

Представительство ЗАО «Диамант» в г. Нижнем Новгороде:  
603005, г. Н. Новгород, ул. Семашко, 5А, офис 1,  
тел./факс (831) 419-66-15, e-mail: amsoft00@mail.ru.



# Новые возможности электрокардиографической диагностики индуцированной ишемии миокарда при тестировании физическими нагрузками

За последние 2 года в кардиологическом отделении 5-й клинической больницы г. Нижнего Новгорода было проведено более 1000 велоэргометрических проб с использованием 12-канальной компьютерной стресс-системы производства ЗАО «Диамант» (г. Санкт-Петербург).

Программное обеспечение системы (программа «Stress-12-Cardio») обеспечивает мониторинг, регистрацию, электронную архивацию и анализ ЭКГ в покое и во время пробы. В реальном времени обеспечивается диагностика наджелудочковых и желудочковых аритмий. Особенностью программы является наличие автоматических измерений в реальном времени произвольного набора ЭКГ-параметров, таких как амплитуда зубцов P и R, смещение/наклон сегмента ST, комплекс QRS, интервалов PQ, QT/QTc, отклонения оси QRS. Результаты измерений представлены на экране в виде непрерывно обновляющихся трендов; врач имеет возможность выбора для мониторинга конкретного набора трендов.

Безопасность пациента обеспечивается возможностью визуального контроля врачом динамики ЭКГ, в том числе по усредненным P-QRS-T-комплексам, автоматическим включением «тревог» по критериям ЧСС, АД, девиации ST-сегмента и количеству экстрасистол в минуту. Обеспечению безопасности пациента служит также возможность мониторинга динамики длительности QT-интервала (увеличение QTc > 440 мс является критерием электрической нестабильности миокарда) и изменения оси QRS (отклонение оси QRS влево > 15°, при отсутствии нарушений проводимости, является индикатором развития острой перегрузки левого желудочка и требует немедленного прекращения пробы).

Анализ архивированной записи включает оценку динамики нативной ЭКГ и усредненных P-QRS-T-комплексов, анализ графиков всех измеряемых параметров, анализ статистики нарушений ритма. Статистика нарушений ритма оценивается в диалоговом режиме с использованием встроенного «холтеровского» модуля анализа ЭКГ. Это позволяет получить достоверный отчет при наличии неизбежных в условиях стресс-теста помех регистрации ЭКГ. Система автоматически формирует отчет о выполненном исследовании, включающий оценку работоспособности пациента в MET, оценку коронарного резерва, оценку хронотропного резерва, динамики восстановления ЧСС и АД после нагрузки, оценку динамики ST-сегмента и пространственной дисперсии QT-интервала.

Анализ динамики ST-интервала выполняется двумя методами. Первый метод основан на классических критериях диагностики ишемии миокарда (горизонтальная или косонисходящая депрессия ST-сегмента > 100 мкВ). Специфичность критерия составляет около 90%, при сравнительно низкой чув-

ствительности (не более 60-70% для неселективной популяции). Второй метод основан на использовании ритмозависимых критериев ишемии миокарда («ST/ЧСС индекс», «ST/ЧСС наклон», «ST/ЧСС гистерезис»). Чувствительность этих критериев у пациентов с коронарной болезнью сердца достигает 90% при сопоставимом уровне специфичности. При этом на основе измерения критерия «ST/ЧСС наклон» возможна не только оценка наличия коронарной болезни, но и определение тяжести заболевания (числа пораженных артерий). Чувствительность ритмозависимых критериев ишемии миокарда не зависит от применения препаратов группы бета-блокаторов. В противоположность этому, при применении бета-блокаторов чувствительность депрессии ST-сегмента к выявлению ишемии миокарда достоверно уменьшается (M. S. Elamin a.o., 1982).

При использовании препаратов группы бета-блокаторов для лечения пациентов с коронарной болезнью возникает проблема выбора эффективной дозы препарата, уменьшающей в достаточной степени потребность миокарда в кислороде. Эффективной считается доза, при которой тестирующая нагрузка не вызывает ишемии миокарда. Ориентируясь на классические критерии девиации ST-сегмента, врач приблизительно в 30% случаев не обнаруживает ишемии миокарда и делает заключение «терапия адекватна», тогда как использование более чувствительных признаков обнаруживает у этих пациентов ишемию миокарда и приводит к прямому противоположному заключению — «терапия неадекватна, необходимо увеличение дозы препарата». Таким образом, использование высокочувствительных ритмозависимых критериев ишемии миокарда позволяет определить эффективную дозу препарата.

