

П.Я.Довгалецкий, О.К.Рыбак, А.Н.Бурлака, Е.В.Лазарева,  
Л.А.Каткова, Я.П.Довгалецкий, М.Е.Раковский

## ВРЕМЕННАЯ НЕГОМОГЕННОСТЬ РЕПОЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКОВ У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ: НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ДИСПЕРСИИ ИНТЕРВАЛА QT И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

ФГУ Саратовский НИИ кардиологии Росздрава

С целью определения нормативных величин длительности и дисперсии интервалов QT, QTa и RTa во времени при автоматическом анализе длительных записей одного отведения электрокардиограммы обследованы 96 практически здоровых лиц в возрасте от 19 до 62 лет.

**Ключевые слова:** электрокардиограмма, автоматический анализ, реполяризация желудочков, дисперсия реполяризации, практически здоровые люди

*To determine the normals of duration and dispersion of QT-, QT<sub>a</sub>-, and RT<sub>a</sub>-intervals for an automated analysis of long-term electrocardiogram records from single lead, 96 healthy persons aged 19-62 years were examined.*

**Key words:** electrocardiogram, automated analysis, ventricular repolarization, dispersion of repolarization, healthy persons

Для оценки негомогенности реполяризации миокарда желудочков используют такие показатели ЭКГ как длительность и дисперсия интервала QT (QT, DQT) и его индексов, таких как QTa (от точки начала QRS до вершины зубца T) и RTa (от вершины зубца R до вершины зубца T) [13, 15, 28, 31, 33]. Дисперсию этих интервалов (DQT, DQTa, DRTa) вычисляют как разницу между их максимальными и минимальными значениями, что по мнению авторов [14, 21], наравне с длительностью интервала QT, отражает нестабильность электрофизиологических свойств миокарда и служит маркером предрасположенности к нарушениям ритма.

В настоящее время для количественной оценки негомогенности процессов реполяризации предложены два метода. Первый заключается в определении длительности интервала QT в каждом из синхронно зарегистрированных 12-и отведений ЭКГ, что позволяет оценить пространственную реполяризацию. За «действительную» длительность интервала QT (или QTa, RTa) принимается среднее значение по трем кардиоциклам. С помощью второго метода, измерения перечисленных интервалов проводят только в одном отведении ЭКГ (чаще всего используется II отведение) при его длительной регистрации (3-5 мин.), что дает возможность изучить изменения процессов реполяризации во времени, что позволяет оценить характер временной негомогенности реполяризации миокарда желудочков [5].

Учитывая известный факт зависимости длительности интервала QT от длительности предыдущего интервала RR, предложено вычислять его скорректированные значения (QTc) согласно формуле:  $QTc = QT/RR^{1/2}$  [19, 30]. Таким же образом рассчитываются и скорректированные значения других индексов QT - QTас и RTас.

Измерение длительности интервала QT и других индексов при определении пространственной реполяризации миокарда желудочков проводят «ручным» методом, при анализе длительных записей одного отведения (или холтеровских записей ЭКГ) используют автоматические методы измерения интервала QT [8].

Основная масса отечественных и зарубежных работ посвящена вопросам диагностической и прогностической роли оценки пространственной негомогенности реполяризации миокарда желудочков [4, 5, 11, 16, 18, 24, 26, 29]. Работ, посвященных изучению клинко-прогностической роли оценки временной негомогенности реполяризации миокарда желудочков при анализе коротких записей ЭКГ (3-5 мин.) практически нет. Имеющиеся работы связаны с анализом холтеровских записей [8, 27].

Естественно предположить, что изучению диагностической и прогностической роли оценки временной негомогенности реполяризации миокарда желудочков, при анализе пятиминутных записей ЭКГ, должны предшествовать работы по определению нормативных значений длительности и дисперсии интервалов QT, QTa, RTa и их скорректированных значений по данным автоматического анализа ЭКГ у практически здоровых обследованных.

