

Оценка негомогенности процессов реполяризации у больных инфарктом миокарда по временной вариабельности (дисперсии) интервала QT и динамике первой производной электрокардиограммы

О.К. Рыбак, Я.П. Довгалецкий, Н.В. Фурман, А.Н. Бурлака, Н.Ю. Дурнова*

ФГУ «Саратовский научно-исследовательский институт кардиологии Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации». Саратов, Россия

Assessment of repolarization heterogeneity in myocardial infarction patients by QT interval time variability (dispersion) and dynamics of the first electrocardiogram derivative

О.К. Rybak, Ya.P. Dovgalevskiy, N.V. Furman, A.N. Burlaka, N.Yu. Durnova*

Saratov Research Institute of Cardiology. Saratov, Russia

Цель. Оценить показатели вариабельности интервала QT и временной изменчивости скоростных характеристик зубца T у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМ \uparrow ST).

Материал и методы. Под наблюдением находились 116 пациентов с острым ИМ, получивших тромболитическую терапию (ТЛТ) и госпитализированных в отделение неотложной кардиологии (средний возраст $54,9 \pm 8,5$ лет). У всех больных проводилась регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) в течение 5 мин с определением временной вариабельности интервала QT и последующей математической обработкой с построением первой производной ЭКГ.

Результаты. Построение первой производной ЭКГ обеспечивает получение двух положительных зубцов в зоне зубца T исходной ЭКГ. T1 — отражает сглаженный модуль скорости восходящего колена исходного зубца T, а T2 — нисходящего колена того же зубца T, что позволяет оценить показатели временной изменчивости скоростных характеристик зубца T у больных ИМ \uparrow ST по ряду параметров, характеризующих временную негомогенность реполяризации миокарда. Регистрировалось статистически достоверно большее увеличение нормированной по частоте дисперсии интервала QT (DQTec/VRV), при переднем ИМ по сравнению с ИМ задней стенки. У больных с эффективной и неэффективной ТЛТ достоверно отличались вариационный размах (BP (T2/T1)) и DQTec/VRV, первый из которых можно считать отражением изменения во времени морфологии зубца T, а второй отражением вариабельности интервала QT с учетом ЧСС и выраженности синусовой аритмии.

Заключение. Предложенные параметры оценки временной вариабельности интервала QT и временной изменчивости скоростных характеристик зубца T могут использоваться для риск-стратификации больных ИМ и оценки реперфузии, являясь быстрыми и малозатратными методами по сравнению с эталонным методом визуализации — коронароангиографией.

Ключевые слова: первая производная ЭКГ, вариабельность интервала QT, зубец T, инфаркт миокарда.

Aim. To assess the parameters of QT interval variability and time dynamics of T wave velocity characteristics in patients with ST segment elevation myocardial infarction (STEMI).

Material and methods. In total, 116 patients with acute MI (mean age $54,9 \pm 8,5$ years), who underwent urgent thrombolytic therapy (TLT) with alteplase and were admitted to the emergent cardiology department, were followed up. MI diagnosis was verified according to the recommendations by the Society of Cardiology of the Russian Federation (2007) and the criteria of the universal MI definition (2007). In all patients, an electrocardiogram (ECG) was recorded for 5 minutes, with the assessment of the QT interval time variability, data processing, and creation of the first ECG derivative.

Results. The first ECG derivative demonstrates two positive waves in the T wave area of the initial ECG. Waves

© Коллектив авторов, 2011
e-mail: natalya_dugina@mail.ru

[Рыбак О.К. — с.н.с., Довгалецкий Я.П. — зав. лабораторией хронической ишемической болезни сердца и атеросклероза, Фурман Н.В. — зав. лабораторией неотложной кардиологии, Бурлака А.Н. — с.н.с. лаборатории артериальной гипертонии, Дурнова Н.Ю. (*контактное лицо) — аспирант].

