

Длительность и дисперсия интервалов QT и QTa при выполнении стресс-теста больными ишемической болезнью сердца с желудочковыми нарушениями ритма

Н.В. Фурман, С.С. Шматова, П.Я. Довгалецкий

ФГУ Саратовский научно-исследовательский институт кардиологии Росздрава. Саратов, Россия

QT and QTa interval duration and dispersion during stress test in coronary heart disease and ventricular arrhythmia patients

N.V. Furman, S.S. Shmatova, P.Ya. Dovgalevsky

Saratov Research Cardiology Institute, State Federal Agency for Health and Social Development. Saratov, Russia

Цель. Проследить связь изменений длительности и дисперсии (α) интервалов QT и QTa и скорректированных (с) интервалов QT (QTc) и QTa (QTac) у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) при выполнении стресс-теста на тредмиле с возникновением желудочковых нарушений ритма сердца.

Материал и методы. Обследованы 77 больных стенокардией II-IV функциональных классов. Средний возраст $51,1 \pm 8,1$ года. Всем пациентам проводили стресс-тест на тредмиле и коронароангиографию. По результатам стресс-теста выделены 2 группы: I ($n=63$) – без нарушений ритма сердца и II ($n=14$) – с желудочковой эктопической активностью. До и после стресс-теста рассчитывались длительность и дисперсия интервалов QT, QTa, QTc и QTac.

Результаты. На фоне нагрузки в обеих группах больных dQT и dQTc увеличились. У больных с желудочковыми нарушениями ритма сердца средние значения dQTa и dQTac после стресс-теста уменьшились. Достоверные различия в средней длительности интервалов QT, QTc, QTa, QTac в обеих группах больных до и после нагрузки отсутствовали.

Заключение. Изменения dQT у больных ИБС, возникающие в ответ на ишемию, вероятно, обусловлены в основном изменчивостью конечной части зубца T. Уменьшение при выполнении стресс-теста dQTa, как и увеличение dQT, возможно, отражают повышенный риск развития желудочковых нарушений ритма сердца у больных ИБС.

Ключевые слова: дисперсия интервала QT, интервал QTa, желудочковые нарушения ритма сердца, стресс-тест, ишемическая болезнь сердца.

Aim. To investigate the link between dynamics of QT and QTa duration and dispersion, corrected QT and QTa (QTc, QTac) in coronary heart disease (CHD) patients undergoing treadmill stress test, with ventricular arrhythmia registration.

Material and methods. In total, 77 patients with Functional Class II-IV angina were examined (mean age $51,1 \pm 8,1$ years). All patients underwent treadmill stress test and coronary angiography. According to stress test results, two groups were identified: Group I ($n=63$) – without cardiac arrhythmias, and Group II ($n=14$) – with ventricular ectopic activity. Before and after stress test, QT, QTa, QTc, and QTac duration and dispersion were calculated.

Results. During stress test, dQT and dQTc increased in both groups. In patients with ventricular arrhythmias, mean dQTa and dQTac decreased after stress test. In both groups, there was no significant difference in mean QT, QTc, QTa, or QTac duration before and after stress test.

Conclusion. In CHD patients, ischemia-mediated dQT changes could be linked to terminal T wave variability. Reduced dQTa, as well as increased dQT, in stress test might reflect increased risk of ventricular arrhythmias in CHD patients.

Key words: QT interval dispersion, QTa interval, ventricular arrhythmias, stress test, coronary heart disease.

© Коллектив авторов, 2006

Тел.: (8452) 20-17-93

Факс: (8452) 29-99-26

E-mail: cardio@san.ru

Желудочковые нарушения ритма (ЖНР) сердца являются основной причиной внезапной смерти (ВС) у больных ишемической болезнью сердца (ИБС); их возникновение предполагает взаимодействие множества факторов, таких как структурные изменения в миокарде, электрическая нестабильность миокарда, нейрогуморальных и других [1,2]. В основе электрической нестабильности миокарда лежит выраженная дисперсия в реполяризации различных участков миокарда, что создает условия для возникновения ранней постдеполяризации, которая служит одной из причин развития желудочковой тахикардии (ЖТ) [3].

