
УСПЕХИ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ

Г.Г. Иванов

Лаборатория электрофизиологических методов исследования в кардиологии
НИЦ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова
ул. Трубецкая, 8, Москва, Россия, 119991

**М.Р. Александрова, В.Е. Дворников,
Г. Халаби, А.Х. Азаракш**

Кафедра госпитальной терапии
Медицинский факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макляя, 8, Москва, Россия, 117198

Статья содержит краткое описание нового метода электрокардиографической диагностики — дисперсионного картирования и основные результаты клинических исследований. Метод находит в настоящее время все большее применение в клинической практике. Рассмотрены общие теоретические предпосылки и методические аспекты использования метода, представлены основные принципы анализа. Изложены результаты собственных оригинальных исследований. Значительное внимание уделено данным о диагностическом и прогностическом значении метода дисперсионного картирования в группах здоровых лиц и больных различными формами ИБС. Рассмотрены отдаленные исходы острого коронарного синдрома и другие результаты клинических исследований, выполненных на протяжении последних лет.

Ключевые слова: дисперсионное картирование ЭКГ, скрининг, ранняя диагностика поражения миокарда, микроальтернация ЭКГ-сигнала.

В настоящее время электрокардиология по-прежнему является быстро развивающейся областью науки и клинической практики. Важнейшая тенденция современного этапа ее развития — расширение круга диагностических задач, которые могут решаться с использованием новых ЭКГ-методов функциональной диагностики. Они разрабатываются на основе и с привлечением последних достижений электрофизиологии, биофизики, информатики, математического моделирования и компьютерных технологий [34, 36, 40, 43]. В современных 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 [6, 9, 12, 15].

При анализе ЭКГ-сигнала кроме выявления аритмий и измерения смещения сегмента ST могут быть измерены и другие электрофизиологические переменные. К методам анализа таких переменных относятся: альтернация зубца T — TWA (T-Wave Alternans), дисперсия интервалов Q—T, комплексов QRS и зубца T, сигнал-усредненный анализ, метод дисперсионного картирования (ДК), турбулентности ритма сердца и др. [5, 7]. В настоящее время накоплено достаточно данных об информативности метода ДК при скрининге [3, 4] для диагностики различных вариантов нарушений электрических свойств миокарда, в том числе на фоне различных ишемических изменений миокарда [6, 11, 15]. Обоснованность этих

подходов базируется на представлении о том, что электрофизиологическая альтернатива клеток и их мембран ассоциируется с ремоделированием после эпизода ишемии или перенесенного инфаркта миокарда (ИМ), участвует в аритмогенезе, а также развитию «электромеханического несоответствия» в зонах дисфункции миокарда. Определенным подтверждением данного тезиса служит установленная связь интенсивности свободнорадикальных процессов с показателями ДК [2] и ЭКГ высокого разрешения. Кроме того, показано, что важно учитывать наличие волнообразной динамики показателей ДК как у здоровых лиц, так и при патологии миокарда [8].

Электрофизиологические основы метода дисперсионного картирования. Метод дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ) основан на компьютерном формировании карты электрических микроальтернатив ЭКГ-сигнала. Анализ микроколебаний ЭКГ, амплитуда которых начинает изменяться при приближении к точкам потери функциональной устойчивости миокарда, лежит в основе метода. Даже в здоровом сердце периодические процессы де- и реполяризации миокарда при каждом сокращении имеют незначительные колебания, которые отражаются в низкоамплитудных колебаниях ЭКГ-сигнала (низкоамплитудная дисперсия ЭКГ). Регистрация и анализ микровольтных альтернатив принципиально отличаются от регистрации и анализа волн ЭКГ. Микроальтернативы вычисляются как микроколебания ЭКГ-сигнала в последовательных сокращениях сердца. В методе ДК ЭКГ используется математическая модель расчета электрических напряжений между близко расположенными поверхностными точками на основе модельного учета электромагнитного излучения миокарда. Физическая сущность этой модели заключается в том, что существует объективная зависимость между средней амплитудой микроальтернатив и разностным сигналом, характеризующим электрическую симметрию между правым желудочком и левым желудочком, и правым и левым предсердиями [15].

Дисперсионные характеристики в приборе «Кардиовизор» рассчитываются по 9 анализируемым группам отклонений (G1—G9), отражающим степень выраженности и локализацию электрофизиологических нарушений в миокарде предсердий и желудочков в фазы де- и реполяризации. Отдельные компоненты описанной технологии анализа флуктуаций в период 1996—2005 гг. защищены патентами. Медицинская технология использования прибора «Кардиовизор» регламентирована рекомендациями, изложенными в публикациях [4, 8, 13]. Аналогичный прибор «Cardio DM 06», с некоторыми модификационными изменениями, производит фирма «Heart View» (Cleveland, США). Метод чувствителен, но неспецифичен в отношении факторов воздействия на миокард и причин нарушений микроальтернативных характеристик.