T1 and T2 reflect smoothed modules of the initial T wave increase and decrease velocity, respectively. Therefore, in STEMI patients, the parameters of the time dynamics of T wave velocity could be assessed by the markers of time heterogeneity of myocardial repolarization. In anterior MI, compared to posterior MI, a significant increase in heart-rate adjusted QT interval dispersion (DQTec/VRV) was registered. In patients with effective vs. ineffective TLT, such parameters as variability range (VR (T2/T1)) and DQTec/VRV were significantly different. The first parameter reflects the time dynamics of wave T morphology, while the second characteristic denotes QT interval variability, adjusted for heart rate and the extent of sinus arrhythmia.

Conclusion. The proposed parameters of QT interval time variability and time dynamics of wave T velocity characteristics could be used for the risk stratification in MI patients. This method is faster and less expensive than coronary angiography, as a standard visualization procedure.

Key words: First derivative ECG, QT interval variability, T wave, myocardial infarction.

Негомогенность процессов реполяризации миокарда у больных различными заболеваниями сердца, в частности, инфарктом миокарда (ИМ), один из неблагоприятных прогностических факторов, обуславливающий повышенную частоту желудочковой тахикардии (ЖТ) и фибрилляции желудочков (ФЖ). Оценить реполяризацию возможно по поверхностной электрокардиограмме (ЭКГ), для чего предложено использовать вариабельность (дисперсию) интервала QT (дQT), альтернацию зубца Т и морфологию волны Т (пространственной петли Т) [11,13,22,36].

Пространственная дQT (ПдQT) рассчитывается как разница между максимальным и минимальным значениями длительности интервала QT по всем отведениям ЭКГ [7].

Оценка вариабельности временной дQT заключается в измерении интервала QT только в одном отведении ЭКГ (чаще всего используется II стандартное отведение) при его длительной регистрации (3-5-10 мин). Это дает возможность изучить изменения процессов реполяризации во времени и оценить их негомогенность [22], для чего предложено определять ряд показателей вариабельности QT [5], таких как индекс вариабельности QT (QT_I) и отношение QT_I к квадрату среднего QT (QTVN).

Есть данные, что ПдQT возрастает у больных ишемической болезнью сердца (ИБС), т. к. этот показатель достаточно чувствителен к ишемии миокарда [24,30,36]. Увеличение дисперсии скорректированного интервала QT наблюдается у больных ИБС, перенесших трансмуральный ИМ [8,13,36], при спонтанных приступах стенокардии, при окклюзии коронарной артерии (КА) в ходе ангиопластики и др. [14].

Есть данные, что ПдQT уменьшается у больных ИМ с подъемом ST (ИМ[↑]ST) при успешном проведении тромболитической терапии (ТЛТ) [29], а у пациентов со “старым” (перенесенным 4 мес. назад) ИМ с зубцом Q (Q-ИМ) уменьшение ПдQT свидетельствует о сохранении жизнеспособности миокарда, что подтверждалось данными позитронно-эмиссионной томографии и стресс-эхокардиографии (ЭхоКГ) с добутамином [26,35], хотя о взаимосвязи

между величиной ПдQT и частотой возникновения угрожающих жизни аритмий имеются противоречивые данные [1,8,12,18,38,39,42].

Неблагоприятное прогностическое значение повышенной временной дQT продемонстрировано в целом ряде исследований. В подисследовании MADIT II (Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial – II) было продемонстрировано, что достижение или превышение 70 квартиля QT_I и QTVN служит независимым предиктором ЖТ или ФЖ у пациентов с имплантированным кардиовертером-дефибриллятором (ИКД), что совпадало с данными других исследований, показавших неблагоприятное значение для прогноза повышенной временной дQT у больных сердечной недостаточностью или с бессимптомной дисфункцией левого желудочка [19,20,23,32,33].

По мнению ряда авторов, длительность интервала QT не всегда может быть использована для характеристики процесса реполяризации миокарда желудочков, т. к. продолжительность интервала QT, и, в частности, длительность зубца Т, зависит от формы пространственной петли Т и ее проекции на оси отведений [2,25,27,28,31,34].

Морфология зубца Т (пространственной петли Т) отражает негомогенность реполяризации миокарда и позволяет прогнозировать риск смерти у больных с заболеваниями сердца [40,41].

