

Форма конечной части зубца Т и величина дисперсии интервала QT у больных ишемической болезнью сердца

Н.В. Фурман, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией ИБС,
П.Я. Довгалевский, доктор медицинских наук, профессор, директор института,
С.С. Шматова, кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории ИБС,
М.Р. Шамьонов, кандидат медицинских наук, заместитель директора института,
В.В. Мухортов, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории ИБС, ФГУ Саратовский научно-исследовательский институт кардиологии Росмедтехнологий, г. Саратов

Shape of the ender part of T wave and dispersion of QT intervals at patient with cad

N.V. Furman, P.J. Dovgalevsky, S.S. Shmatova, M.R. Shamjunov, V.V. Mukhortov

Резюме

В работе изучалось изменение дисперсии интервалов QT и QTa при проведении больным ИБС стресс-теста на тредмиле и возможная зависимость этих изменений от результатов нагрузочной пробы и степени выраженности атеросклероза коронарных сосудов. Было обследовано 82 больных со стенокардией напряжения. Всем больным проведен стресс-тест на тредмиле и селективная коронароангиография. До нагрузки и сразу после нагрузки измерялась длительность и дисперсия интервалов QT, QTa, QTc и QTac. На основании полученных результатов сделан вывод, что изменения дисперсии интервала QT у больных ИБС при выполнении нагрузочного теста, могут быть обусловлены изменениями конечной части зубца Т.

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

Resume

We studied the changes of dispersion QT and QTa intervals during exercise stress test at patients with CAD. This study was designed to determine if changes of dispersion QT intervals is associated with degree of atherosclerosis of coronary vessels.

It examined 82 patients with angina pectoris. Treadmill-test and selective CAG were done for all patients. Duration and dispersion of the QT, QTa, QTc, QTac intervals were measured before and immediately after testing.

This study demonstrates that changes of QT interval's dispersion during stress testing may be due to changes of ending part of wave T.

Key words: dispersion QT, QTa interval, exercise stress test, CAD.

Введение

Пространственная дисперсия (вариабельность) интервала QT (dQT), рассчитываемая как разница между максимальным и минимальным значениями длительности интервала QT по всем синхронно записанным отведениям используемой системы отведений [1, 2], является, по некоторым данным, достаточно простым неинвазивным методом оценки неомогенности процессов реполяризации миокарда.

Имеются данные, что оценка продолжительности интервала QT и его дисперсии позволяют выделить больных с повышенным риском внезапной смерти, как в общей популяции, так и у лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями, в частности, после острого инфаркта миокарда, напрямую зависят от его локализации и наличия осложнений [3, 4].

В ряде исследований была рассмотрена возможность использования оценки величины dQT для повышения диагностической эффективности нагрузочных проб у больных ИБС [5, 7].

Отсутствие единого мнения относительно информативности dQT при ишемической болезни сердца (ИБС), разногласия относительно механизмов возникновения dQT, ее прогностической значимости, наличия связи между величиной dQT и степенью выраженности коронарно-

го атеросклероза [7,8], во многом объясняется сложностями идентификации окончания зубца Т. Поэтому в литературе предлагается использовать и другие показатели характеризующие процесс реполяризации желудочков, например, интервал RTm – интервал между пиком зубца R и максимумом амплитуды зубца Т [9], интервалы SoTo – расстояние между окончанием зубца S и окончанием зубца Т, SoTm – интервал от окончания зубца S до максимума зубца Т, TmTo [10], интервал QTарех (QTa) – расстояние между началом комплекса QRS и временем достижения зубцом Т своего пикового значения, и дисперсию интервала QTарех (dQTa) – разницу между максимальным и минимальным интервалом QTa во всех отведениях выбранной системы [11]. По мнению О.В. Баума и соавторов, дисперсия интервала QTa (dQTa), имеет четкий физический смысл и может выступать в качестве более объективного и воспроизводимого аналога dQT. Учет изменений интервала QTa возможно является достоверным методом оценки неомогенности реполяризации миокарда.

