



Индекс «электрической добротности сердца» позволяет спрогнозировать степень риска фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков

Мельникова И. Ю.¹, Токарева Ю. А.²

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная д. 41.

² ГБУЗ «Детская республиканская больница» 185000, г. Петрозаводск, ул. Парковая, д. 58

Для цитирования: Мельникова И. Ю., Токарева Ю. А. Индекс «электрической добротности сердца» позволяет спрогнозировать степень риска фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2021;185(1): 150–154. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-185-1-150-154

✉ Для переписки:

Мельникова Ирина Юрьевна
melnikovai@yandex.ru

Мельникова Ирина Юрьевна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой педиатрии и детской кардиологии
Токарева Юлия Александровна, врач функциональной диагностики, детский кардиолог

Резюме

Цель исследования. Оптимизация метода расшифровки электрокардиограммы (ЭКГ) для диагностики и прогнозирования развития фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков в зависимости от выраженности электрической нестабильности миокарда.

Материалы и методы. Для оценки электрической нестабильности миокарда у детей и подростков, авторы предлагают использовать модифицированный метод оценки «электрической добротности сердца», предложенный А. Н. Волобуевым с соавторами. Для оценки индекса «электрической добротности сердца» у детей и подростков разработана формула: $D = (aR/aT):(QT/QRS)$, где D — индекс «электрической добротности сердца», aR и aT — амплитуда зубцов R и T, QT — интервал QT, QRS — интервал QRS. ЭКГ регистрировали в 12 отведениях, оценка ЭКГ проводилась по общепринятым правилам.

Результаты. На основании анализа 234 ЭКГ детей и подростков от периода новорожденности до 18 лет определены критерии среднего значения индекса «электрической добротности сердца» (D), $D = 1,09 \pm 0,03$. Доказано, что величина значения индекса «электрической добротности сердца», не зависит от пола и возраста ребенка. У детей с удлинением скорректированного интервала QT выявлено уменьшение индекса «электрической добротности сердца».

Заключение. Индекс «электрической добротности сердца» в педиатрической практике позволяет прогнозировать степень риска фатальных кардиогенных состояний, выработать тактику динамического наблюдения за пациентами, оценить эффективность лечения. При значении $D < 0,55$ возможно прогнозирование высокой, при значении $0,55 \leq D < 0,80$ — средней, а при $D \geq 0,80$ — низкой степени риска развития фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков.

Ключевые слова: электрокардиограмма, интервал QT, нарушения ритма сердца, жизнеугрожающие аритмии, дети

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

<https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-185-1-150-154>

The index of “electrical quality of the heart” allows predicting the degree of risk of fatal cardiogenic conditions in children and adolescents

I. Yu. Melnikova, Yu. A. Tokareva^{1,2}¹ Federal state budgetary educational institution of higher professional education “North-Western state medical University n.a. I. I. Mechnikov” Health Ministry of Russia, 191015 St. Petersburg, Kirochnaya street, 41.² GBUZ “Children’s Republican hospital”, 185000, Petrozavodsk, Parkovaya street, 58.

For citation: Melnikova I. Yu., Tokareva Yu. A. The index of “electrical quality of the heart” allows predicting the degree of risk of fatal cardiogenic conditions in children and adolescents. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2021;185(1): 150–154. (In Russ.) DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-185-1-150-154

Irina Yu. Melnikova, head of the Department of Pediatrics and pediatric cardiology, Professor, MD; ORCID: 0000-0001-2345-6786
Yulia A. Tokareva, doctor of functional diagnostics, pediatric cardiologist; ORCID: 0000-0002-7778-6051

✉ **Corresponding author:**
Irina Yu. Melnikova
melnikovai@yandex.ru

Summary

The purpose of the research. The optimization of the method electrocardiogram’s interpretation (ECG) for diagnosis and prognosis of fatal cardiogenic situations among children and teenagers depending on the severity of myocardial electrical instability.