Таким образом, для оценки негомогенности процессов реполяризации миокарда используются разные подходы, и хотя оценке временной дQT, альтернации зубца Т и морфологии пространственной петли Т отдается предпочтение, полностью разрешенной проблеме считать нельзя и необходимо продолжать поиск новых подходов, особенно у больных ИМ.

Материал и методы

Под наблюдением находились 116 больных острым ИМ[↑]ST, госпитализированных в отделение неотложной кардиологии Саратовского НИИ кардиологии, получивших ТЛТ альтеплазой.

Диагноз ИМ верифицировался в соответствии с рекомендациями ВНОК (2007 г.) [4] и с учетом “универсального определения ИМ” (2007 г.) [37]. Диагноз

ИМ считали достоверным, если у пациентов с клиническими и ЭКГ (элевация сегмента ST, остро возникшая блокада левой ножки пучка Гиса, появление патологических зубцов Q) симптомами ишемии миокарда наблюдались нарастание и/или снижения уровня биохимических маркеров некроза миокарда (креатинфосфокиназа МВ — КФК-МВ, тропонин I) > 99 перцентиля верхней границы нормы, а также появление новых участков дискинезии/акинезии миокарда по данным визуализирующих методов обследования — доплерЭхоКГ.

Общая характеристика группы (гр.) пациентов представлена в таблице 1.

Для оценки реперфузии миокарда регистрировалось ЭКГ после завершения ТЛТ через 90 и 180 мин. О достижении реперфузии судили по снижению сегмента ST > 50 % от исходного уровня в отведении с максимальной элевацией [4], что в дальнейшем было подтверждено данными коронароангиографии (КАГ).

Целевое обследование включало регистрацию и математический анализ 5-минутных записей ЭКГ во 2 стандартном отведении в утренние часы, до приема пищи и лекарственных препаратов, в состоянии физического покоя.

Для анализа изменений морфологии фазы реполяризации во времени исходная 5-минутная запись ЭКГ подвергалась математической обработке согласно выражению:

$$A_j = \sqrt{(\hat{\delta}2 - \hat{\delta}1)^2 + (\hat{\delta}3 - \hat{\delta}2)^2 + (\hat{\delta}4 - \hat{\delta}3)^2 + (\hat{\delta}5 - \hat{\delta}4)^2},$$

где A_j — значение отработанного сигнала в точке j ; $X_{1,2,...}$ — значения исходного сигнала, получаемого при цифровой записи ЭКГ, измеренного в соседние моменты времени.

Подобное преобразование позволяет получить производную исходной ЭКГ, характеризующую ее скоростное изменение. Теоретическое обоснование правомерности такого подхода было разработано доцентом кафедры высшей математики, канд. физико-математических наук Шабановым В.Л., количество исходных значений для построения производной было выбрано эмпирически.

На рисунке 1 представлен участок стандартной ЭКГ и, соответствующая ему кривая производной ЭКГ, на рисунке 2 — увеличенный участок ЭКГ, соответствующий зубцу T.

Построение функции производной ЭКГ обеспечивает получение двух положительных зубцов (синхронно в зоне зубца T исходной ЭКГ) — T1 — отражает сглаженный модуль скорости восходящего колена исходного зубца T, а T2 — нисходящего колена того же зубца T [15].

К временным и скоростным характеристикам фазы реполяризации миокарда желудочков, соответственно были отнесены: к временным — длительность интервала QTe (от начала зубца Q до конца зубца T), скорректированная длительность интервала QTe — (QTeс), определенная по формуле Bazett, минимальные и максимальные значения QT, дисперсия (вариабельность) дQTeс и нормированная по частоте ритма и вариационному размаху интервала RR дисперсия QTeс — (дQTeс/VRV) [6]; к скоростным — амплитуда восходящего (T1) и нисходящего (T2) колена исходного зубца T, а также их математические отношения: T2/T1, T2+T1, T1+T2/T2/T1 и T2/RTe-RTa (RTe — вершина зубца R и конец зубца T, RTa — вершина зубца R и вершина зубца Ta) [15]. Производилось измерение интервала RR, вариационного размаха RR (BP (RR))

и вычисление VRV, который отражает степень синусовой аритмии, нормированной по частоте и вариационному размаху RR.

