

УДК 616.127-02:616.12-005.4-073.7

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА

*В.В. Попов, Н.А. Буланова, Н.П. Копица, А.Э. Рагзевич, Е.И. Литвин*

*Московский государственный медико-стоматологический университет  
Минздравсоцразвития РФ*

*ФГУ «Учебно-научный медицинский центр» УД Президента РФ, Москва  
Институт терапии имени Л.Т. Малой АМН Украины, Харьков*

**Ключевые слова:** желудочковые пароксизмальные аритмии, факторы риска, электрокардиография высокого разрешения, внезапная смерть, электрическая нестабильность миокарда.

Степень риска возникновения пароксизмальных нарушений сердечного ритма и внезапной сердечной смерти (ВСС) у разных больных неодинакова и с определенной долей вероятности может быть оценена на основании комплексного клинико-инструментального обследования. Индуцируемость устойчивой желудочковой тахикардии во время электрофизиологического исследования (ЭФИ) у постинфарктных больных является важным предиктором аритмических осложнений и ВСС. Однако этот метод нельзя использовать как скрининговый в связи с инвазивностью и высокой стоимостью, что делает его малодоступным для большинства клиник.

Внедрение в клиническую практику электрокардиографии высокого разрешения (ЭКГ ВР) значительно расширило возможности оценки риска возникновения злокачественных желудочковых аритмий, ВСС и позволяет выделить пациентов, нуждающихся в обязательном проведении внутрисердечного ЭФИ.

Сегодня существуют достаточно обоснованные теоретически и проверенные в эксперименте и клинике предпосылки к использованию метода ЭКГ ВР [3].

Наиболее изучен и часто используемый в настоящее время временной анализ ЭКГ ВР, который заключается в идентификации поздних потенциалов желудочков (ППЖ), представляющих собой низкоамплитудные (с поверхности тела — 5—20 мкВ) высокочастотные (20—50 Гц) электрические сигналы в конце терминальной части комплекса QRS.

Показано, что ППЖ отражают фрагментированную задержанную электрическую активность, участвующую в генерации следовой деполяризации одной или нескольких областей миокарда. Их появление при заболеваниях сердца обусловлено удлинением пути проведения электрического им-

пульса вследствие разделения кардиомиоцитов соединительной тканью и нарушения параллельной ориентации мышечных волокон. Зоны миокарда с задержанной желудочковой деполяризацией могут представлять собой электрофизиологический субстрат re-entry, а ППЖ являются неинвазивными маркерами этого аритмогенного субстрата.

В основе метода ЭКГ ВР лежит усреднение большого количества комплексов QRS (до 200 и более) после высокого усиления сигнала в 10 000—100 000 раз, фильтрации его с последующим компьютерным анализом. В настоящее время усредненный сигнал ЭКГ регистрируют по наиболее распространенной методике M.V. Simson [3], при этом три ортогональных отведения по Франку X, Y, Z комбинируются в векторную амплитуду  $(X_2 + Y_2 + Z_2)1/2$ , и с помощью автоматического алгоритма выдаются количественные критерии поздних потенциалов желудочков и предсердий. Для ППЖ характерны: а) продолжительность фильтрованного комплекса QRS (TotQRS) > 114 мс; б) средняя квадратичная амплитуда последних 40 мс в комплексе QRS (RMS40) < 20 мкВ; в) продолжительность низкоамплитудных (< 40 мкВ) сигналов в конце комплекса QRS (LAS40 > 38 мс). О ППЖ говорят при наличии, по крайней мере, двух из перечисленных выше критериев (рис. 1).

Показано, что метод ЭКГ ВР не должен ограничиваться только констатацией признаков поздних потенциалов предсердий и желудочков. Благодаря высокой точности измерения усредненных кардиоциклов (их амплитудных и временных характеристик) представляется возможность анализа параметров, которые значительно дополняют и расширяют стандартное применение метода ЭКГ ВР. Вероятно, анализ параметров QRS позволяет характеризовать качество процесса возбуждения с