ЖНР сердца чаще возникают после перенесенного инфаркта миокарда (ИМ), но возможно их возникновение у больных ИБС без предшествующего ИМ. Субстратом для развития ЖНР у таких больных является дисперсия проводимости и рефрактерности, которая обусловлена фрагментированностью миокарда [4].

Есть сообщения, что удлинение интервала QT можно рассматривать как независимый предиктор развития ЖНР сердца; оно наблюдается при ряде состояний, сопровождающихся органическим поражением миокарда, при применении некоторых лекарственных препаратов и у больных ИБС. Хотя существуют разногласия относительно пороговой величины интервала QT и скорректированного интервала QT (QTc), в настоящее время за норму у взрослых принимают значения QTc, не превышающие 440 мс [5].

Для оценки степени электрической негомogeneity процессов реполяризации миокарда было предложено использовать вариабельность (дисперсию) интервала QT (dQT) [2,6], которая, по ряду причин является маркером повышенного риска смертности у больных ИМ и в общей популяции [7].

Увеличение dQT во время проведения стресс-теста связывают с повышенным риском развития желудочковых аритмий, и в ряде исследований наибольший рост dQT и dQTc был отмечен у больных с ЖНР [8,9].

Интерпретацию полученных данных затрудняет тот факт, что измерение интервала QT представляет определенную проблему, т.к. в ряде случаев трудно точно установить окончание зубца Т. Предложено исследовать интервал QTa — расстояние между началом комплекса QRS и временем достижения зубцом Т своего пикового значения, и дисперсию интервала QTa (dQTa), в

качестве более объективного и воспроизводимого аналога дисперсии интервала QT; при этом dQTa может оказаться достаточно информативным параметром для оценки процесса реполяризации миокарда. [10].

Цель работы — проследить изменения длительности и дисперсии интервалов QT и QTa, QTc и QTас у больных ИБС во время выполнения стресс-теста на тредмиле; оценить связь динамики этих показателей с возникновением ЖНР сердца у этой группы больных.

Материал и методы

В исследование были включены 77 больных стенокардией II-IV функциональных классов (ФК) согласно классификации Канадской ассоциации кардиологов, проходившие обследование в клинике СарНИИК. Средний возраст обследованных — $51,1 \pm 8,1$ года. Всем пациентам выполняли стресс-тест на тредмиле по протоколу Bruce RA и коронароангиографию (КАГ). Из исследования исключались пациенты, у которых имелись противопоказания к проведению стресс-теста [11], перенесшие в течение последних 2 месяцев ИМ, имеющие электрокардиограмму (ЭКГ) с нечеткой визуализацией зубца Т более чем в 3 отведениях.

Селективная КАГ проводилась по методике Judkins М 1967. При анализе коронарограмм учитывались преимущественный тип кровоснабжения сердца, локализация, степень и распространенность коронарного атеросклероза. У всех пациентов было выявлено гемодинамически значимое поражение коронарных артерий (КА).

Стресс-тест проводили по ступенчато возрастающей методике, по протоколу Bruce RA [11], на тредмиле «HELIGE 2000» с синхронной регистрацией ЭКГ в 12 стандартных отведениях. Длительность каждой ступени составляла 3 минуты. Критериями прекращения пробы служили: достижение субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), появление на ЭКГ горизонтального или косонисходящего снижения или подъема сегмента ST ≥ 1 мм, появление частых экстрасистол или других нарушений возбудимости и проводимости миокарда, развитие типичного приступа стенокардии, снижение артериального давления (АД) на 20-30% от исходного или повышение $> 230/120$ мм рт.ст., головокружение, резкая слабость, одышка, отказ больного от дальнейшего тестирования [12].

