

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У ДЕТЕЙ С ОСТРЫМИ РЕСПИРАТОРНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

[О. В. Сорокин¹, Т. В. Карцева², Д. Ф. Зейналов²](#)

¹НПО «Биоквант» (г. Новосибирск)

²ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)

В настоящей работе изучены 5-минутные отрезки кардиоинтервалографии (КИГ) с выделением RR-, QT-, ST-диапазонов у здоровых детей и детей с острыми респираторными заболеваниями в сравнении. В ней также предложен функциональный подход (субфазовый анализ КИГ), позволяющий на системном уровне количественно оценить биофизические явления на молекулярном уровне, происходящие в фазу потенциала действия сократительного кардиомиоцита по данным дисперсии субфаз.

Ключевые слова: кардиоинтервалография, субфазовый анализ, острые респираторные заболевания, функциональный подход, сердечный цикл, RR-, QT-, ST-диапазоны.

Сорокин Олег Викторович — кандидат медицинских наук, доцент, генеральный директор НПО «Биоквант», г. Новосибирск, рабочий телефон: 8 (383) 334-01-79, e-mail: biokvant@mail.ru

Карцева Татьяна Валерьевна — доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой пропедевтики детских заболеваний ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 229-10-54, e-mail: kartseva-t@mail.ru

Зейналов Девран Фикрад оглы — студент педиатрического факультета ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: devranzeynalov@mail.ru

Введение. Известно, что дети младшего школьного возраста болеют острыми респираторными заболеваниями (ОРЗ) 5–7 раз в год [1]. Высокая заболеваемость ОРЗ в детском возрасте делает эту проблему одной из наиболее актуальных в педиатрии. Часто повторяющиеся острые заболевания приводят к ослаблению защитных сил организма, способствуют формированию хронических очагов инфекции, вызывают

аллергизацию, препятствуют проведению профилактических прививок, отягощают преморбидный фон и задерживают физическое и психомоторное развитие детей. В первые дни заболевания очень важно оценить возможные риски развития осложнений ОРЗ. Традиционно эту категорию риска на первом этапе определяют по динамике клинической симптоматики и в арсенале поликлинического педиатра не так много объективных инструментов для выделения этой группы. В этой связи представляется актуальным разработка системы телеметрии, которая бы позволяла отслеживать динамику показателей кардиореспираторной системы в условиях иммунопатологического процесса. Система телеметрии представляла бы собой домашний аппаратно-программный комплекс для мониторинга ритма сердца с возможностью передачи этой информации через Интернет курирующему врачу. Известно, что спектральные индексы и индексы временного анализа вариабельности ритма сердца высоко чувствительны к степени интоксикации при иммунопатологическом процессе [2, 3]. Мы предполагаем, что использование субфазового анализа ритма сердца позволит еще более детально оценить особенности реактивности организма ребенка во время течения ОРЗ [4-7].

Таким образом, *целью нашей работы* явилось изучение особенности регуляции ритма сердца у детей с ОРЗ.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 60 детей младшего школьного возраста (30 мальчиков и 30 девочек). Из них основную группу составили 30 детей (15 мальчиков и 15 девочек) в возрасте от 7 до 12 лет, находящиеся на стационарном лечении в педиатрическом отделении МБУЗ НСО «ГКБ № 25» и в отделении старшего возраста МБУЗ НСО «ДГКБ» № 6 по поводу заболевания органов дыхания. Группу контроля составили 30 школьников (15 мальчиков и 15 девочек) в возрасте от 7 до 12 лет, не имеющие в анамнезе хронических заболеваний и не перенесшие за последние три месяца острых заболеваний.

Для оценки регуляции ритма сердца использовалась запись кардиоинтервалографии (КИГ) на аппарате «ВНС-Микро» компании Нейрософт (г. Иваново) в течение 5 мин в положении лёжа и 5 мин при проведении активной ортостатической пробы. Субфазовый анализ дисперсий QT-интервалов и ST-сегментов проводился на программном обеспечении «КардиоБОС» компании Биоквант (г. Новосибирск).

Анализ кардиоинтервалограммы начинался с 30-го сердечного цикла, после исключения нестационарного периода, связанного с переходом в вертикальное положение испытуемого.

Статистический анализ полученных данных производился с помощью программы «Statistica 7.0» (в статье приведены значения медианы и интерквартильного размаха с уровнем значимости $p < 0,05$).