Показатели дисперсионного картирования у здоровых лиц. ДК является новым методом, который используется в кардиологической клинической практике с целью раннего выявления нарушений электрофизиологических свойств миокарда. В настоящее время в связи с развитием донозологической диагностики [13, 15], направленной на исследование состояний, пограничных между нормой и патологией, возникает вопрос о возможности использования этого метода для

определения степени отклонения от нормы. Высокий потенциал возможностей по выявлению индивидуального риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) существует в действующих центрах здоровья [1]. Это обусловлено внедрением в практику комплекса методов диагноза, включая и метод ДК [10].

Зависимость показателей дисперсионного картирования от возраста.

Анализ динамики изменений ИММ в выборке здоровых лиц выявил увеличение средних значений с возрастом в выделенных 4 диапазонах: 20—30 ($n = 22$), 31—40 ($n = 23$), 41—50 ($n = 20$), 51—60 лет ($n = 18$) и составил $11,8 \pm 1,4$; $12,5 \pm 1,9$; $13,5 \pm 1,1$ и $14,2 \pm 1,1\%$ соответственно. Проведен также анализ воспроизводимости по результатам обследования 83 здоровых лиц (47 мужчин и 36 женщин) в возрасте от 20 до 60 лет без анамнестических, физикальных, электро- и эхокардиографических, рентгенологических, лабораторных данных о наличии заболевания сердца, легких и других органов [8]. ИММ статистически значимо увеличивался и был максимальным ($14,2 \pm 1,1\%$) в группе 51—60 лет. Однако определенные различия могут быть получены и при сравнении сходных возрастных групп, но различающихся, например, по уровню физической активности. Выявлено статистически значимое повышение показателей дисперсии G4 и G5 в возрастной группе 40—60 лет ($36,3 \pm 5,4$ и $30,6 \pm 7,7$ мкВ мс соответственно). В возрастной группе 20—40 лет данные показатели составили соответственно $3,3 \pm 0,4$; $6,7 \pm 0,4$ и $6,6 \pm 0,5$ мкВ. О возрастных различиях свидетельствуют также и другие данные [3].

Показания, области использования. Метод ДК может применяться всегда, когда требуется диагностика, раннее выявление изменений и нарушений электрофизиологических свойств миокарда. Он может использоваться как в качестве самостоятельной методики, так и дополнительного способа оценки состояния миокарда в комплексе с методом стандартной электрокардиографии. Полученные данные применения метода ДК в клинической практике показали, что метод может эффективно использоваться в первую очередь при скрининге и диспансеризации любых групп населения [11, 13]. Так, по данным С.Е. Гловой и соавт. [4], при скрининговом обследовании 1350 жителей диагностическая эффективность прибора составила 75%. Метод рекомендован для наблюдения за состоянием здоровых лиц [11] в спортивной и авиакосмической медицине.

Интересны данные по использованию метода ДК у лиц с профессиональным стрессом: железнодорожники, сотрудники МЧС, летный состав и др. Выявленные изменения показателей ДК позволяют рекомендовать метод для донологического контроля, что было подтверждено в серии других исследований Р.М. Баевский и соавт. при обследовании 1200 школьников и 330 работников автопредприятий также выявили значение метода в донологической диагностике состояния здоровья детского и взрослого населения. Показано, что оценка адаптационных возможностей организма требует глубокого понимания процессов взаимодействия различных звеньев адаптационных механизмов. В работах Г.В. Рябкиной и Н.А. Вишняковой (2008—2009 гг.) при обследовании 1000 жителей в возрасте от 20 до 80 лет не выявлено грубых ошибок по диагностике — прибор в преобладающем числе случаев указывал на значимые отклонения, подтверждающиеся верифицированным диагнозом [3].

Установлено наличие зависимости отдаленного прогноза острого инфаркта миокарда (ОИМ) от длительности обострения ИБС до госпитализации [7]. С.И. Федоровой, В.П. Прониной и др. выполнена серия исследований для выявления изменений и динамики нарушений де- и реполяризационных свойств миокарда при различной эндокринной патологии [16]. При сахарном диабете 2-го типа средней тяжести и тяжелого течения установлена прямая корреляция ИММ с уровнем триглицеридов и коэффициентом атерогенности [13]. ИММ изменяется при снижении концентрации глюкозы и на фоне возрастающей гипергликемии. Показана эффективность использования мониторинга ИММ для оценки поражения миокарда при проведении плазмафереза, фотоаутогемотерапии при алкогольной интоксикации, у больных с хронической почечной недостаточностью, находящихся на перитонеальном диализе. Ранние доклинические проявления патологии сердца обнаружены при использовании прибора «Кардиовизор» у пациентов с синдромом гипермобильности суставов, у пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки, при оценке дефибриллирующего воздействия.

