ может анализироваться с помощью тех же диагностических алгоритмов, что и ВКГ, полученная с использованием скорректированных ортогональных отведений. Разные способы пересчета ВКГ из ЭКГ-12 начали предлагаться с 1980-х годов. Данная методика позволяет вычислять сложные пространственные параметры сигнала ЭКГ, использовать удобные способы визуализации и алгоритмы диагностики, разработанные для ВКГ. При этом нет необходимости в перестановке электродов, что снижает затраты труда и времени. Для получения синтезированной ВКГ из 12 отведений ЭКГ наиболее часто применяют обратную матрицу Дауэра, а также матрицу Корса (табл. 2.1).

В настоящее время построение «синтезированной ВКГ» реализовано в системе EASY ECG Rest.

Способы визуализации сигналов ортогональной электрокардиограммы

В настоящее время сигналы ортогональных отведений можно изображать несколькими способами: в виде скалярных кривых X, Y, Z; в виде векторных петель; в виде карт (дэктограмм).

Согласно рекомендациям Американской ассоциации кардиологов полярность отведений X, Y, Z должна быть следующей: положительный полюс отведения X располагается слева; отведения Y снизу и отведения Z сзади. Однако для более удобного зрительного восприятия представляется целесообразным изменить полярность отведения Z: положительный полюс спереди, отрицательный сзади.

Векторкардиографические петли (векторкардиограммы) изображают в трех взаимно перпендикулярных (ортогональных) плоскостях: фронтальной, сагиттальной и горизонтальной. Фронтальная плоскость образована осями X и Y; сагиттальная осями Y и Z; горизонтальная осями X и Z.

Дипольная электрокардиотопография (сокр.: ДЭКARTO) позволяет изобразить сигналы ортогональной ЭКГ в виде карт (дэктограмм). Дэктограммы показывают, как основные электрофизиологические состояния стенки сердца проецируются на сферу отображения, окружающую сердце.

Перед началом процесса деполяризации все точки сферы отображения находятся в состоянии покоя. С началом комплекса QRS на сфере отображения появляется область активации, которая изображается в виде диска. Положение и радиус этого диска в каждый момент времени определяются направлением и величиной соответствующего моментного вектора сердца.

По мере того как область активации изменяет свое положение, на сфере появляется полностью возбужденная (деполяризованная) область. Это как бы след, который оставляет на сфере область активации после своего ухода.

Для построения дэкартограмм сферу отображения проецируют на плоскость с использованием изореальной проекции овальной формы. При этом площади участков сохраняются неискаженными, но возникают угловые искажения: области активации и деполяризации выглядят не как диски, а как участки вытянутой формы.

При развертке на плоскость сфера отображения разрезается по меридиану, обращенному к правому боку испытуемого. Средняя вертикальная линия карты соответствует меридиану, обращенному к левому боку испытуемого. Переднее полушарие сферы оказывается слева от средней линии, заднее полушарие справа.

На моментных дэкартограммах показано, как располагаются области покоя, активации и деполяризации в данный момент времени.

Ту же информацию более компактно изображают в виде суммарных дэкартограмм. Карта прихода активации показывает, в какое время (от начала комплекса QRS) область активации появилась в соответствующем месте сферы. На карте ухода активации указывается время исчезновения области активации в данной части сферы. На карте длительности активации показано время, в течение которого область активации проецировалась на одно и то же место.

Карта ускорения реполяризации характеризует весь период QRST в целом. На ней показаны два полюса, между которыми существует разность в длительностях процесса реполяризации, и приведена величина этой разности в миллисекундах. Чем больше значение ускорения реполяризации в данной области, тем процесс реполяризации в этой области миокарда короче, чем в противоположной.

На рис. 2.2 представлены ортогональные ЭКГ, векторкардиограммы и дэкартограммы в норме.

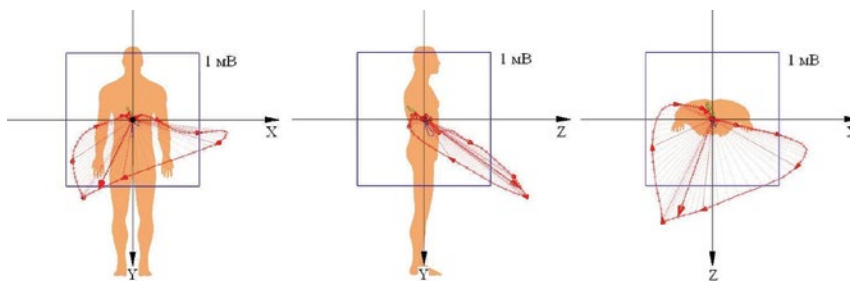


Рисунок 2.3. ВКГ больной с выраженной гипертрофией правого желудочка (тип А). Петли P QRS и T во фронтальной, правой сагитальной и горизонтальной плоскостях.