Цель исследования - определение нормативных величин длительности и дисперсии интервалов QT, QTa и RTa при автоматическом анализе длительных записей одного отведения ЭКГ у практически здоровых лиц.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании включены 96 практически здоровых лиц (ПЗЛ) в возрасте от 19 до 62 лет, средний возраст которых составил  $37,4 \pm 10,7$  лет. Из них мужчин было 65 человек (67,7%) и женщин - 31 (32,3%). Средний возраст мужчин и женщин достоверно не различался ( $35,8$  и  $36,3$  лет,  $p > 0,05$ ). Критериями включения в исследование служило: отсутствие жалоб, характерных для заболеваний со стороны сердечно-сосудистой системы, отсутствие в анамнезе указаний на перенесенный миокардит, черепно-мозговую травму и нервно-психические заболевания, отсутствие изменений со стороны внутренних органов при физикальном обследовании, измерении АД и планового электрокардиографического обследования. Из включенных в исследование у 12-и мужчин (средний возраст  $46,4 \pm 3,1$  год), с диагностической целью была про-

ведена коронароангиография, которая не выявила патологических изменений коронарных сосудов. У 17-ти человек (средний возраст  $40,4 \pm 4,7$  лет) был проведен стресс-тест на тредмиле (по протоколу Bruce), результаты теста были отрицательными.

Всем обследованным в состоянии физического покоя в утренние часы (9-10 часов) проводилась синхронная запись ЭКГ в 12-и общепринятых отведениях и регистрация II стандартного отведения в течение 5 мин., которое и было использовано для автоматического измерения интервалов QT, QTa, RTa и интервалов RR. Для регистрации был использован электрокардиопередатчик на базе карманного компьютера «МИКТО - ЭКП - 1204» с программным обеспечением «ТЕЛЕКАРД 1.2 CE» комплекса аппаратуры для передачи ЭКГ по телефону в системе «ДИОКС - 02 - ЭКГ» (регистрационное удостоверение Росздрав №ФС 02262005/1573-05 от 07.04.2005, сертификат типа средств измерений Госстандарта РФ RU.C.39.026 А. №21419 от 01.09.2005).

Для определения конечной точки зубца Т проводилась касательная к нисходящему колену зубца Т до точки пересечения с изолинией с «шумовым» порогом  $\pm 20$  мкВ [2]. Учитывая, что при «ручном» измерении полученная величина QT находится как среднее значение ее измерений в трех соседних кардиоциклах, при автоматическом измерении QT (QTa, RTa), для снижения уровня «шумовых» помех, при анализе пятиминутной записи II стандартного отведения ЭКГ, мы использовали предварительное скользящее осреднение сигнала по трем кардиоциклам. По осредненным кардиоциклам и проводилось измерение нужных показателей. Для определения скорректированных значений QT, QTa и RTa, их найденные значения делились на корень квадратный из трех осредненных интервалов RR.

Статистический анализ данных проводился в системе STATISTICA (StatSoft, USA), данные представлены в виде  $M \pm SD$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По мнению ряда авторов [1, 20] пространственная дисперсия интервала QT у практически здоровых людей в покое отсутствует. Другие авторы [5, 7, 32] считают, что дисперсия интервала QT присутствует и у прак-

тически здоровых лиц, вероятно как отражение физиологического варианта неомогенности реполяризации миокарда желудочков.

M. Schweizer с соавт. (1996) считают, что дисперсия реполяризации у здоровых людей связана с синусовой аритмией. Подтверждением этому могут служить результаты работы [17]. Авторы обнаружили, что при изменении частоты ритма (интервалов RR) во время и после физической нагрузки выявляются несоответствия между расчетными и фактическими интервалами QT и значениями RR. Они отметили отставание длительности электрической систолы (QT) от длительности сердечного цикла (RR) при изменяющемся ритме возбуждений, то есть при изменении длительности интервалов RR. Авторы делают вывод, что отставание длительности длительности электрической систолы (QT) от длительности сердечного цикла (RR) является проявлением различной функциональной подвижности синусового узла и процессов, происходящих в миокарде желудочков, в связи с чем это несоответствие можно рассматривать как показатель лабильности миокарда желудочков.