Materials and methods. The authors propose to use a modified method for assessing the “electrical quality of the heart”, proposed by A. N. Volobuev and co-authors in order to assess the electrical instability of the myocardium among children and teenagers. There is a formula which helps to estimate the index of “electrical quality factor of the heart” among children and teenagers: $D = (aR/aT) : (QT/QRS)$, where D is the index of “electrical quality factor of the heart”, aT and aR is the amplitude of R wave and T, QT — QT interval, QRS — interval, QRS. ECG was recorded in 12 leads, ECG assessment was carried out according to generally accepted rules.

Results. Based on the analysis of 234 ECG of children and teenagers from the neonatal period to 18 years, the criteria of the average value of the index of “electrical quality factor of the heart” (D) were defined, $D = 1,09 \pm 0,03$. It is proved that the value of the index “electrical quality factor of the heart” does not depend on the sex and age of the child. There was a decrease in the index of “electrical quality factor of the heart” was revealed among children with the lengthening of the QT interval.

Conclusion. The index of “electrical quality factor of the heart” in pediatric practice allows to predict the risk of fatal cardiogenic conditions, to develop tactics of dynamic monitoring of patients, to evaluate the efficiency of treatment. When $D < 0,55$ it is possible to predict high risk, at a value of $0,55 \leq D < 0,80$ — average risk, and at $D \geq 0,80$ — low risk of fatal cardiogenic conditions among children and teenagers.

Keywords: electrocardiogram, QT interval, cardiac rhythm disturbances, life-threatening arrhythmias, children

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Одним из самых доступных и распространённых методов оценки состояния сердечно-сосудистой системы остается электрокардиография (ЭКГ). Интервал QT – один из наиболее значимых параметров ЭКГ, отражающий процессы деполяризации и реполяризации миокарда желудочков, позволяющий выявить пациентов из групп риска по развитию жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма и внезапной сердечной смерти. Понятие «синдром удлиненного интервала QT» объединяет разнообразную группу заболеваний, при которых происходит замедление фазы реполяризации миокарда желудочков вследствие патологии ионных каналов на мембране кардиомиоцита и характеризующихся высоким риском внезапной смерти

в результате возникновения желудочковой тахикардии [1, 2]. Продолжительность скорректированного интервала QT (интервал QTc) более 440 мс является патологической в любом возрасте. Выделяют врожденный синдром удлиненного интервала QT (СУИQT), относящийся к «первичным электрическим заболеваниям сердца» (каналопатиям) и вторичный (приобретенный) синдром удлиненного интервала QT. Независимо от причин удлинения интервала QT во всех случаях сохраняется высокий риск развития фатальной аритмии и внезапной сердечной смерти [3, 4, 5]. Описано несколько неинвазивных методов определения высокого риска развития жизнеугрожающих аритмий. Одним из них является электрокардиография высокого

разрешения с определением поздних потенциалов желудочков, которые являются маркером электрической нестабильности миокарда [5]. Однако, для выявления этого маркера необходимо проведение суточного мониторинга ЭКГ по Холтеру с применением специальной программы. Другим распространенным методом определения риска развития жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма является оценка дисперсии интервала QT – разницы между минимальной и максимальной продолжительностью интервала QT в каждом из 12 отведений электрокардиограммы при проведении ЭКГ покоя. К факторам риска развития синкопальных состояний и внезапной смерти относят увеличение дисперсии интервала QT более 55 мс [6]. При использовании вышеперечисленных методов, отсутствуют критерии низкой, средней и высокой степеней риска развития фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков.