Диагностическая ценность. Проведено большое число исследований по анализу диагностической ценности метода ДК в оценке состояния сердечно-сосудистой системы при проведении медосмотров и скрининге. Так, согласно данным А.С. Сулы, Г.В. Рябыкиной, В.Г. Гришина, при обследовании 213 пациентов средние чувствительность и специфичность метода ДК к ишемии составили 79 и 76% соответственно [15]. По данным П.В. Стручкова [88], при обследовании 700 человек чувствительность данной методики составила 76%, специфичность — 64%. По данным С. Цека и соавт., при обследовании 335 человек в возрасте от 40 до 70 лет чувствительность и специфичность ДК в выявлении ишемии миокарда составили 95 и 92%, гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) — 75 и 74%, электрической нестабильности миокарда — 60 и 75% соответственно [101, 102]. Н.А. Вишнякова при использовании метода ДК для выявления ИБС приводит значения чувствительности 93% и специфичности 75% [3]. По данным С.Е. Гловы и соавт. [4], при скрининговом обследовании 1350 жителей Ростова-на-Дону средние значения чувствительности и специфичности составили 83,3 и 66,6%. Сходные результаты получены в серии других исследований [11]. Результаты использования ДК показали ценность метода в выявлении группы лиц с диагностически значимыми изменениями ССС при медосмотрах и позволяют существенно дополнять традиционное ЭКГ-исследование. Так, по данным А.А. Катыревой и соавт. [11], при обследовании 359 пациентов подтверждено, что ДК является информативным диагностическим тестом.

Влияние психологического стресса на показатели дисперсионного картирования. Различные стрессорные воздействия, в том числе психологический стресс, могут влиять на электрическую стабильность миокарда вплоть до развития потенциально опасных и угрожающих жизни аритмий.

Показатели дисперсионного картирования у здоровых лиц при проведении тредмил-теста по данным приборов СН-2000 и «Кардиовизор». В настоящее время в научных исследованиях и клинической практике всё шире используется

анализ альтернации зубца Т (TWA). Принцип действия прибора СН-2000 («Cambridge Heart» США) основан на анализе низкоамплитудных колебаний зубца Т при проведении дозированной физической нагрузки и может использоваться для выявления группы риска угрожающих жизни аритмий. Проведено сопоставление результатов тестирования систем СН-2000 («Cambridge Heart», США) и прибора «Кардиовизор» при синхронной регистрации на 2 приборах. Сопоставления получаемых на 2 приборах данных показали хорошее совпадение получаемых результатов средних значений альтернации зубца Т на втором (СН-2000 — $12,3 \pm 0,5$ и $8,1 \pm 0,8$ мкВ) и третьем этапах мониторинга (СН-2000 — $11,4 \pm 0,6$ и $9,0 \pm 0,8$ мкВ). Важно, что динамика ИММ при мониторе в течение 5 мин. в восстановительном периоде после нагрузки выявила наличие 3 вариантов колебаний.

Анализ результатов динамики изменений ИММ в контрольной группе показал, что в возрастном диапазоне от 20 до 40 лет исходные значения индекса были меньше и достоверного увеличения в ближайшем восстановительном периоде в этой группе не выявлено. В возрастной группе 40—70 лет сразу после нагрузки отмечено увеличение индекса до $17 \pm 0,4\%$ и сохраняющиеся достаточно высокие его значения к 4—5-й минуте, и более высокая ЧСС после окончания нагрузочного тестирования. Показатели альтернации зубца Т были достоверно выше в возрастной группе 40—70 лет во 2-й и 3-й точках зубца Т в первые 30 сек. нагрузки ($12,5 \pm 0,4$ и $11,3 \pm 0,4$ мкВ соответственно). При этом в группе 20—40 лет не выявлено достоверного увеличения альтернации во всех трёх точках ($t_{\text{начало}}$, $t_{\text{макс}}$ и $t_{\text{окончание}}$), в то время как в старшей возрастной группе увеличение было значительным и сохранялось к 4—5-й минуте после нагрузки.