Цель работы – оценить возможность использования для повышения диагностической эффективности нагрузочных проб у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) длительности и дисперсии интервалов QT и QTa, и скорректированных интервалов QT (QTc), и QTa (QTac) и влияние на величину dQT изменчивости конечной части зубца Т.

Материалы и методы

Обследовано 82 больных стенокардией II-IV функцио-

Ответственный за ведение переписки -

Фурман Николай Викторович. Адрес: 410028, г. Саратов, ул. Чернышевского, 141. Тел. (8452) 201793 Факс. (8452) 299926 E-mail: cardio@san.ru

нального класса (ФК), средний возраст 51,1±8,1 года. Всем пациентам проводился стресс-тест на тредмиле по протоколу Bruce и коронароангиография. Из исследования исключались пациенты, у которых имелись противопоказаниями к проведению нагрузочного тестирования [12], перенесшие в течение последних 2-х месяцев инфаркт миокарда, имеющие ЭКГ с нечеткой визуализацией зубца Т более чем в 3-х отведениях.

Тредмил-тест проводился по ступенчато возрастающей методике, по протоколу Bruce [8], на тредмиле «GE Series 2000» с синхронной регистрацией ЭКГ в 12-ти общепринятых отведениях. Длительность каждой ступени составляла 3 минуты. Критериями прекращения пробы служили: достижение субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), появление на электрокардиограмме (ЭКГ) горизонтального или косонисходящего снижения сегмента ST на 1 мм и более, 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 выше 230/120 мм рт.ст., головокружение, резкая слабость, одышка, отказ больного от дальнейшего проведения пробы [12].

Нагрузочный тест считался положительным при появлении горизонтальной или косонисходящей депрессии сегмента ST с амплитудой 1 мм и более, локализующейся в 60-80 мс от конца комплекса QRS, во время или вскоре после прекращения нагрузки, с развитием типичного приступа стенокардии или без него. Отрицательной считали пробу, если она была остановлена при достижении больным субмаксимальной ЧСС. В случае если проба была прекращена по причине усталости пациента, отказа от дальнейшего проведения пробы, появления нарушений ритма, без динамики на ЭКГ, результат считался сомнительным.

По результатам тредмил-теста пациенты были разделены на 3 группы. В первую группу вошли 58 человек, средний возраст 50,7±7,7 года, с положительным результатом пробы. Вторую группу составили 14 пациентов, средний возраст 50,3± 10,9 лет, с отрицательным результатом. В третью груп-

пу были включены 10 пациентов с сомнительным результатом нагрузочной пробы, средний возраст которых составил 52,1±6,5 лет.

Всем обследуемым проводилась селективная коронароангиография по методике M. Judkins. При анализе коронарограмм учитывали преимущественный тип кровоснабжения сердца, локализацию, степень и распространенность поражения венечных артерий.

У всех пациентов было выявлено гемодинамически значимое поражение коронарных артерий, в зависимости от тяжести которого выделены следующие подгруппы больных: подгруппа А – больные с поражением ствола левой коронарной артерии (ЛКА), или нескольких артерий с вовлечением проксимальной части левой коронарной нисходящей артерии. Подгруппа Б – пациенты с поражением одной или большего количества ветвей, без вовлечения проксимальной части левой коронарной нисходящей артерии.