Для диагностики ранних и выраженных нарушений внутрижелудочковой проводимости, а также оценки состояния миокарда и проводящей системы и эффективности терапии в процессе лечения у взрослых А. Н. Волобуевым с соавторами предложено понятие «электрическая добротность сердца». Авторы предлагают рассчитывать этот показатель

как отношение амплитуд зубцов R и T с отношением продолжительности интервалов QT (Δt_{QT}) и QRS (Δt_{QRS}). Для оценки «электрической добротности сердца» используют II стандартное отведение [7]. Полученные А. Н. Волобуевым с соавторами результаты зависимости $\Delta t_{QT}/\Delta t_{QRS}$ от отношения зубцов R/T оценивались по разработанной ими номограмме. Нормативы были определены только для взрослых. Отклонение этого показателя в сторону уменьшения от референсных значений указывает на развитие патологического процесса любого характера в миокарде у взрослых даже в том случае, если остальные обычно контролируемые параметры ЭКГ (амплитуды зубцов, длительность интервалов) находятся в пределах нормы [7]. В доступных литературных источниках отсутствуют сведения о нормативных показателях для детей и подростков, а также о применении индекса «электрической добротности сердца» для прогнозирования риска развития фатальных кардиогенных состояний.

Цель исследования. Оптимизация метода расшифровки электрокардиограммы (ЭКГ) для диагностики и прогнозирования развития фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков в зависимости от выраженности электрической нестабильности миокарда.

Материалы и методы

Для оценки «электрической добротности сердца» у детей и подростков нами разработана формула, адаптированная для использования без применения номограммы: $D = (aR/aT) : (QT/QRS)$, где D – индекс «электрической добротности сердца», aR и aT – амплитуда зубцов R и T, QT – интервал QT, QRS – интервал QRS. По результатам проведенного нами исследования получен патент на изобретение RU 2623486 «Способ прогнозирования риска развития жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма у детей и подростков», дата регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 26.06.2017 г [8].

Все показатели, используемые в разработанной нами формуле, заложены в номограмме, предложенной Волобуевым А. Н. с соавторами. ЭКГ регистрировали в 12 отведениях на трехканальном электрокардиографе «SHILLER-AT-1» (Швейцария) со скоростью 50 мм/сек в состоянии относительного покоя в положении лежа. Запись содержала не менее 6 кардиоциклов в каждом отведении. Оценка полученных записей ЭКГ проводилась в соответствии с общепринятыми правилами. Длительность интервалов PQ, QRS, QT (в мс) определяли во II стандартном отведении. Для определения интервала QT мы использовали классический метод Е. Lepeshkin и В. Surawicz (1952г).

Результаты

Нами были проанализированы 234 ЭКГ детей и подростков от периода новорожденности до 18 лет. У всех исследуемых был рассчитан индекс «электрической добротности сердца» по формуле: $D = (aR/aT) : (QT/QRS)$. Среднее значение D составило $1,09 \pm 0,03$. Статистически значимых различий по полу и возрасту зарегистрировано не было. У детей с удлинением интервала QTc зарегистрировано статистически достоверное ($p < 0,01$) уменьшение индекса «электрической добротности сердца», причем значение D не зависело от степени удлинения интервала QTc.

Из всего массива было отобрано 173 ЭКГ подростков в возрасте от 10 до 17 лет. В основную группу вошли дети с продолжительностью интервала QTc 440 мс и более ($n=52$), в контрольную группу – дети с продолжительностью интервала QTc менее 440 мс ($n=121$).

Для определения показателя риска развития фатальных кардиогенных состояний нами был проведен дискриминантный анализ в контрольной и основной группах, для этого рассчитывали выборочную среднюю, дисперсию и лямбду Уилкса (таблица 1).

При статистическом анализе данных было выявлено, что при значении $0,55 \leq D < 0,8$ риск развития фатальных кардиогенных состояний увеличивался в 22,4 раза, при значении $D < 0,55$ риск развития фатальных кардиогенных состояний увеличивался в 118,6 раз.

