

НОВЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЙ И РЕОГРАФИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Г.Г.Иванов, В.Е.Дворников, В.В.Попов, А.Н.Грибанов

Кафедра госпитальной терапии
Российский университет дружбы народов
Ул. Миклухо-Маклая, 8, 117198 Москва, Россия

Отдел кардиологии
НИЦ ММА им. И.М. Сеченова
Ул. Б. Пироговская, 2/6, 119874 Москва, Россия

Работа посвящена описанию проведенных разработок новых электрокардиографических диагностических систем 3-го и 4-го поколения, выполняемых на протяжении последних 20 лет. Среди них методики электрокардиографии высокого разрешения, поверхностного картирования, дипольной электрокардиотопографии, спектрально временного и дисперсионного картирования, вариабельности сердечного ритма. Кратко представлена и методика мультимодальной биоимпедансной спектроскопии, используемая для анализа баланса клеточной и внеклеточной жидкости, жировой и безжировой массы тела.

В настоящее время сердечно-сосудистые заболевания, и в первую очередь ишемическая болезнь сердца (ИБС), продолжает оставаться ведущей причиной смертности в большинстве развитых стран. Несмотря на значительные успехи при решении вопросов прогноза, терапии и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, смертность от данной патологии растет. Во многом решение этой проблемы зависит от эффективной и своевременной, то есть ранней диагностики патологических изменений в сердечной мышце.

Основным научным направлением работы кафедры на протяжении многих лет являлась разработка новых диагностических методов и технологий анализа ЭКГ для диагностики электрофизиологического ремоделирования миокарда при различных заболеваниях сердца, прогноза развития электрической нестабильности миокарда, потенциально опасных и угрожающих жизни аритмий, контроля эффективности проводимой терапии.

В течение последних 20 лет получили развитие новые методы ЭКГ-диагностики, и начало формироваться новое направление — неинвазивная электрофизиология. Она базируется на современных методах цифровой обработки ЭКГ-сигнала, которые позволяют измерять и оценивать данные, недоступные стандартному методу оценки, принципы которого основаны на врачебной логике описания изменений контурного анализа ЭКГ и нарушений ритма, а также методах математического моделирования. Современные ЭКГ системы являются достижением но-

вых методов математического описания и обработки измеренных данных электрокардиограммы с использованием в анализе сложных новых характеристик и параметров, графическим представлением полученных результатов.

В настоящее время в клинике анализируется только часть существующей электрофизиологической информации, получаемой по данным ЭКГ 12 стандартных отведений и базирующейся на основе описания контурного анализа и оценке нарушений ритма (характер ишемических изменений, нарушений ритма и проводимости, гипертрофии и т.д.). Дополнительную информацию об электрической активности сердца дают методы: холтеровского мониторирования, вариабельности сердечного ритма и альтернации амплитуды Т-зубца, дисперсии длительности Р-зубца и комплекса QRS, интервалов QT, QTa, JT, JTa. Однако регистрируемый с поверхностных электродов ЭКГ-сигнал, отражая функцию или дисфункцию специфических ионных каналов и являясь интеграцией электрофизиологического феномена миллионов миоцитов, содержит дополнительную, невидимую на стандартной ЭКГ.

Существующие и разрабатываемые новые электрокардиографические методы диагностики, обладая принципиально новыми диагностическими возможностями, все шире внедряются в повседневную клиническую практику кардиологических отделений, кардиологических диспансеров, сети поликлинических отделений. Среди них можно в первую очередь отметить методы: ЭКГ высокого разрешения, спектрально-временного, поверхностного и дисперсионного картирования, дипольной электрокардиотопографии (ДЭКАРТО), новых аспектов анализа вариабельности сердечного ритма, дисперсии амплитудных и временных характеристик P-QRS-T (включая анализ "beat-to-beat").

В перспективных новых компьютерных электрокардиографических системах реализуется более строго биофизически обоснованный подход к параметризации кардиоэлектрического потенциала, требующий специального преобразования измеренных сигналов отведений на основе дополнительных сведений о физической структуре сердца и тела. Такое преобразование связано с более или менее глубоким погружением в область биофизики и электрофизиологии сердца. Здесь ключевую роль играют методы обработки данных на основе математических моделей, соответствующих электродинамической системе "электрический генератор сердца — объемный проводник тела". Решается так называемая обратная электродинамическая задача, которая в обобщенном понимании заключается в оценке характеристик электрического процесса в сердце по распределению электрического потенциала, порождаемого генераторами сердца на поверхности тела.