При статистической обработке данных рассчитывались средние величины (M) и стандартное отклонение (SD), достоверность различий оценивалась при помощи t-критерия Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты

Показатели, характеризующие длительность интервала QT, т. е. его среднее, максимальное и минимальное значения не зависели от локализации ИМ и были практически одинаковыми, так же как и вариабельность (дисперсия) интервала QT. Наблюдалась тенденция к большей симметричности зубца T при переднем ИМ, по сравнению с ИМ задней стенки.

Особенно обращало на себя внимание статистически достоверное увеличение нормированной по частоте дисперсии интервала QT (дQTeс/VRV) при переднем ИМ по сравнению с ИМ задней локализации, что, вероятно, может отражать большую негомогенность реполяризации миокарда у данной гр. больных, связанную со значительно массой некротизированного миокарда, и быть предиктором худшего прогноза у этих больных (таблица 2).

В литературе описано уменьшение пространственной дисперсии реполяризации миокарда [26,29,35], в случае сохранения жизнеспособности миокарда после реперфузии, поэтому был выполнен анализ выбранных показателей реполяризации миокарда в зависимости от эффективности проведенной ТЛТ (таблица 3). Только два показателя достоверно отличались у больных с эффективной и неэффективной ТЛТ: BP (T2/T1) и дQTeс/VRV, первый из которых можно считать отражением изменения во времени морфологии зубца T, а второй отражением вариабельности интервала QT с учетом частоты сердечных сокращений (ЧСС) и выраженности синусовой аритмии, что подтверждает предположение о возможной связи увеличения этих показателей с худшим прогнозом заболевания. Причем статистическая достоверность этих показателей отмечалась только при локализации очага ИМ в передней стенке, что связано с большей зоной поражения миокарда.

При сравнении двух гр. в зависимости от эффективности проведенной ТЛТ по клинико-анамнестическим данным — функциональный класс стенокардии, фракция выброса, наличие осложнений ИМ — достоверность различия признаков отсутствовала.

Обсуждение

Возможности использования поверхностной ЭКГ для стратификации риска больных ИБС

Таблица 1

Общая характеристика обследованных пациентов

Параметры	Частота признака в %
Пол:	
Мужчины	n=101
Женщины	n=15
Средний возраст, лет	54,9±8,5
ИБС в анамнезе (ИМ, стенокардия), %	35,9
СД в анамнезе, %	11,7
АГ в анамнезе, %	54,5
Избыточный вес (ИМТ> 25 кг/м ²), %	43,4
Локализация ИМ, %	
Передняя стенка	52,4
Задняя стенка	47,6
Гепарин в/в инфузия, %	28,3
Фондапаринукс, %	71,7
Аспирин, %	100
β-адреноблокаторы в/в при поступлении, %	19,3
внутри, в период госпитализации, %	91,7
ИАПФ, %	95,86
Клопидогрел, %	65,5

Примечание: СД — сахарный диабет; АГ — артериальная гипертензия; ИМТ — индекс массы тела, ИАПФ — ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента.

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма, временной дQT и первой производной ЭКГ в зависимости от локализации ИМ у обследованных пациентов

Показатель	ИМ задней стенки n=57 M±SD	ИМ передней стенки n=69 M±SD	Средние показатели n=116 M±SD
RR ср	1021,80±154,50	888,98±153,70*	939,06±165,33
BP (RR)	197,57±76,43	156,44±97,81	170,37±87,03
VRV	19,11±5,98	16,9±8,23	17,59±7,23
T2/T1	1,21±0,43	1,32±0,31	1,25±0,35
T2+T1	45,35±20,09	59,64±41,35	52,07±33,06
BP (T2/T1)	1,06±0,65	1,06±0,47	1,06±0,55
T2/Rte-RTa	0,29±0,22	0,39±0,26	0,34±0,24
QTec	443,01±39,02	440,62±34,35	440,83±37,33
QTec min	414,22±39,03	414,45±34,58	413,27±37,68
QTec max	473,01±41,50	469,86±35,41	469,41±39,40
BP (QTec)	58,79±14,65	55,41±16,99	57,43±15,35
T1+T2/T2/T1	43,14±26,28	48,64±42,71	46,11±38,14
DQTec/VRV	3,37±1,12	4,44±2,44*	3,71±1,63