Нами было установлено, что при значении $D \geq 0,80$ вероятность удлинения интервала QTc более 440 мс составляет 24,8%, при значении $0,55 \leq D < 0,80$ вероятность удлинения интервала QTc более 440 мс составляет 50%, т.е. увеличивается более, чем в 2 раза; при значении $D < 0,55$ вероятность удлинения интервала

Группы	Выборочная средняя $\Sigma X / n$	Дисперсия D $\Sigma(X - X_{ср})^2 / n$	Лямбда Уилкса
QTc < 440	1.177306256	0.4104949	0.8884487
QTc \geq 440	0.885646486	0.294392	

Таблица 1.
Данные дискриминантного анализа

Table 1.
Discriminant analysis data

Группы	n	Выборочная средняя $\Sigma X / n$	Вероятность удлинения QTc	Дисперсия D $\Sigma(X - X_{ср})^2 / n$	Лямбда Уилкса
D < 0,55 (высокая степень риска)	8	458.3750	62,5%	48.05930	0.939981
0,55 \leq D < 0,80 (средняя степень риска)	24	427.1250	50,0%	36.94804	
D \geq 0,80 (низкая степень риска)	141	416.0851	24,8%	38.05100	

Таблица 2.
Значения интервала QTc в зависимости от значений индекса «электрической добротности сердца»

Table 2.
QTc interval values depending on the meanings of the index of the "electrical quality of the heart"

Показатель	Всего	инт. QTc > 440 мс	инт. QTc < 440 мс
Всего	173	52	121
D < 0,55 (высокая степень риска развития фатальных кардиогенных состояний)	5	4 (7,69%)	1 (0,83%)
0,55 \leq D < 0,80 (средняя степень риска)	19	14 (26,92%)	5 (4,13%)
D \geq 0,80 (низкая степень риска)	149	34 (65,38%)	115 (95,04%)

Таблица 3.
Степень риска развития фатальных кардиогенных состояний в зависимости от продолжительности интервала QTc

Table 3.
The extent of the risk of fatal cardiogenic conditions depending on the QTc interval duration

QTc более 440 мс составляет 62,5%, т.е. увеличивается более чем в 2,5 раза (таблица 2).

Как следует из приведенных выше данных, значение лямбды Уилкса $0,0 < \lambda < 1,0$. Это указывает на наличие дискриминации в группах и дает возможность для классификации наблюдений в различных группах и позволяет относить объекты в одну из наблюдаемых групп.

В процессе нашего исследования определено, что среди детей с удлинением интервала QTc выше процент детей, имеющих высокую и среднюю степени риска развития фатальных кардиогенных состояний по сравнению с детьми, имеющими нормальную продолжительность интервала QTc (таблица 3).

Обсуждение

Учитывая, что индекс «электрической добротности сердца» не зависит от частоты сердечных сокращений, он может применяться у детей без учета возраста и гендерных особенностей, несмотря на значительную вариабельность частоты сердечных сокращений. Индекс «электрической добротности сердца» является маркером электрической стабильности миокарда. Более низкие значения данного показателя свидетельствуют о выраженной электрической нестабильности миокарда (это подтверждается тем, что значения D достоверно ниже у детей с удлинением интервала QTc). В ходе нашего исследования выявлено, что синкопальные состояния чаще встречались у детей, имеющих удлинение интервала QTc на ЭКГ покоя. У этих пациентов выявлено, что значения индекса «электрической добротности сердца» колебались в диапазоне от 0,55

до 0,8 (количество синкопальных состояний при данных значениях индекса «электрической добротности сердца» увеличилось в 22,4 раза). Учитывая, что значения данного показателя ниже в группе пациентов, имеющих удлинение интервала QTc, был сделан вывод, что синкопальные состояния имели аритмогенный генез. При значении D < 0,55 в 118, 6 раз увеличивалась частота встречаемости клинической смерти (наблюдаемые – дети с удлинением интервала QTc, имеющие в анамнезе состояние клинической смерти (1 ребенок умер), вероятнее всего связанную с развитием желудочковой тахикардии). Таким образом, при значении D < 0,55 возможно прогнозирование высокой, при значении 0,55 \leq D < 0,80 – средней, а при D \geq 0,80 – низкой степени риска развития фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков.

