

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ

ЗНАЧЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АЛЬТЕРНАЦИИ Т-ВОЛНЫ В ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА

Радзевич А.Э., Попов В.В., Князева М.Ю.

Московский государственный медико-стоматологический университет, кафедра терапии № 1 факультета последипломной подготовки

Резюме

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) по-прежнему остается важной проблемой в кардиологии. Известно, что одной из наиболее частых причин смерти у больных с ИБС является внезапная сердечная смерть (ВСС). При этом степень риска развития ВСС у пациентов не одинакова. По существующим сейчас представлениям немаловажное место в оценке неблагоприятного исхода занимают возможности инструментальных методов исследования. Альтернация Т зубца (TWA) и турбулентность сердечного ритма (HRT) являются относительно “новыми” неинвазивными тестами, использование которых у больных ИБС, позволяет получить важную информацию о предрасположенности пациента к развитию жизнеопасных аритмий.

При сравнении прогностической значимости уже известных стратификационных тестов с прогностической ценностью микроальтернации и турбулентности сердечного ритма были получены убедительные данные о важной клинической значимости новых методов.

Ключевые слова: альтернация зубца Т, внезапная сердечная смерть, желудочковые тахикардии, турбулентность сердечного ритма.

В настоящее время в развитых странах мира смертность от ишемической болезни сердца находится на первом месте, существенно превышая таковую от онкозаболеваний. Патогенез ИБС очень сложен и до конца не изучен, однако общепризнано, что в подавляющем большинстве случаев (90 % и более) морфологической основой заболевания является атеросклеротическое поражение коронарных артерий.

С практической точки зрения наиболее важным в отношении ИБС является раннее выявление угрожающих предвестников прогрессирования болезни и, особенно, случаев внезапной сердечной смерти. Довольно часто, но, к сожалению, ретроспективно, за несколько дней или даже недель до неблагоприятного исхода удается установить некоторые настораживающие симптомы: появление или усиление слабости, боли или неприятные ощущения в области сердца, ухудшение самочувствия, настроения.

Степень риска ВСС у каждого больного неодинакова и с определенной долей вероятности может быть оценена только на основании комплексного клинико-инструментального обследования, включающего стандартную ЭКГ, суточное мониторирование ЭКГ, оценку вариабельности сердечного ритма, ЭКГ высокого разрешения, нагрузочные тесты, эхокардиографию и электрофизиологическое исследование (ЭФИ). Однако, несмотря на высокую информативность ЭФИ, метод не может использоваться как скрининговый в связи с инвазивностью и высокой стоимостью, что делает его малодоступным для большинства клиник.

Внедрение в клиническую практику неинвазивных методов ЭКГ диагностики — таких, как альтернация Т-зубца, турбулентность сердечного ритма значительно расширило возможности оценки риска возникновения злокачественных желудочковых аритмий, ВСС и позволяет выделить пациентов, нуждающихся в проведении внутрисердечного электрофизиологического исследования

Альтернация Т - зубца (T-wave Alternance, TWA)

Впервые термин «альтернация» появился в литературе в 1909 году [18], когда Hering был описан случай изменения полярности зубца Т у пациента на фоне эмоциональной нагрузки и сразу же вызвал массу вопросов. Большинство исследователей придерживалось мнения, что это явление связано с дисфункцией миокарда, возникающей на фоне нарушения процессов реполяризации [1]. Двумя годами позже Thomas Lewis объяснил альтернацию с точки зрения патофизиологии сердца: «Альтернация зубца Т возможна либо при учащенном сердечном ритме здорового сердца, либо в поврежденном сердце при нормальном ритме». В 1984 году J.Smith и R.Cohen, исследуя процессы проводимости левого желудочка, пришли к выводу, что альтернация предшествует желудочковой тахикардии [23]. Позже Kalter показал, что вероятность внезапной смерти резко увеличивается при наличии признаков изменения Т — волны [19].

Понятие «электрическая альтернация» характеризуется наличием морфологической разнородности элект-

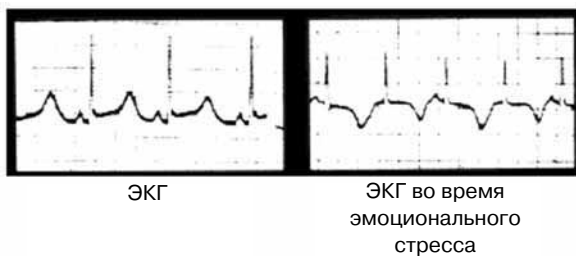


Рис. 1. Пример макроальтернции зубца Т. На ЭКГ, зарегистрированной в состоянии покоя и эмоционального стресса у одного и того же больного, наблюдается четкая динамика изменений морфологии Т-зубца [19].