Результаты и их обсуждения. Ранее мы опубликовали предварительные нормативные диапазоны по дисперсии комплекса QRS, сегмента ST, длительности зубца T [4-7]. В настоящей статье проведен сравнительный анализ дисперсии RR-интервала, ST-сегмента и интервала QT в ходе ортостаза у детей с ОРЗ и здоровых детей в возрасте 7-12 лет (рис. 1-3).

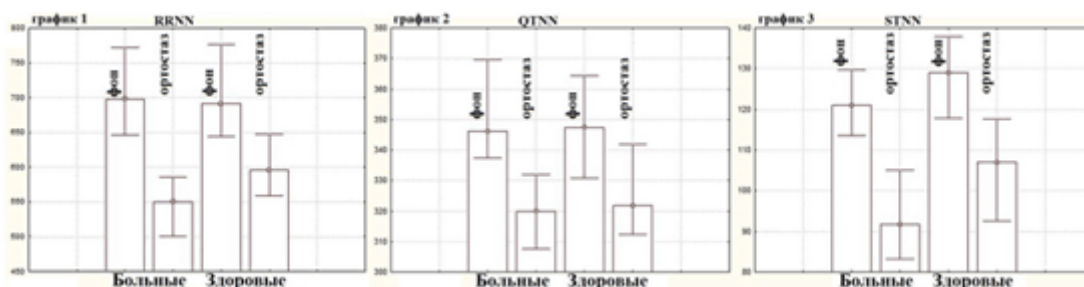


Рис. 1. Изменение средней длительности сердечного цикла и средней длительности интервала QT и сегмента ST в ходе ортостаза

На первом графике рис. 1 показана динамика изменения длительности сердечного цикла в целом (RRNN). Видно, что наблюдается закономерное снижение средней длительности всего сердечного цикла в ходе ортостаза по сравнению с фоном у больных с 698,4 до 550,4 мс (на 21 %), у здоровых — с 691,1 до 595,8 мс (на 14 %). Это объясняется увеличением мощности спектра в низкочастотном диапазоне (LFnu) в ходе ортостаза, связанного с симпатическими влияниями, во-вторых, снижением мощности спектра в высокочастотном диапазоне (HFnu) в ходе ортостаза, связанного с парасимпатическими влияниями. Эти данные соответствуют типовому варианту реагирования экстракардиальной системы регуляции ритмов сердца на ортостаз [8].

На втором графике рис. 1 показана динамика изменений средней длительности интервалов QT (QTNN) при субфазовом анализе. В данном случае средняя длительность этих интервалов во время ортостаза также уменьшилась: у больных — с 346,2 до 320 мс (на 8 %), у здоровых — с 347,4 до 321,7 мс (на 7 %). На третьем графике показана динамика изменений средней длительности сегментов ST (STNN) при субфазовом анализе. Средняя длительность их также уменьшилась: у больных — с 121 до 91,65 мс (на 21 %), у здоровых — с 129 до 107 мс (на 17 %). Таким образом, динамика изменений как у больных, так и у здоровых детей сонаправлена, но выраженность изменений различна, у больных детей наблюдаются более выраженные изменения.

Для детализации особенностей вегетативного реагирования был проведен спектральный анализ дисперсии указанных субфаз кардиоинтервалограммы с использованием быстрого преобразования Фурье (рис. 2 и 3).

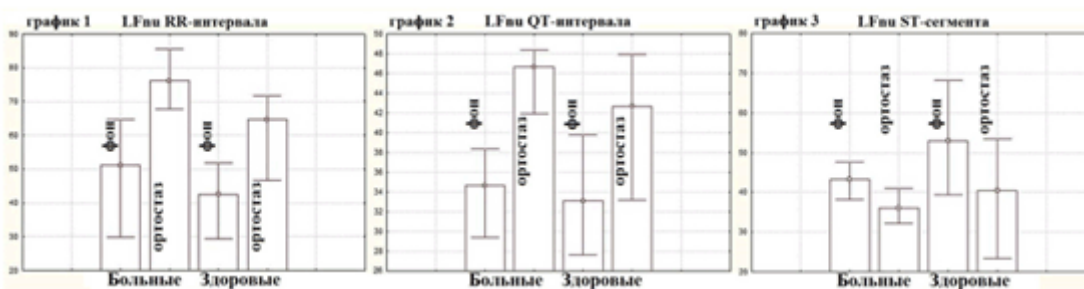


Рис. 2. Динамика изменения нормализованной мощности спектра в низкочастотном диапазоне по данным дисперсии RR-, QT-интервалов, ST-сегмента