Для обозначения новых методов сбора, обработки и изображения ЭКГ сигнала используется понятие электрокардиографии 3-го и 4-го поколения. Одним из первых среди них и достаточно известных является метод электрокардиографии высокого разрешения (ЭКГ ВР). Сигналы, названные поздними потенциалами желудочков (ППЖ), регистрируются с поверхности тела в виде низкоамплитудной фрагментированной электрической активности, локализованной в конце комплекса QRS и на протяжении сегмента ST. В настоящее время существуют в достаточной степени обоснованные теоретически, проверенные в эксперименте и клинике, предположения к использованию метода ЭКГ ВР.

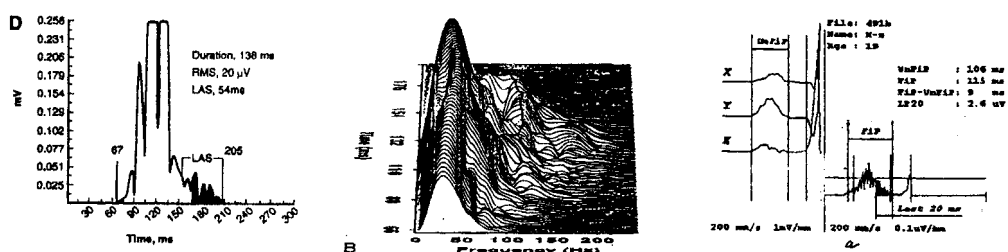


Рис. 1. Фрагменты заключений программного обеспечения системы ЭКГ ВР:

Д — представление результатов анализа поздних потенциалов желудочков и а — поздних потенциалов предсердий, В — вариант спектрально-временной карты

Следует только отметить, что для прогноза развития фатальных аритмий необходимо четко понимать возможности данного метода и его ограничения. Это, во-первых, проблемы связанные с использованием усреднения в условиях возможной динамической изменчивости сигналов, во-вторых, понимание того, что ППДЖ в лучшем случае отражают лишь наличие задержки проведения и тем самым предрасположенность сердца к циркуляторным тахикардиям в условиях синусового ритма, в-третьих, некоторые постинфарктные эктопические ритмы могут быть обусловлены фокусной разрядкой волокон Пуркинье, а ППДЖ могут быть не связаны (или связаны лишь частично) с фатальными аритмиями. И, наконец, как эти проблемы видоизменяются в условиях изменения коронарного кровотока (ишемии), увеличения ЧСС, активации симпатно-адреналовой системы, медикаментозных воздействий и др.

Регистрация зубца Р с поверхности тела с использованием метода ЭКГ ВР расширяет возможности использования метода в клинической практике. Электрофизиологические исследования, проведенные рядом авторов, продемонстрировали наличие зон замедленного фракционированного проведения по предсердиям у больных с пароксизмальными формами мерцания и трепетания предсердий. Наличие таких зон может предсказывать развитие спонтанных пароксизмов мерцательной аритмии. В ряде работ была продемонстрирована патоморфологическая основа пролонгированной фрагментированной предсердной электрограммы. Считают, что возникновение re-entry в регионе предсердий зависит как от пространственных различий в свойствах мембраны, так и от анатомической дезорганизации мышечной ткани предсердий, когда отдельные мышечные волокна разделяются соединительной тканью, что ведет к неоднородности, анизотропности свойств предсердий. Анализ различных амплитудных и временных характеристик широко используется для оценки динамики электрофизиологического ремоделирования предсердий при кардиоверсии у больных с ПИМА, прогноза рецидивов и эффективности проводимой терапии.

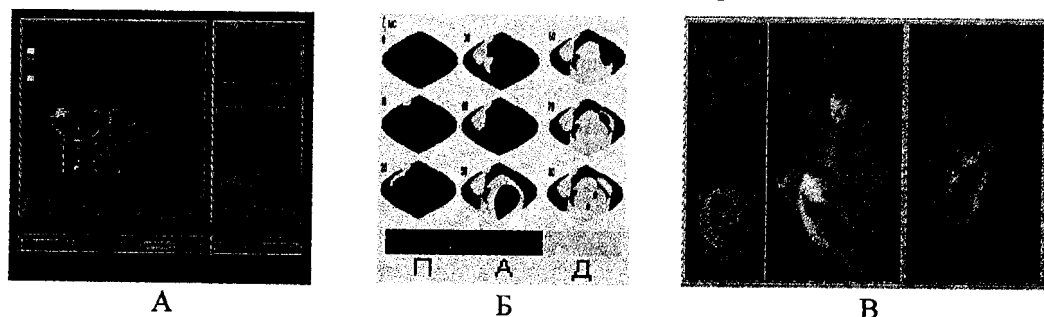


Рис. 2. Представление результатов работы программ:

А — спектрально-временного картирования, Б — дипольной электрокардиотопографии, В — дисперсионного картирования

Термин “электрическое ремоделирование” введен в клиническую практику более 10 лет назад и использовался применительно *электрическим и электрофизиологическим процессам в миокарде*. В настоящее время широко используется термин электрофизиологическое ремоделирование миокарда (ЭРМ). Данный термин используется чаще при изучении патологических процессов в предсердиях, обуславливающих развитие пароксизмальных форм МА и нарушений, сопровождающих ее постоянную форму, и упоминается по отношению к гипертрофии и сердечной недостаточности.