рокардиографических комплексов. Таким образом, альтернация Т — зубца не что иное, как изменение формы, полярности или амплитуды зубца Т в нескольких, следующих друг за другом, кардиоциклах.

Электрическая альтернация, включающая в себя варианты морфологических изменений ЭКГ-волны, изначально комбинируется из двух типов альтернаций: деполяризационной и реполяризационной. Деполяризационная альтернация или альтернация QRS-комплекса характерна для пароксизмальных тахикардий с узкими комплексами. Morady et al.[14], проводившие электрофизиологические исследования, выделили следующие типы таких аритмий: предсердная тахикардия, ортодромная реципрокная тахикардия при синдроме Вольфа-Паркинсона-Уайта и атриовентрикулярная, непрерывно рецидивирующая, тахикардия. Таким образом, QRS- альтернация — явление ритмозависимое и тесно связанное с механизмом тахикардии [17].

Реполяризационная альтернация, наоборот, регистрируется при тахикардиях с широкими комплексами и характеризуется изменениями сегмента ST помимо изменений морфологии Т-зубца. Такие тахикардии (чаще всего, это — желудочковая тахикардия и антидромная реципрокная тахикардия) развиваются у пациентов с острым инфарктом миокарда, вариантной стенокардией Принцметала и кардиомиопатией.

Таким образом, электрическая альтернация является признаком электрической нестабильности сердца, которая развивается при изменении процессов реполяризации [22]. Замедление реполяризации может быть

обусловлено первичными (врожденный синдром удлиненного QT-интервала) и вторичными причинами (ишемия миокарда, электролитный дисбаланс).

В настоящее время разработана гипотеза о возможном механизме появления альтернции Т в связи с нарушением способности ионных каналов к восстановлению исходного состояния за время диастолы перед возникновением следующего потенциала действия.

В зависимости от возможности визуализации изменений зубца Т альтернацию условно подразделяют на: макроальтернацию и микроальтернацию.

Макроальтернация оценивается по стандартной ЭКГ (так называемый «предварительный» метод) и при проведении статических нагрузочных проб по динамике непрерывно регистрируемой электрокардиограммы. Критериями наличия альтернции являются изменения амплитуды, полярности и формы сегмента ST и зубца Т (рис.1).

При интерпретации полученных результатов (в том числе и положительных), следует помнить, что причиной изменения зубца Т могут являться разнообразные физиологические и патологические состояния (табл.1).

Изолированное изменение зубца Т при нагрузочных пробах имеет весьма низкую специфичность относительно прогноза злокачественных тахикардий. Запись электрокардиограммы в течение 24 часов показывает, что приблизительно у 30 % здоровых людей встречаются преходящие изменения зубца Т. К ним относятся: увеличение амплитуды зубца Т в 2 и более раз или, наоборот, снижение его амплитуды вплоть до перехода зубца Т в отрицательный. Эти изменения часто связаны с тахикардией, нервным возбуждением, умственной или физической активностью, изменением положения тела, приемом пищи, курением.

Снижение амплитуды зубца Т на 25 % во время и после нагрузки по сравнению с исходной в покое вызывает подозрение, а снижение амплитуды этого зубца на 50 % с большой вероятностью может указывать на коронарную недостаточность. Во всяком случае, появление этих признаков при отсутствии других проявлений ишемии или диссинергии миокарда должно настоятельно настаивать.

Реверсия или репозитивизация отрицательного зубца Т при проведении нагрузочных проб встречается до-

Таблица 1

Причины изменений зубца Т

Причины	Факторы
Физиологические	Позиция сердца, нарушения проводимости, температура, гипергликемия, физическая нагрузка
Фармакологические	Дигитализация, антиаритмические препараты
Экстракардиальные	Электролитные расстройства, шок, анемия, аллергические реакции, острый живот, тромбоэмболия легочной артерии
Заболевания миокарда	Миокардиопатии, миокардиты, гемохроматоз, болезни соединительной ткани
Ишемическая болезнь сердца	Инфаркт миокарда, стенокардия, аневризма сердца