На рис. 2 представлена динамика изменений мощности спектра в низкочастотном диапазоне (LFnu), которая является маркером симпатических влияний. На первом графике показана динамика изменений LFnu при оценке КИГ по RR-интервалам. Мы выявили, что в условиях ортостаза доля симпатических влияний на работу сердца повысилась у больных — с 51,1 до 76,2 % (на 25 %), у здоровых — с 42,6 до 64,7 % (на 22 %). На втором графике показана динамика изменений LFnu при субфазовом

анализе QT-интервалов. Установлено, что в условиях ортостаза доля симпатических влияний также повысилась: у больных — с 34,7 до 46,7 % (на 12 %), у здоровых — с 33,1 до 42,7 % (на 10 %). Таким образом, динамика изменений как у больных, так и у здоровых сонаправлена, но выраженность изменений различна, у больных детей наблюдаются более выраженные изменения. Но при субфазовом анализе сегментов ST, третий график рис. 2, присутствуют совершенно разнонаправленные механизмы регуляции. Доля симпатических влияний в ортостазе понизилась как у больных — с 43,3 до 35,9 % (на 7 %), так и у здоровых — с 52,8 до 40,4 % (на 12 %).

Противоположные направления спектральных показателей объясняются тем, что сегменту ST соответствует фаза плато в потенциале действия кардиомиоцитов, обусловленная активацией Са-каналов L-типа и К-каналов постоянной утечки, где главную роль в механизме играют ионы Ca^{++} . Во время ортостаза при развитии сегмента ST мы обнаружили спектральным методом анализа преобладание влияния парасимпатической нервной системы над симпатической, результатом чего является снижение Ca^{++} проводимости. Возможно, полученный нами результат связан с классическим эффектом действия ацетилхолина на M_2 -холинорецепторы через активацию Gi-белков, которые ингибируют аденилатциклазу, в результате чего повышения цАМФ не происходит, а это снижает активацию Са-каналов L-типа в клеточной мембране. Таким образом, снижается вход Ca^{++} в кардиомиоциты из межклеточной жидкости, потому что не происходит активации протеинкиназы А и фосфорилирования ряда внутриклеточных белков, отвечающих за регуляцию транспорта Ca^{++} и за метаболические процессы в кардиомиоцитах, дополнительного повышения силы сокращений и скорости расслабления сердца. В результате уменьшается продолжительность фазы плато, также объясняется уменьшение продолжительности сегмента ST [9-11].

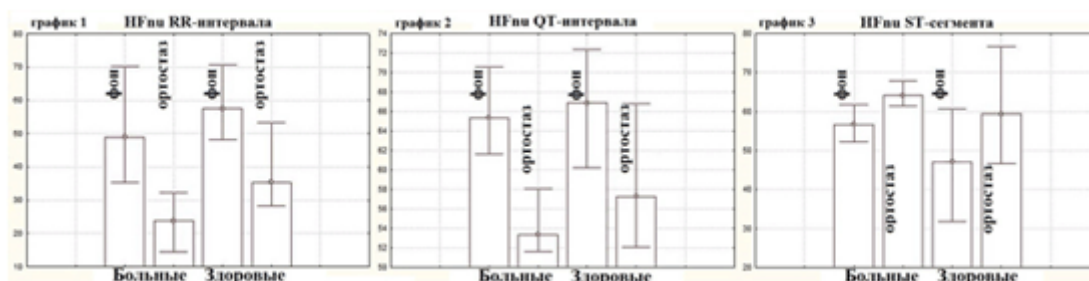


Рис. 3. Динамика изменения нормализованной мощности спектра в высокочастотном диапазоне по данным дисперсии RR-, QT-интервалов, ST-сегмента