Стресс-тест считался положительным при появлении горизонтальной или косонисходящей депрессии или элевации сегмента ST с амплитудой ≥ 1 мм, локализуемой в 60-80 мс от конца комплекса QRS, во время или вскоре после прекращения нагрузки, с развитием типичного приступа стенокардии или без него. Отрицательным считали тест, если он был остановлен при достижении больным субмаксимальной ЧСС. В случае если стресс-тест был прекращен по причине усталости пациента, отказа от дальнейшего проведения пробы, появления нарушений ритма, без динамики на ЭКГ, результат считался сомнительным.

По результатам стресс-теста на тредмиле пациенты были разделены на 2 группы. В I группу вошли 63 человека, средний возраст — $50,5 \pm 8,2$ года, у которых не было выявлено нарушений ритма. II группу составили 14 па-

Таблица 1

Динамика средних значений длительности интервалов QT, QTc, QTa и QTас на фоне стресс-теста

Показатели	QT	QTc	QT	QTc	QTa	QTас	QTa	QTас
	Без аритмии	Аритмия	Без аритмии	Аритмия	Без аритмии	Аритмия	Без аритмии	Аритмия
До нагрузки	371,1±28,7 ¹	403,7±26,8	370,5±27,4 ²	401,2±39	296,6±45,8 ³	326,4±27,9	303,7±26,6 ⁴	334,7±33,1
После нагрузки	335,08±30,9 ¹	401,8±39,7	338,5±14,9 ²	412,9±39,1	261,7±40,7 ³	320±30,7	266,6±22,3 ⁴	319±28,6

Примечание: ^{1,2,3,4} — различия показателей исходно и после нагрузки статистически достоверны ($p < 0,05$).

циентов, средний возраст $50,8 \pm 6,9$ лет, у которых во время стресс-теста появилась желудочковая эктопическая активность. Тяжесть поражения КА была сопоставимой в обеих группах обследованных.

Величину интервала QT рассчитывали по ЭКГ, зарегистрированной в 12 отведениях исходно, и сразу после прекращения нагрузки. Длительность интервала QT измеряли визуально. За начальную точку интервала QT принимали место перехода изоэлектрической линии сегмента PQ в зубец Q, а за конечную — максимально позднюю точку зубца T в месте его перехода в изоэлектрическую линию TP. Из анализа исключали отведения с нечеткой дифференциацией зубца T. Длительность интервала QT и предшествующего интервала RR в каждом из 12 отведений определяли независимо друг от друга 2 исследователя. На основе этих измерений рассчитывали среднюю величину интервала QT, длительность минимального (QTmin) и максимального интервала QT (QTmax). Дисперсию интервала QT (dQT) определяли как разность между QTmax и QTmin. Корригированный интервал QT (QTc) рассчитывался с использованием формулы Bazett HC 1920: $QTc = QT / \sqrt{RR}$. Определялись максимальное и минимальное значения интервала QTc; dQTc рассчитывалась как разница между максимальным и минимальным значением QTc в 12 отведениях ЭКГ [13].

Длительность интервала QTa рассчитывали в 12 отведениях ЭКГ до и сразу после прекращения стресс-теста. Интервал QTa рассчитывался как расстояние между началом комплекса QRS и временем достижения зубцом T своего пикового значения. Определяли минимальный и максимальный интервал QTa (QTamin и QTamax) и dQTa как разницу между QTamax и QTamin [10]. Используя формулу Базетта, рассчитывали QTас и dQTас.

При статистической обработке и последующем математическом анализе полученных результатов пользовались средними значениями величин (M) и стандартным отклонением (SD). Достоверность различий определялась по критерию Фишера (F) и критерию Стьюдента (t); достоверными считались различия при $p < 0,05$. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы «Microsoft Excel 2000».