Расчет величины интервала QT проводился по ЭКГ зарегистрированной синхронно в 12 отведениях исходно и сразу после прекращения нагрузки, скорость записи 50 мм/с. Измерение длительности интервала QT проводилось визуально. За начальную точку интервала QT принимали место перехода изоэлектрической линии сегмента PQ в зубец Q, а за конечную - максимально позднюю точку зубца Т в месте его перехода в изоэлектрическую линию Т-Р. Из анализа исключали отведения с нечеткой дифференциацией зубца Т (не более 3 отведений в каждой ЭКГ; при непригодности для анализа более 3 отведений – пациент исключался из анализа). 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 интервала (QTmin) и длительность максимального интервала QT (QTmax). Дисперсию интервала QT (dQT) определяли как разность между QTmax и QTmin в синхронно зарегистрированных комплексах QRST. Корректированный интервал QT (QTc) определялся с использованием формулы Базетта: $QTc = QT / \sqrt{RR}$. Определялось максимальное и мини-

Таблица 1. Клиническая характеристика обследованных

Группа	Подгруппа	Количество о человек	Средний возраст, лет	Длительность ИБС, лет	ИМ в анамнезе, человек	АГ, человек
1	А	39	51,6±7,4	3,31±3,1	21	27
	Б	19	50,4±8,9	2,35±2,2	11	11
2	А	8	49,5±8,7	1,2±0,7	6	4
	Б	6	55,3±14,1	3,0±2,1	5	2
3	А	5	50,2±7,4	4,5±3,9	3	3
	Б	5	54±5,5	5,7±3,6	3	3

Примечание: Группы: 1 – пациенты с положительным результатом тредмил-теста,

2 – пациенты с отрицательным результатом, 3 – пациенты с сомнительным результатом;

Подгруппы: А – больные с поражением ствола ЛКА или проксимальной части левой коронарной нисходящей артерии, Б – пациенты без вовлечения проксимальной части левой коронарной нисходящей артерии.

мальное значение интервала QTс. Дисперсия скорректированного интервала QTс (dQTс) рассчитывалась как разница между максимальным и минимальным значением QTс в 12-ти отведениях ЭКГ [13].

Длительность интервала QTа рассчитывалась в 12-ти синхронно записанных отведениях ЭКГ до и сразу после прекращения нагрузочной пробы. Интервал QTа рассчитывался как расстояние между началом комплекса QRS и временем достижения зубцом T своего пикового значения. Определяли минимальный и максимальный интервал QTа и дисперсию интервал QTа (dQTа) как разницу между QTа максимальным и QTа минимальным [11]. Корректированную по ЧСС величину интервала QTа (QTас) и дисперсию скорректированного интервала QTа (dQTас) рассчитывали используя формулу Базетта.

При статистической обработке и последующем математическом анализе полученных результатов, проводился расчет средних значений величин (M) и стандартного отклонения (SD). Достоверность различий определялась по критерию Фишера (F) и критерию Стьюдента (t). Достоверными считались различия при $p < 0,05$. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы «Microsoft Excel».

Результаты и обсуждение

При анализе изменений длительности и дисперсии интервалов QT, QTс, QTа и QTас у всех обследованных больных, без учета результатов тредмил-теста и выраженности коронарного атеросклероза, было выявлено увеличение среднего значения dQT и dQTс после проведения нагрузочной пробы и уменьшение средней длительности интервала QT и всех производных интервала QTа (таб. 2).

При анализе показателей интервала QT в зависимости от результата нагрузочной пробы было выявлено, что средняя длительность интервала QT на фоне стресс-теста достоверно уменьшалась во всех группах обследованных, а значительных изменений длительности интервала QTс выявлено не было. Длительность интервала QTа достоверно уменьшалась во всех трех группах. Длительность интервала QTас

на фоне нагрузки уменьшились в группах больных с положительным и сомнительным результатом пробы, а в группе с отрицательным результатом стресс-теста наблюдалось незначительное увеличение средней длительности интервала QTас (таб. 3).

Средние значения dQT и dQTс увеличивались во всех трех группах обследованных. Дисперсия интервала QTа на фоне нагрузочной пробы уменьшилась у всех обследованных. Дисперсия интервала QTас уменьшились в группах с положительным и сомнительным результатом пробы, а в группе с отрицательным результатом стресс-теста наблюдалось незначительное увеличение дисперсии интервала QTас (таб. 4).