Показатели дисперсионного картирования у больных артериальной гипертензией. Как показали проведенные исследования, у больных АГ изучение показателей ДК позволяет проводить раннюю диагностику нарушений электрофизиологических свойств миокарда [9, 10]. Значение выявленных изменений состоит в том, что их следует рассматривать как маркеры поражения органа-мишени при АГ, т.е. представляется возможным использовать данные ДК для стратификации при АГ риска развития сердечно-сосудистых осложнений. Средние значения интегральных индексов «Миокард» для данной группы пациентов составили $18,2 \pm 0,96$, что статистически значимо выше таковых в группе контроля ($12,9 \pm 0,6\%$).

Критерии диагностики преходящей ишемии миокарда по данным дисперсионного картирования при проведении тредмил-теста у больных ИБС. Имеются данные комплексного анализа показателей ЭКГ-12 и дисперсионного картирования ЭКГ при проведении нагрузочного тестирования в группе больных ИБС [8]. В исследование были включены 143 больных с диагнозом ИБС, стенокардия I—III функционального класса по Канадской классификации, из них 99 мужчин и 44 женщин в возрасте от 39 до 60 лет (в среднем $50,6 \pm 4,6$ года). Полученные результаты тестирования разделены на 4 группы: 1-я группа — 47 (33%) человек, у которых проба была отрицательная, что соответствовало $ЧСС_{\text{макс.}}/ИММ_{\text{макс.}} > 3,5$

и $\Delta\text{ЧСС}_{\text{макс.}—\text{мин.}}/\Delta\text{ИММ}_{\text{макс.}—\text{мин.}} > 2,0$; 2-я группа — 60 (42%) больных с индексам: $\text{ЧСС}_{\text{макс.}}/\text{ИММ}_{\text{макс.}} < 3,5$; $\Delta\text{ЧСС}_{\text{макс.}—\text{мин.}}/\Delta\text{ИММ}_{\text{макс.}—\text{мин.}} < 2,0$ (положительная проба); 3-я группа — 21 (15%) больной, у которого в ближайшие 3—4 недели была проведена коронарография; 4-я группа — 15 (10%) больных, у которых в ходе нагрузки выявлена асинхронная реакция динамики ЧСС и индексов микроальтернатиции. Показано, что имеется два основных варианта изменения показателей ДК: с нормальной реакцией срочной метаболической адаптации и с нарушенной. Отношения $\text{ЧСС}_{\text{макс.}}/\text{ИММ}_{\text{макс.}} < 3,5$, $\Delta\text{ЧСС}_{\text{макс.}—\text{мин.}}/\Delta\text{ИММ}_{\text{макс.}—\text{мин.}} < 2,0$ (индекс частотно-метаболической адаптации) и $\text{ИММ} > 30\%$ на пике ЧСС характеризуют группу пациентов с ишемией миокарда и нарушенной реакцией метаболической адаптации при проведении тредмил-теста у больных ИБС. Чувствительность этих показателей для выявления ИБС составила 78%, специфичность — 75%. Важно также отметить, что в 15% случаев выявлено несовпадение максимальных ЧСС и ИММ (асинхронная реакция) — различия составляли до 1,0—1,5 мин., т.е. наибольшие значения были зафиксированы не на высоте нагрузки, а до или после ее пика. При этом не наблюдали значимой депрессии сегмента ST. При разделении обследованной группы здоровых ($n = 37$) и больных ИБС ($n = 107$) по показателю $\text{ЧСС}_{\text{макс.}}/\text{ИММ}_{\text{макс.}} < 3,5$ на пике нагрузки чувствительность тредмил-теста для выявления ИБС составила 91%, специфичность — 67%. При добавлении к признаку депрессии ST в качестве признака структурного поражения миокарда изменений по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) чувствительность метода ДК в распознавании «патология миокарда» составила 92%, специфичность 78%.

Окислительная устойчивость плазмы и показателей липидного состава крови у больных с различными формами ишемической болезни сердца. Изучена динамика показателей ДК и свободнорадикального окисления плазмы у больных с острым коронарным синдромом, а также их зависимость от течения и отдаленного исхода заболевания [2]. Анализ данных 96 больных с ОКС в 1, 5—7-е сутки заболевания (средний возраст $64,5 \pm 3,6$ года) показал, что наибольшие диагностическая ценность и показатели чувствительности и специфичности неблагоприятного отдаленного результата выявлены в группе больных с коротким периодом обострения ИБС до госпитализации (менее 1 суток) при уровне МДА > 100 нмоль/мл плазмы, как в 1-е сутки, так и на 5—7-е сутки заболевания. Показано, что в группе умерших ИММ были максимальными исходно ($24,7 \pm 1,9\%$) и статистически значимо снижались к 5-м суткам наблюдения ($18,5 \pm 2,3\%$). В группе выживших индекс оставался устойчиво повышенным и на 5-е сутки ($22 \pm 2,9\%$).

