
МЕТОДЫ АНАЛИЗА МИКРОАЛЬТЕРНАЦИИ ЭКГ-СИГНАЛА

С.Г. Александрова, А.Х. Азаракш, М.Ю. Орквасов,
М.Р. Александрова, Г.Г. Иванов

Кафедра госпитальной терапии
с курсом клинической лабораторной диагностики
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

В работе представлены используемые методы анализа альтернаций ЭКГ-сигнала, которые все шире используются в повседневной клинической практике. Оценка данных показателей является важной составляющей анализа электрической нестабильности миокарда и развития потенциально-опасных аритмий. Новые технологии получения и анализа электрического поля сердца отражают создание нового поколения методов функциональной диагностики. Метод дисперсионного картирования находит все большее применение в РФ в настоящее время для проведения скрининга.

Ключевые слова: ЭКГ-сигнал, микроальтернации, дисперсионное картирование.

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 ранней диагностики патологических изменений в сердечной мышце. В настоящее время в клинике анализируется только часть существующей электрофизиологической информации, получаемой по данным ЭКГ-12, базирующейся на основе описания контурного анализа и оценке нарушений ритма. Однако регистрируемый с поверхностных электродов ЭКГ-сигнал, отражая функцию или дисфункцию специфических ионных каналов и являясь интеграцией электрофизиологического феномена миллионов миоцитов, содержит дополнительную информацию, не видимую на стандартной ЭКГ.

Один из новых методов анализа ЭКГ, который в настоящее время все шире используется в повседневной клинической практике для оценки нарушений электрических свойств миокарда, является *анализ альтернации Т* зубца. Даже в здоровом сердце периодические процессы де- и реполяризации миокарда при каждом сокращении имеют незначительные колебания, которые отражаются в низкоамплитудных колебаниях ЭКГ-сигнала (низкоамплитудная альтернация ЭКГ). Как и любые флуктуации, микроальтернации зубцов ЭКГ являются эффективными маркерами скрытых процессов в миокарде, предшествующих и сопутствующих патологическим изменениям.

В зависимости от возможности достоверного выявления изменений зубца Т альтернации условно подразделяют на макроальтернации и микроальтернации. Макроальтернации (значения более 50 мкВ) оцениваются при проведении статических нагрузочных проб по динамике непрерывно регистрируемой электрокардиограммы. В то же время запись электрокардиограммы в течение 24 часов показывает, что приблизительно у 30% здоровых людей встречаются преходящие изменения зубца Т. Микроальтернации зубца Т (MTWA) в диапазоне 1...30 мкВ стали

возможными только с момента широкого использования цифровой ЭКГ и микропроцессорной обработки данных. В настоящее время существуют различные методы анализа микроальтернций. Это методы с разной алгоритмической технологией, но с одинаковой ориентацией на анализ электрических микроколебаний Т зубца.

Наиболее простой и хронологически первый способ регистрации микроальтернций включает измерение разности между синхронными значениями амплитуд в текущем и предыдущем однотипных зубцах ЭКГ, например, в Т-зубце — способ «от удара к удару» (beat-to-beat), когда выявляется факт увеличенных амплитуд микроколебаний (*спектральный метод*). Этот факт и является индикатором повышенной склонности миокарда к желудочковой тахикардии или фибрилляции. Основная трудность этого способа — достижение приемлемого отношения сигнал/шум и принципиальная необходимость стресс-нагрузки. Кроме спектрального метода, используются и принципы временного анализа, чаще применяемые при холтеровском мониторинговании. Однако, вследствие имеющихся недостатков, методы этой группы, несмотря на высокую чувствительность к электрической нестабильности миокарда, мало приемлемы для скрининговых процедур раннего выявления доклинических изменений миокарда. Эти методы в настоящее время используются преимущественно для формирования индивидуального прогноза фибрилляции желудочков при наличии патологии сердца

Другие способы регистрации микроальтернций ЭКГ основаны на анализе вторичных расчетных признаков, получаемых из исходной ЭКГ. Центральной идеей этих способов является то, что некоторые расчетные характеристики микроальтернций ЭКГ имеют существенно лучшее отношение сигнал/шум, чем спектральные характеристики описанного выше способа анализа. Так, в методе «Дисперсионного картирования ЭКГ» (ДК ЭКГ) используется математическая модель расчета электрических напряжений между близко расположенными поверхностными точками на основе модельного учета электромагнитного излучения миокарда [1, 2] (прибор «Кардиовизор» в РФ и его аналог HeartVue™ 6S в США).

Принципиальная особенность метода ДК ЭКГ заключается в том, что анализу подвергаются микроальтернции не только зубца Т, но и микроальтернции зубца Р и комплекса QRS. Основу изменений низкоамплитудных колебаний ЭКГ-сигнала составляют нарушения ионно-транспортной функции, структуры клеточных мембран и митохондриального энергообразования, нарушения микроциркуляции и ряд других факторов. Характер и степень изменения микроальтернций являются новой диагностической областью признаков, отражающих «запас» электрофизиологических компенсаторных механизмов.

Амплитуда анализируемых колебаний очень мала и для их количественного анализа невозможно использование общепринятой (дипольной) модели возникновения поверхностных потенциалов, поэтому применяется качественно новая модель — электродинамическая.