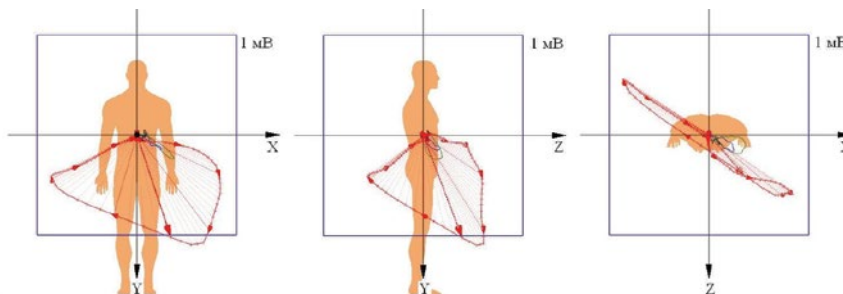


Рисунок 2.4. ВКГ больной с гипертрофией правого желудочка. Петли P QRS и T во фронтальной, правой сагитальной и горизонтальной плоскостях.

Изменения ортогональной электрокардиограммы при ГПЖ

Изменения ВКГ при гипертрофии правого желудочка (ГПЖ) довольно разнообразны. Обычно характер изменений ВКГ при ГПЖ зависит от степени тяжести гипертрофии.

Изменения ВКГ при ГПЖ можно подразделить на три основных типа: при типах А и В петля QRS смещена вперед, а при типе С назад.

Тип А изменений ВКГ при ГПЖ (рис. 2.3) наблюдается при наиболее тяжелом поражении сердца. При этом типе ВКГ петля QRS смещается вперед и вправо (в сторону свободной стенки правого желудочка), и ее большая часть находится в переднем правом нижнем октанте. По форме петля QRS часто бывает широкой. Максимальный вектор QRS обычно направлен вперед и вправо. Продолжительность петли QRS может быть несколько увеличена.

В горизонтальной плоскости конфигурация петли QRS может быть вариабельной. Однако характерными чертами являются расположение большей части петли QRS спереди и справа и запись петли по часовой стрелке. Максимальный вектор QRS направлен вперед. Амплитуда векторов, направленных влево, уменьшена. При менее выраженной ГПЖ петля QRS в горизонтальной плоскости может записываться в форме восьмерки (рис. 2.4).

В правой сагитальной плоскости петля QRS смещена вперед и вниз, записывается по часовой стрелке. Положение начальных векторов вариабельно. Конечные векторы направлены вверх. Иногда петля QRS может иметь форму восьмерки.

Во фронтальной плоскости основная часть петли QRS располагается в нижних квадрантах. Конечные векторы могут быть направлены вверх. В отличие от нормы петля QRS широкая. Амплитуда векторов, направленных влево, уменьшена, а направленных вправо увеличена. Петля записывается по часовой стрелке.

Характерной чертой вектора ST при ГПЖ является его направленность назад и влево. При этом он может быть направлен вверх или вниз. Амплитуда вектора ST обычно увеличивается только при ГПЖ типа А.

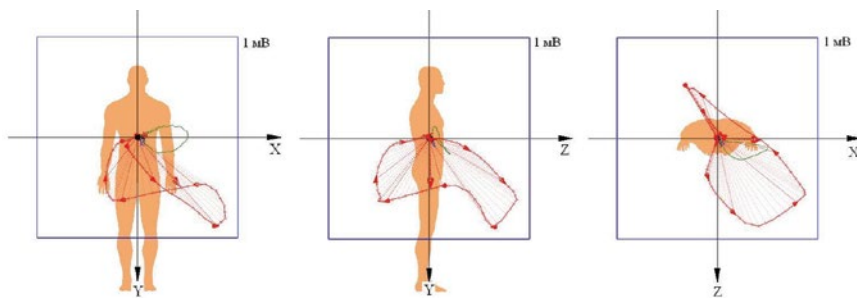


Рисунок 2.5. ВКГ больной с гипертрофией правого желудочка (тип В). Петли Р, QRS и Т во фронтальной, правой сагитальной и горизонтальной плоскостях.