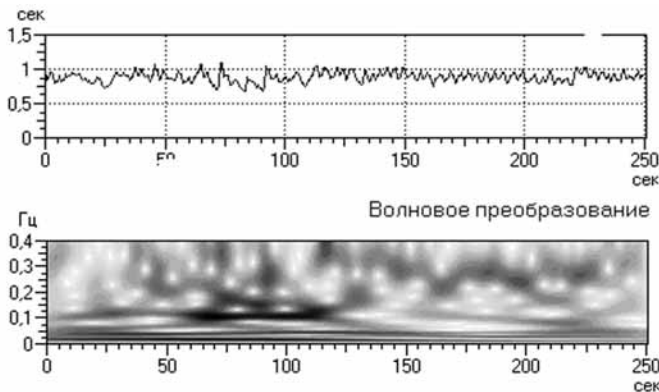


Рис.2. Волновое преобразование Фурье.

вольно часто. В прежние годы этот признак относился к критериям прекращения пробы. Однако в настоящее время он не вызывает особой настороженности в отношении ИБС [1]. Механизм происхождения до конца еще не изучен. В частности, придается значение усилению симпатического воздействия на миокард при нагрузке.

Вышесказанное наглядно демонстрирует спорность возможных результатов при оценке макроальтернации. Ценность метода как возможного предиктора риска возникновения осложнений ИБС также до конца не ясна. В связи с этим были продолжены разработки в области микроальтернации [15].

Для оценки микроальтернации используется высоко чувствительный спектральный метод, который позволяет выявлять изменения Т волны, не заметные на электрокардиограмме. Метод основан на измерении уровня отклонения от изолинии точек, составляющих зубец Т в 128 последовательных сердечных сокращениях, и переводе их при помощи быстрого преобразования Фурье в спектр мощности колебаний.

На представленном рисунке изображены ритмограмма и результат волнового преобразования (яркость элементов пропорциональна спектральной мощности в данное время для данной частоты). Используя последний, возможно проводить оценку частотных составляющих ритмограммы в любой момент времени. Применение метода позволяет обнаружить альтернацию в 98 % случаев при низкой шумовой регистрации электрокардиограммы. Для уменьшения шумовых эффектов при снятии ЭКГ используются контактные мультисегментарные электроды с большой степенью разрешения.

Микроальтернация, равно как и макроальтернация, чаще оценивается во время проведения стресс-тестов. Для контроля ЭКГ можно пользоваться разными системами отведений. Чаще всего применяются стандартные и ортогональные корригированные отведения по Франку [16].

Тест на микроальтернацию считается положительным, если:

- 1) амплитуда Т- петли $> 1,9$ мВ (при отношении шум/сигнал $> 3,0$) в течение времени > 1 минуты;
- 2) частота сердечных сокращений < 110 ударов в минуту.

Таким образом, пациенты с признаками Т-альтернации и сердечным ритмом 110 и менее ударов в минуту признаны тест - положительными, а пациенты с более частым ритмом и без признаков Т-волны — тест - отрицательными. Остальные пациенты считаются тест - сомнительными. Причиной неопределенных результатов может быть неадекватное нарастание частоты сердечных сокращений и/или высокий уровень шумов.

По данным D. Rosenbaum, J. Ruskin и R. Cohen (1994 г.), чувствительность метода как предиктора возникновения опасных аритмий составляет 81 %, специфичность — 84 %. У тест - отрицательных пациентов с низким риском аритмических осложнений специфичность и чувствительность составляют 89 % ($p < 0,001$).

Одно из первых крупных исследований было проведено S. Hohnloser [5]. В нем участвовало 95 пациентов с ИБС. Целью исследования было сравнение значимости уже известных стратификационных тестов (фракция выброса левого желудочка, чувствительность барорецепторов, вариабельность сердечного ритма, поздние потенциалы желудочков, QT- дисперсия) с прогностической ценностью микроальтернации относительно возникновения жизнеопасных аритмий [4,7]. Полученные данные показали, что микроальтернация зубца Т является наилучшим неинвазивным методом для оценки возможного риска.

У пациентов с хронической сердечной недостаточностью II-III функционального класса [10] чувствительность и специфичность метода по конечным точкам исследования (развитие желудочковой тахикардии и внезапная смерть) составили, соответственно, 100 % и 42 % (Frankfurt study, 1999 г.).