Показатели дисперсионного картирования у больных инфарктом миокарда. Возможности более точной оценки тяжести поражения и нарушения электрофизиологических свойств миокарда у больных с различными формами ИБС не исчерпаны. Следует изучить возможности метода ДК в свете представлений о новых ишемических синдромах, имея в виду, что показатели ДК отражают электрофизиологическую альтернатицию клеток и их мембран, ассоциируются с ремоделированием после эпизода ишемии или перенесенного ИМ, отражают развитие

«электромеханического несоответствия» в зонах дисфункции миокарда, и это важно в изучении аритмогенеза. Диагностические возможности метода ДК уже показали перспективность использования метода в диагностике ИБС [7, 14] и оценке различных аспектов течения и терапии ОИМ [16].

Изучена зависимость показателей ДК от локализации ОИМ. При этом получены следующие средние значения ИММ: ОИМ задней стенки ($n = 23$), ИММ — $22,3 \pm 2,2\%$; ОИМ передней стенки ($n = 25$), ИММ — $28,2 \pm 3,2\%$. Анализ диагностической ценности данного показателя выявил высокую чувствительность ($87—83,3\%$) для разных стадий и локализации ИМ [8].

Характеристика показателей дисперсионного картирования при тестировании на базе данных «The PTB diagnostic ECG database». С целью анализа диагностических возможностей метода ДК проведено тестирование результатов использования программного обеспечения на эталонной базе данных ЭКГ: ЭКГ Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). База собрана, аннотирована и опубликована на www.PhysioNet.org Национальным институтом метрологии Германии. Включает данные 549 записей, сделанные у 290 человек (в возрасте от 17 до 87 лет), с количеством записей у каждого от 1 до 5. В результате получено разграничение группы «Норма» и «Патология» с чувствительностью 83,8% и специфичностью 72,7. Максимальное повышение ИММ и альтернации зубца Т в точке $t_{\text{максимум}}$ отмечено в 1—3-и сутки ОИМ и в группе с ФЖ — желудочковой тахикардией. Наибольшую диагностическую ценность в последней группе имеют показатели ДК: G5, G8 и TWA > 15 мкВ.

Показатели дисперсионного картирования у больных с острым коронарным синдромом и реваскуляризацией миокарда. Накоплены первый опыт и результаты использования метода ДК в процессе коронаропластики [6, 14, 16, 17]. Выявлена зависимость между тяжестью поражения коронарных сосудов и степенью изменений показателей ДК. Установлено, что параметры индекса «Миокард» и микроальтернаций кардиоцикла изменяются в динамике и могут использоваться для оценки тяжести поражения сосудов и анализа нарушений электрофизиологических свойств миокарда у больных при реваскуляризации. По данным Е.Ю. Булгаковой, в специализированных кардиологических отделениях рекомендуется использование метода ДК ЭКГ при динамическом наблюдении больных с ОКС на различных этапах пребывания в стационаре в качестве метода неинвазивной оценки и диагностики электрофизиологического ремоделирования миокарда и прогноза течения заболевания. Для более эффективной профилактики неблагоприятных отдаленных исходов необходимо обратить внимание на группу больных с ОКС, у которых индекс «Миокард» превышает пороговое значение 24. Адекватная неинвазивная оценка, выполняемая в режиме мониторинга и включающая электрокардиографические методы диагностики ишемических изменений и энергетического метаболизма миокарда, является клинически обоснованной необходимостью.

По данным I. Cruz-Gonzalez и соавт. [17], полученным при обследовании 101 пациента, технология ДК, реализованная с использованием прибора «Кардио-

визор», позволила с достоверностью ($p = 0,02$) по показателям $G7 + G9$ прогнозировать конечные результаты ангиопластики у больных с ОКС. В анализ были включены данные 63 больных с ОКС, обследованных при поступлении и в 1-е сутки после проведения коронарографии и хирургического лечения (средний возраст $54,5 \pm 3,6$ года). По данным С. Сбеитан, при выполнении оперативного вмешательства средние значения ИММ были больше при двух- и трехсосудистом поражении, как при поступлении, так и после операции, по сравнению с данными в 1-й и контрольной группе ($23,3 \pm 0,5$ и $21,5 \pm 0,3\%$ соответственно). Причем, если в 1-й группе спустя сутки индекс оставался без изменения, то во 2-й группе он статистически значимо снижался с более высоких значений, что отражало значимый эффект терапии. Показатель TWA_{max} достоверно снижался при однососудистом поражении после проведения стентирования на 1-е сутки с $15,0 \pm 0,7$ до $10,8 \pm 0,9$ мкВ. При двух- и трехсосудистом поражении параметры ИММ и TWA_{max} при поступлении были выше, а после стентирования снижались только средние значения ИММ до $21,5 \pm 0,3\%$. Полученные данные по диагностической ценности ИММ при поступлении (на I этапе обследования) как показателя, разграничивающего одно- и двух-трех-, а также одно- и трехсосудистое поражение, характеризовались значениями чувствительности 85 и 93% и специфичности 36 и 36%. Соответственно отрицательная реакция показателей ДК может быть следствием: 1) одновременного наличия в миокарде участков с разными ишемическими, метаболическими, электрофизиологическими характеристиками и типами дисфункции, особенностями их локализации; 2) многообразием проявлений и функционирования коллатерального кровообращения и микроциркуляции; 3) индивидуальными колебаниями показателей ДК в диапазоне 3—7% при мониторинговании в течение 5 мин.; 4) недостаточностью количества отведений и дефицитом амплитуды ЭКГ-сигнала, нарушениями внутрижелудочковой проводимости и др. Эти факторы, присутствующие в разных соотношениях, могут определять как различные варианты исходных данных, так и динамики показателей ДК [5].