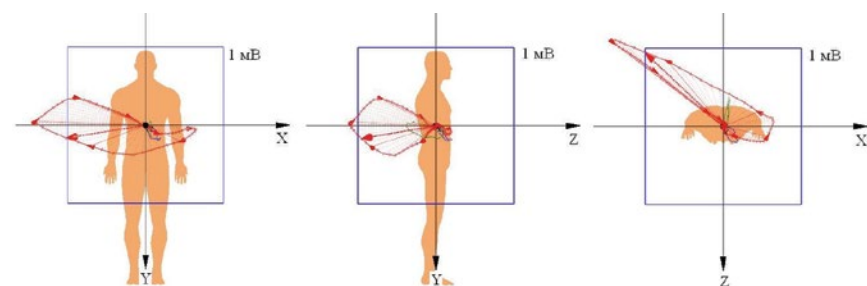


Рисунок 2.6. ВКГ больной с гипертрофией правого желудочка (тип С). Петли Р, QRS и Т во фронтальной, правой сагитальной и горизонтальной плоскостях.

Петля Т при ГПЖ типа А небольшая по амплитуде. По конфигурации она может быть как широкой, так и узкой. Характерной чертой является ее направленность назад, влево и вниз противоположно конечной части петли QRS. В горизонтальной и фронтальной плоскостях петля Т записывается по часовой стрелке, в правой сагитальной против часовой стрелки. Как и в норме, начальная часть петли Т записывается медленнее, а конечная быстрее.

При ГПЖ типа В (рис. 2.5), как и при ГПЖ типа А, петля QRS смещена вперед, однако в горизонтальной плоскости она записывается против часовой стрелки. В правой сагитальной плоскости при ГПЖ типа В петля QRS направлена вперед и вниз, записывается по часовой стрелке. Во фронтальной плоскости петля QRS относительно узкая, записывается по часовой стрелке.

При ГПЖ типа В амплитуда вектора ST остается в пределах нормы. Он направлен назад, вправо и вверх. Петля Т мала по амплитуде, широкой, почти округлой формы, направлена влево и вниз. Иногда расположение петли Т может быть нормальным, но изменяется направление ее записи: по часовой стрелке в горизонтальной плоскости и против часовой стрелки в правой сагитальной.

Характерной чертой ГПЖ типа С является смещение петли QRS назад (рис. 2.6). Этот тип ГПЖ наблюдается в тех случаях, когда нарушения гемодинамики еще не очень значительны. Он может встречаться при легочном сердце, митральном стенозе, дефекте межпредсердной перегородки, не сопровождающихся высокой легочной гипертензией, при стенозе легочной артерии легкой степени. Изменения ВКГ при ГПЖ типа С обычно связывают с гипертрофией выходного тракта правого желудочка.

При ГПЖ типа С петля QRS смещена назад и вправо. Амплитуда максимального вектора обычно остается нормальной. Его характерной чертой является направленность назад и вправо. При этом он может быть направлен как вниз, так и вверх.

В горизонтальной плоскости более 20 % площади петли QRS располагается в правом заднем квадранте. Петля записывается против часовой стрелки или может иметь форму восьмерки. Максимальный вектор направлен назад и вправо. В правой сагитальной плоскости петля QRS направлена вниз и назад. Положение начальных векторов и направление записи петли вариабель-

ны. Во фронтальной плоскости петля QRS направлена вниз, записывается по часовой стрелке. Начальные векторы обычно направлены влево и вверх, а конечные вправо. Амплитуда векторов, направленных влево, уменьшена.

Характеристики вектора ST и петли Т при ГПЖ типа С часто остаются в пределах нормы. Однако могут наблюдаться те же изменения, как и при типах В и С.

Основные диагностические критерии ГПЖ:

- более 70 % площади петли QRS в горизонтальной плоскости располагается в передних и правых квадрантах;
- более 20 % площади петли QRS в горизонтальной плоскости располагается в правом заднем квадранте;
- более 20 % площади петли QRS во фронтальной плоскости располагается в правом нижнем квадранте.

При анализе декартограмм на карте длительности активации по мере развития ГПЖ сначала начинают увеличиваться площадь и длительность активации в правых задних частях сферы (рис. 2.7 Б). При умеренно выраженной ГПЖ максимальная область активации смещается вправо и назад, появляются области с длительностью активации больше 40 мс (рис. 2.7 В). При тяжелой ГПЖ область активации проецируется преимущественно на правые части сферы, длительность активации резко увеличена (рис. 2.7 Г). «Вектор ускорения реполяризации» сначала перемещается спереди назад (рис. 2.7Б); потом принимает горизонтальное расположение (рис. 2.7 В). При тяжелой ГПЖ «вектор ускорения реполяризации» по сравнению с нормой полностью переориентируется в пространстве и уменьшается по амплитуде (рис. 2.7 Г).

Количественные параметры сигналов ортогональной электрокардиограммы

Амплитуда зубца S в отведении X при развитии ГПЖ увеличивается до 0,4 мВ и больше.