Willem J. Кор с соавт. [26] сравнивали влияние тестов с физической и психоэмоциональной нагрузкой на альтернацию зубца Т у 23 пациентов с ИБС и имплантированным кардиовертером - дефибриллятором (ИКД), а также у 17 здоровых лиц из группы контроля. Пробы с психоэмоциональной и физической нагрузкой проводились в разные дни. Во время психоэмоционального нагрузочного теста требовалось вспомнить недавний инцидент, вызывавший чувство гнева, а затем решить в уме арифметическую задачу с постоянным прерыванием и требованием лучше выполнять тест. Для повышения предсказательной ценности TWA перед выполнением нагрузочных проб у большинства участников отменялись сердечно-сосудистые препараты, в том числе ингибиторы АПФ, пролонгированные нитраты, бета-блокаторы, антагонисты кальция. Дополнительно, для оценки ишемии миокарда, выполнялась двойная изотопная однофотонная эмиссионная

Таблица 2

Альтернатива зубца Т как предиктор жизнеопасных аритмий в зависимости от физической активности [6]

Физическая активность	Чувствительность	Специфичность	Позитивный тест	Негативный тест
Отдых	50 %	91 %	80 %	71 %
Нагрузка	80 %	91 %	89 %	84 %
Чередование отдыха и нагрузки	100 %	91 %	91 %	100 %

Таблица 3

Взаимосвязь альтернативы зубца Т и факторов риска внезапной сердечной смерти у пациентов с ИБС

TWA риск *	Тест – негативные пациенты	Тест – позитивные пациенты
Низкий клинический риск	17 32 %	15 28 %
Высокий клинический риск	4 7 %	18 33 %

Примечание: * пациенты с 2 и более факторами риска отнесены к группе высокого риска, менее 2 – к группе с низким риском;
* чувствительность метода – 54 %, специфичность – 81 %.

компьютерная томография.

Показано, что на фоне любой нагрузки чаще выявлялся TWA, особенно у пациентов с ИКД, по сравнению с контролем ($p=0,043$). Во время психоэмоционального стресса TWA появлялся при меньшей ЧСС, чем во время физической нагрузки: при увеличении ЧСС на 9,7 и 53,3 ударов в минуту, соответственно. После поправки на увеличение ЧСС оказалось, что любой стресс повышает частоту TWA у больных с ИКД, но не у здоровых лиц.

По предположению авторов, психоэмоциональный стресс вызывает электрическую нестабильность миокарда за счет других, отличных от физической нагрузки, центральных и автономных механизмов.

Микроальтернатива информативна у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда [8]. Доказано, что наибольшая информативность теста показана в период 4 – 6 недель после развития инфаркта (R. J. Cohen, 2001 г.). Ikeda с соавторами [7] в течение года наблюдали за пациентами с постинфарктным кардиосклерозом. У пациентов с положительным тестом на альтернативу, проводимым на 20-й день после инфаркта, через 12 месяцев риск возникновения желудочковых тахикардий составлял 28 %, в то время как риск у тест-негативных пациентов был 2 % [5].

Турбулентность сердечного ритма

В настоящее время доказана важная роль оценки сократимости миокарда (фракции выброса левого желудочка) и вегетативной регуляции сердечной деятельности для выявления пациентов, страдающих ИБС с повышенным риском развития злокачественных аритмий. Вариабельность сердечного ритма и определение чувствительности барорецепторов позволяют изучать вегетативные и рефлекторные влияния на функцию сердца [11].

Однако, как отмечалось впоследствии, значения вариабельности сердечного ритма не являются специфичными для сердечной патологии, так как на нее оказывает действие множество различных факторов, как

внутренних, так и внешних [24]. На этом фоне чувствительность барорецепторов лучше отражает физиологию сердца. В основе метода лежит измерение соотношений между давлением крови и частотой сердечных сокращений, что позволяет оценить приспособительную способность сердечного ритма при рефлекторной провокации [13].

В начале 1999 года Georg Schmidt были опубликованы результаты наблюдений за колебаниями синусового ритма, возникающими после единичных желудочковых экстрасистол (ЖЭ) [20].

Авторы обратили внимание, что после ЖЭ ЧСС вначале возрастает в течение 1, 2 -х синусовых сокращений, а затем уменьшается. Было показано, что длительность нормального пост - экстрасистолического RR интервала начинает увеличиваться, начиная с 3-го синусового сокращения и пик брадикардии 77 ± 111 мс ($M \pm SD$) по сравнению с базовым уровнем приходится на 8 й кардиоцикл.

Данный феномен получил название «турбулентность сердечного ритма (HRT)» - физиологический двухфазный ответ синусового узла на желудочковую экстрасистолу, состоящий из короткого периода увеличения ЧСС с последующим урежением синусового ритма.