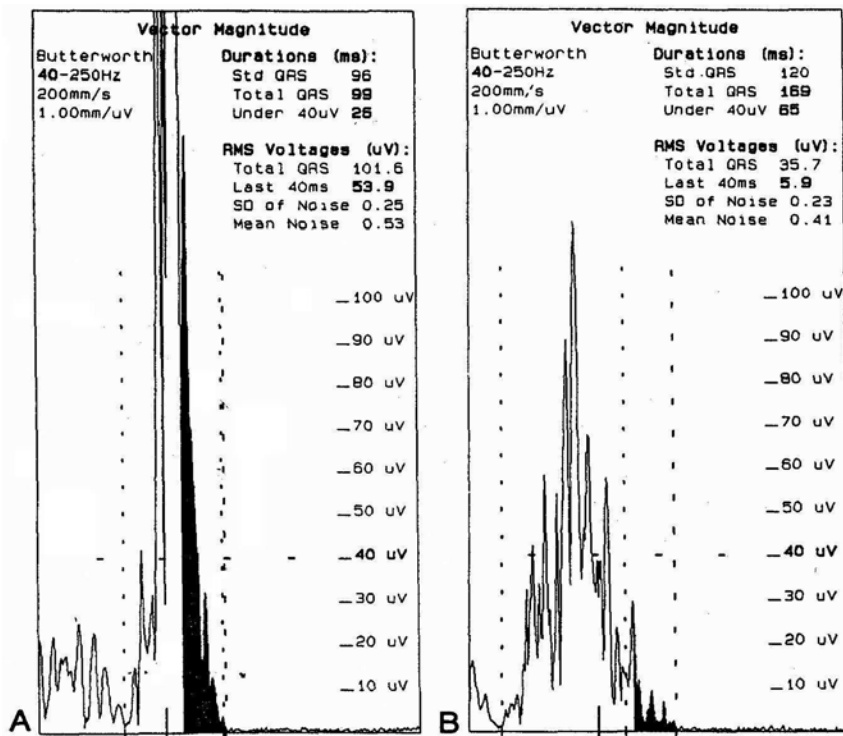


Рис. 1. А — ЭКГ ВР пациента без признаков органического поражения сердца; ППЖ не зарегистрированы; В — результаты временного анализа ЭКГ ВР у больного с постинфарктным кардиосклерозом; признаки ППЖ

Других позиций в отличие от стандартных подходов с анализом смещения сегмента ST и инверсии зубца Т. Показана возможность клинического применения отдельных параметров временного анализа ЭКГ ВР [13, 20].

У людей без заболеваний сердца ППЖ регистрируются в 4—7% случаев. У пациентов с ИБС частота встречаемости ППЖ колеблется в пределах 21—42%. Частота обнаружения ППЖ при остром инфаркте миокарда (ОИМ) составляет 14—52% и зависит от сроков регистрации ЭКГ ВР, проведения тромболитической терапии и наличия желудочковых тахикардий. Время записи ЭКГ ВР после ОИМ влияет на диагностику ППЖ также значительно, как и на их прогностическое значение. Предполагается, что в первые дни, и особенно в течение нескольких часов после начала ОИМ, существование аритмогенного субстрата транзиторно. Должно пройти несколько недель для формирования более стабильного электрофизиологического субстрата для желудочковых тахикардий. Параметры ЭКГ ВР могут нормализоваться через несколько недель, месяцев после инфаркта миокарда, что, вероятно, связано с процессами ремоделирования, протекающими в миокарде.

Частота обнаружения ППЖ наивысшая в промежутке от первой недели до одного года после инфаркта миокарда. Так, если ППЖ присутствуют на шестом месяце после ОИМ, то маловероятно, что они исчезнут. В течение одного года после ОИМ примерно 70% пациентов с исходно нормальной ЭКГ ВР имеют ППЖ при повторном исследовании.

Степень риска развития ВСС при ИБС различных форм неодинакова, а преходящая ишемия миокарда часто служит одной из главных причин возникновения угрожающих жизни аритмий. Ишемия, не приводящая к некрозу, может вызывать преходящие нарушения проводимости, а ишемия, вызывающая некроз, — к появлению устойчивого анатомо-электрофизиологического субстрата для злокачественных желудочковых тахикардий. Экспериментальные исследования показали, что окклюзия коронарной артерии вызывает снижение и фрагментацию амплитуды потенциала действия и увеличение его длительности пропорционально степени выраженности ишемии.

Сегодня диагностика ишемии миокарда, особенно «немой», путем использования неинвазивных ЭКГ методов является очень важной задачей. К сожалению, существующие методы — нагрузочные тесты, холтеровское мониторирование — не всегда позволяют выявить ишемию, поскольку существуют проблемы при интерпретации смещения сегмента ST и т. д. Так, по данным С.Ю. Марцевича и соавт. [6], при сопоставлении ЭКГ и клинических признаков ишемии миокарда в 52 случаях хронической ИБС при суточном мониторировании ЭКГ их совпадение выявлено менее чем в 50%, а у 14 больных не было вообще. При проведении пробы с нагрузкой на тредмиле клинические и электрокардиографические признаки ишемии миокарда были зарегистрированы у 49 пациентов, у большинства — оба признака, у 7 — только клинические и у 8 — только электрокардиографические [6].

Анализ взаимосвязи выраженности поражения коронарных артерий с характером смещения сегмента ST показал, что при поражении одной коронарной артерии во время нагрузки одинаково часто встречается подъем или горизонтальное снижение сегмента ST. При поражении двух коронарных артерий чаще отмечается направленное вниз смещение ST. Подъем сегмента ST был наиболее выражен при поражении левой передней нисходящей артерии [3].

ЭКГ ВР может быть использована для оценки ишемии миокарда. В последнее время большое внимание исследователей привлекает изучение ранее неисследованного параметра общей спектральной плотности фильтрованного комплекса QRS (TotQRSRMS), не относящегося к критериям ППЖ. Этот показатель с высокой достоверностью позволяет оценивать степень коронарной перфузии [3, 22]. Снижение TotQRSRMS свидетельствует о нарастании ишемии миокарда. Peterson J. и соавт. показали, что снижение TotQRSRMS при раздувании баллона во время ЧТКА коррелирует с депрессией сегмента ST на обычной ЭКГ [20, 21]. По данным этого автора, острая коронарная окклюзия вызывает снижение TotQRSRMS даже без смещения сегмента ST на стандартной ЭКГ.