Примечание: RR ср — средний интервал RR; BP (RR) — вариационный размах RR; VRV, DQTec/VRV — степень синусовой аритмии, нормированной по частоте и вариационному размаху RR; QTec — скорректированная длительность интервала QTec, QTec max — максимальная длительность скорректированного интервала QTec, QTec min — минимальная длительность скорректированного интервала QTec, BP (QTec) — вариационный размах QTec; BP (T2/T1) — вариационный размах T2/T1, T2/T1, T2+T1, T1+T2/T2/T1 и T2/ Rte-RTa — математические отношения амплитуды восходящего (T1) и нисходящего (T2) колена исходного зубца T; * — p<0,05.

до настоящего времени остается предметом дискуссии, в т.ч., и из-за противоречивости данных, полученных разными исследователями [21], особенно для ПдQT, что связывается как с трудностью определения конечной части зубца T, так и большим влиянием морфологии последнего.

Есть данные, что дQT определяется взаимодействием 3 факторов: амплитуды пространственной петли T, ее ширины и количеством анализируемых отведений. Узкие и длинные T-петли проявля-

ются на ЭКГ малой величиной дQT, а широкие и низкие пространственные T-петли — увеличением дQT [28].

Морфология зубца T в разных отведениях ЭКГ играет важную роль в предсказании кардиоваскулярного риска как у мужчин, так и женщин, существенно влияя на величину дQT [31], а морфология петли T по данным векторкардиографии более чувствительна и выражена при ишемии миокарда, чем ПдQT [30].

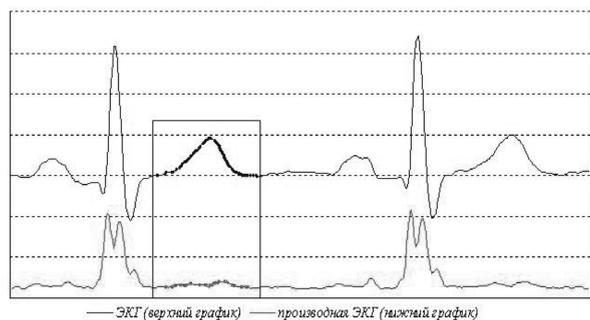


Рис. 1 Участок ЭКГ и соответствующий ему график производной ЭКГ.

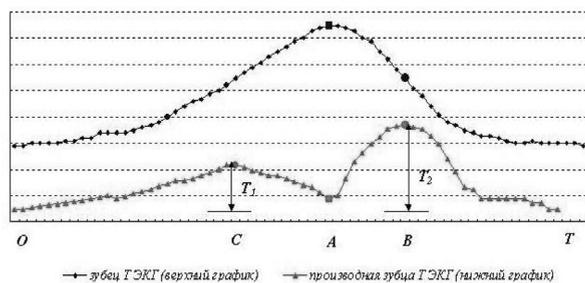


Рис. 2 Участок ЭКГ и соответствующий ему график производной, отражающих зубец T ЭКГ.