Механизм возникновения турбулентности ритма до конца еще не изучен. Известно, что желудочковые экстрасистолы оказывают влияние на автоматизм синусового узла. Предполагается, что даже незначительное изменение давления артериальной крови (более низкая амплитуда давления крови во время экстрасистолы и увеличенная амплитуда следующего синусового сокращения) способно стать триггерным механизмом для турбулентности [20,17]. В норме данный феномен присутствует и отчетливо видна двухфазность ответа синусового узла на желудочковую экстрасистолу (рис.3).

Если же вегетативная регуляция сердца нарушена (например, после перенесенного инфаркта), то реакция ритма ослаблена или отсутствует.

Georg Schmidt предложил два числовых выражения турбулентности: Turbulence onset (TO) и Turbulence slope (TS) [20].

Turbulence onset (TO %) определяется, как отношение разности между средними значениями величин первых двух нормальных синусовых RR интервалов, следующими после компенсаторной паузы (RR1+RR2) и двумя RR интервалами, предшествующими экстрасистоле (RR-2+RR-1) к сумме двух предэктопических синусовых интервалов RR, выраженное в процентах:

$$TO (\%) = \frac{(RR1+RR2) - (RR-2+RR-1)}{(RR-2+RR-1)} \times 100 \%$$

Данные измерения проводятся для каждой индивидуальной ЖЭ в суточной записи ЭКГ а затем усредняют, получая значение, характерное для данного пациента.

Turbulence slope (TS мс / RR) это — максимальный позитивный наклон линии регресса, проведенной вдоль любой последовательности пяти синусовых RR интервалов в пределах двадцати постэкстрасистолических интервалов RR. Получают значения TS из тахограммы RR1, RR2, RR3, RR 4..... RR20, единица измерения TS - мс / RR (рис. 4).

TO представлен как отношение разницы 2 RR интервалов, предшествующих ЖЭ, и 2 RR интервалов, следующих за ЖЭ/ компенсаторной паузой к длительности 2-х RR интервалов, предшествующих ЖЭ, выраженное в процентах. В примере, TO= - 4% из 100 % x (960-1000)/1000.

TS это — максимум линии наклона, рассчитанный для 5 последовательных RR интервалов. На примере — нисходящая регрессионная линия для кардиоциклов 3~7 (slope 3) и кардиоциклов 6~10 (slope 6) — показано, что TS была 36,4, так как slope 3 имеет наибольший наклон 36,4 мс/ RR среди всех линий наклона[25].

HRT обычно рассчитывается для каждой ЖЭ из суточной записи ЭКГ а затем усредняется, представляя данные, характеризующие общую турбулентность для пациента.

Анализ HRT не ограничивается только Холтеровским мониторингом ЭКГ, анализ турбулентности

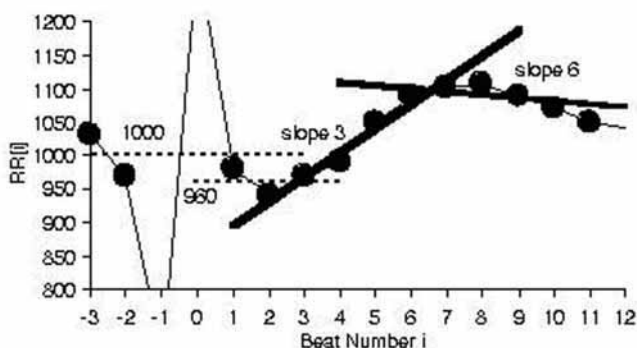


Рис. 4. На рисунке показан пример измерения TO и TS.

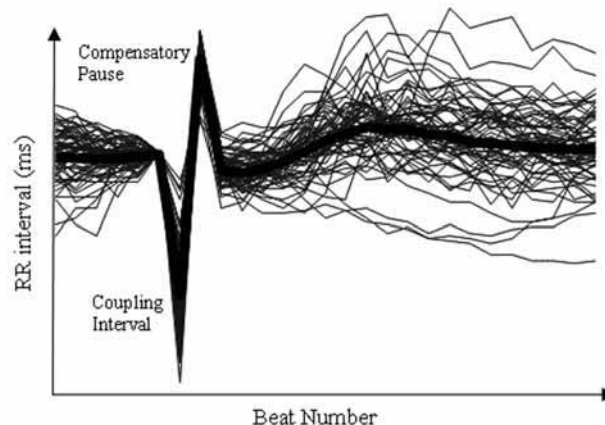


Рис. 3. На рисунке представлены примеры колебаний синусового ритма, возникающие после единичных желудочковых экстрасистол [25].