Применение метода ДК при мониторинговании процедуры ангиопластики.

Как показано в уже проведенных нами ранее работах, в ряде случаев отмечается превышение «средних нормальных значений» индекса «Миокард» у практически здоровых лиц в удовлетворительном состоянии, что дает близкие к нормальным результаты при наличии Q-типа ОИМ [15, 17]. Возможно, речь может идти в первом случае о «диффузных изменениях миокарда» (в терминологии стандартной электрокардиографии), во втором случае — о недостаточной информативности ограниченного количества отведений. Показатели дисперсионного картирования в процессе выполнения процедур ангиопластики (ЧКВ) были оценены по реакции показателей на кратковременные баллонные окклюзии в процедурах ангиопластики. В настоящее время проведен анализ данных 22 процедур ангиопластики (ЧКВ). Начало процедуры в 80% случаев сопровождалось высоким уровнем дисперсионных показателей (значительно превышающих среднестатистические значения нормы) и имеющих колебательный характер.

Прогностическая ценность метода ДК у пациентов с острым инфарктом миокарда (ОИМ). Исследовано влияние длительности обострения ИБС до госпитализации на отдаленный исход и основной показатель ДК «Миокард» у больных ОИМ [8]. Обследованы 47 здоровых лиц и 65 больных с ОИМ (в 1-е и 5-е сутки) методом ДК с последующим анализом конечных точек на протяжении 1 года наблюдения. Прогностическая ценность показателя «Миокард», равного 24%, при коротком прединфарктном периоде (менее 1 сут.) при анализе летального исхода составила: чувствительность — 50% и специфичность — 71%, при большем периоде (от 2 до 5 сут) — 43 и 80% соответственно. Наиболее высокие средние значения показателей дисперсионных колебаний сегмента ST—T (G5 + G6) в 5-е сутки были в 1-й группе у умерших больных с обострением до 1-х суток ($408,5 \pm 22,4$ мкВ мс). Прогностическая ценность показателя альтернации $t_{\text{максимум}} > 27$ мкВ на 5-е сутки заболевания при анализе летального исхода (1 год наблюдения) составила: чувствительность — 71%, специфичность — 87%.

Для группы с летальным исходом был характерен больший догоспитальный период обострения ИБС и отмечены устойчиво высокие показатели дисперсии как комплекса QRS, так и зубца T преимущественно к 5-м суткам при досуточном госпитальном периоде и в обеих точках обследования — при догоспитальном периоде от 2 до 5 сут.

Показатели индекса микроальтернаций миокарда при длительном мониторинге. В исследование были включены данные обследования в 1—3-и сутки ОИМ, у которых выполнено 91 мониторирование длительностью 20—90 мин. Мониторировали и ретроспективно анализировали значения ИММ, а также группы анализируемых дисперсий (G1...G9). Для неосложненного течения ОИМ (1-я группа) была характерна примерная пропорциональность более быстрых (1,0—2,0 мин) колебаний и волн с периодом более 5 мин. (24%). Во 2-й и 3-й группах с осложненным течением или летальным исходом выявлен высокий процент колебаний ИММ с коротким периодом 1,0—2,0 мин. В группе с некардиальной причиной летального исхода также был достаточно высок процент (18) медленных колебаний. Показано, что длительный мониторинг (от 20 до 90 мин) у больных ОИМ выявляет медленноволновые колебания показателей ДК (в первую очередь ИММ) длительностью от 2—5 до 6—15 мин., имеющие признаки характеристики фликкер-шума (1/f), которые также оценивали.