Можно ожидать, что подобная картина будет иметь место и при выраженной синусовой аритмии со «скачкообразными» изменениями длительности интервалов RR, то есть с эпизодами «моментального» кратковременного изменения частоты ритма.

Относительно временной неомогенности (дисперсии) реполяризации миокарда желудочков обстоятельных исследований не проводилось. Однако, учитывая результаты анализа холтеровских записей, показавших, что пространственная дисперсия реполяризации претерпевает временное (циркадное) изменение [8, 25] и результаты работы [17], можно ожидать, что временная дисперсия реполяризации миокарда желудочков должна регистрироваться у практически здоровых лиц.

Результаты (табл. 1) проведенного нами исследования показали, что средние значения длительности интервалов QT и QTc и их дисперсии DQTc, в целом по всей группе обследованных, для QT и QTc соответственно составили  $390,8 \pm 25,9$  мс и  $414,2 \pm 18,7$  мс, а для DQTc -  $56,2 \pm 20,6$  мс. Полученные значения не выходят за рамки «нормы», полученной для пространственной дисперсии реполяризации, которые по мнению ряда авторов [4, 6,

**Таблица 1.**

**Сравнительные величины средних значений ( $M \pm SD$ ) изучаемых параметров (в мс) у практически здоровых лиц в зависимости от пола и возраста**

|       | Вся группа (n=94) |                  |                  | Мужчины (n=61)   |                  |                  | Женщины (n=33)   |                  |                  |
|-------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|       | <35 лет           | >35 лет          | Всего            | <35 лет          | >35 лет          | Всего            | <35 лет          | >35 лет          | Всего            |
| QT    | $383,3 \pm 23,8$  | $403,8 \pm 24,7$ | $390,8 \pm 25,9$ | $381,5 \pm 24,7$ | $397 \pm 23,3$   | $386,1 \pm 25,9$ | $389 \pm 21,2$   | $412 \pm 24,6$   | $399,5 \pm 25,3$ |
| QTa   | $299,3 \pm 21,9$  | $318,4 \pm 20,6$ | $305,9 \pm 23,2$ | $296 \pm 21,8$   | $309,9 \pm 19,4$ | $300,1 \pm 22,0$ | $307,3 \pm 20,6$ | $329,4 \pm 16,9$ | $317,0 \pm 21,8$ |
| RTa   | $260,6 \pm 22,3$  | $280,2 \pm 22,6$ | $267,5 \pm 24,2$ | $255,6 \pm 21,5$ | $269,1 \pm 17,8$ | $259,6 \pm 21,2$ | $272,5 \pm 20,2$ | $293,6 \pm 20,8$ | $282,1 \pm 22,8$ |
| QTc   | $414 \pm 15,7$    | $414,4 \pm 23,6$ | $414,2 \pm 18,7$ | $407,7 \pm 12$   | $409,8 \pm 16,4$ | $408,3 \pm 13,4$ | $429,4 \pm 12,8$ | $420 \pm 29,7$   | $425,1 \pm 22,2$ |
| QTac  | $323 \pm 16,2$    | $331,4 \pm 22,4$ | $326,1 \pm 18,9$ | $323 \pm 16,2$   | $320 \pm 16,6$   | $317,4 \pm 13,7$ | $339,1 \pm 12,9$ | $346,9 \pm 20$   | $342,5 \pm 16,6$ |
| RTac  | $281 \pm 17,1$    | $290,2 \pm 21,2$ | $284,3 \pm 19,1$ | $279,9 \pm 11,9$ | $277,9 \pm 15,5$ | $274,3 \pm 13,2$ | $300,4 \pm 11,1$ | $305,1 \pm 17,5$ | $302,6 \pm 14,2$ |
| DQTc  | $59,2 \pm 18,2$   | $50,8 \pm 23,9$  | $56,2 \pm 20,6$  | $61,4 \pm 20,2$  | $52,6 \pm 30,7$  | $58,8 \pm 23,8$  | $54,1 \pm 11,1$  | $48,6 \pm 12,3$  | $51,6 \pm 11,8$  |
| DQTac | $46,4 \pm 13,8$   | $37,9 \pm 14,5$  | $43,4 \pm 14,5$  | $47,6 \pm 15,2$  | $38,1 \pm 14,8$  | $44,8 \pm 15,6$  | $43,9 \pm 9,7$   | $37,6 \pm 14,5$  | $40,9 \pm 12,2$  |
| DRTac | $41,1 \pm 12,8$   | $32,2 \pm 14,5$  | $37,9 \pm 14,1$  | $41,4 \pm 14,2$  | $31,8 \pm 13,8$  | $38,5 \pm 14,7$  | $40,1 \pm 9,1$   | $32,8 \pm 15,8$  | $36,8 \pm 12,9$  |