Кроме сравнительно низкой чувствительности диагностики ишемии миокарда на основе измерений девиации ST-сегмента, существует несколько ситуаций, когда депрессия ST-сегмента является причиной ложно-положительной диагностики. Эти ситуации хорошо известны кардиологам:

- гипертрофия левого желудочка;
- нарушения внутрижелудочковой проводимости;
- электролитные нарушения;
- применение гликозидов;
- позиционные изменения (преимущественно у женщин).

Во всех этих случаях врач нуждается в независимых от динамики ST-сегмента критериях ишемии миокарда. Такие критерии были созданы и верифицированы прямыми коронарографическими данными в исследованиях группы J. Mateo (Университет Сарагосы, Испания). Чувствительность ритмографических признаков ишемии миокарда по данным группы Mateo составляет около 80%, т.е. превышает чувствительность критериев ST-сегмента. В значительной степени чувствительность ритмографических признаков

определяется динамикой вариабельности ритма в сверхвысокочастотном диапазоне (VHF: 0,4-1,0 Гц). До нагрузки, в покое вариабельность ритма в этом частотном диапазоне, как правило, не определяется. Выполнение нагрузки у части пациентов («ишемическая группа») приводит к существенному увеличению вариабельности. J. Mateo a.o. интерпретируют эти изменения как следствие гипоксии аденорецепторов миокарда, которая приводит к увеличению активности симпатической нервной системы.

Согласно нашим данным, увеличение вариабельности ритма в VHF-диапазоне, вероятно, в большей степени является маркером неспецифической симпто-адреналовой реакции на нагрузку, чем проявлением ишемии миокарда. В пользу этого предположения свидетельствует то, что феномен увеличения VHF зарегистрирован нами не только у пациентов ишемической группы, но и у молодых здоровых людей в возрасте до 25 лет при выполнении нагрузок максимальной интенсивности (175-200 Вт).

феномена, использование критериев ишемической реакции, предложенных J. Mateo, полезно во всех случаях, когда изменения ST-сегмента не поддаются однозначной клинической интерпретации. С помощью программы «Stress-12-Cardio» сделать это достаточно просто, так как паттерн ишемической реакции определяется автоматически на основе расчета «критерия Mateo».

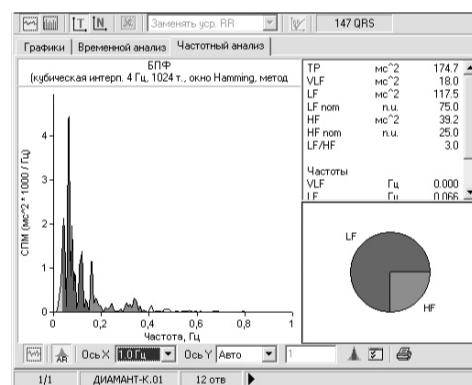
Одним из новых направлений использования технологии измерения вариабельности ритма сердца является оценка процесса реактивации парасимпатической нервной системы в периоде восстановления после физической нагрузки. Нервная регуляция ритма сердца характеризуется тем, что с началом выполнения нагрузки происходит уменьшение активности парасимпатической нервной системы, что обеспечивает увеличение пульса в диапазоне нагрузок малой и средней интенсивности. При нагрузках, мощность которых превышает анаэробный порог, увеличение пульса обеспечивается усилением активности симпатической нервной системы. При прекращении нагрузки восстанавливается активность парасимпатической нервной системы, что является одним из факторов, обеспечивающих замедление пульса в периоде восстановления.

Скорость восстановления пульса является одним из существенных прогностических факторов: известно, что пациенты с замедленным восстановлением ЧСС (< 12 ударов/мин.) имеют более высокий риск внезапной кардиологической смерти на 5-летнем периоде наблюдения. Этот риск возникает из-за ослабления парасимпатической нервной системы, которая, как твердо установлено, обладает кардиопротекторным действием в отношении развития жизнеугрожающих желудочковых тахикардий.