Кроме того, мониторирование проведено в эксперименте на 3 наркотизированных свиньях массой 45—60 кг в условиях искусственной вентиляции легких во время определения у животных порога дефибрилляции (ДФ). 20-секундную фибрилляцию желудочков (ФЖ) устраняли с помощью биполярных импульсов. Использовали дозы разрядов от 70 до 150 Дж. В исследование включены данные 45 эпизодов ФЖ—ДФ (91 разряд). Сходную картину наблюдали в эксперименте при воздействии электроимпульсной терапии. Показано, что при продолжительной регистрации амплитудных показателей микроальтернации ДК у наркотизированных свиней в исходном состоянии наблюдаются волновые колебания ИММ

с периодами 3—5 и 10—12 мин.; отмечается устойчивая структурированность значений ИММ, составляющих медленные волновые колебания чаще в диапазонах 15—19, 23—28, 33—38, 43—50 и 60—70%, которые повторяются и формируют указанную волновую динамику изменений амплитуды ИММ. Вероятно, что изменение микроальтернаций отражает известный универсальный механизм изменения функции миокарда в ответ на несоответствие потребления кислорода нагрузкам любого генеза, предъявляемым миокарду.

Заключение. С учетом сложного демографического положения, сложившегося в России, государственная политика направлена на то, чтобы изменить эту ситуацию, увеличить продолжительность жизни. На протяжении нескольких десятков лет в нашей стране не удается снизить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), ее основной причины. Одна из основных задач в работе «Центров здоровья» — скрининг функционального состояния сердца и максимально раннее выявление нарушений электрофизиологического статуса миокарда. Методом, реализующим эту задачу, служит дисперсионное картирование ЭКГ (прибор «Кардиовизор»). При этом необходимо понимать, что «Кардиовизор» не ставит диагноз, идентичный технологии ЭКГ-диагностики в 12 общепринятых отведениях. Метод оценивает характер и степень изменения микроальтернаций микропотенциалов в ЭКГ-сигнале и является новой диагностической областью признаков ЭКГ-диагностики, отражающих текущий электрофизиологический статус ремоделирования и «запас» компенсаторных ресурсов миокарда. Возможности метода дисперсионного картирования для обнаружения ишемических изменений исследованы достаточно подробно. Средние чувствительность и специфичность прибора к ишемии составили соответственно 79 и 76%. Для сравнения отметим общеизвестный факт низкой чувствительности ЭКГ-покоя в 12 общепринятых отведениях к ИБС, которая, по различным данным, составляет 25—50%. Выявляемые индивидуальные особенности показателей ДК сохраняются в период стабильного состояния сердечно-сосудистой системы. Автоматическое заключение содержит информацию о выраженности отклонений, вероятной их причине и рекомендуемых дальнейших действиях.

Конечно, в перспективе предстоит глубже понять связь показателей ДК ЭКГ с электрофизиологической основой описанных выше изменений миокарда. Поэтому мы должны улучшить понимание причин и диапазона микрофлуктуационных показателей ДК и их медленноволновых колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авдеева М.В., Григорьева О.М., Фридман М.Б. Роль центров здоровья в профилактике социально значимых неинфекционных заболеваний у лиц пожилого и старческого возраста // Успехи геронтол. — 2011. — 3. — С. 524—528.
- [2] Азизова О.А., Иванов Г.Г., Дриницина С.В., Сергиенко В.И. Клиническое значение свободнорадикальных процессов и электрофизиологического ремоделирования миокарда при ишемической болезни сердца. Учеб. пособ. / Под ред. акад. РАМН Ю.М. Лопухина, проф. В.Е. Дворникова. — М.: Изд-во РУДН 2008.
- [3] Вишнякова Н.А., Рябыкина Г.В. Возрастные особенности изменений показателей метода дисперсионного картирования ЭКГ в сопоставлении с клиническим статусом обследован-