может быть проведен с использованием данных имплантированного кардиовертера дефибриллятора или ЭФИ. Такая HRT называется индуцированной (рис. 5).

Проведенные клинические исследования позволили определить оптимальные диагностические критерии для TO и TS [20]. В частности, значения начальной турбулентности в норме должны быть меньше, либо равны 0 (TO < 0), а TS — больше 2,5 мс/RR. Помимо этого, была выявлена корреляция между турбулентностью и внезапной сердечной смертью [13].

В ходе анализа холтеровских данных проспективных исследований MPIP и EMIAT было наглядно продемонстрировано, что у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом, имеющих высокий риск развития аритмических осложнений, турбулентность сердечного ритма значительно снижена или отсутствует [20].

При наблюдении за 577 пациентами, перенесшими острый инфаркт миокарда, в исследовании MPIP (Multicentre Post Infarction Program) было показано, что при TO > 0 % показатели смертности в течение первых 2-х лет увеличились до 20% против 11% у больных с TO > 0 %.

В исследовании EMIAT (European Myocardial Infarction Amiodarone Trial) были проанализированы холтеровские данные 614 постинфарктных больных. Показано, что при TO ≥ 0 % показатели смертности были 24 % против 11% у больных с TO ≥ 0 %.

При оценке TS у тех же пациентов в исследовании MPIP получилось, что при TS > 2,5 мс / RR и TS ≤ 2,5 мс / RR показатели смертности отличались на 17% (соответственно, 9 % и 27 %). В исследовании EMIAT соответствующие показатели смертности в сходных группах составили 9 % и 26 %.

Сочетание обоих признаков TO ≥ 0 % и TS ≤ 2,5 мс / RR увеличило положительную прогностическую ценность неблагоприятного исхода до 33 % (p ≤ 0,001).

Комбинация значений турбулентности сердечного ритма с другими уже известными предикторами (вари-

абельность ритма сердца, фракция выброса левого желудочка) у больных с постинфарктным кардиосклерозом и хронической сердечной недостаточностью позволяет с большей точностью говорить о прогнозе заболевания (чувствительность метода 40 %).

Результаты исследований продемонстрировали, что турбулентность сердечного ритма является составляющей нормального ритма у лиц с низким риском развития осложнений на фоне ишемической болезни сердца [12]. Отсутствие этого феномена, наоборот, в несколько раз увеличивает возможность внезапной сердечной смерти. И начальная, и наклонная турбулентность вполне могут выступать в роли самостоятельных предикторов риска, но наиболее достоверные результаты получаются в результате комбинированного использования показателей [12].

В исследовании MIPR только фракция выброса левого желудочка $\leq 30\%$ и $TS \leq 2,5$ мс/RR были независимыми предикторами смертности ($p \leq 0,001$). В то же время в исследовании EMIAT таковыми являлись $TO \geq 0\%$, $TS \leq 2,5$ мс/RR, высокая средняя ЧСС (RR < 800 мс), низкая фракция выброса левого желудочка ($\leq 30\%$), перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе ($p \leq 0,001$) [20].

В исследовании ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes after Myocardial Infarction) HRT была использована наряду с другими параметрами оценки автономной нервной системы для прогноза остановки сердца. В исследование было включено 1212 пациентов, перенесших инфаркт миокарда, с периодом наблюдения 20,3 месяца. При этом конечной точки достигли 49 пациентов (4 %). Было показано, что TS и комбинация TO и TS достаточно высоко оценивали риск неблагоприятного исхода (4,1 и 6,9 соответственно ($p \leq 0,0001$)).

Был предложен комплексный индекс автономной дисфункции — комбинация TO, TS, SDNN и чувствительность барорефлекса. У пациентов с сочетанием патологических значений указанных выше параметров риск неблагоприятного исхода был в 16,8 раз выше, чем у лиц, все 4 параметра у которых были в пределах нормы [25].

Показано, что чувствительность и положительная прогностическая ценность HRT превосходит все известные неинвазивные тесты, но, к сожалению, лишь немногим. Объединение TO, TS позволяет получить следующие значения чувствительности, специфичности и положительной предсказывающей ценности: 30 %, 90 % и 32 % соответственно [20]. В то же время положительная предсказывающая ценность низкой фракции выброса левого желудочка, по данным исследования MIPR, составила 30 %.