Таблица 3

Показатели вариабельности сердечного ритма, временной ДQT и первой производной ЭКГ в зависимости от эффективности проведенной ТЛТ у обследованных пациентов

Показатель	ТЛТ- n=42	ТЛТ+ n=74	ИМ передней стенки	
			Неэффект n=34	Эффект n=35
RR ср	842,44±164,70	985,89±146,13	854,89±180,31	920,63±122,46
BP (RR)	140,00±91,92	185,09±81,95	125,85±95,73	184,86±94,16
VRV	15,91±7,96	18,41±6,82	13,73±7,02	19,85±9,54
T2/T1	1,35±0,33	1,19±0,36	1,29±0,31	1,34±0,33
T2+T1	49,48±29,4	53,33±35,08	49,87±30,89	70,21±49,54
BP (T2/T1)	1,24±0,45	1,02±0,59*	1,12±0,49	0,99±0,45*
T2/Rte-RTa	0,35±0,21	0,34±0,25	0,34±0,21	0,44±0,3
QTec	441,32±40,39	440,58±36,38	443,42±40,78	438,02±28,46
QTec min	413,74±38,57	413,03±37,84	417,05±39,44	412,04±30,71
QTec max	469,79±44,03	469,22±37,62	473,06±43,2	466,89±27,65
BP (QTec)	54,8±15,48	23,33±21,17	56,00±17,48	54,86±17,17
T1+T2/T2/T1	37,80±23,9	50,14±43,17	39,43±25,12	48,88±13,28
DQTec/VRV	4,12±1,98	3,48±1,4*	4,79±2,59	3,33±2,15*

Примечание: RR ср — средний интервал RR; BP (RR) — вариационный размах RR; VRV, DQTec/VRV — степень синусовой аритмии, нормированной по частоте и вариационному размаху RR; QTec — скорректированная длительность интервала QTec, QTec max — максимальная длительность скорректированного интервала QTec, QTec min — минимальная длительность скорректированного интервала QTec, BP (QTec) — вариационный размах QTec; BP (T2/T1) — вариационный размах T2/T1, T2/T1, T2+T1, T1+T2/T2/T1 и T2/ RTe-RTa — математические отношения амплитуды восходящего (T1) и нисходящего (T2) колена исходного зубца T; * — p<0,05.

Изменения реполяризации миокарда в течение короткого промежутка времени (“от сокращения к сокращению”, beat-to-beat), служащие предпосылкой для развития желудочковых нарушений ритма сердца находят отражение в альтернации зубца T [2,25,34].

Известно, что график первой производной представляет график динамики скорости распространения реполяризации по миокарду, которая, согласно ряду исследований, изменяется при ряде патологических состояний, в частности, при ИБС, а ее анализ позволяет более полно оценивать процессы реполяризации миокарда с учетом морфологии зубца T [3,9,16,17], например, при ишемии

миокарда зубец T симметричен, узкий, с заостренной вершиной [10].

Предложенные параметры оценки временной дQT и временной изменчивости скоростных характеристик зубца T (BP T2/T1, дQTec/VRV) могут использоваться для риск-стратификации больных ИМ, по аналогии с используемыми в настоящее время параметрами и индексами временной дQT [19,20,23,33]. Вышеперечисленные параметры могут использоваться для оценки реперфузии после проведенной ТЛТ, являясь быстрым и малозатратным методом по сравнению с эталонными методами инвазивной визуализации — КАГ.

Литература

1. Болдуева С.А., Жук В.С., Леонова И.В. и др. Диагностическое значение поздних потенциалов желудочков, вариабельности сердечного ритма и дисперсии интервала Q-T у больных инфарктом миокарда. Кардиология 2002; 1: 70-5.
2. Ватулин Н.Т., Калинин Н.В., Шевелев А.Н. Роль альтернации T-волны электрокардиограммы в прогнозировании риска внезапной сердечной смерти. Кардиология 2009; 11: 46-50.
3. Волкова Э.Г., Калаев О.Ф., Ковынев А.Р. Диагностические возможности первой производной ЭКГ в оценке состояния коронарной артерии у больных ишемической болезнью сердца. Тер архив 1990; 3: 35-8.
4. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда сподъемом сегмента ST электрокардиограммы Российские рекомендации Разработаны Комитетом экспертов Всероссийского научного общества кардиологов, 2007. www.cardiosite.ru