16, 22], для длительности интервалов QT и QTc, соответственно равны 440-450 мс, а для дисперсии QTc - 60-70 мс. Из табл. 1 видно, что величина QT и QTc имеет половую зависимость - тенденцию к увеличению у женщин, а величина DQTc, наоборот, у мужчин. Согласно данным литературы [7, 10, 12] такая же картина наблюдается и при определении пространственной негетогенности реполяризации миокарда желудочков по 12-и синхронно зарегистрированным отведениям.

Наравне с интервалом QT мы изучали и другие показатели - QTa и RTa. Это связано с тем, что поиск конечной точки зубца Т представляет большие трудности из-за постоянного присутствия «помех» при регистрации ЭКГ. Мнение об адекватности получения информации при исследовании этих индексов между различными авторами расходится. Так, по мнению Л.М.Макарова (2001) [9], устраняя конечную часть зубца Т, невозможно адекватно оценить истинную продолжительность фазы реполяризации желудочков. Изучение этого вопроса, проведенное О.В.Баумом с соавт. (2002) [3], позволило прийти к выводу, что в связи с объективностью и точностью измерения QTa этот индекс можно считать, по части физико-физиологической содержательности, «самым информативным показателем негетогенности реполяризации».

Как показали наши исследования (табл. 1) средние величины QTa, QTac, RTa, RTac и их дисперсии находятся, соответственно, в пределах - 305,9±23,2 мс., 326,1±18,9 мс., 267,5±24,2 мс., 284,3±19,1 мс. И 43,4±14,5 мс., 37,9±14,1 мс. Также как и для интервала QT сохраняется половая зависимость. Однако, это подтверждает факт возможного использования их для измерения длительности и дисперсии фазы реполяризации, но не отвечает на вопрос о взаимозаменяемости интервала QT и его индексов.

В связи с этим мы изучили, используя ранговую корреляцию по Спирмену, связь между величинами QT, QTa, RTa и между QTc, QTac, RTac, измеренными автоматически в каждом из более чем 34000 кардиоциклов. Как показал анализ, коэффициент корреляции

между QT и QTa составил 0,95, QT и RTa - 0,89. Таким же высоким он оказался и для скорректированных интервалов: QTc и QTac - 0,85, QTc и RTac - 0,71 (во всех случаях  $p < 0,001$ ). Полученные результаты подтверждают информационную ценность использования показателей QTa и RTa в оценке длительности и дисперсии реполяризации миокарда желудочков наравне с интервалом QT. Имеются указания, что на показатели пространственной реполяризации миокарда желудочков у практически здоровых лиц оказывают влияние пол и возраст обследованных [10, 23].

Изучение возрастных характеристик временной реполяризации миокарда на собственном материале показало (табл. 1), что в группе молодых людей ( $\leq 35$  лет) длительность интервалов QT, QTa, RTa, в среднем на 19,5 мс меньше чем у лиц старшей возрастной группы ( $> 35$  лет), разница их скорректированных значений на 6,0 мс. Дисперсия скорректированных значений QT, QTa и RTa, наоборот, больше в молодом возрасте, в среднем на 8,6 мс. Более выраженные возрастные изменения длительности QT и QTc отмечены у женщин, чем у мужчин.