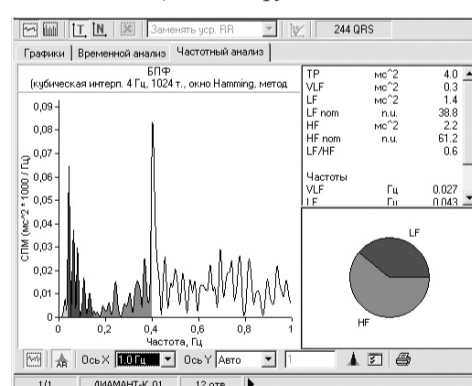
Однако по динамике ЧСС можно лишь косвенно судить о состоянии парасимпатической нервной системы. ЧСС в периоде восстановления после нагрузки является интегральным показателем, значение которого в каждый момент времени определяется, кроме активности парасимпатической нервной системы, также тонусом симпатической нервной системы, величиной венозного возврата, инотропными свойствами миокарда, гуморальной регуляцией и многими другими факторами.

Прямая оценка активности парасимпатической нервной системы позволяет оценить риск развития желудочковых тахикардий и проводить профилактическую антиаритмическую терапию.

Как известно, регулярные физические тренировки приводят к увеличению тонуса парасимпатической нервной системы. Поэтому на основе методики измерения скорости реактивации парасимпатической нервной системы становится возможным определять эффективный тренировочный режим кардиологических пациентов.



А: мощность нагрузки 25 Вт.



Б: мощность нагрузки 125 Вт.

Рис. 1. Динамика вариабельности ритма сердца в VHF-диапазоне при увеличении мощности нагрузки от 25 Вт до 125 Вт у пациента с коронарной болезнью сердца (Пациент Б-дин В. А., мужчина, 56 лет).

Тем не менее, вне зависимости от конкретного механизма формирования этого

Окончание на 18-й стр.

Пациент: Б-НК В.В., 1943, 63 года, Пол: женский, Номер: 110 Дата/время: 20.06.2007 09:08:18

Парасимпатическая активность

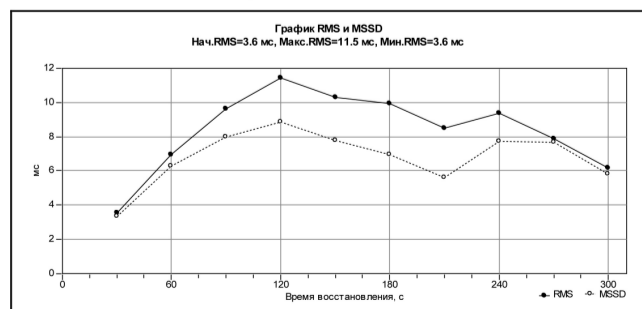


Рис. 2. Нормальный процесс реактивации парасимпатической нервной системы (варианты).

Пациент: О-ОВ В.А., 1946, 60 лет, Пол: мужской, Номер: 6 Дата/время: 28.04.2007 10:09:50

Парасимпатическая активность

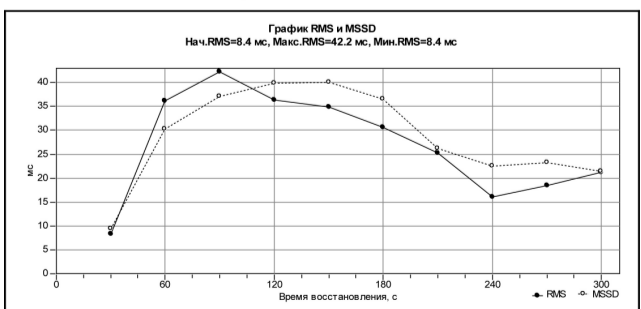
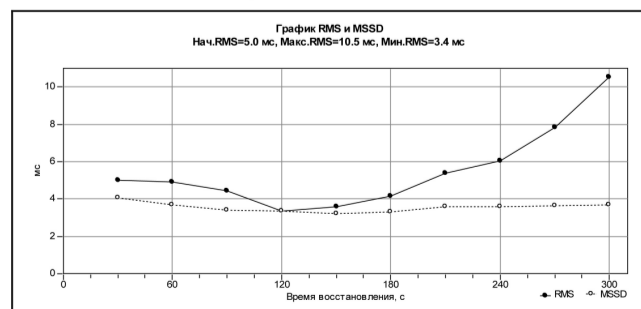


Рис. 3. Пример замедленной реактивации парасимпатической нервной системы.

Пациент: Б-ОВ С.А., 1957, 50 лет, Пол: мужской, Номер: 162 Дата/время: 03.07.2007 12:28:34

Парасимпатическая активность



# Новые возможности электрокардиографической диагностики индуцированной ишемии миокарда при тестировании физическими нагрузками

Окончание. Начало на 17-й стр.