Суммарный показатель $Sx + Rz$. По построению и диагностической значимости является аналогом критерия Соколова-Лайона на ЭКГ в 12 отведениях. Сумма значений амплитуды зубца S в отведении X и зубца R в отведении Z. При развитии ГПЖ значение параметра увеличивается до 1,1 мВ и больше.

Пространственная площадь петли QRS вычисляется как сумма площадей треугольников, образованных двумя соседними, исходящими из начальной точки петли QRS моментными векторами. Измеряется в квадратных милливольтах (mB^2). При ГПЖ значение параметра увеличивается до $2,7 mB^2$ и больше.

Площадь петли QRS в горизонтальной плоскости. Представляет собой площадь проекции пространственной петли QRS на горизонтальную плоскость, образованную осями отведений X и Z. Вычисляется как сумма площадей треугольников, образованных двумя соседними, исходящими из начальной точки петли QRS моментными векторами. Измеряется в квадратных милливольтах (mB^2). При ГПЖ значение параметра увеличивается до $2,2 mB^2$ и больше.

Компонента X вектора полуплощади петли QRS (DHx). Вектор полуплощади петли QRS (DH) — это вектор, исходящий из начальной точки петли QRS, который делит петлю QRS на две равные по площади части. Компонента X вектора полуплощади петли QRS — это проекция DH на ось X. При ГПЖ значение параметра DHx уменьшается до 0,72 мВ и меньше.

Угол между интегральными векторами пространственных петель QRS и T. Параметр является угловой характеристикой, определяющей взаиморасположение в пространстве векторных петель T и QRS. Значение данного параметра имеет выраженную тенденцию к увеличению при развитии гипертрофии желудочков (больше 89 градусов).

Дэкартографические показатели

Индекс длительности активации правого желудочка (IRVH) вычислялся как соотношение длительности активации в правом полушарии сферы отображения и общей длительности активации, умноженное на модуль вектора, компоненты которого равны величинам зубцов Sx и Rz ортогональной ЭКГ. При ГПЖ значение параметра увеличивается до 200 у.е. и больше.

Пространственные компоненты Gx, Gy и Gz вектора ускорения реполяризации (направленного влево, вниз и вперед). Вектор ускорения реполяризации — это дэкартографический показатель, который представляет собой желудочковый градиент, нормированный на вольтаж комплекса QRS. Желудочковый градиент — это вектор, компонентами которого являются площади под кривой QRST в отведениях X, Y, и Z. Компоненты Gx, Gy и Gz вектора ускорения реполяризации — это проекции вектора ускорения реполяризации на оси X, Y и Z. При ГПЖ значение Gx уменьшается до 23 мс и меньше, Gy уменьшается до 12 мс и меньше, Gz уменьшается по модулю до -2 мс.

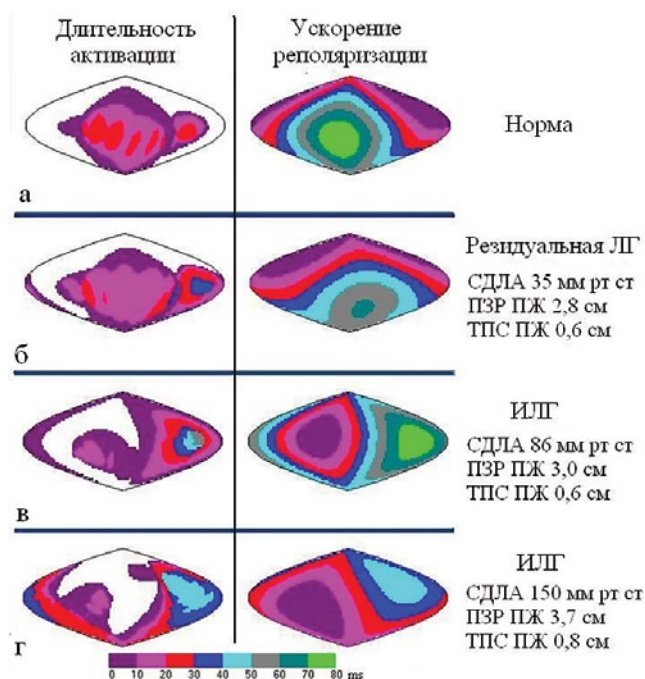


Рисунок 2.7. Дэкартограммы длительности активации и ускорения реполяризации в норме (а), при начальной (б), умеренной (в) и тяжелой (г) гипертрофии правого желудочка. В правой колонке приведены данные эхокардиографического исследования: систолическое давление в легочной артерии (СДЛА), переднезадний размер правого желудочка (ПЗР ПЖ), толщина передней стенки правого желудочка (ТПС ПЖ). ИЛГ — идиопатическая легочная гипертензия.