У больных с разной степенью выраженности коронарного атеросклероза, в среднем по группе, не было выявлено значительного различия в исходных значениях dQT и dQTс. Однако после проведения тредмил-теста в группе больных с положительным результатом пробы (группа 1) и в группе с сомнительным результатом (группа 3) у пациентов с более тяжелым атеросклеротическим поражением коронарных сосудов (подгруппа А) dQT и dQTс увеличилась, а у пациентов с менее выраженным коронарным атеросклерозом (подгруппа Б) уменьшилась. У пациентов же второй группы (с отрицательным результатом) в обеих подгруппах dQT и dQTс на фоне нагрузки увеличилась.

Средние значения дисперсии интервалов QTа и QTас у больных с разной степенью выраженности коронарного атеросклероза достоверно не отличалась, как до, так и после тредмил-теста. Независимо от степени выраженности атеросклероза коронарных артерий, dQTа и dQTас после проведения тредмил-теста уменьшилась. Но только в группе обследованных с сомнительным результатом пробы (в подгруппе А) наблюдалось достоверное уменьшение dQTа и dQTас (таб. 5). В этой группе только у двух больных значения дисперсии QTа QTас после нагрузочного теста остались прежними, а у остальных наблюдалось значительное уменьшение этих показателей.

Таким образом, под влиянием ишемии, спровоцированной нагрузочной пробой, произошло увеличение средних

Таблица 2. Динамика средних значений длительности и дисперсии интервалов QT, QTа, QTс и QTас на фоне проведения стресс-теста

	Исходно	После нагрузки
QT	374,8±29,8 ¹	335,1±28,8 ¹
dQT	49,4±20,7	51,8±23,3
QTс	404,5±29,2	405,6±39
dQTс	53,2±23,1 ¹	62,4±28,4 ²
QTа	300,3±42,7 ¹	264,5±37,6 ¹
dQTа	50,3±20,2 ²	41±19,8 ¹
QTас	329±28,7	322,4±31,6
dQTас	54,2±22	48,3±22,6

Примечание: 1.2.3.4 - различия показателей исходно и после нагрузки статистически достоверны (p < 0,05).

Таблица 3. Изменения средней длительности интервалов QT, QTc QTa и QTac при выполнении тредмил-теста у больных с разным результатом пробы

Группы	Состояние	QT	QTc	QTa	QTac
1	исходно	372,4±27,1 ¹	399,7±27,9	300,9±45,7 ²	330,3±29,6
	нагрузка	337,8±27,9 ¹	400,9±39,7	271,8±23,6 ²	319,8±31,1
2	исходно	336±33,6 ¹	405,5±22,9	297,5±37,6 ⁴	323,8±23,7 ¹
	нагрузка	309,4±25,8 ³	402,2±46,4	246,4±31,8 ⁴	327,3±37,2 ³
3	исходно	378±29,3 ⁴	420,3±10,3	298,2±34,8 ⁷	330,7±32,3
	нагрузка	343,9±14,5 ⁶	419,8±29,2	271,4±25,8 ⁷	330,6±29,2

Примечание: ^{1,2,3,4,5,6,7} - различия показателей исходно и после нагрузки статистически достоверны ($p < 0,05$);

Группы: 1 - пациенты с положительным результатом тредмил-теста,

2 - пациенты с отрицательным результатом, 3 - пациенты с сомнительным результатом.

Таблица 4. Изменения средних значений дисперсии интервалов QT, QTc QTa и QTac при выполнении тредмил-теста у больных с разным результатом пробы

Группы	Состояние	dQT	dQTc	dQTa	dQTac
1	исходно	48±22,3	51,3±24,5 ¹	51,2±20,1	54,8±22,5
	нагрузка	51,3±23	60,3±26,9 ¹	44,2±21,6	51,5±24,6
2	исходно	46,4±13,4	52,3±18,9	40,7±15,9	43,2±15,8
	нагрузка	48,3±22	62,4±28,5	34,2±10,1	45,2±13,8
3	исходно	55,5±19	61,3±21,6 ²	58±23,4 ¹	66,1±23 ⁴
	нагрузка	62±29,8	76,1±38,1 ²	32±15,5 ¹	38±17,5 ⁴

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

Группы: 1 - пациенты с положительным результатом тредмил-теста, 2 - пациенты с отрицательным результатом, 3 - пациенты с сомнительным результатом.