- ных лиц при скрининговом обследовании с помощью прибора «Кардиовизор-06с» // *Функцион. диагн.* — 2008. — 3. — С. 3—8.
- [4] *Глова С.Е., Хаишева Л.А., Браженский В.Н., Кательницкая Л.И.* Неинвазивные методы скрининговой диагностики хронических неинфекционных заболеваний. Учеб. пособ. — Ростов-на-Дону, 2008.
- [5] *Дворников В.Е., Иванов Г.Г., Саркисян Л.К.* Азбука электрокардиографии. Учеб. пособ. — М.: Изд-во РУДН, 2011.
- [6] *Дворников В.Е., Александрова М.Р., Кузнецова С.Ю., Иванов Г.Г.* Исследование диагностических возможностей метода дисперсионного картирования в оценке нарушений коронарного кровотока и электрофизиологических свойств миокарда // *Вестник РУДН. Серия «Медицина».* — 2011. — № 1. — С. 95—98.
- [7] *Иванов Г.Г., Сбеитан С., Стрельникова Ю.Н., Зенова Н.А.* Диагностические возможности метода дисперсионного картирования у больных с острым коронарным синдромом при реваскуляризации миокарда // *Кардиол и сердечно-сосудистая хир.* — 2008. — 6. — С. 9—15.
- [8] *Иванов Г.Г., Агафошина Е.В., Кузнецова С. Ю., Халаби Г.* Дисперсионное картирование и анализ микроальтернаций: десять лет спустя // *Функцион. диагн.* — 2011. — 3. — С. 71—74.
- [9] *Иванов Г.Г., Кузнецова С.Ю., Маслеников Ю.В.* Магнитокардиография и дисперсионное картирование. Россия: LAP LAMBERT Academic Publishing 2011; 117.
- [10] *Иванов Г.Г., Кузнецова С. Ю., Примин М.А. и др.* Нарушения электрофизиологических свойств миокарда у больных артериальной гипертонией по данным комплекса новых методов ЭКГ-диагностики (магнитокардиография и дисперсионное картирование) // *Функцион. диагн.* — 2011. — 4. — С. 58—67.
- [11] *Катырева А.А., Стручков П.В., Рудникова Н.А. и др.* Метод дисперсионного картирования ЭКГ: диагностические возможности в оценке состояния сердечно-сосудистой системы при проведении медосмотров // *Функцион. диагн.* — 2010. — 3. — С. 114—115.
- [12] *Монастырский Ю.И., Осовская Н.Ю., Серкова В.К., Рева М.П.* Дисперсионное картирование электрокардиограмм — метод дальнейшего развития клинической электрокардиографии // *УКР. МЕД. ЧАСОПИС.* — 2007. — 3(59). — V/VI.
- [13] *Рябыкина Г.В., Вишнякова Н.А., Блинова Е.В. и др.* Возможности метода дисперсионного картирования ЭКГ для оценки распространенности сердечно-сосудистых заболеваний // *Кардиоваск. тер. и проф.* — 2010. — 3. — С. 98—105.
- [14] *Сбеитан М.С.* Исследование диагностических возможностей метода дисперсионного картирования в оценке нарушения коронарного кровотока и электрофизиологических свойств миокарда у больных ишемической болезнью сердца: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — 2010.
- [15] *Сула А.С., Рябыкина Г.В., Гришин В.Г.* ЭКГ-анализатор КардиоВизор-06с: новые возможности выявления ишемии миокарда при скрининговых обследованиях и перспективы использования в функциональной диагностике // *Функцион. диагн.* — 2003. — 2. — С. 69—77.
- [16] *Федорова С.И., Пронина В.П., Лебедева Т.Ю. и др.* Применение метода дисперсионного ЭКГ-анализа в условиях проведения коронароангиопластики // *Альманах. клин. мед.* — 2008. — 19. — С. 9—17.
- [17] *Cruz-Gonzalez I., DeJoseph-Gauthier D., Chia S. et al.* Non-invasive assessment of myocardial ischaemia by using low amplitude oscillations of the conventional ECG signals (ECG dispersion mapping) during percutaneous coronary intervention // *Acta Cardiol.* — 2009. — 64. — 1. — С. 11—15.
- [18] *Kellett J., Emmanuel A., Rasool A.S.* The prediction by ECG dispersion mapping of clinical deterioration, as measured by increase in the Simple Clinical Score Nenagh Hospital, Nenagh, Ireland // *Acute Medicine.* — 2012. — 11: 1. — P. 8—12.

SUCCESS OF CLINICAL APPLICATION OF A METHOD DISPERSIVE MAPPING

G.G. Ivanov

Department of cardiology
First MSMU n.a. I.M. Setchenov
Trubetskaya str., 8, Moscow, Russia, 119991

**M.R. Alexandrova, V.E. Dvornikov,
G. Halaby, A.H. Azaraksh**

Department of hospital therapy
Peoples' Friendship University of Russia
Miclukho-Maklaya str., 8, Moscow, Russia, 117198

The article includes a brief description of the new method in the electrocardiographic diagnostics — Dispersion Mapping, and the main results of clinical studies. The method finds now the increasing application in clinical practice. The general theoretical prerequisites and methodological aspects of application of the method were considered and the basic principles of analysis were proposed. The results of our original studies were stated. The data on diagnostic and prognostic meaning of the dispersion mapping in health groups and group of patients with different forms of the Coronary Heart Disease were heavily emphasized. Some distant outcomes of the acute coronary syndrome and results of other recent clinical studies were considered.

Key words: dispersive mapping of ECG, screening, early diagnostics of myocardium disease, microalternation of the ECG.