Увеличение правого предсердия

В норме деполяризация предсердий начинается в синусовом узле и распространяется радиально сначала на правое предсердие, а затем на левое. Поэтому начальные векторы петли Р, обусловленные возбуждением правого предсердия, направлены вниз, влево и вперед, а конечные векторы петли Р, обусловленные возбуждением левого предсердия, направлены вниз, влево и назад.

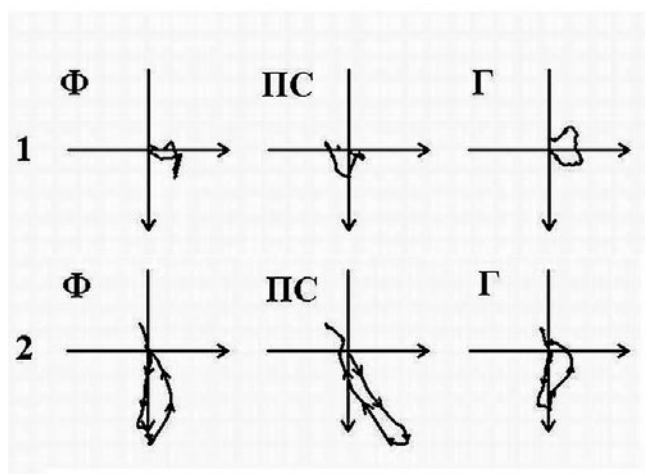


Рисунок 2.8. Петля Р во фронтальной (Ф), правой сагитальной (ПС) и горизонтальной (Г) плоскостях в норме (1) и при увеличении правого предсердия (2).

Таблица 2.2
Пороговые значения, чувствительность и специфичность наиболее информативных показателей ортогональной ЭКГ при диагностике ГПЖ у больных ЛГ

		IRVH	DHx	Gx	Gz
ЛГ — норма	Порог	> 203 у.е.	< 0,5 мВ	< 23 мс	> -2 мс
	Чувствительность	82	79	73	73
	Специфичность	95	95	95	95
Умеренная ЛГ — норма	Порог	> 150 у.е.	< 0,74 мВ	< 30 мс	> -11 мс
	Чувствительность	67	80	73	77
	Специфичность	80	80	80	80

При увеличении правого предсердия (рис. 2.8) основная часть петли Р в горизонтальной плоскости располагается спереди, петля записывается против часовой стрелки. Максимальный вектор петли Р направлен вперед. В правой сагиттальной плоскости петля Р расположена снизу и спереди, записывается по часовой стрелке. Во фронтальной плоскости петля Р узкая, расположена снизу, записывается против часовой стрелки или в форме восьмерки.

По данным НИИК имени А. Л. Мясникова, при использовании системы отведений МакФи-Парунгао для диагностики увеличения предсердий можно использовать пространственную площадь петли Р (SPхуу) больше 0,03 мВ², интегральный вектор петли Р (AP) больше 6,9 мВ×с, а также диаметр (наибольший размер) петли в плоскости наилучшего приближения Dp (мВ) больше 0,18 мВ.

2.4. Эффективность

При использовании методов современной статистики на представительных группах больных и здоровых лиц нами было показано, что перечисленные векторкардиографические и дэктографические параметры по информативности превышают или не уступают показателям ЭКГ, используемым для диагностики ГПЖ. В табл. 2.2 представлены пороговые значения наиболее информативных показателей ортогональной ЭКГ, при которых достигается оптимальное соотношение чувствительности и специфичности при диагностике ГПЖ.

При этом наш опыт свидетельствует, что в клинической практике наиболее полную диагностическую информацию из сигналов ортогональных отведений можно получить при объединении известных способов их анализа (ортогональная электрокардиография и векторкардиография) с новыми топографическими методами в единой диагностической системе. Одним из достоинств названного подхода является также то, что данные представляются в содержательно образной графической форме, удобной для визуальной оценки. Важное значение для вынесения диагностического заключения

по ортогональной ЭКГ имеет правильная электрофизиологическая и биофизическая трактовка анализируемых данных с учетом клинической информации о пациенте.