по группе значений дисперсии интервалов QT и QTc во всех трех группах больных, что совпадает с литературными данными [5,6]. В то же время, средние значения дисперсии интервалов QTa и QTac после проведения нагрузочной пробы уменьшились или не изменились.

По мнению ряда авторов, длительность интервала QT не всегда может быть использована для характеристики процесса реполяризации миокарда желудочков, так как продолжительность интервала QT, и, в частности, длительность зубца T, зависит от формы пространственной петли T и ее проекции на оси отведений.

Так, по мнению J.A. Koss и соавторов, дисперсия интервала QT определяется взаимодействием трех факторов: амплитуды пространственной петли T, ее ширины и количеством анализируемых отведений [14]. Авторами было продемонстрировано, что величина дисперсии интервала QT зависит от морфологических особенностей пространственной петли T, узкие и длинные T-петли проявляются на ЭКГ малой величи-

ной дисперсии интервала QT, а широкие и низкие пространственные T-петли – увеличением дисперсии интервала QT.

Подобная точка зрения была высказана О.В. Баумом и соавторами, по мнению которых длительности интервалов QT в разных отведениях ЭКГ теоретически должны быть равны друг другу, а наблюдаемые на практике различия в длительности QT можно объяснить трудностями в определении окончания зубца T, способами проведения изолинии и ошибками измерения [7], поэтому авторами было предложено исследовать дисперсию интервала QTa, как более объективного и воспроизводимого аналога дисперсии интервала QT [11]. Авторы считают, что в отличие от дисперсии интервала QT, разброс значений длительности интервала QTa, имеет четкий физический смысл и определяется формой петли T. В силу кажущейся относительной простоты процедуры определения максимального значения амплитуды зубца T, погрешность измерения длительности интервала QTa и дисперсии QTa должна быть меньше, а воспроизводимость ре-

Таблица 5. Изменения средних значений dQT, dQTс, dQTа и dQTас на фоне стресс-теста у больных с разным результатом пробы и разной выраженностью коронарного атеросклероза

	Гр.	1		2		3	
		А	Б	А	Б	А	Б
нормально	dQT	48.1±23.8	47.8±18.8	46,6±23,9	46,6±11,5 ²	54±13,4	57±25,2 ³
	dQTс	50,6±26,2 ¹	52,8±20,7 ²	52,4±20,2	52±18,2 ⁴	59±13 [*]	63,6±29,6
	dQTа	51,8±20,7	50±19,4	38,7±15,5	43,3±17,5	58±10,9 ⁷	58±33,5
	dQTас	54,6±22,3	55,2±23,5	42,7±17,2	44±15,3	63,6±10,3 ¹	68,6±32,7
гиперуров	dQT	54,8±23,4	42,5±19,8	47,8±19,9	50±32,8 ¹	71±39,8	53±14,8 ³
	dQTс	64±26,4 ¹	51,4±26,7 ²	61±25,5	66,6±42,4 ⁴	87,8±38,1 [*]	64,4±17,9
	dQTа	46±24,8	40,5±12,7	35±10,7	33,3±10,3	28±13 ⁷	36±18,1
	dQTас	53±27,5	48,5±17,6	46,6±14,7	43,3±13,7	33±14,8 ¹	43±20,3

Примечание: ^{1,2,3,4,5,6,7,8} - различия показателей исходно и после нагрузки статистически достоверны (p<0,05); Группы: 1 - пациенты с положительным результатом тредмил-теста, 2 - пациенты с отрицательным результатом, 3 - пациенты с сомнительным результатом. Подгруппы: А - больные с поражением ствола ЛКА или проксимальной части левой коронарной нисходящей артерии, Б - пациенты без вовлечения проксимальной части левой коронарной нисходящей артерии.