Для определения нормальных величин изучаемых показателей временной реполяризации миокарда желудочков мы использовали вычисление доверительного интервала (табл. 2). Согласно полученным данным за пороговые значения «нормальной» величины, с вероятностью 0,95 для практически здоровых лиц можно принять значения: QT - 396,1 мс, QTa - 310,7 мс, RTa - 272,5 мс. Для скорректированных значений, соответственно: 418,1 мс., 330 мс., 288,2 мс, и для пороговой величины дисперсии: 60,5 мс., 46,5 мс. и 36,7 мс. Учитывая, что границы доверительного интервала, в зависимости от пола меняют свои значения, пороговыми величинами нормы для изучаемых показателей можно считать максимальные значения, имеющиеся у мужчин или у женщин и применять их к случайному потоку обследованных.

Для показателей QT, QTc, DQTc, предлагаемые нами пороговые величины для временной реполяризации миокарда желудочков, практически соответствуют величинам пороговых значений, описанных

другими авторами для пространственной реполяризации [4, 16, 22]. Четких данных по указанию нормативных значений интервалов QTa, QTac, RTa, RTac и дисперсий этих величин в литературе нет. Основные работы по этому вопросу касаются холтеровских записей в детском возрасте [9].

В экспериментальной работе [3], которая посвящена изучению длительности и дисперсии интервала QTa, измеренного в 12-и отведениях, показало, что величина его длительности и дисперсии у практически здоровых людей, в зависимости от отведения ЭКГ, колеблется от 299 мс до 316 мс. Однако, надо учесть, что измерения проводились «вручную» и по крупномасштабным ЭКГ, а величина дисперсии скорректированного интервала QTa составляла 59 мс. Данные полученные нами, как это

**Таблица 2.**

**Медиана (Me), границы доверительного интервала и пороговые значения (ПЗ) длительности и дисперсии показателей временной реполяризации миокарда желудочков (в мс) у практически здоровых обследованных**

|       | Me    | Доверительный интервал |       |                   |       |                   |       | ПЗ  |
|-------|-------|------------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-----|
|       |       | Вся группа<br>(n=94)   |       | Мужчины<br>(n=61) |       | Женщины<br>(n=33) |       |     |
|       |       | -95%                   | +95%  | -95%              | +95%  | -95%              | +95%  |     |
| QT    | 387,8 | 385,5                  | 396,1 | 379,6             | 392,6 | 390,5             | 408,4 | 410 |
| QTa   | 304,6 | 301,1                  | 310,7 | 294,5             | 305,8 | 309,1             | 324,9 | 325 |
| RTa   | 266,2 | 262,6                  | 272,5 | 254,2             | 265,1 | 274               | 290,2 | 300 |
| QTc   | 412,8 | 410,4                  | 418,1 | 404,9             | 411,8 | 417,2             | 433   | 440 |
| QTac  | 324   | 322,1                  | 330   | 313,9             | 320,9 | 336,6             | 348,5 | 350 |
| RTac  | 282,6 | 280,4                  | 288,2 | 271               | 277,8 | 297,6             | 307,7 | 310 |
| DQTc  | 55,5  | 52                     | 60,5  | 52,7              | 64,9  | 47,4              | 55,8  | 65  |
| DQTac | 39,9  | 40,5                   | 46,5  | 40,8              | 48,8  | 36,5              | 45,3  | 50  |
| DRTac | 36,7  | 35,1                   | 36,7  | 34,8              | 42,4  | 32,2              | 41,4  | 45  |

видно из табл. 2, не имеют существенной разницы с данными, полученными этими авторами (9 мс и 5 мс).

Таким образом, оценка временной негомогенности процессов реполяризации миокарда может быть проведена по данным автоматического измерения интервалов QT, QTa и RTa при пятиминутной записи одного отведения ЭКГ.

## ВЫВОДЫ

1. При автоматическом анализе пятиминутных записей одного отведения ЭКГ у практически здоровых людей различных возрастных групп выявлено наличие временной негомогенности процессов реполяризации миокарда желудочков. Обнаружена возрастно-половая зависимость ее выраженности.