Клинический пример 1

На рис. 2.9 и 2.10 представлены электрокардиограмма, векторкардиограмма и дэктограмма больной М., 35 лет, которая предъявляет жалобы на одышку при подъеме на четвертый этаж, перебои в работе сердца, слабость, периодические отеки голеней. На электрокардиограмме нормальное положение электрической оси сердца (ось QRS 20 градусов), зубец SV₅ 5 мм, суммарный показатель RV₁ + SV₅ 8 мм, зубец RaVR 4 мм, что соответствует нормальным значениям, однако в отведениях I, II, III регистрируются зубцы S больше 1 мм, что может быть либо вариантом нормы, либо признаком возможного увеличения правого желудочка. На векторкардиограмме в горизонтальной плоскости петля QRS смещена вперед, записывается против часовой стрелки. Во фронтальной плоскости петля QRS относительно узкая, записывается по часовой стрелке. Петля Т мала по амплитуде, широкой, почти округлой формы, направлена влево и вниз; DHx 0,45 мВ, что свидетельствует о ГПЖ. На дэктограммах наблюдаются увеличение длительности активации до 40 мс в правых областях сферы, изменение направления ускорения реполяризации; IRVH 508 у.е., Gz 4 мс, что также свидетельствует о ГПЖ. Заключение: ВКГ- и ДЭКАРТО-признаки ГПЖ. При эхокардиографии ПЗР ПЖ 3,2 см, СДЛА 43 мм рт. ст. При катетеризации правых отделов сердца среднее давление в легочной артерии 38 мм рт. ст. После комплексного обследования больной был поставлен диагноз «идиопатическая легочная гипертензия».

Клинический пример 2

На рис. 2.11 и 2.12 представлены электрокардиограмма, векторкардиограмма и дэктограмма больной Б., 29 лет, с недифференцированным заболеванием соединительной ткани, которая предъявляет жалобы на одышку, сердцебиения, слабость, боли в грудной клетке без

четкой связи с физической нагрузкой. На электрокардиограмме патологическое отклонение электрической оси сердца вправо (ось QRS 110 градусов); зубец SV_5 4 мм, суммарный показатель $RV_1 + SV_5$ 7 мм, зубец $RaVR$ 4 мм (что соответствует нормальным значениям), в отведении V_1 регистрируется QRS типа rR, что требует дифференциации варианта нормы (неполной блокады правой ножки пучка Гиса) либо RSR' типа гипертрофии правого желудочка. На векторкардиограмме петля QRS смещена назад и вправо, в горизонтальной плоскости более 20 % площади петли QRS располагается в правом заднем квадранте. Петля записывается против часовой стрелки; DHx 0,20 мВ, что свидетельствует о ГПЖ. На дэкартограммах наблюдаются увеличение длительности активации до 40 мс в правых областях сферы, изменение направления ускорения реполяризации; IRVN 957 у.е., Gz 9 мс, Gy 2 мс, что свидетельствует о тяжелой ГПЖ. Заключение: ВКГ- и ДЭКАРТО-признаки ГПЖ. При эхокардиографии ПЗР ПЖ 2,8 см, ТПС ПЖ 0,5 см, СДЛА 80 мм рт. ст.

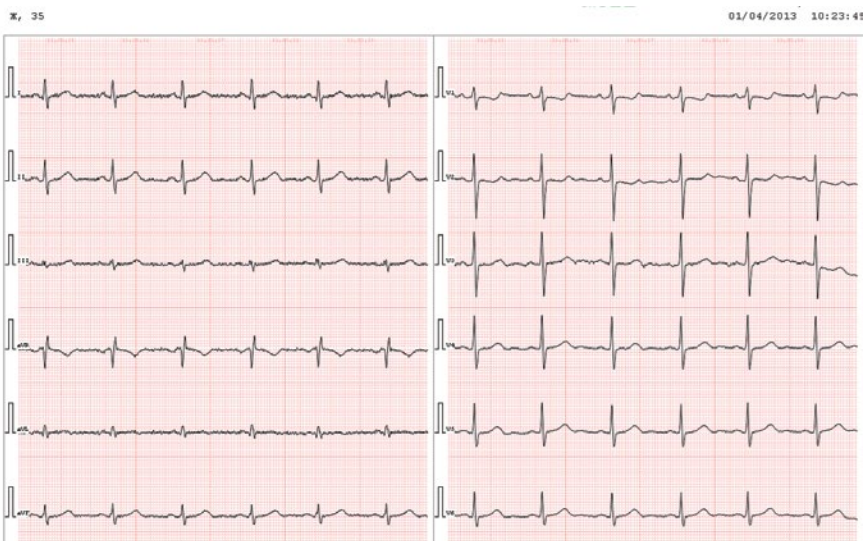


Рисунок 2.9. Электрокардиограмма больной М., 35 лет.