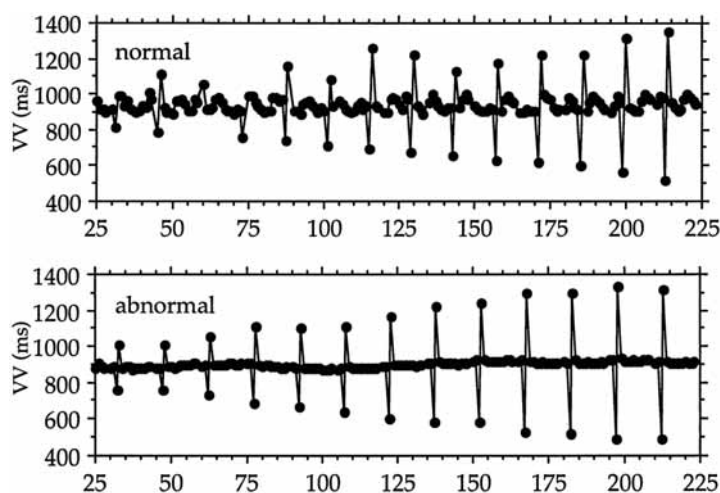


Рис 5. Пример тахограмм больных.

Примечание: показаны нормальный (normal) и патологический (abnormal) HRT ответ на желудочковые экстрасистолы; патологический ответ показан как отсутствие осцилляций RR интервалов после ЖЭ (P.Barthel et al., 2003).

Также было показано, что фракция выброса левого желудочка обладала несколько лучшей чувствительностью (43 %) и специфичностью (85 %) при сравнении с параметрами HRT.

Таким образом, HRT и дополнительное применение общепринятых маркеров — таких, как суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиография с определением фракции выброса левого желудочка, вариабельность сердечного ритма, ЭКГ ВР и тщательно собранный анамнез заболевания поможет легче идентифицировать пациентов с высоким риском аритмических осложнений.

Применение неинвазивных методов оценки электрической нестабильности миокарда в совокупности с традиционными методами функциональной диагностики (ЭКГ в 12 отведениях, суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиография) при высокой чувствительности и специфичности этих методов позволяет повысить качество ранней диагностики электрической нестабильности миокарда, предшествуя более дорогим и инвазивным методам исследования. Получение таких данных, несомненно, имеет важное практическое значение, так как позволит снизить количество неблагоприятных исходов.

Использование уже существующих и создание новых интегральных показателей из индивидуальных маркеров риска может способствовать дальнейшему развитию комплексного подхода в стратификации риска возникновения ВСС и профилактике аритмических осложнений у пациентов, страдающих ИБС.