2. Между длительностью интервала QT и его дополнительными индексами (QTa, RTa) обнаружена достоверная ( $p < 0,001$ ) корреляционная связь. Это позволяет для оценки временной негомогенности процессов реполяризации миокарда использовать автоматическое измерение интервалов QTa и RTa, что обеспечивает более стабильное воспроизведение и помехоустойчивость измерений.

3. У практически здоровых людей пороговыми значениями временной физиологической негомогенности реполяризации миокарда желудочков для длительности и дисперсии интервала QT и его дополнительных индексов (QTa, RTa) можно считать: QT=410 мс, QTc=440 мс, DQTc=65 мс, QTa=325 мс, QTac=350 мс, DQTac=50 мс, RTa=300 мс, RTac=310 мс, DRTac=45 мс.

## ЛИТЕРАТУРА

- Баум О.В., Волошин В.И., Муромцева Г.А. QT-дисперсия: модели и измерения // Вестник аритмологии. - 2000. - №20. - С. 6-17.
- Баум О.В., Попов Л.А., Волошин В.И., Муромцева Г.А. QT-дисперсия в ортогональных и псевдоортогональных системах отведений // Вестник аритмологии. - 2002. - №26. - С. 49-56.
- Баум О.В., Попов Л.А., Волошин В.И., Муромцева Г.А. Дисперсия интервала QTa. Аналог или альтернатива QT-дисперсии? // Вестник аритмологии. - 2002. - №29. - С. 10-18.
- Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Полякова И.П. Электрофизиологическая негомогенность миокарда у больных с желудочковыми аритмиями различного генеза // Кардиология. - 1977. - №2. - С. 22-26.
- Бузиашвили Ю.И., Кабулова Р.И., Хананашвили Е.М. с соавт. Дисперсия интервала QT у больных ишемической болезнью сердца при физической нагрузке // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2003. - №2. - С. 69-74.
- Денисюк В.И., Бровко Е.А., Липницкий Т.Н. с соавт. Клинико-электрокардиографические предвестники фатальных аритмий сердца у больных острым инфарктом миокарда // Кардиология. - 1993. - №10. - С. 43-45.
- Довгалецкий П.Я., Рыбак О.К., Фурман Н.В., Шамьонов М.Р. Значение дисперсии интервалов QT в оценке электрической нестабильности миокарда у клинически здоровых лиц // Вестник аритмологии. - 1998. - №10. - С. 21-24.
- Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. - М.: Медпрактика. - 2000. - 214 с.
- Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование в обследовании больных с синдромом удлиненного интервала QT. В кн.: Синдром удлиненного интервала QT. Под ред. М.А. Школьниковой. - М.: Медпрактика. - 2001. - С. 46-47.
- Макаров Л.М. Особенности динамики и измерения интервала Q-T при холтеровском мониторировании // Кардиология. - 2002. - №1. - С. 98-102.
- Макарычева О.В., Васильева Е.Ю., Радзевич А.Э., Шпектор А.В. Динамика дисперсии интервала Q-T при остром инфаркте миокарда и ее прогностическое значение // Кардиология. - 1998. - №7. - С. 43-46.
- Ольбинская Л.И., Игнатенко С.Б. Синдром удлиненного интервала QT // Клиническая фармакология и терапия. - 1999. - №8. - С. 44-46.
- Остроумова О.Д. Удлинение интервала QT // Русский медицинский журнал. - 2001. - №9. - С. 750-753.
- Пархоменко А.Н., Шумаков А.В., Иркин О.И. Интервал Q-T ЭКГ: значение его дисперсии в качестве маркера аритмогенеза // Кардиология. - 2001. - №4. - С. 83-86.
- Пархоменко А.Н., Шумаков А.В., Иркин О.И. Анализ дисперсии и вариабельности интервала Q-T ЭКГ: возможности практического применения // Кардиология. - 2001. - №7. - С. 89-93.
- Степура О.Б., Остроумова О.Д., Курильченко И.Т., Роллик Н.Л. Клиническая значимость изучения вариабельности процессов реполяризации по данным электрокардиографии (по материалам XVII и XVIII Конгрессов Европейского Общества Кардиологов) // Кардиология. - 1997. - №7. - С. 73-76.
- Юрлов В.М., Богомольный Б.Р. Изменения электрической систолы и ритма сердца у здоровых лиц после пробы с физической нагрузкой // Кардиология. - 1988. - №2. - С. 71-74.
- Barr C.S., Naag A., Freeman M et al. QT dispersion and sudden unexpected death in chronic heart failure // Lancet. - 1994. - №343. - P. 327-329.
- Bazett H.C. An analysis of the electrocardiograms // Heart. - 1920. - №7. - P. 353-370.
- Charro F.G., Guerrero J., Martinez-Sober M. et al. Automatic beat-to-beat determination of the QT - interval and analysis of its spontaneous variability // Eur. Heart J. - 1996. - №16. - P. 133.
- Day C.P., McComb J.M., Campbell R.W.F. QT dispersion: an indication of arrhythmia risk in patients with long QT intervals // Br. Heart J. - 1990. - №63. - P. 342-344.
- De Bruyne M.C., Hoes A.W., Kors J.A. et al. Dispersion predicts cardiac mortality in the elderly // The Rotterdam Study. - 1998. - №97. - P. 467-772.
- Elming H., Holm E., Kolber L. et al. QTc and QTc-dispersion increases with age and is increased among females in a normal population // Eur Heart J. - 1996. - №16. - P. 445.
- Glance J.M., Garrat C.J., Woods K.L., de Bono D.P. QT dispersion and mortality after myocardial infarction // Lancet. - 1995. - №345. - P. 945-948.
- Golnar J., Weiss J.S., Rosenthal J.E. et al. QT interval dispersion in survivors of sudden cardiac death: a 24-hour