В дальнейших исследованиях было подтверждено, что снижение TotQRSRMS на ЭКГ ВР является более чувствительным маркером ишемии миокарда, чем смещение сегмента ST на обычной ЭКГ [22, 19, 24].

A.P. Michaelides и соавт. сопоставляли параметры ЭКГ ВР со смещением сегмента ST на стандартной ЭКГ во время типичного приступа стенокардии. У 70% больных во время ангинозного приступа выявлялось снижение TotQRSRMS, в то время как смещение сегмента ST только у 56% [19].

Важными маркерами снижения коронарной перфузии являются также длительность фильтрованного (TotQRSF) и нефильтрованного (StdQRS) комплексов QRS. По данным ЭКГ ВР, у пациентов с индуцированной ишемией и депрессией сегмента ST ширина комплекса QRS за время нагрузки увеличивается. При этом изменения ширины комплекса QRS не зависят от нарушения реполяризации, что позволяет с большой достоверностью диагностировать истинно положительные и истинно отрицательные результаты нагрузочного теста. Считается, что удлинение комплекса QRS происходит в результате замедления проведения импульса вследствие ишемии [24].

A.P. Michaelides и соавт. продемонстрировали достоверную связь между увеличением длительности QRS и количеством стенозированных коронарных артерий [17]. Удлинение комплекса QRS наблюдалось у пациентов с одной пораженной артерией в 41% случаев, с двумя — в 75% и с тремя — в 82%. По данным Y. Takeda и соавт., критерий  $D\text{-QRS} > 3$  мс увеличивает чувствительность нагрузочного теста до 51% [23].

Показано, что ЭКГ ВР может быть использована для выявления рестеноза коронарной артерии

после чрескожной транслюминальной коронарной ангиопластики [8, 9, 11, 10]. P. Albardi и соавт. отмечают, что длительность QRS-комплекса в качестве диагностического критерия рестеноза имеет высокую специфичность и чувствительность, 91 и 80% соответственно [12].

Наряду с изменением длительности комплекса D-QRS изучают и прогностические возможности использования такого показателя, как дисперсия QRS (QRSdisp), который отражает дисперсию депольризации и свидетельствует о нарушениях внутрижелудочковой проводимости [14].

Большой интерес представляет изучение взаимосвязи ППЖ и фракции выброса (ФВ) левого желудочка по данным эхокардиографии, поскольку и тот, и другой показатели претендуют на роль независимого ВСС у пациентов с ИБС. Данные относительно связи ППЖ с функцией левого желудочка противоречивы. Существующая на сегодняшний день концепция гласит: ППЖ наиболее часто возникают в областях на границе здорового и пораженного миокарда и, соответственно, чем больше площадь поражения, тем чаще могут выявляться ППЖ.

С появлением неинвазивных методов регистрации ППЖ встал вопрос о возможности использования метода ЭКГ ВР для контроля за лечебными мероприятиями у больных с ОИМ, особенно у пациентов с нарушениями сердечного ритма. В некоторых работах показано, что появление ППЖ и удлинение фильтрованного комплекса TotQRS на фоне приема антиаритмических препаратов совпадало с более легкой индукцией желудочковой тахикардии во время ЭФИ. Это позволило предположить возможность прогнозирования аритмогенного действия препаратов. Эффективная терапия приводила к уменьшению высокочастотных компонентов в конечной части комплекса QRS и начале сегмента ST. Большинство авторов отмечают «ухудшение» параметров ЭКГ ВР при применении антиаритмических препаратов первого класса. Подобное действие препаратов второго и третьего классов выражено в меньшей степени.

Тромболитическую терапию широко применяют в клинической кардиологии. Особое значение в последнее время уделяется возможности использования ЭКГ ВР для оценки эффективности тромболитической терапии при ОИМ. Было показано, что после успешного тромболитического лечения у больных с ОИМ отмечается уменьшение частоты регистрации ППЖ. В то же время некоторые авторы подвергают сомнению информативность ЭКГ ВР у пациентов, перенесших ОИМ и получивших тромболитическую терапию [16].

Транслюминальная ангиопластика коронарных артерий (ТКА) стала одним из самых применяемых методов восстановления адекватного коронарного кровотока у больных ИБС. В связи с этим в ряде исследований изучено влияние ТКА на показатели ЭКГ ВР и частоту выявления ППЖ. Восстановление антеградного кровотока с помощью коронарной ангиопластики у больных с ОИМ при-

водило к значительному «улучшению» параметров ЭКГ ВР и исчезновению ППЖ. Среди пациентов с постинфарктным кардиосклерозом частота выявления ППЖ была значительно меньше у тех, кому проводили ТКА, по сравнению с теми, кто получал консервативную терапию (7 и 32% соответственно). Установлена патогенетическая взаимосвязь между параметрами ЭКГ ВР и активностью свободнорадикального перекисного окисления липидов. Выраженность его нарушений зависела от степени тяжести коронарного синдрома. Нарастание уровня малонового диальдегида ассоциировалось с достоверным увеличением длительности фильтрованного комплекса QRS и зубца P, частотой регистрации поздних потенциалов предсердий и желудочков [3]. Проспективные исследования показали, что поздние потенциалы желудочков при ИБС могут предсказывать возникновение угрожающих для жизни аритмий. В общей сложности, по данным проспективных исследований, обследовано 2110 пациентов с ИБС, перенесших ИМ. Частота аритмических осложнений в течение 1 года наблюдения в 495 случаях ППЖ составила 15 — 29% сравнительно с 1 — 5% у 1615 больных, у которых во время ЭКГ ВР поздние потенциалы не зарегистрированы [12, 14].