Заключение

Расчет индекса «электрической добротности сердца» (D) в педиатрической практике позволяет прогнозировать степень риска развития фатальных кардиогенных состояний у детей и подростков, а также

выработать необходимую тактику динамического наблюдения за пациентами, осуществлять своевременное, адекватное лечение и динамический контроль за эффективностью проводимой терапии.

Литература | References

1. Orlova, N. V., Melnikova I. Yu., Soldatkin E. V. Arrhythmia of the heart in children. SPb., 2008, 192 p. (In Russ)
Орлова, Н. В. Аритмия сердца у детей / Н. В. Орлова, И. Ю. Мельникова, Э. В. Солдаткин. – СПб., 2008. – 192 с.
2. Belozеров, Yu. M., Makarov L. M. et al. Life – threatening conditions of arrhythmogenic Genesis. Cardiology of childhood. Moscow. GEOTAR – Media, 2014. Chapter 16. (In Russ)
Белозеров, Ю. М. Жизнеугрожающие состояния аритмогенного генеза / Ю. М. Белозеров, Л. М. Макаров // Кардиология детского возраста / Л. В. Брегель, Ю. М. Белозеров, Л. С. Балева, Л. И. Агапитов; под ред. А. Д. Царегородцева, Ю. М. Белозерова, Л. В. Брегель. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Гл. 16.
3. Makarov, L. M. Holter monitoring. 4th ed. Moscow. Medpraktika-M, 2017. 504 p. (In Russ)
Макаров, Л. М. Холтеровское мониторирование / Л. М. Макаров. – 4-е изд. – М.: Медпрактика-М, 2017. – 504 с.
4. Rezvan, V.V., Yakob O. V., Kataeva Yu. S. Clinical and electrocardiographic syndromes associated with the risk of sudden death. *Clinical Medicine*. 2008;86(5):55–60. (In Russ)
Резван, В. В. Клинико-электрокардиографические синдромы, ассоциированные с риском внезапной смерти / В. В. Резван, О. В. Якоб, Ю. С. Катаева // Клиническая медицина. – 2008. – Т. 86, № 5. – С. 55–60.
5. Makarov, L. M. EKG in pediatrics. 3rd ed. Moscow. Medpraktika-M, 2013. 696 p. (In Russ)
Макаров, Л. М. ЭКГ в педиатрии / Л. М. Макаров. – 3-е изд. – М.: Медпрактика-М, 2013. – 696 с.
6. Chuprova, S. N. Dispersion of the QT interval. Long QT syndrome. Moscow. Medpraktika publ., 2001, pp.68–72. (In Russ)
Чупрова, С. Н. Дисперсия интервала QT / Чупрова С. Н. // Синдром удлиненного интервала QTc / под ред. Школьниковой М. А. – М.: изд-во Медпрактика, 2001. – С. 68–72.
7. Volobuev A. N., Kondurtsev V. A., Romanchuk P. I., Bazarova V.N. Improving the assessment of the integral parameters of the electrocardiogram. *Clinical medicine*. 2001;79(9):32–35. (In Russ)
Совершенствование оценки интегральных параметров электрокардиограммы / А. Н. Волобуев, В. А. Кондурцев, П. И. Романчук, В. Н. Базарова // Клиническая медицина. – 2001. – Т. 79, № 9. – С. 32–35.
8. Melnikova I. Yu., Tokareva Yu. A. Patent 2623486 Russian Federation, МПК А 61 N 1/30. A method for predicting the risk of developing life-threatening heart rhythm disturbances in children and adolescents. applicant and patentee FGBOU VO North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov of the Ministry of Health of Russia. No. 2016131834, app. 02.08.2016, publ. 06/26/2017, Bul. No. 18. 13 p. (In Russ)
Пат. 2623486 Российская Федерация, МПК А 61 N 1 /30. Способ прогнозирования риска развития жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма у детей и подростков / Мельникова И. Ю., Токарева Ю. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России. – № 2016131834, заявл. 02.08.2016, опубл. 26.06.2017, Бюл. № 18. – 13 с.