Суммарная величина по всем группам дисперсионных отклонений (на протяжении кардиоцикла) оценивается интегральным индикатором, который получил наименование индекс микроальтернций «Миокард» — ИММ, в %. Показатель

«Миокард» изменяется в относительном диапазоне от 0% до 100% и выводится на экран дисплея, как относительный показатель величины отклонения от нормы. Показатель «Миокард» = 0% соответствует полному отсутствию каких-либо значимых отклонений, т.е. положению всех дисперсионных линий внутри границ нормы. По данным в РФ, при отсутствии клинически значимых изменений показатель «Миокард» имеет величину 0—15% и, чем больше значение индикатора, тем больше отклонение от нормы.

Отличительной особенностью прибора «КардиоВизор» является: возможность оценивать альтернацию Т-зубца в покое; имеется возможность многократного повторения и мониторингования. Кроме того, анализируются значения альтернации Т-волны в трех его точках: *начало, максимум и окончание*. Помимо интегральных показателей «Миокард» и «Ритм» прибор дает автоматизированное табличное представление результатов анализа альтернации Т зубца в трех точках: $t_{\text{начало}}$, $t_{\text{максимум}}$, $t_{\text{окончание}}$.

Метод ДК в настоящее время широко применяется при скрининге, так как только этот метод, при среднем времени измерительной процедуры 3—5 минут, обеспечивает чувствительность к ранним признакам патологических отклонений на уровне 90—95%. Это позволяет развивать доклиническую диагностику, направленную на исследование состояний, пограничных между нормой и патологией, а также использовать его при мониторинге любых клинических ситуаций, требующих простого и достоверного динамического наблюдения за состоянием миокарда. Кроме того, все чаще применяется мониторный вариант анализа показателей ДК.

Метод чувствителен, но неспецифичен в отношении факторов воздействия на миокард и причин нарушений микроальтернативных характеристик. Показатели ДК служат отражением, в первую очередь, метаболических нарушений вследствие изменений коронарной микроциркуляции, микрососудистой резистентности и коллатерального кровообращения; в меньшей степени — тяжести окклюзии эпикардиальных артерий и гетерогенности регионарной перфузии, компенсаторных механизмов миокардиального кровотока и их истощения, которые приводят к изменениям электрофизиологических характеристик миокарда. Кроме того, важно учитывать, что показатели ДК имеют волнообразную динамику при мониторинговании как у здоровых лиц, так и при наличии патологии миокарда. Необходимо учитывать возможность влияния проводимой терапии.

По сравнению со стандартной ЭКГ, показатели ДК не всегда имеют сходные по направленности, синхронные по времени возникновения и степени выраженности изменения, вследствие различий природы оцениваемых процессов и используемых технологий. Целесообразно использовать функциональные пробы и учитывать частотно-зависимые изменения показателей ДК. Анализ показателей ДК может быть полезным инструментом, увеличивающим информативность пробы. Характер и степень изменения микроальтернатив является новой диагностической областью признаков ЭКГ-диагностики, отражающих электрофизиологический статус и «запас» компенсаторных ресурсов миокарда. Мониторинг микроальтернативных характеристик дисперсионного картирования не имеет аналогов, так как ни один из известных методов этот ресурс не измеряет.

Метод ДК, при проведении тредмил-теста и других нагрузочных проб, прост в исполнении и дает значительную дополнительную диагностическую информацию, позволяющую трактовать состояние электрофизиологического статуса миокарда; способствует правильному отбору пациентов для последующего более специализированного обследования и лечения, является полезным инструментом, увеличивающим информативность пробы. Оценка показателей этих диагностических тестов может рассматриваться в качестве нового методологического подхода для раннего выявления указанных нарушений, разработки показаний для последующего динамического наблюдения и контроля эффективности терапии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Метод дисперсионного картирования ЭКГ. Биофизические основы метода дисперсионного картирования. // Новые методы электрокардиографии / Под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина. — М.: Техносфера, 2007. — С. 369—425.
- [2] *Иванов Г.Г., А.С. Сула.* Дисперсионное ЭКГ-картирование: теоретические основы и клиническая практика. — М.: Техносфера, 2009.

REFERENCES

- [1] ECG dispersion mapping method. Biophysical basis of the method of dispersion mapping // New methods of electrocardiography / Ed. S.V. Grachev, G.G. Ivanov, A.L. Syrkina. — М.: Technosphere, 2007. — P. 369—425.
- [2] *Ivanov G.G., Sula A.S.* ECG dispersion mapping: theoretical basis and clinical practice. — М.: Technosphere, 2009.

ANALYSIS OF MICROALTERNATION OF ECG-SIGNAL

**S.G. Aleksandrova, A.Kh. Azaraksh, M.Yu. Orkvasov,
M.R. Aleksandrova, G.G. Ivanov**

Department of hospital therapy
with the course of clinical laboratory diagnostics
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The paper presents the methods of analysis of the ECG-signal alternations, which are increasingly being used in everyday clinical practice. Evaluation of these indicators is an important component of the analysis of myocardial electrical instability and the development of potentially dangerous arrhythmias. New technologies of reception and analysis of the electric field of the heart reflect the creation of a new generation of functional diagnostic methods. Now the method of dispersion mapping is increasingly being used for the screening in Russia.

Key words: The ECG-signal, micro alternations, dispersive mapping.