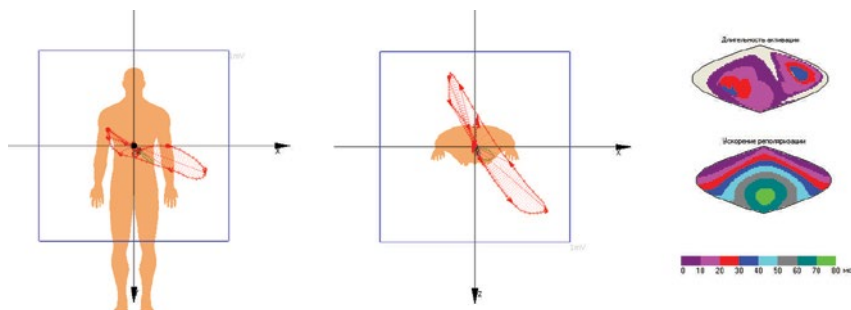


Рисунок 2.10. Векторкардиограмма и дэкартограмма больной М., 35 лет.

Алгоритм использования комплексного анализа ортогональных отведений ЭКГ для диагностики ГПЖ при обследовании больного с подозрением на легочную гипертензию

2.5. Подготовка специалиста

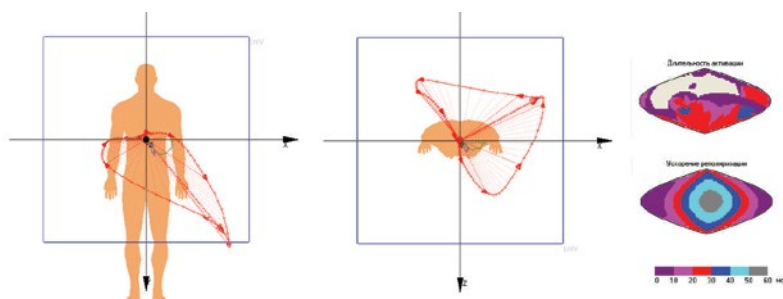
Анализ ЭКГ вообще и при легочной гипертензии, в частности, требует специальной подготовки.

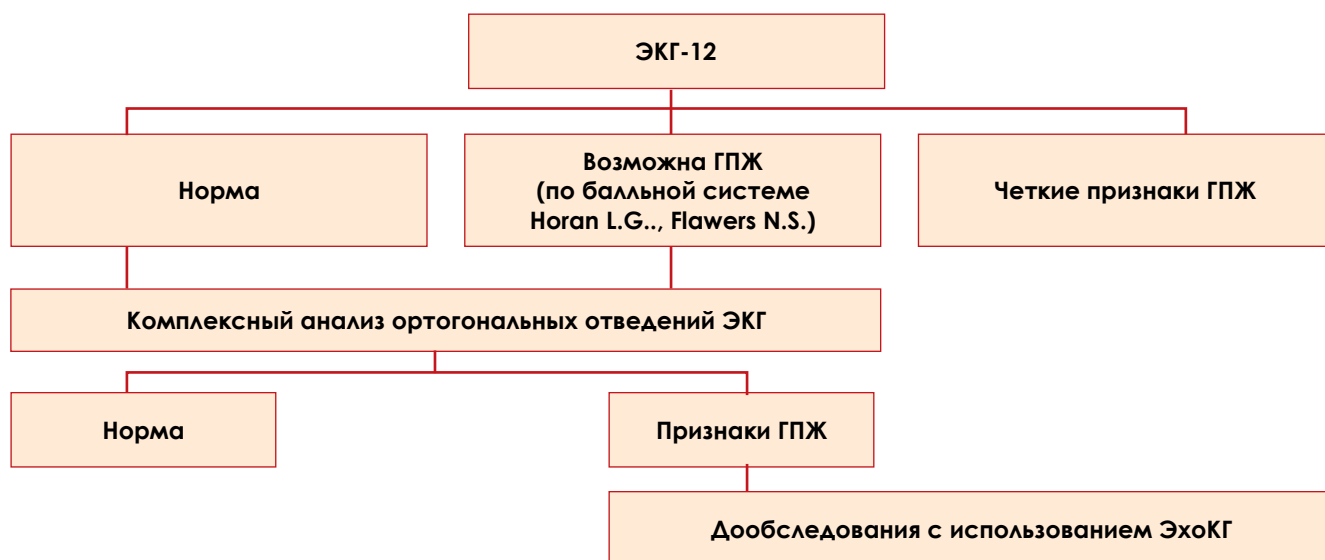
Исследование должно проводиться двумя участниками: съем ЭКГ осуществляется медицинской сестрой, обладающей сертификатом «медицинская сестра функциональной диагностики» и врачом, имеющим знания в области электрокардиологии и обладающим опытом работы в ЭКГ-диагностике, обладающим сертификатом «врач функциональной диагностики», который подтверждается раз в пять лет. Согласно приказу 210н

Рисунок 2.12. Векторкардиограмма и дэкартограмма больной Б., 29 лет.