При оценке диагностической и прогностической значимости сочетания ППЖ и предсердий установлено, что у пациентов с ОИМ сочетание данных маркеров электрической нестабильности является важным предиктором прогноза злокачественных нарушений сердечного ритма.

В современной медицинской литературе появляется все больше работ, посвященных изучению возможности ЭКГ ВР для диагностики электрической нестабильности миокарда предсердий и прогнозирования пароксизмальной фибрилляции предсердий (ПФП). Считается, что поздние потенциалы предсердий (ППП) отражают замедленную

фрагментированную деполяризацию предсердий и являются маркерами анатомоэлектрофизиологического субстрата фибрилляции предсердий (ФП), развивающейся по механизму re-entry [7].

При обычном электрокардиографическом исследовании с усилением 1 мВ = 10 мм часть волны P, амплитуда которой меньше 1 мм (< 100 мкВ), скрывается в изоэлектрической линии. Метод ЭКГ ВР позволяет повысить информативность электрокардиографической диагностики и регистрировать замедленное проведение, даже если оно возникает на ограниченных участках предсердий [4].

При анализе ЭКГ ВР и ППП выделяют временные, амплитудные и частотные параметры ЭКГ ВР. Проводят следующие виды анализа усредненного сигнала: временной, спектральный, спектрально-временное картирование. Наиболее распространенная методика временного анализа волны P, при которой оцениваются разные временные и амплитудные характеристики фильтрованной волны P (FiP). На рис. 2 приведен пример анализа ППП.

В левой части рис. 2 показаны сигналы трех ортогональных отведений X, Y, Z до усреднения и фильтрации. В правой части рисунка представлен объединенный сигнал трех отведений X, Y, Z после фильтрации и усреднения 210 кардиоциклов. Продолжительность FiP показана пунктирной линией, последние 20 мс фильтрованного зубца P (V20) выделены черным цветом.

При временном анализе оцениваются следующие параметры:

1. Временные параметры (мс) — продолжительность фильтрованной (FiP или FDP) и нефильтрованной волны P (DP) в диапазоне 40—250 Гц, длительность фильтрованного сигнала на уровне ниже 5 мкВ (Under 5 мкВ или D5).

2. Амплитудные характеристики ППП (мкВ) — среднеквадратичная амплитуда всей фильтрован-

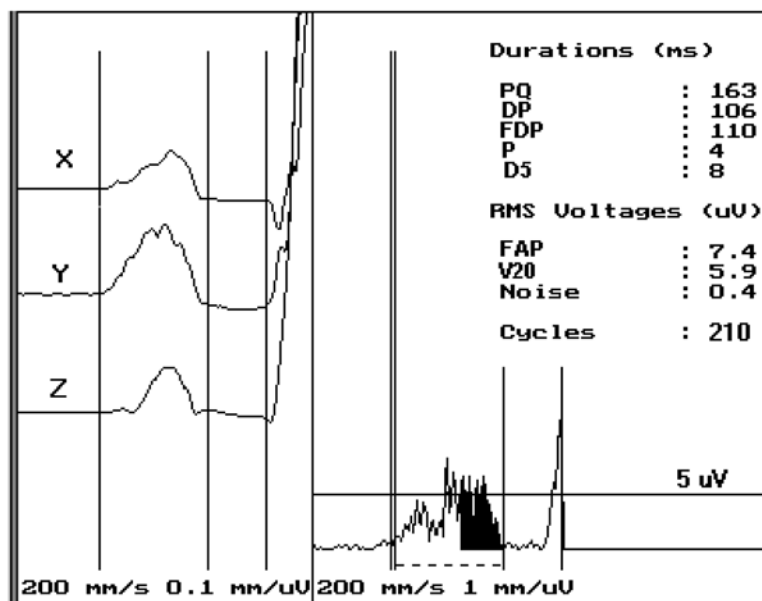


Рис. 2. Пример панели анализа ППП при ЭКГ ВР

ной волны P (Total P или RMSP, или FAP) и последних ее 10, 20, 30 мс (Last 10, 20, 30 мс или RMS 20, или V20)).

К сожалению, остаются невыработанными единые критерии оценки ППП. По данным Abe и соавт., при использовании критериев  $FiP > 125$  мс и  $RMS\ 20 < 3,0$  мкВ у больных с фибрилляцией предсердий чувствительность метода составила 87%, а специфичность — 93%. При пороговых значениях  $FiP > 135$  мс и  $RMS\ 20 < 2,0$  мкВ чувствительность и специфичность составили соответственно 63 и 98%.

М. Fukunami и соавт. указывают, что продолжительность  $FiP$  была статистически достоверно выше у пациентов с ППП, чем в контрольной группе:  $(137,0 \pm 14,3)$  по сравнению с  $(118,6 \pm 11,3)$  мс,  $P < 0,001$ .