На рис. 3 представлена динамика изменений мощности спектра в высокочастотном диапазоне (HFnu), который является маркером парасимпатических влияний. На первом графике показана динамика изменений при оценке КИГ по RR-интервалам. Мы выявили, что в условиях ортостаза доля парасимпатических влияний на работу сердца понизилась у больных — с 48,9 до 23,8 % (на 25 %), у здоровых — с 57,5 до 35,4 % (на 22 %). Во втором графике показана динамика изменений при субфазовом анализе QT-интервалов. Установлено, что доля парасимпатических влияний в ортостазе также понизилась: у больных — с 65,4 до 53,4 % (на 12 %), у здоровых — с 66,9 до 57,3 % (на 10 %). Таким образом, динамика изменений как у здоровых, так и у больных однонаправлена, но выраженность изменений различна, у больных детей наблюдаются более выраженные изменения. Но при субфазовом анализе сегментов ST, третий график рис. 3, мы видим совершенно разнонаправленные механизмы регуляции. Доля парасимпатических влияний в ортостазе повысилась как у больных — с 56,7 до 64,1 % (на 7 %), так

и у здоровых — с 47,2 до 59,4 % (на 12 %). Объяснения описаны при характеристике изменений низкочастотного диапазона (LFnu) на рис. 2 по ST-сегменту. Такие противоположные тенденции могут объясняться разным характером внутри- и экстракардиальных регулирующих влияний на механизмы, реализующие разные фазы сердечного цикла. В этом и есть преимущество субфазового анализа, который позволяет детализировать регуляторные особенности по выбранному сегменту или по выбранной фазе сердечного цикла.

Выводы

1. При оценке КИГ в условиях фона и ортостаза у детей с ОРЗ только по RR-интервалам наблюдаются типичные тенденции общебиологических реакций компенсации посредством барорецепторных механизмов на понижение артериального давления, но по сравнению со здоровыми детьми выраженность изменений различна, у больных детей более выражены показатели регуляции сердечного ритма.
2. При субфазовом анализе QT-интервала и ST-сегмента показано, что динамика RR-интервалов усредняет особенности регуляции ритма сердца, которые проходят на уровне субфаз сердечного цикла, что нами показано по анализам дисперсии QT-интервала и ST-сегмента.
3. Впервые предложены предварительные коридоры значений спектральных параметров дисперсии QT-интервалов и сегментов ST у детей с ОРЗ в возрасте 7-12 лет в сравнении со здоровыми детьми.

Список литературы

1. Учайкин В. Ф. Инфекционные болезни у детей : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Ф. Учайкин, Н. И. Нисевич, О. В. Шамшева. — М. : Издательский центр «ГЕОТАР-Медиа», 2011.
2. Профилактика иммунодефицитных заболеваний у детей школьного возраста : методическое пособие для врачей / О. В. Сорокин [и др.]. — Новосибирск : СО РАМН, 2004. — № 3.
3. Факторный анализ параметров вегетативной регуляции сердечного ритма у детей / О. В. Сорокин [и др.] // Бюл. СО РАМН. — 2004. — № 1. — С. 32-39.
4. Зейналов Д. Ф. Особенности дисперсии сегмента ST в ходе ортостаза [Электронный ресурс] / Д. Ф. Зейналов, О. В. Сорокин // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2013. — № 4. — Режим доступа : http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1062. — Дата обращения : 25.03.2015.
5. Сорокин О. В. Особенности дисперсии RR, QT и TQ-периодов у подростков при проведении ортостатической пробы [Электронный ресурс] / О. В. Сорокин, В. Г. Ефименко, А. В. Титенко // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2012. — № 4. — Режим доступа : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=761). — Дата обращения : 25.03.2015.
6. Спектральные характеристики QT-TQ дисперсии у подростков при проведении ортостатической пробы [Электронный ресурс] / О. В. Сорокин [и др.] // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2013. — № 1. — Режим доступа : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=922). — Дата обращения : 25.03.2015.
7. Сорокин О. В. Особенности дисперсии RR-интервалов и ST-сегмента в ходе ортостаза [Электронный ресурс] / О. В. Сорокин, Д. Ф. Зейналов // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2013. — № 3. — Режим доступа : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1025). — Дата обращения : 25.03.2015.
8. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных

электрокардиографических систем : методические рекомендации / Р. М. Баевский [и др.] // Вестн. аритмологии. — 2001. — № 24. — С. 65-87.