Рисунок 2.11. Электрокардиограмма больной Б., 29 лет.





от 23.04.09 выпускники медицинских вузов по специальности «лечебное дело и педиатрия» после окончания ординатуры или интернатуры по терапии, общей врачебной практике, акушерству и гинекологии, анестезиологии и реанимации, хирургии, детской хирургии, педиатрии, неврологии, скорой медицинской помощи могут направляться на первичную подготовку по специальности «функциональная диагностика». Врачи, имеющие диплом по специальности «медицинская биофизика и медицинская кибернетика», после окончания интернатуры или ординатуры по специальности «рентгенология» могут пройти переобучение на врача функциональной диагностики.

Базовая подготовка врача функциональной диагностики включает в себя обучение в ординатуре или на четырехмесячных курсах профессиональной переподготовки, так называемое первичное обучение в учреждениях, имеющих лицензию государственного образца для проведения обучения по специальности «функциональная диагностика» в соответствии с утвержденной МЗ РФ программой профессиональной подготовки. Подтверждение сертификата врача функциональной диагностики проводится также на медицинских базах, имеющих государственную лицензию на обучение специалистов. Курс повторного обучения более короткий и включает 144 часа усовершенствования знаний и 144 часа сертификационного цикла, всего 288 часов. Возможны частично заочные формы обучения в случаях наличия соответствующих утвержденных МЗ РФ программ обучения в данном учреждении. Между первичным обучением и профессиональной переподготовкой возможно прохождение углубленной стажировки по различным методам функциональной диагностики, например, «электрокардиографическая диагностика гипертрофии миокарда у больных артериальной гипертензией». Этот вид обучения не является строго обязательным, но для его прохождения необходимо наличие всех документов, подтверждающих специальность «врач функциональной диагностики». По окончании этого специального курса выдается документ о стажировке.

Приветствуется непрерывное образование по специальности «функциональная диагностика», которое может осуществляться при активной личной работе врача

с соответствующей литературой, с участием врача в работе различных съездов и симпозиумов, посвященных последним научно-практическим достижениям в данной области науки. При отборе специалистов на переподготовку, особенно для лиц, не работавших определенное время по специальности, это непрерывное образование может учитываться по балльной системе при приеме на переподготовку. В этом курсе переподготовки, возможно, в дальнейшем будут учитываться часы участия врача в работе различных съездов и симпозиумов, посвященных данной специальности, при условии наличия сертификата, выданного участнику соответствующего мероприятия.

Рекомендуемая литература

1. Сахнова Т.А. Векторкардиография. В: Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний / под ред. Ю. Н. Беленкова, С. К. Тернового. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. — С. 225–260.
2. Титомир Л. И., Руткай-Недецкий И., Бахарова А. Комплексный анализ электрокардиограммы в ортогональных отведениях. — М.: Наука, 2001.
3. Де Луна А. Б. Руководство по клинической ЭКГ / пер. с англ. — М.: Медицина, 1993. — 704 с.
4. Маколкин В. И. Векторкардиография. В: Болезни сердца и сосудов: рук. для врачей. — Т. 1 / под. ред. Е. И. Чазова. — М.: Медицина, 1992. — С. 280–291.
5. Блинова Е. В., Сахнова Т. А. Векторкардиография. В: Руководство по кардиологии. — Т. 2 / под ред. Е. И. Чазова. — М.: Практика, 2014. — С. 79–94, 721–727.
6. Рябыкина Г. В., Сахнова Т. А., Блинова Е. В. Электровекторкардиографическая диагностика. В: Легочная гипертензия / под. ред. И. Е. Чазовой и Т. В. Мартынюк. — М.: Практика, 2015, с. 85–118, 894–898.
7. Андреева Ю. А., Мартынюк Т. В., Атауллаханова Д. М., Лазуткина В. К., Коробкова И. З., Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Данилов Н. М., Наконечников С. Н., Чазова И. Е. Клинический случай: применение селективного антагониста рецепторов эндотелина амбризентана при идиопатической легочной гипертензии // Системные гипертензии. — 2008. — № 1. — С. 57–60.
8. Юрасова Е. С., Сахнова Т. А., Чазова И. Е., Царева Н. А., Авдеев С. Н., Атьков О. Ю. Корригированная ортогональная векторкардиография в диагностике легочной гипертензии // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2005. — Т. 4. — № 6. — Ч. 1. — С. 38–44.
9. Comprehensive Electrocardiology / P. W. Macfarlane, A. van Oosterom, O. Pahlm, P. Kligfield, M. Janse, J. — Camm; Springer, 2010.