Т.С. Простакова установила, что критериями поздних потенциалов предсердий являются: продолжительность фильтрованной волны P ( $FiP$ ) более 125 мс и среднеквадратичная амплитуда последних 20 мс фильтрованной волны P ( $RMS20$ ) меньше 3 мкВ [7]. Автор показала, что продолжительность низкоамплитудных сигналов (меньше 5 мкВ) в конце фильтрованной волны P ( $D5$ ) и среднеквадратичная амплитуда всей фильтрованной волны P ( $RMSP$ ) обладают низкой диагностической ценностью и не имеют самостоятельного значения (рис. 3).

Продемонстрирована возможность выявления электрической нестабильности предсердий у пациентов с ФП на фоне гипертиреоза, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца. При органических заболеваниях сердца отмечается большее увеличение продолжительности сигнал-усредненной волны P.

У больных ИБС, гипертонической болезнью, их сочетанием показатели ЭКГ ВР отражают как фрагментированную активность предсердий, так и

структурные изменения левого предсердия, обусловленные влиянием основного заболевания [4].

Изменения показателей ЭКГ ВР наблюдаются также у пациентов с ИБС и гипертонической болезнью без ППП. Однако показатели ЭКГ ВР в случаях ИБС и гипертонической болезни в сочетании ППП достоверно отличаются от групп больных без нарушения ритма сердца. Продолжительность  $UnFiP$  и  $FiP$  достоверно больше в группе пациентов с этими заболеваниями в ассоциации с ППП. Кроме того, отмечается снижение амплитудных характеристик P-волны у больных ИБС и ППП, а также достоверно выше значения продолжительности  $D5$  (высокочастотного низкоамплитудного сигнала в конце зубца P) у больных с гипертонической болезнью, но без аритмии.

У.В. Abe и соавт. провели работу по определению прогностической важности ЭКГ ВР в предсказании возникновения фибрилляции предсердий у пациентов после инфаркта миокарда. Обследовано 118 человек в течение  $(32 \pm 14)$  мес. Из них у 62 (52%) пациентов выявлены ППП ( $FiP > 120$  мс и  $RMS20 < 3,5$  мкВ). Возникновение ФП было значительно выше в группе с ППП — 13% (8/62) по сравнению с группой без ППП — 0% (0/56),  $P < 0,005$ . Т.А. Истомина показала, что показатели  $RMS20$  и  $D5$  отражают степень морфологических изменений в левом предсердии при ИБС и гипертонической болезни, в то время как на продолжительность  $FiP$  влияют и характер патологии, и фрагментированная активность [4].

Риск перехода пароксизмальной формы мерцания предсердий в постоянную форму по данным ЭКГ ВР оценивали У.В. Abe и соавт. Они отмечают, что критерии ЭКГ ВР:  $FiP > 145$  мс и  $RMS30 < 3$  мкВ позволяют прогнозировать развитие постоянной формы ФП с чувствительностью 75% и специфичностью 93,7%.

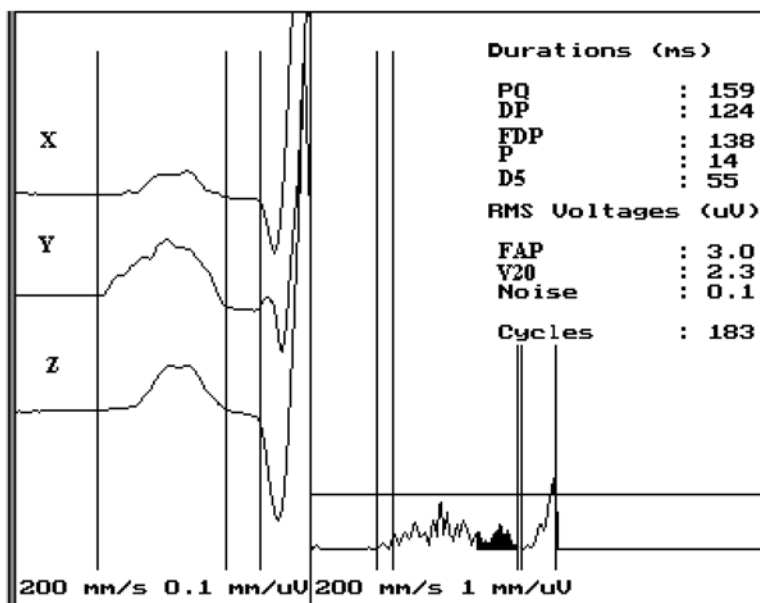


Рис. 3. Пример ЭКГ ВР пациента с ППП (левое предсердие = 4,2 см): продолжительность  $FiP$  более 130 мс, амплитуда терминальной части зубца P ( $V20$ ) — ниже 2,5 мкВ

В литературе данные по вопросу о взаимосвязи ППП с гемодинамической перегрузкой предсердий противоречивы. Н. Ogawa и соавт. изучали влияние перегрузки левого предсердия на показатели ЭКГ ВР. Продолжительность фильтрованной волны Р как в группе с ПФП, так и в группе с увеличенным размером левого предсердия была достоверно выше, чем у здоровых пациентов.

G. Turitto и соавт. и другие исследователи проследили достоверную корреляцию между FiP и размером левого предсердия. В то же время в некоторых исследованиях получены противоположные результаты [7, 17].