зультатов выше, чем при измерении параметров длительности интервала QT и дисперсии QT.

В исследовании P.M. Okin и соавторов, было представлено, что анализ морфологии зубца T играет важную роль в предсказании кардиоваскулярного риска как у мужчин, так и женщин. Было установлено, что увеличение дисперсии интервала QT имеет прогностическую ценность в отношении кардиоваскулярного риска, так как она отражает изменчи-

вость морфологии зубца T в разных отведениях ЭКГ [15].

Наблюдавшееся нами уменьшение длительности и дисперсии интервала QTа и QTас, после проведения стресс-теста, в том числе и в группах где длительность и дисперсия интервалов QT и QTс увеличивалась, возможно связано с тем, что при выполнении нагрузочной пробы изменяется преимущественно конечная часть зубца T, а также может являться отражением сложности определения окончания зубца T. ■

Литература:

1. Баум О.В., Попов Л.А., Волошин В.И. и др. QT-дисперсия в ортогональных и псевдоортогональных системах отведений. Вестник аритмологии 2002;26:49-56.
2. Jordaens L.J. The clinical value of QT dispersion: new perspectives on the assessment of cardiac repolarization more than 75 years after Bazett's formula. Europace 1999;1:73-76.
3. Болдуева С.А., Еврак Т.Я., Жук В.С. и др. Дисперсия интервала QT у больных в различные сроки инфаркта миокарда. Вестник аритмологии 2001;22:34-37.
4. Spargias K.S., Lindsay S.J., Kawar G.I et al QT dispersion as a predictor of long-term mortality in patient with acute myocardial infarction and clinical evidence of heart failure. European Heart Journal 1999;20:1158-1165.
5. Бузиашвили Ю.И., Кабулова Р.И., Хананашвили Е.М. и др. Дисперсия интервала QT у больных ишемической болезнью сердца при физической нагрузке. Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2003;2(2):69-74.
6. Пшеничников И., Шипилова Т., Лаане П. и др. Динамика дисперсии интервала Q-T при проведении велоэргометрии в оценке жесткости функционального состояния и прогноза у больных ишемической болезнью сердца. Кардиологи 2004;12:27-30.
7. Баум О.В., Попов Л.А., Волошин В.И. и др. QT-дисперсия: модели и измерение. Вестник аритмологии 2000;20:6-17.
8. Darbar D., Luck J., Davidson N.C. et al Sensitivity and specificity of QTc dispersion for identification of risk of cardiac death in patients with peripheral vascular disease. BMJ 1996; 312:874-878.
9. Merri M., Moss A.J., Benhorin J. et al Relation Between Ventricular Repolarization Duration and Cardiac Cycle Length During 24-Hour Holter Recordings. Circulation 1992;85:1816-1821.
10. Merri M., Benhorin J., Alberti M. et al Electrocardiographic Quantitation of Ventricular Repolarization. Circulation 1989; 80:1301-1308.
11. Баум О.В., Попов Л.А., Волошин В.И. и др. Дисперсия интервала QTа. Аналог или альтернатива QT-дисперсии? Вестник аритмологии 2002;29:10-18.
12. 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
13. Макаров Л.М., Чупрова С.Н., Киселева И.И. Сравнение способов измерения интервала Q-T и их клиническое значение. Кардиологи 2004;5:71-73.
14. Kors, J.A. van Herpen G., van Bemmel J.H. QT Dispersion as an Attribute of T-Loop Morphology. Circulation 1999;99:1458-1463.
15. Okin P.M., Fabsitz R.R., Lee E.T. et al Principal Component Analysis of the T Wave and Prediction of Cardiovascular Mortality in American Indians. The Strong Heart Study. Circulation 2002;105:714-719.