Возникновение различных форм преходящей ишемии миокарда — одно из основных проявлений хронически протекающей ИБС. Клинико-функциональные методы ее диагностики и нарушений свойств мембран кардиомиоцитов в повседневной клинической практике в настоящее время чаще базируются на клинических признаках и смещении сегмента ST по данным ЭКГ в покое и при функциональных пробах. Анализ вариантов ишемии (“гибернированный” и “оглушенный” миокард) с изменениями электрофизиологических свойств миокарда представляется нам важным аспектом в поиске новых диагностических тестов тяжести ишемического поражения миокарда и оценки течения ИБС. Имеются аргументированные данные об использовании для диагностики ишемии и нарушений электрофизиологических свойств миокарда при ИБС отдельных показателей ЭКГ высокого разрешения, их альтернации и дисперсии, спектральных составляющих и других параметров, получаемых на основании анализа усредненного ЭКГ-сигнала.

Обоснованность данных подходов базируется на представлении, что электрофизиологическая альтернация клеток и их мембран ассоциируется с ремоделированием после эпизода ишемии или перенесенного инфаркта миокарда, участвует в аритмогенезе, а также развитию «электромеханического несоответствия» в зонах миокардиальной дисфункции. Причем электрическое ремоделирование опережает структурно-геометрические изменения в миокарде и более чувствительно в отражении происходящих патологических процессов.

В настоящее время большая часть исследователей придерживается точки зрения, согласно которой электрическая нестабильность сердца рассматривается как состояние, имеющее многофакторную природу. Соответственно, для надежного прогноза необходим комплексный анализ всех возможных причин и пусковых факторов (триггерных и модулирующих), в том числе баланса вегетативной регуляции (анализ R-R распределения), характера эктопии при суточном мониторинровании, а также дисперсии Q-T интервала и длительности Р-зубца, параметров ЭКГ ВР, данных поверхностного картирования.

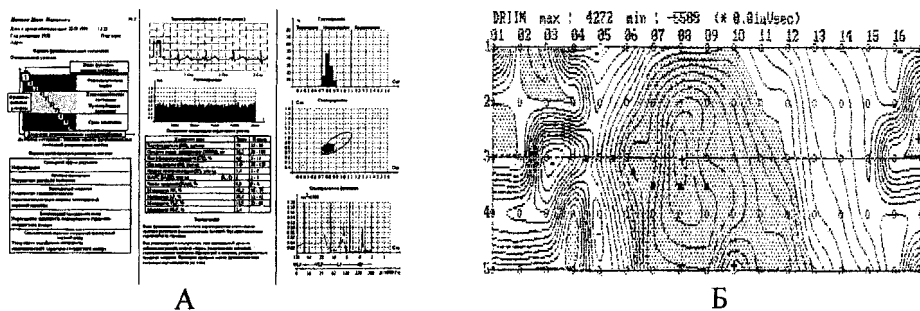


Рис. 3.

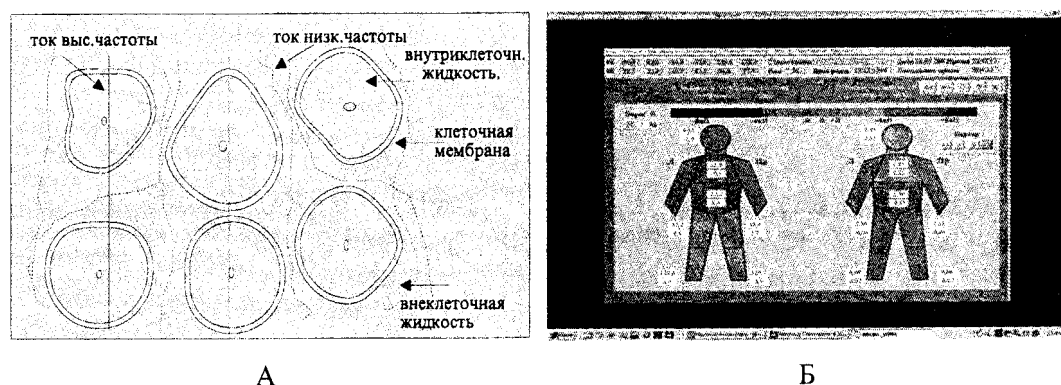
- А — итоговое заключение работы программы variability сердечного ритма,
 Б — многофокусный вариант карты поверхностного картирования
 у больного с пароксизмами желудочковой тахикардии