По данным Т.С. Простаковой и Т.А. Истоминой, метод ЭКГ ВР позволяет выявлять больных с высоким риском развития пароксизмальной мерцательной аритмии независимо от размера левого предсердия по данным эхокардиографии. При этом диагностическая ценность метода ЭКГ ВР для выявления больных с пароксизмальной мерцательной аритмией на фоне органических заболеваний сердца выше, чем в случаях с идиопатической формой мерцательной аритмии [7, 4].

Н.А. Буланова [1] показала, что у пациентов с ИБС, увеличенным левым предсердием и ПФП продолжительность FiP и UnFiP достоверно отличались от группы больных с нормальными размерами левого предсердия. Предложены новые критерии для диагностики ПФП на фоне увеличенного левого предсердия, а именно продолжительность FiP > 130 мс.

Влияние антиаритмических средств на параметры ЭКГ ВР изучены в нескольких работах, посвященных анализу Р-волны [3, 4]. Наибольшие изменения выявлены на фоне приема аллапинина в суточной дозе 125 мг, назначенного через 7 дней после начала приема. Наблюдалось статистически достоверное удлинение FiP с  $(165 \pm 16)$  до  $(181 \pm 15)$  мс ( $P < 0,05$ ), а также снижение удельного веса низкочастотных составляющих и смещение 1-го пика к концу волны Р. Лечение антиаритмическими препаратами IC класса — этацизином в среднесуточной дозе 150 мг — недостоверно увеличило продолжительность фильтрованной Р-волны с  $(164 \pm 13)$  до  $(166 \pm 6)$  мс ( $P > 0,05$ ) и достоверно снизило значения спектральной плотности низких частот и общей спектральной плотности.

Т.А. Истомина изучала влияние терапии препаратами 1А, 1С и III классов по классификации E.M. Vaughan Williams на показатели ЭКГ ВР. При эффективной терапии препаратами 1А класса отмечено достоверное уменьшение продолжительности интервала PQ, FiP, разницы FiP-UnFiP, снижение RMSTotP. При неэффективной терапии препаратами 1А класса отмечено достоверное увеличение продолжительности D5:  $(15,0 \pm 3,6)$  и  $(27,0 \pm 8,0)$  мс, и снижение RMS20:  $(2,8 \pm 0,8)$  и  $(2,2 \pm 0,8)$  мкВ, на фоне однонаправленной тенденции к увеличению продолжительности FiP:  $(132,6 \pm 3)$  и  $(136,0 \pm 4,3)$  мс. Под влиянием эффективной терапии препаратами III класса отмечено увеличение продолжительности FiP и UnFiP,

а также снижение амплитуды RMS20. Неэффективная терапия амиодароном сопровождалась удлинением PQ и UnFiP [4].

Вопрос о выборе метода восстановления ритма — электроимпульсная терапия (ЭИТ) или медикаментозная кардиоверсия широко обсуждается в литературе [21]. Несмотря на высокую эффективность ЭИТ, составляющую 90—95%, показано, что при возобновлении ритма ЭИТ восстановление механической систолы предсердий значительно отстает от электрической. На протяжении от нескольких часов до нескольких дней и даже до месяца сохраняется электромеханическая диссоциация предсердий или предсердия, в то время как при фармакологической дефибрилляции сократительная способность предсердий восстанавливается практически сразу [5]. Фармакологическая кардиоверсия эффективна лишь в 50—70% случаев. В связи с этим необходимы эффективные неинвазивные ЭКГ методы прогнозирования эффективности антиаритмической терапии и оценки целесообразности проведения ЭИТ. По данным Н.А. Булановой, [1] показатели ЭКГ ВР у больных с синусовым ритмом, восстановленным с помощью ЭИТ, достоверно отличались от показателей ЭКГ ВР пациентов, которым возобновили синусовый ритм с помощью медикаментозных препаратов. У больных, которым в связи с неэффективностью лекарственной терапии проводили кардиоверсию, наблюдалось увеличение средней продолжительности фильтрованной Р-волны по сравнению с группой, где пароксизм удалось купировать с помощью антиаритмических средств:  $(133,7 \pm 10,2)$  и  $(125,5 \pm 11,6)$  мс соответственно,  $P < 0,05$ . При использовании критерия FiP  $\geq 129$  мс для предсказания неэффективности медикаментозного купирования пароксизма мерцания предсердий чувствительность и специфичность метода были равны 72 и 65%. У пациентов с ПФП, которым для купирования пароксизма из-за неэффективности антиаритмической терапии необходимо было проводить ЭИТ, наблюдается увеличение показателя FDP на ЭКГ ВР, что может быть использовано при выборе метода восстановления синусового ритма.

В настоящее время уделяется много внимания дисперсии Р-зубца. Было показано, что она является маркером гетерогенного проведения и может быть использована как простой ЭКГ-маркер для выявления случаев пароксизмальной ФП. Дисперсия Р-зубца рассчитывается как разница между максимальной (Pmax) и минимальной (Pmin) его продолжительностью. При ЭКГ ВР G. Villani и соавт. отметили, что дисперсия Р-зубца в комбинации с показателем длительности фильтрованного Р позволяет существенно повысить чувствительность и специфичность метода ЭКГ ВР при идентификации пациентов с высоким риском развития ПФП. Их выявить позволяют значения FiP и дисперсии Р-зубца [15, 18].