9. Гилман А. Г. Клиническая фармакология по Гудману и Гилману / А. Г. Гилман. — М. : Практика, 2006.
10. Гайтон А. Г. Медицинская физиология / А. Г. Гайтон, Д. Э. Холл. — Логосфера, 2008. — 1296 с.
11. Камкин А. Г. Физиология и молекулярная биология мембран клеток : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. Г. Камкин, И. С. Киселёва. — М. : Издательский центр «Академия», 2008.

FEATURES OF REGULATION OF CARDIAC RHYTHM AT CHILDREN WITH ACUTE RESPIRATORY DISEASES

[O. V. Sorokin¹](#), [T. V. Kartseva²](#), [D. F. Zeynalov²](#)

¹SPA «Biokvant» (Novosibirsk)

²SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University» of Ministry of Health (Novosibirsk)

5-minute pieces of cardiointervalography (CIG) with allocation of RR-, QT-, ST-ranges at healthy children and children with acute respiratory diseases in comparison are studied in the presented work. Functional approach (subphase analysis of CIG) is offered that allows to estimate quantitatively the biophysical phenomena at systemic and molecular level occurring in a phase of an action potential of retractive cardiomyocyte according to dispersion of subphases.

Keywords: cardiointervalography, subphase analysis, acute respiratory diseases, functional approach, cardiac cycle, RR-, QT-, ST-ranges.

About authors:

Sorokin Oleg Viktorovich — candidate of medical science, assistant professor, CEO of SPA «Biokvant», office phone: 8 (383) 334-01-79, e-mail: biokvant@mail.ru

Kartseva Tatyana Valerievna — doctor of medical science, professor, head of childhood diseases propaedeutics chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University» of Ministry of Health, office phone: 8 (383) 229-10-54, e-mail: kartseva-t@mail.ru

Zeynalov Devran Fikrad ogly — student of pediatric faculty at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University» of Ministry of Health, e-mail: devranzeynalov@mail.ru

List of the Literature:

1. Uchaykin V. F. Infectious diseases at children : guidance for students of higher educational institutions / V. F. Uchaykin, N. I. Nisevich, O. V. Shamsheva. — M. : Publishing center «GEOTAR-Media», 2011.
2. Prophylaxis of immunodeficient diseases at children of school age: methodical guidance for doctors / O. V. Sorokin [et al.]. — Novosibirsk: SB RAMS, 2004. — N 3.
3. Factorial analysis of parameters of vegetative regulation of cardiac rhythm at children / O. V. Sorokin [et al.] // Bulletin of SB RAMS. — 2004. — N 1. — P. 32-39.
4. Zeynalov D. F. Features of dispersion of the ST segment during an orthostasis [electron resource] / D. F. Zeynalov, O. V. Sorokin // Medicine and education in Siberia: online scientific journal. — 2013. — N 4. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1062). — Access date : 25.03.2015.
5. Sorokin O. V. Features of dispersion of RR, QT and the TQ periods at teenagers when carrying out orthostatic assay [electron resource] / O. V. Sorokin, V. G. Efimenko, A. V. Titenko // Medicine and education in Siberia: online scientific journal. — 2012. — N 4. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=761). — Access date :

25.03.2015.

6. Spectral characteristics of QT-TQ of dispersion at teenagers when carrying out orthostatic assay [electron resource] / O. V. Sorokin [et al.] // Medicine and education in Siberia: online scientific journal. — 2013. — N 1. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=922). — Access date : 25.03.2015.
7. Sorokin O. V. Features of dispersion of RR intervals and a ST segment during an ortostaz [electron resource] / O. V. Sorokin, D.F. Zeynalov // Medicine and education in Siberia: online scientific journal. — 2013. — N 3. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1025). — Access date : 25.03.2015.
8. The analysis of variability of cardiac rhythm when using various electrocardiographic systems : methodical references / R. M. Bayevsky [et al.] // Bulletin of arrhythmology. — 2001. — N 24. — P. 65-87.
9. Gilman A. G. Clinical pharmacology across Gudman and Gilman / A. G. Gilman. — M. : Practice, 2006.
10. Gayton A. G. Medical physiology / A. G. Gayton, D. E. Hall. — Logosfera, 2008. — 1296 p.
11. Kamkin A. G. Physiology and molecular biology of membranes of cells: guidance for students of higher educational institutions / A. G. Kamkin, I. S. Kiselyova. — M. : Publishing center «Academy», 2008.