Наиболее существенное повышение точности оценки состояния сердца обеспечивает электрокардиографическое картирование, предполагающее определение электрического потенциала на всей поверхности тела путем синхронной регистрации сигналов множественных отведений, распределенных на этой поверхности. При ЭКГ-картировании объем исходной информации об электрическом поле сердца существенно больше, чем при использовании общепринятых электрокардиографических методов, причем открываются возможности более подробного и глубокого анализа измеренных данных. Поэтому ЭКГ-картирование может обеспечить более высокую точность диагностики. В компьютерных электрокардиографических системах 3-го поколения интерпретация данных осуществляется с использованием методов, которые в значительной степени основаны на эмпирических наблюдениях, хотя в них пространственная форма электрического поля сердца нередко трактуется с позиций электродинамики.

Проведенные экспериментальные исследования и использование результатов в клинических наблюдениях показали, что ЭКГ-картирование действительно превосходит общепринятую электрокардиографию по точности диагностики повторных инфарктов миокарда и инфарктов миокарда задней локализации, поражения миокарда при тестах с физической нагрузкой, при выявлении дополнительных предсердножелудочковых проводящих путей и внутрижелудочковых блокад, желудочковых гипертрофий и др. В клинике все это позволяет не только уточнить диагноз, но и использовать метод в оценке действия различных фармакологических препаратов. Метод картирования в данной монографии описан лишь фрагментарно, в контексте интерпретации и связи с данными метода ЭКГ ВР.

Исследовано соотношение активности свободнорадикальных процессов и электрофизиологического ремоделирования миокарда и их взаимосвязь со степенью тяжести коронарного синдрома. С этой целью изучены показатели ЭКГ высокого разрешения (ЭКГ ВР) и нового биохимического теста окислительной устойчивости (окисляемости) плазмы. При различных формах ИБС показатель окислительной устойчивости плазмы может применяться для оценки тяжести ИБС с высоким риском развития осложнений и ишемической эндотелиальной дисфункции миокарда. Ухудшение показателей ЭКГ-ВР отражает тяжесть течения ИБС и ассоциируется с изменением показателей окисляемости плазмы. Амплитудные и временные характеристики показателей QRS комплекса и Р зубца целесообразно использовать для динамической оценки прогрессирования и тяжести течения ИБС в дополнение к методам стандартной электрокардиографии.

Среди существующих методик для оценки эффективности диуретической терапии заслуживает внимания метод мультимастотной биоимпедансной спектроскопии, который позволяет анализировать показатели баланса водных секторов организма. Метод мультимастотного биоимпедансного анализа позволяет анализировать состояние водных секторов организма. В настоящее время имеется много данных о применении биоимпедансных измерений тела при его зондировании токами различной частоты для контроля за состоянием водного баланса и анализа жировой и безжировой массы тела (БЖМ). Это быстрый простой и недорогой метод, поэтому большое внимание посвящено работам, направленным на установление эффективности биоимпедансной спектроскопии при определении клинически важных изменений водного баланса.



А

Б

Рис. 4.

А — основа метода — различия прохождения тока различной частоты по биологическим средам организма,
 Б — импеданс и изменения объемов в полисегментном представлении

Проведенные исследования показали, что биоимпедансный анализ позволяет достаточно точно разграничить степень выраженности ХСН, контролировать динамику изменений водного баланса у больных с недостаточностью кровообращения и оценивать эффективность терапии.

Важно использовать высокий исследовательский и диагностический потенциал передовых технологий, так как без их использования нельзя поднять на новый уровень качество оказания специализированной кардиологической помощи.

NEW METHODS ELECTROCARDIOGRAPHICS AND BIOIMPEDANCE DIAGNOSTICS

G.G. Ivanov, V.E. Dvornikov V.V. Popov, A.N. Gribanov

Department of Hospital Therapy
 Peoples' Friendship University of Russia
 Miklukho-Maklaya st., 8, 117198 Moscow, Russia

Department of Cardiology MMA I.M. Sechenov
 B. Pirigovskaya, 2/6, 119874 Moscow, Russia

Work is devoted to the description of the carried out development new electrocardiographics diagnostic systems of 3-th and 4-th generation which are carried out during last 20 years. Among them a technique ECG high resolution, superficial mapping, dipole-ECG systems, spectral-temporal and dispersive mapping, heart rate variability. Briefly presentation and a technique of multifrequency bioimpedance spectroscopy, with using for the analysis of balance of a cellular and extracellular liquid, fatty weights of a body.