При сопоставлении ЭКГ ВР с результатами других методов (суточное мониторирование ЭКГ, эхо-

кардиография) при различных формах ИБС получены противоречивые данные. Показано, что несмотря на достаточно высокую чувствительность и специфичность, положительная предсказывающая ценность метода остается небольшой (10—29%). Гораздо выше (96—99%) она у отрицательного результата, что позволяет выделять группу больных невысокого риска развития злокачественных желудочковых тахикардий [3].

Данные ЭКГ ВР могут изменяться в условиях возможной динамической изменчивости сигналов. ППЖ отражают наличие задержки проведения и предрасположенность сердца к циркуляторным тахикардиям в условиях изменения коронарного кровотока (ишемии). Воздействия медикаментозной и немедикаментозной терапии может изменяться их прогностическая значимость.

Существует проблема определения диагностической ценности метода у больных ИБС, с задним инфарктом миокарда в анамнезе. Большую группу пациентов с блокадами ножек пучка Гиса и внутрижелудочковыми блокадами вообще не включают в исследование.

Доказано, что широкое использование у пациентов с ИБС бета-адреноблокаторов, статинов, ингибиторов АПФ, тромболитической терапии снижает как общую смертность, так и частоту внезапной сердечной смерти. Современные подходы к терапии ИБС привели к снижению прогностической значимости большинства известных неинвазивных ЭКГ-методов оценки электрической нестабильности миокарда. Считается, что в настоящее

время нельзя экстраполировать результаты, полученные в дотромболитическую эпоху, на современную ситуацию и необходимо проводить исследования, направленные на поиск наиболее значимых маркеров риска [2].

Для оценки электрической нестабильности миокарда у пациентов с ИБС применяют разные неинвазивные ЭКГ-методы. Показано, что сочетание тестов улучшает их прогностическую ценность, хотя положительная предсказывающая ценность редко достигает более 40%.

Пока неизвестно, какие маркеры полезны и доступны для объединения с параметрами ЭКГ ВР. Не определена приоритетность используемых критериев, их прогностическая значимость при комплексном использовании. Следует также установить, останутся ли прежними градации отдельных факторов риска, известные при индивидуальном их использовании, при многофакторном анализе. Не дан еще ответ и на вопрос: какое сочетание параметров может обладать наибольшей диагностической и прогностической значимостью [2].

Малоизученными остаются вопросы взаимосвязи пролонгированного предсердного проведения усредненной Р-волны и ряда анатомических и функциональных факторов (гемодинамической перегрузки предсердий, непосредственного поражения миокарда при органических заболеваниях сердца, нейровегетативной регуляции). Необходимы дополнительные исследования для установления прогностической значимости отдельных параметров ЭКГ ВР.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буланова Н.А. Прогностическое значение метода электрокардиографии высокого разрешения у больных с пароксизмальной формой мерцания предсердия: Автореф. дис. ...канд. мед. наук.— М., 1998.— 121 с.
2. Внезапная сердечная смерть. Рекомендации Европейского Кардиологического общества /Под ред. проф. Н.А. Мазура.— М.: Медпрактика, 2003.— 148 с.
3. Иванов Г.Г. Электрокардиография высокого разрешения / Под ред. Г.Г. Иванова, С.В. Грачева, А.Л. Сыркина.— М.: Триада-Х, 2003.— 304 с.
4. Истомина Т.А. Критерии диагностики электрической нестабильности миокарда левого и правого предсердий и оценки медикаментозного лечения у больных с пароксизмальной формой мерцательной аритмии: Автореф. дис. ...канд. мед. наук.— М., 2000.
5. Кушаковский М.С. Фибрилляция предсердий.— СПб.: Фолиант, 1999.— 175 с.
6. Марцевич С.Ю., Загребельный А.В., Кутишенко Н.П. и др. Преходящая ишемия миокарда у больных хронической ишемической болезнью сердца: сравнение различных признаков и методов выявления // Кардиология.— 2000.— № 11.— С. 9—12.
7. Простакова Т.С. Изучение возможностей применения метода ЭКГ ВР у больных с пароксизмальной формой мерцательной аритмии: Автореф. дис. ...канд. мед. наук.— М., 1997.
8. Рагзевич А.Э., Попов В.В., Уранова Е.В. Диагностика и лечение рестеноза коронарных артерий после коронарной ангиопластики / Сб. науч. труд. сотр. ЦКБ МПС РФ «Актуальные вопросы железнодорожной медицины».— М.: Центральная клиническая больница МПС России, 2000.— С. 417—424.
9. Рагзевич А.Э., Сметнев А.С., Попов В.В., Уранова Е.В. Электрокардиографические маркеры риска внезапной сердечной смерти. Влияние ишемии и реваскуляризации миокарда // Кардиология.— 2001.— Т. 41, № 6.— С. 99—104.
10. Уранова Е.В., Буланова Н.А., Попов В.В. Влияние чрезкожной транслюминальной коронарной ангиопластики на электрофизиологические параметры электрической нестабильности миокарда / Сб. труд. 2 Конференции молодых ученых России «Фундаментальные науки и прогресс клинической медицины».— М.: Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова, 2001.— С. 246—247.
11. Уранова Е.В., Уранов В.Н., Попов В.В. Коронарная ангиопластика. Методы оценки эффективности. Диагностика и профилактика рестеноза. Учебно-методические рекомендации для врачей / Под ред. проф. А.Э. Рагзевича.— М.: Московский государственный медико-стоматологический университет, 2001.— 50 с.
12. Albardi P., Dainese F., Reimers B., Sacca S. Value of QRS duration criteria to detect restenosis after PTCA using ECG stress testing in patient with single coronary vessel disease // Eur. Heart J.— 2001.— Vol. 22.— P. 192.