Результаты и обсуждение

При анализе изменений длительности интервалов QT, QTc, QTa и QTас у больных I и II групп, было выявлено достоверное уменьшение

среднего значения длительности интервалов QT и QTa после стресс-теста. Средняя длительность интервалов QTc и QTас в I группе больных практически не менялась: средняя длительность интервала QTc исходно составила $403,7 \pm 26,8$ мс, а после стресс-теста $401,8 \pm 39,7$ мс; средняя длительность QTас до стресс-теста $326,4 \pm 27,9$ мс, после $320 \pm 30,7$ мс. В группе больных с нарушениями ритма изменения средней длительности интервалов QTc и QTa также не были достоверными: QTc до стресс-теста $404,2 \pm 39$ мс, после $412,9 \pm 39,1$ мс; QTас исходно $334,7 \pm 33,1$ мс, после стресс-теста $319 \pm 28,6$ мс (таблица 1). У 4 пациентов из I группы и у 2 из II исходная величина QTc была > 440 мс.

Средние значения dQT после выполнения стресс-теста незначительно увеличились в обеих группах больных. Средние значения dQTc достоверно увеличились после нагрузки в обеих группах: в I группе dQTc исходно составила $50,4 \pm 23,3$ мс, а после стресс-теста $60,7 \pm 25,7$ мс; во II группе dQTc до стресс-теста $63,2 \pm 21,5$ мс, после $71,9 \pm 36,8$ мс (таблица 2).

В I группе обследованных dQTa на фоне стресс-теста на тредмиле в среднем несколько уменьшилась, а средние значения dQTас остались прежними (таблица 3). Во II группе пациентов средние значения dQTa и dQTас достоверно уменьшились: dQTa до тредмил-теста $54,2 \pm 13,4$ мс, после $31,2 \pm 14,5$ мс; dQTас исходно составила $60,6 \pm 14,3$ мс, после нагрузки $36,3 \pm 15,8$ мс.

Средняя величина dQT, dQTc, dQTa и dQTас в группе больных с нарушениями ритма была исходно выше, чем в группе пациентов без нарушений ритма, что также как и у пациентов с острым ИМ можно объяснить более выраженным нарушением электрофизиологических свойств миокарда у этой категории больных, в основе кото-

Таблица 2

Динамика средних значений дисперсии интервалов QT и QTc на фоне стресс-теста у больных ИБС

Показатели	dQT	dQTc	dQT	dQTc
	Без аритмии	Аритмия	Без аритмии	Аритмия
До нагрузки	46,5±20,5	50,4±23,3 ¹	58,5±19,3	63,2±21,5 ²
После нагрузки	50,8±21,8	60,7±25,7 ¹	58,9±31,1	71,9±39,8 ²

Примечание: ^{1,2} — различия показателей исходно и после нагрузки статистически достоверны ($p < 0,05$).

Таблица 3

Динамика средних значений дисперсии интервалов QTa и QTac на фоне стресс-теста у больных ИБС

Показатели	dQTa	dQTac	dQTa	dQTac
	Без аритмии		Аритмия	
До нагрузки	48,6±21,6	52,2±23,7	54,2±13,4 ¹	60,6±14,3 ²
После нагрузки	43,1±21	51,5±23,8	31,2±14,5 ¹	36,3±15,8 ²

Примечание: ^{1,2} — различия показателей исходно и после нагрузки статистически достоверны (p<0,05).

рого лежит усиление неомогенности процессов реполяризации [14].

Различия в динамике длительности и дисперсии интервалов QT, QTc и интервалов QTa и QTac в ответ на стресс-тест, по-видимому, можно объяснить тем, что в отличие от dQT, величина dQTa определяется формой пространственной петли Т [10], особенно конечной ее частью [15] и может оказаться более информативной для оценки процесса реполяризации миокарда.