Количественная оценка активности парасимпатической нервной системы в периоде восстановления после физической нагрузки требует специальных методов математического анализа. Классический метод анализа, при котором активность парасимпатки оценивается как мощность спектра вариабельности R-R интервалов на частоте дыхания (HF компоненты спектра) в данном случае не применим, так как в периоде восстановления имеет место резко не-стационарный процесс (применение спектральных методов ограничено стационарными процессами). Математическая модель для оценки процесса реактивации парасимпатической нервной системы была разработана в исследованиях, выполненных

в 2005 году в Северо-западном университете (Чикаго, США). Математическая модель была верифицирована в условиях введения атропина; было показано, что величина индекса парасимпатической активности (RMS, ms) прямо зависит от активности вагуса.

Программа «Stress-12 Cardio», вероятно, является первой российской программой, в которой реализован метод количественной оценки активности парасимпатической нервной системы для условий стресс-теста.

При клинических испытаниях метода получены весьма интересные результаты. У пациентов с коронарной болезнью сердца можно встретить как нормальные характеристики процесса реактивации парасимпатки (соответствующие полученным у контрольной группы лиц, не имеющих ИБС),

так и ослабленный процесс реактивации. Ослабление процесса реактивации проявляется малым приростом показателя RMS на протяжении первых пяти минут периода восстановления (менее, чем в 2 раза), или замедлением процесса реактивации (прирост показателя RMS на протяжении первых 2 минут периода восстановления не превышает 30%). В целом, это ожидаемые факты, которые соответствуют физиологическим представлениям о механизмах нервной регуляции работы сердца, а также данным об ослаблении кардиопротекторной функции вагуса у коронарных больных.

Наряду с этим, приблизительно у 8% больных зарегистрирована парадоксальная реакция: в периоде восстановления проис-

ходит дальнейшее снижение активности парасимпатической нервной системы. Насколько нам известно, ранее феномен «парадоксальной реактивации парасимпатической нервной системы» обнаружен не был. Это уменьшение активности парасимпатической нервной системы происходит на фоне снижения ЧСС при увеличенном венозном возврате, т.е. кардиопротекторная функция вагуса заблокирована в условиях увеличенной нагрузки на сердце. Пациенты, обнаруживающие феномен «парадоксальной реактивации парасимпатической нервной системы», с нашей точки зрения, имеют повышенный риск развития жизнеугрожающих тахикардий. Изучение этого вопроса требует дальнейших исследований.

А. Н. КУЗНЕЦОВ, С. М. АПАТЕН, К. В. МАЗАЛОВ, С. Ю. МАРЫЧЕВ.

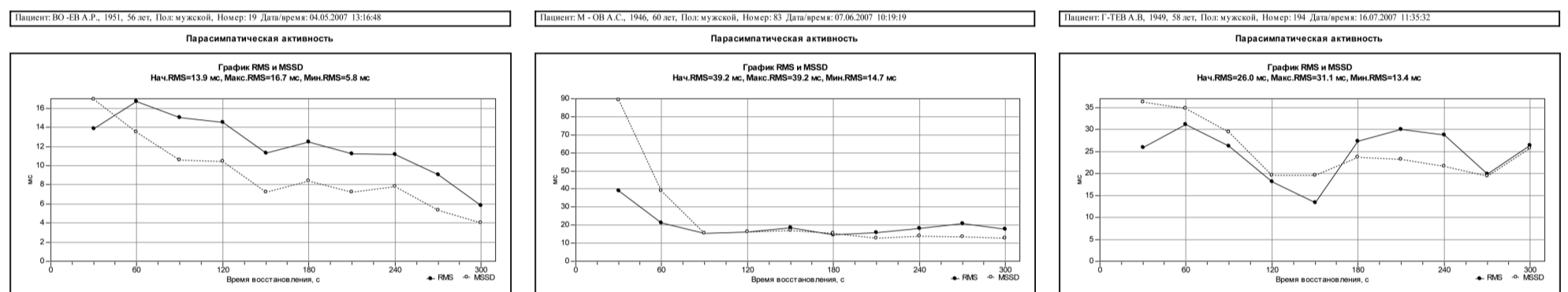


Рис. 4. Парадоксальный процесс реактивации парасимпатической нервной системы (варианты).