5. Довгалецкий П.Я., Рыбак О.К., Бурлака А.Н. Временная негомогенность реполяризации миокарда желудочков у практически здоровых людей: нормативные значения длительности и дисперсии интервала QT и его производных. Вестник аритм 2006; 44: 30-4.
6. Довгалецкий П.Я., Рыбак О.К., Бурлака А.Н. и др. Влияние синусовой аритмии на показатели временной дисперсии интервала QT у практически здоровых лиц и больных ишемической болезнью сердца. Кардиоваск тер профил 2007; 6(7): 41-6.
7. Макаров Л.М., Чупрова С.Н., Киселева И.И. Сравнение способов измерения интервала Q-T и их клиническое значение. Кардиология 2004; 5: 71-3.
8. Макарычева О.В., Васильева Е.Ю., Радзевич А.Э. Динамика дисперсии интервала QT при остром инфаркте миокарда и ее прогностическое значение. Кардиология 1998; 7: 43-6.
9. Маколкин В.И., Морозова Н.С., Нефедова Г.А. Особенности скоростных и временных параметров при вторичных изменениях периода поляризации. Кардиология 1988; 8: 55-9.
10. Маколкин В.И., Носова О.Р., Морозова Н.С. Изменения первой производной ЭКГ при ишемической болезни сердца. Кардиология 2009; 1: 14-8.
11. Никитин Ю.П., Кузнецов А.А., Малютина С.К. и др. Прогностическое значение длительности и дисперсии интервалов Q-T и R-R в общей популяции Новосибирска. Кардиология 2002; 2: 76-83.
12. Пархоменко А.Н., Иркин О.И., Брыль Ж.В. и др. Увеличение дисперсии интервала QT электрокардиограммы у больных острым инфарктом миокарда. Кардиология 2000; 8: 24-9.
13. Пархоменко, А.Н. Шумаков А.В., Иркин О.И. Интервал Q-T ЭКГ: значение его дисперсии в качестве маркера аритмогенеза. Кардиология 2001; 4: 83-6.
14. Радзевич А.Э., Сметнев А.С., Попов В.В. Электрокардиографические маркеры риска внезапной сердечной смерти. Влияние ишемии и ревазуляризации миокарда. Кардиология 2001; 6: 99-104.
15. Рыбак О.К., Довгалецкий Я.П., Бурлака А.Н. и др. Возрастная и половая зависимость скоростных характеристик показателей реполяризации миокарда желудочков у практически здоровых обследованных. Фундамент исслед 2009; 7: 44-7.
16. Халфен Э.Ш., Сулковская Л.С. Клиническое значение исследования скоростных показателей зубца T ЭКГ. Кардиология 1986; 6: 60-2.
17. Халфен Э.Ш., Сулковская Л.С., Ключков В.А. Диагностическое значение исследования скорости изменения разности потенциалов в период реполяризации желудочков у больных ишемической болезнью сердца Кардиология 1978; 6: 55-62.
18. Aitchison JD, Campbell RWF, Higham PD. Time dependent variability of QT dispersion after acute myocardial infarction and its relation to ventricular fibrillation: a prospective study. Heart 2000; 84: 504-8.
19. Atiga WL, Calkins H, Lawrence JH, et al. Beat-to-beat repolarization lability identifies patients at risk for sudden cardiac death. J Cardiovasc Electrophysiol 1998; 9: 899-908.
20. Berger RD, Kasper EK, Vaughman KL, et al. Beat-to-beat QT interval variability. Novel evidence for repolarization lability in ischemic and nonischemic dilated cardiomyopathy. Circulation 1997; 96: 1557-65.
21. Buxton AE. Risk stratification for sudden death in patients with coronary artery disease. Heart Rhythm 2009; 6(6): 836-47.
22. Glancy JM, Garrant CJ, Woods KL, de Bono DP. QT dispersion and mortality after myocardial infarction. Lancet 1995; 345: 1553-5.
23. Haigney MC, Zareba W, Gentlesk PJ, et al. QT interval variability and spontaneous ventricular tachycardia or fibrillation in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial (MADIT) II. JACC 2004; 44: 1481-7.
24. Higham PD, Furniss SS, Campbell RWF. QT dispersion and components of the QT interval in ischemia and infarction. Br Heart J 1995; 73: 32-6.