В группе пациентов с ЖНР после проведения стресс-теста на тредмиле обращало на себя внимание выраженное уменьшение средней по группе величины dQTa и dQTac. В этом случае, вероятно, можно провести некоторую аналогию с синдромом укороченного QT, при котором велик риск развития аритмий из-за укорочения

рефрактерных периодов в предсердиях и желудочках и снижения порога фибрилляции желудочков [3]; причем, именно оценка QTa позволяет выявить этот синдром у больных ИБС с повышенным риском развития ЖНР сердца, что требует дальнейшего уточнения.

Таким образом, изменения dQT у больных ИБС, возникающие в ответ на ишемию, спровоцированную стресс-тестом, вероятно, обусловлены в основном изменчивостью конечной части зубца Т. Уменьшение в ходе выполнения стресс-теста dQTa, возможно, отражает повышенный риск развития желудочковых аритмий у больных ИБС также, как увеличение dQT. По-видимому, учет динамики dQT и dQTc более информативен для прогноза развития ЖНР сердца, чем расчет длительности этих интервалов.

Литература

- Шляхто Е.В., Новикова И.В., Рудаков М.М. и др. Желудочковые аритмии у больных ишемической болезнью сердца: современные концепции этиопатогенеза, диагностики и лечения. Вест аритм 2002; 30: 72-7.
- Бузиашивили Ю.И., Кабулова Р.И., Хананашвили Е.М. и др. Предикторы электрической нестабильности миокарда у больных ишемической болезнью сердца (обзор на актуальную тему). Кардиоваск тер профил 2004; 3(1): 103-9.
- Мазур Н.А. Пароксизмальные тахикардии. Москва «ИД Медпрактика-М» 2005; 252 с.
- Бокерия Л.А., Ревитшвили А.Ш., Кабаев У.Т. и др. Коронарогенные желудочковые тахикардии: анатомический субстрат, электрофизиологические механизмы, идентификация источника их возникновения и эволюция хирургических и интервенционных методов лечения. Анн аритм 2004; 1: 32-42.
- Макаров Л.М. Особенности динамики и измерения интервала QT при холтеровском мониторинге. Кардиология 2002; 1: 98-102.
- Радзевич А.Э., Сметнев А.С., Попов В.В. и др. Электрокардиографические маркеры риска внезапной сердечной смерти. Влияние ишемии и реваскуляризации миокарда. Кардиология 2001; 6: 99-104.
- Внезапная сердечная смерть. Рекомендации Европейского Кардиологического Общества. Москва «Медпрактика-М» 2003; 148 с.
- Бузиашивили Ю.И., Кабулова Р.И., Хананашвили Е.М. и др. Дисперсия интервала QT у больных ишемической болезнью сердца при физической нагрузке. Кардиоваск тер профил 2003; 2(2): 69-74.
- Степура О.Б., Остроумова О.Д., Курильченко И.Т. и др. Клиническая значимость изучения вариабельности процессов реполяризации по данным электрокардиографии (по материалам XVII и XVIII Конгрессов Европейского общества кардиологов). Кардиология 1997; 7: 73-6.
- Баум О.В., Попов Л.А., Волошин В.И. и др. Дисперсия интервала QTa. Аналог или альтернатива QT-дисперсии? Вест аритм 2002; 29: 10-8.
- Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. Москва «МЕДпресс-информ» 2002; 296 с.
- ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: a report of the American College of Cardiology. American heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). 2002; American College of Cardiology Web site. Available at: www.acc.org/clinical/guidelines/exercise/dirIndex.htm.
- Макаров Л.М., Чупрова С.Н., Киселева И.И. Сравнение способов измерения интервала QT и их клиническое значение. Кардиология 2004; 5: 71-3.
- Болдуева С.А., Ечрак Т.Я., Жук В.С. и др. Дисперсия интервала QT у больных в различные сроки инфаркта миокарда. Вест аритм 2001; 22: 34-7.
- Kors JA, van Herpen G, van Bommel JH. QT Dispersion as an Attribute of T-Loop Morphology. Circulation 1999; 99: 1458-63.

Поступила 29/09-2005