Литература

1. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. - М.: МЕДпресс-информ, 2002. - 296 с.
2. Epstein S.E., Quyyumi A.A., Bonow R.O. Sudden cardiac death without warning: possible mechanisms and implications for screening asymptomatic population // N. Engl. J. Med. - 1989. - Vol. 321. - P. 321.
3. Estes M.N.A., Michaud G., Zipes D.P. et al. Electrical alternance during rest and exercise as predictor of vulnerability to ventricular arrhythmias // Am. J. Cardiol. 1997; - Vol 80- P. 1314-8
4. Gold M, Bloomfield D, Anderson K, et al. A comparison of T-wave alternans, signal averaged electrocardiography and programmed ventricular stimulation for arrhythmia risk stratification // J.Am.Coll.Cardiol.-2000.-Vol.36.-P. 2247-225.
5. Hohnloser SH, Klingenheden T. et al. T-wave alternans as a predictor of recurrent ventricular arrhythmias in ICD recipients: prospective comparison with conventional risk markers // J. Cardiovasc. Electrophysiol.-1998.-Vol. 9.-P. 1258-1268.
6. Hohnloser S.H., Klingenheden T., Zabel M. et al. T- wave alternans during exercise and atrial pacing in humans // J. Cardiovasc. Electrophysiol.- 1997.- Vol. 8.-P. 987-993.
7. Ikeda T, Sakata T, et al. Combined assessment of T-wave alternans and late potentials used to predict arrhythmic events after myocardial infarction: a prospective study // J. Am.Coll.Cardiol.-2000.-Vol. 35.- P.722-730.
8. Ikeda T, Saito H., Tanno K. et al. T- wave alternans as a predictor for sudden cardiac death after myocardial infarction // Am. J. Cardiol.- 2002.- Vol. 89.- P. 79-82.
9. Klingenheden T, Zabel M, et al. Predictive value of T-wave alternans for arrhythmic events in patients with congestive heart failure // Lancet.-2000.-Vol. 356.-P. 651-652.
10. Klingenheden T., Zabel M., D'Agostino R.B. et al. Predictive value of T wave alternans for arrhythmic events in patients with congestive heart failure // Lancet.- 2000.- Vol. 356.- P. 651-652.
11. La Rovere M, Bigger J, Marcus F, et al. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction // Lancet.- 1998.- Vol. 351.-P. 478-484.
12. Malik M, Schmidt G, Barthel P. Heart-rate turbulence is a post-infarction mortality predictor which is independent of and additive to other recognised risk factors // Pace.- 1999.-Vol. 22.-P. 741.
13. Malik M, Wichterle D, Schmidt G. Heart-rate turbulence // G. Ital. Cardiol.-1999.-Vol. 29, Suppl. 5.-P. 65-69.
14. Mustafa A., Murda'h, McKenna W.J. et al. Repolarization alternans: techniques, mechanisms, and cardiac vulnerability // Pace.-1997.- Vol. 20, Pt II.-P. 2641-2657.
15. Pruvot E, Rosenbaum D. T – wave alternans for risk stratification and prevention of sudden cardiac death // Curr. Cardiol. Rep. – 2003. – Vol. 5, № 5. – P. 350 – 357.
16. Rosenbaum D.S., Albrecht P., Cohen R.J. Predicting sudden cardiac death from T- wave alternans of the surface electrocardiogram: promise and pitfalls // J. Cardiovasc. Electrophysiol.-1996.- Vol. 7.- P. 1095-1111.
17. Rosenbaum D.S., Jackson L.E., Smith J.M. et al. Electrical alternans and vulnerability to ventricular arrhythmias // N. Engl. J. Med.-1994.- Vol. 330.- P. 235-241.
18. Saul J.P., Arai Y., Berger R.D., et al. Assessment of autonomic regulation in chronic congestive heart failure by heart rate spectral analysis // Am. J. Cardiol. – 1988.- Vol. 61.- P. 1292-1299.
19. Schwartz J.P., Malliani. Electrical alternation of the T-wave: clinical and experimental evidence of its relationship with the sympathetic nervous system and with the long QT syndrome//Am. J. Cardiol.- 1975. - Vol 89 - P.45-50
20. Schmidt G, Malik M, Barthel P, et al. Heart-rate turbulence after ventricular premature beats as a predictor of mortality after acute myocardial infarction // Lancet.-1999.- Vol. 353.- P. 1390-1396.
21. Schmidt G., Morfill G.E., Barthel P., et al. Variability of ventricular premature complexes and mortality risk // Pacing Clin. Electrophysiol.- 1996.- Vol. 19.- P. 976-980.
22. Smith J.M., Clancy E.A., Valery C.R., et al. Electrical alternans and cardiac electrical instability // Circulation.-Vol. 77.- P. 110-121.
23. Takagi M, Yoshikawa J. T-wave alternans and ventricular tachyarrhythmia risk stratification: a review // Indian pacing Electrophysiol.J. 2003.-Vol.3.-P.67-73.
24. Task force of the european society of cardiology and the american society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // Circulation.-1996.- Vol. 93.-P. 1043-1065.
25. Watanabe M. Heart Rate Turbulence: a Review. // Indian Pacing Electrophysiol. J. 2003;3 (1):10.
26. Willem J. Kop, David S. Krantz et al. Effects of Acute Mental Stress and Exercise on T-Wave Alternans in Patients With Implantable Cardioverter Defibrillators and Controls // Circulation, Apr 2004; 109: 1864 - 1869.

Abstract

Coronary heart disease (CHD) remains an actual problem in cardiology. One of the leading causes of CHD patient death is sudden cardiac death (SCD). In CHD patients, individual SCD risk varies substantially. According to modern views, instrumental methods play an important role in adverse outcome risk assessment. T wave alternation (TWA) and heart rate turbulence (HRT) are relatively new, non-invasive tests, providing valuable information on life-threatening arrhythmia risk in CHD patients.

Comparing prognostic value of already known stratification tests to that of TWA and HRT, the authors demonstrated substantial clinical importance of the new methods.

Keywords: T wave alternation, sudden heart death, ventricular tachyarrhythmias, heart rate turbulence.

Поступила 21/04-2006