assessment // Eur. Heart J.- 1996.- №17.- P. 29.

26. Higham P.D., Furness S.S. QT dispersion and components of the QT interval in ischemia and infarction // Br. Heart J.- 1975.- №73.- P. 32-36.

27. Merri M. QT variability. In: Noninvasive Electrocardiology. Clinical aspects of Holter monitoring. A.S. Stern (ed.).- Cambridge: University Press.- 1997.- P. 421-443.

28. Merri M., Moss A., Benhorin J., Locat E. et al. Relation between ventricular repolarization duration and cardiac cycle length during 24-hour Holter recordings: findings in normal patients and patients with long QT syndrome // Circulation.- 1999.- №85.- P. 1816-1821.

29. Mirvis D.M. Spatial variation of QT intervals in normal persons and patients with acute myocardial infarction // J.A.C.C.- 1985.- №5.- P. 625-631.

30. Moss A.J. Correct the QT interval correctly: QT should be expressed in the same unit as the QT interval // PACE.- 1996.- №19.- P. 881-882.

31. Savelieva I., Yap Y., Yi G. et al. Comparative reproducibility of QT, QT peak, and T peak-T end intervals and dispersion in normal subjects, patients with myocardial infarction, and the patients with hypertrophic cardiomyopathy // PACE.- 1998.- №21.- P. 2376-2381.

32. Schweizer M., Maier C., Brachman J. et al. Beat-to-beat variability of the repolarization duration in healthy male volunteers // Eur. Heart J.- 1996.- №16.- P. 134.

33. Zabel M., Portnoy S., Franz M.R. Electrocardiographic indexes of dispersion of ventricular repolarization: in isolated heart validation study // J. Am. Coll. Cardiol.- 1995.- №25.- P. 746-752.

#### ВРЕМЕННАЯ НЕГОМОГЕННОСТЬ РЕПОЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКОВ У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ: НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ДИСПЕРСИИ ИНТЕРВАЛА QT И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

*П.Я.Довгалецкий, О.К.Рыбак, А.Н.Бурлака, Е.В.Лазарева, Л.А.Каткова, Я.П.Довгалецкий, М.Е.Раковский*