25. Ikeda T, Yoshino H, Sugi K, et al. Predictive value of microvoltage T-wave alternans for sudden cardiac death in patients with preserved cardiac function after acute MI: results of a collaborative cohort study. JACC 2006; 48: 2268-74.
26. Ikonomidis I, Athanassopoulos G, Karatasakis G, et al. Dispersion of ventricular repolarization is determined by the presence of myocardial viability in patients with old myocardial infarction. A dobutamine stress echocardiography study. Eur Heart J 2000; 21: 446-56.
27. Jensen S, Lundahl G, Bergfeldt L. Changes in ventricular repolarization during percutaneous transluminal coronary angioplasty in humans assessed by QT interval, QT dispersion and T vector loop morphology. J Intern Med 2000; 248(2): 126-36.
28. Kors JA, van Herpen G, van Bommel JH. QT Dispersion as an Attribute of T-Loop Morphology. Circulation 1999; 99: 1458-63.
29. Moreno FL, Villanueva MT, Karagounis LA, for the TEAM-2 Study Investigators: Reduction in QT interval dispersion by successful thrombolytic therapy in acute myocardial infarction: Circulation 1994; 90: 94-100.
30. Nowinski K, Jensen S, Lundahl G, et al. Changes in ventricular repolarization during percutaneous transluminal coronary angioplasty in humans assessed by QT interval, QT dispersion and T vector loop morphology. J Intern Med 2000; 248 (2): 126-36.
31. Okin PM, Fabsitz RR, Lee ET, et al. Principal Component Analysis of the T Wave and Prediction of Cardiovascular Mortality in American Indians. The Strong Heart Study. Circulation 2002; 105: 714-9.
32. Piccirillo G, Germano G, Quaglione R, et al. QT-interval variability and autonomic control in hypertensive subjects with left ventricular hypertrophy. Clin Sci 2002; 102: 363-71.
33. Piccirillo G, Magr D, Matera S, et al. QT variability strongly predicts sudden cardiac death in asymptomatic subjects with mild or moderate left ventricular systolic dysfunction: a prospective study. Eur Heart J 2007; 28: 1344-50.
34. Rosenbaum D, Jackson L, Smith J. Electrical alternans and vulnerability to ventricular arrhythmias. N Engl J Med 1994; 330: 235-41.
35. Schneider CA, Voith E, Baer FM. QT Dispersion Is Determined by the Extent of Viable Myocardium in Patients With Chronic Q-Wave Myocardial Infarction. Circulation 1997; 96: 3913-20.
36. Spargias KS, Lindsay SJ, Kawar GI, et al. QT dispersion as a predictor of long-term mortality in patients with acute myocardial infarction and clinical evidence of heart failure. Eur Heart J 1999; 20: 1158-65.
37. Thygesen K, Alpert JS, White HD on behalf of the Joint ESC/ACC/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction. Universal definition of myocardial infarction. Eur Heart J 2007; 28: 2525-38.
38. Tomassoni G, Pisano E, Gardner L, et al. QT prolongation and dispersion in myocardial ischaemia and infarction. J Electrocardiol 1998; 30: 187-90.
39. Yunus A, Gillis AM, Duff HJ, et al. Increased precordial QTc dispersion predicts ventricular fibrillation during acute myocardial infarction. Am J Cardiol 1996; 78: 706-8.
40. Zabel M, Malik M, Hnatkova K, et al. Analysis of T-Wave Morphology From the 12-Lead Electrocardiogram for Prediction of Long-Term Prognosis in Male US Veterans. Circulation 2002; 105: 1066-70.
41. Zabel M, Acar B, Klingenhoben T, et al. Analysis of 12-Lead T-Wave Morphology for Risk Stratification After Myocardial Infarction. Circulation 2000; 102: 1252-7.
42. Zaputovic L, Mavric Z, Zaninovic-Jurjevic T, et al. Relationship between QT dispersion and the incidence of early ventricular arrhythmias in patients with acute myocardial infarction. Int J Cardiol 1997; 62: 211-6.

Поступила 26/02-2010