13. Anastasiou-Nana M., Nanas J.N., Karagounis L.A. et al. Lead variations in QRS duration predicts mortality in patients with severe congestive heart failure // *Circulation*.— 1998.— Vol. 98, Suppl. 1.— P. 776.

14. Anastasiou-Nana M., Nanas J.N., Karagounis L.A. et al. Relation of dispersion of QRS and QT in patients with advanced congestive heart failure to cardiac and sudden death mortality // *Am. J. Cardiology*.— 2000.— Vol. 85.— P. 1212—1217.

15. Aytemir K., Ozer N., Sade E., Atalar A. P-wave dispersion: a rapid and non-invasive marker of risk of paroxysmal atrial fibrillation in hypertensive patients // *Eur. Heart J.* 2001.— Vol. 21.— P. 138.

16. Bauer A., Guzik P., Barthel P. et al. Reduced prognostic power of ventricular late potentials in post-infarction patients of the reperfusion era // *Eur. Heart J.*— 2005.— Vol. 26.— P. 755—761.

17. Gjorgov N., Jordaens L., Dimmer K. et al. Analysis of the P-wave duration with signal averaging to assess the risk for atrial fibrillation after bypass surgery // *PACE*.— 1996.— 19 Pt. II.— P. 586.

18. Guo X., Gallagher M.M., Polonieki J. et al. Prognostic significance of serial P-wave signal-averaged electrocardiogram following electrical cardioversion of atrial fibrillation: a prospective study // *Eur. Heart J.*— 2002.— Vol. 4.— P. 532.

19. Michaelides A.P., Dilaveris P.E., Psomadaki Z.D. et al. QRS prolongation on the signal-averaged electrocardiogram

versus ST-segment changes on the 12-lead electrocardiogram: which is the most sensitive electrocardiographic marker of myocardial ischemia // *Clin. Cardiol.*— 1999.— Vol. 22, N 6.— P. 403—408.

20. Petterson J., Pahlm O., Carro E. et al. Changes in high-frequency QRS components are more sensitive than ST-segment deviation for detecting acute coronary artery occlusion // *J. Am. Coll. Cardiol.*— 2000.— Vol. 36, N 6.— P. 1827—1834.

21. Petterson J., Lander P., Pahlm O. et al. Electrocardiographic changes during prolonged coronary artery occlusion in man: comparison of standard and high-frequency recordings // *Clin. Physiol.*— 1998.— Vol. 18, N 3.— P. 179—186.

22. Popov V., Bulanova N., Uranova E. et al. Arrhythmia risk stratification in postinfarction patients based on signal-averaged ECG, heart rate variability and repolarization dispersion // XXVII International congress on electrocardiology.— Milan, June 27 — July 1, 2000.— P. 174.

23. Takeda Y., Takaki H., Tahara N. et al. Improved accuracy of exercise ECG in patients with prior myocardial infarction: high-resolution analysis of QRS width // *Eur. Heart J.* 2001.— Vol. 22.— P. 191.

24. Tsunoda S., Takeda Y., Takaki H. et al. Utility of QRS width measurement to identify inducible ischaemia in hypertensive patients with electrocardiographic left ventricular hypertrophy: high-resolution analysis of exercise ECG // *Eur. Heart J.*— 2001.— Vol. 22.— P. 192.

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ ВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОСТІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ МІОКАРДА

**В.В. Попов, Н.А. Буланова, М.П. Копиця, А.Є. Радзевич, Е.І. Литвин**

Електрокардіографія високої роздільності, так звана сигнал-узагальнена електрокардіографія (ЕКГ ВР), є діагностичним методом, що дає змогу отримати важливу інформацію про характеристики аритмогенного субстрату, що лежить в основі пароксизмальних аритмій. Важливість ідентифікації порушень параметрів ЕКГ ВР підтверджується тими фактами, що ці порушення пов'язані з виникненням пароксизмальних аритмій: шлуночкової тахікардії, фібриляції шлуночків та передсердь. Розглянуто можливості ЕКГ ВР для оцінювання електричної нестабільності міокарда.

## SIGNAL-AVERAGED ELECTROCARDIOGRAPHY USING FOR ASSESSMENT OF ELECTRICAL INSTABILITY OF MYOCARDIUM

**V.V. Popov, N.A. Bulanova, N.P. Kopitsa, A.E. Radzevich, O.I. Lytvyn**

High resolution electrocardiography, also called signal-averaged electrocardiography (SAECG), is a diagnostic method that gives the possibility to provide important information about characteristics of the arrhythmogenic substrate, underlying paroxysmal arrhythmias. The importance of detecting abnormalities in the SAECG recordings lies in the fact that those abnormalities are related to the occurrence of paroxysmal arrhythmias: ventricular tachycardia, fibrillation, atrial fibrillation. The article gives the review of the role of SAECG in the assessment of myocardial electrical instability.