С целью определения нормативных величин длительности и дисперсии интервалов QT, QTa и RTa при автоматическом анализе длительных записей одного отведения ЭКГ обследованы 96 практически здоровых лиц в возрасте от 19 до 62 лет. Проводилась синхронная запись ЭКГ в 12-и общепринятых отведениях и регистрация II стандартного отведения в течение 5 мин. Средние значения длительности интервалов QT и QTc соответственно составили  $390,8 \pm 25,9$  мс и  $414,2 \pm 18,7$  мс, а для DQTc -  $56,2 \pm 20,6$  мс. Средние величины QTa, QTac, RTa, RTac и их дисперсии находятся, соответственно, в пределах -  $305,9 \pm 23,2$  мс.,  $326,1 \pm 18,9$  мс.,  $267,5 \pm 24,2$  мс.,  $284,3 \pm 19,1$  мс. И  $43,4 \pm 14,5$  мс.,  $37,9 \pm 14,1$  мс. В группе молодых людей ( $\leq 35$  лет) длительность интервалов QT, QTa, RTa, в среднем на 19,5 мс меньше чем у лиц старшей возрастной группы ( $> 35$  лет), разница их скорректированных значений на 6,0 мс. Дисперсия скорректированных значений QT, QTa и RTa, наоборот, больше в молодом возрасте, в среднем на 8,6 мс. Более выраженные возрастные изменения длительности QT и QTc отмечены у женщин, чем у мужчин. Таким образом, при автоматическом анализе пятиминутных записей одного отведения ЭКГ у практически здоровых людей различных возрастных групп выявлено наличие временной негетогенности процессов реполяризации миокарда желудочков. Обнаружена возрастно-половая зависимость ее выраженности. Между длительностью интервала QT и его дополнительными индексами (QTa, RTa) обнаружена достоверная ( $p < 0,001$ ) корреляционная связь. Это позволяет для оценки временной негетогенности процессов реполяризации миокарда использовать автоматическое измерение интервалов QTa и RTa, что обеспечивает более стабильное воспроизведение и помехоустойчивость измерений.

#### TIME INHOMOGENEITY IN VENTRICULAR MYOCARDIAL REPOLARIZATION IN HEALTHY PERSONS: NORMALS OF DURATION AND DISPERSION OF QT INTERVAL AND THEIR DERIVATIVES

*P.Ya. Dovgalevskii, O.K. Rybak, A.N. Burlaka, E.V. Lazareva, L.A. Katkova, Ya.P. Dovgalevskii, M.E. Rakovskii*

To determine the normals of duration and dispersion of QT-, QTa-, and RTa-intervals for an automated analysis of long-term ECG records from single lead, 96 healthy persons aged 19-62 years were examined. The synchronous ECG recording in 12 conventional leads and recording of standard lead II for 5 minutes were performed. Mean values of QT- and QTc-interval duration were  $390.8 \pm 25.9$  ms and  $414.2 \pm 18.7$  ms, respectively, and of DQTc was  $56.2 \pm 20.6$  ms. Mean values of QTa, QTac, RTa, and RTac are in the limits of  $305.9 \pm 23.2$  ms,  $326.1 \pm 18.9$  ms,  $267.5 \pm 24.2$  ms,  $284.3 \pm 19.1$  ms, their dispersions, are in the limits of  $43.4 \pm 14.5$  ms and  $37.9 \pm 14.1$  ms. In young adults (less than 35 years), the duration of intervals QT, QTa, and RTa was shorter, on the average, by 19.5 ms, than in subset of older population ( $> 35$  years), the difference of their values, by 6.0 ms. On the contrary, the dispersion of corrected values of QT, QTa, and RTa was greater in young adults (by 8.6 ms, on the average). The more pronounced age changes of duration of QT and QTc were observed in women compared with men. Thus, in automated analysis of the 5-minute records from a single ECG lead in healthy persons of different age, the time inhomogeneity of ventricular myocardium repolarization was found. Its degree depended on the age and gender. Statistically significant correlation ( $p < 0.001$ ) was found between the QT-interval duration and its additional indices (QTa, RTa) that permitted one to use the automated evaluation of QTa and RTa intervals for assessment of time inhomogeneity of myocardial repolarization that provided a more stable reproduction and noise-resistant measurements.