

УДК 612.172.2-019.07

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 6-16 ЛЕТ

А.Р. Галеев, Л.Н. Игнешева*, Э.М. Казин

Кемеровский государственный университет,

*Кемеровская государственная медицинская академия, Кемерово, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Для изучения возрастных особенностей variability сердечного ритма у детей в возрасте 6-16 лет были проанализированы кардиоритмограммы 5400 детей. Выявлено, что значения параметров сердечного ритма (M, SDNN, RMSSD, TP, VLF, HF) у детей 6-16 лет увеличиваются с возрастом, волнообразно изменяясь от года к году. Половые различия наблюдались по параметру M с 9-и лет, по параметрам TP, VLF, LF с 11-и лет, по параметрам SDNN, RMSSD, HF с 12-и лет. В 16 лет различий между мальчиками и девочками по всем параметрам variability сердечного ритма обнаружено не было. Показано, что параметр VLF, полученный на записи электрокардиограммы продолжительностью менее пяти минут, пригоден для физиологической и клинической оценки. Полученные значения параметров могут быть использованы в практике, как нормативные.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дети, variability сердечного ритма

ВВЕДЕНИЕ

Среди современных методологических подходов к оценке состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом существенное место принадлежит анализу variability сердечного ритма (СР). Вместе с тем, сложность практического использования этого метода заключается в значительных индивидуальных различиях параметров СР у здоровых людей. Это затрудняет клиническую и физиологическую интерпретацию значений параметров СР. Существенную роль в оценке variability СР играют возрастно-половым особенностям [1, 2, 3, 4]. Особое внимание привлекает школьный возраст, поскольку за период обучения в школе в 4-5 раз снижается доля здоровых детей. Более чем у половины учащихся выявляются хронические патологии с сердечно-сосудистыми, психоневрологическими нарушениями, в основе которых лежат дисрегуляторные сдвиги. В связи с этим в последнее десятилетие увеличилась значимость методов для мониторинга и экспресс-оценки состояния здоровья школьников.

По этой причине особый интерес представляют данные по изучению показателей variability СР, полученные на коротких записях, у детей разного возраста. Вместе с тем, работ с большими объемами выборок и характеристикой каждого года жизни не достаточно. К тому же в большинстве исследований используются разные единицы измерения представляемых данных. Это значительно затрудняет сопоставление и использование их

результатов. В настоящее время международным сообществом кардиологов рекомендованы стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования variability СР на которые следует ориентироваться при проведении кардиоритмологических исследований [4].

В связи с этим мы исследовали variability СР у детей в возрасте 6-16 лет с целью получения нормальных значений параметров пригодных для экспресс-оценки состояния сердечно-сосудистой системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения возрастных особенностей регуляции СР была использована выборка кардиоритмограмм 5400 школьников в возрасте 6-16 лет имевших 1-2 группу здоровья. Запись кардиоритмограмм проводилась с 9 до 12 часов в рабочие дни недели в начале учебного года. Поскольку для сравнения ряда параметров СР требуется, чтобы группы были равночисленны, в каждой возрастной группе было выбрано случайным образом триста человек для последующего анализа. Разница в долях мальчиков и девочек в каждой возрастной группе не превышала 3%. Анализируемая выборка состояла из 3300 кардиоритмограмм школьников.

Кардиоритмографическое обследование и математическая обработка кардиоритмограмм проводилась с помощью кардиоритмографического комплекса ORTO Science (www.orto.ru/science) [1]. Кардиоритмограммы записывались после пяти минут отдыха в по-

ложении лежа. За NN-интервал принимался интервал между последовательными QRS-комплексами электрокардиограммы. Записанные кардиоритмограммы включали не менее 200 последовательных NN-интервалов суммарной продолжительностью не менее 128 секунд. Такая продолжительность записи выбрана для сокращения времени обследования и достаточна для оценки спектральных характеристик CP в диапазоне 0,4-0,017 Гц [5]. Для анализа вариабельности CP использовались параметры, рекомендованные Стандартами [4]. Поскольку значения статистических характеристик (M, SDNN, RMSSD) существенно зависят от количества анализируемых случаев, то они всегда рассчитывались по первым 200 интервалам. Для спектрального анализа кардиоритмограмма предварительно нормировалась по времени в тахограмму продолжительностью 128 секунд. Спектральные характеристики CP вычислялись по методу быстрого преобразования Фурье. Полученная периодограмма сглаживалась окном Хемминга с шириной пять точек.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием следующих методов: Kruskal-Wallis ANOVA, Mann-Whitney U тест, Wald-Wolfowitz Runs тест, тест Колмогорова-Смирнова. За достоверные отличия принимались отличия при $p < 0,05$. В связи с тем, что подавляющее большинство параметров CP не имеют нормального распре-

деления, в представленной работе они описаны медианой и 25, 75 перцентелями. Сравнение средних значений и медиан в нашей выборке показали, что из-за асимметричности распределений средние могут отличаться от медиан на 50-70%, что не учитывалось многими исследователями и, как правило, приводило к существенному завышению значений, рекомендуемых ими в качестве ориентировочных нормативов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе возрастных особенностей изменений среднего значения NN-интервалов (M) было отмечено достоверное его увеличение с возрастом ($p < 0,0001$) (табл. 1). Это соответствовало общеизвестному представлению об урежении частоты сердечных сокращений с возрастом в связи с улучшением функциональных возможностей сердца [6, 7]. Наибольшие различия M наблюдались у детей в возрасте 8 и 9 лет. Значение M у детей 10-и, 11-и, 12-и лет были близки, а в группах школьников 13-и, 14-и, 15-и, 16-и лет различия были более выражены. Первые половые различия в изменениях M обнаружены в 9 лет и связаны с тем, что у мальчиков средний NN-интервал был длиннее. Подобные различия наблюдались в 10, 11, 12, 13, 14 лет и не выявлялись в 15 и 16 лет.

Таблица 1

Возрастные изменения статистических параметров сердечного ритма

| Возраст | M (сек) Медиана | 25й - 75й перцентили | SDNN (сек) Медиана | 25й - 75й перцентили | RMSSD (сек) Медиана | 25й - 75й перцентили |
|---------|----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| 6 | 0,658 | 0,61-0,72 | 0,051 | 0,039-0,069 | 0,05 | 0,034-0,07 |
| 7 | 0,667 | 0,61-0,73 | 0,047* | 0,034-0,064 | 0,043* | 0,027-0,065 |
| 8 | 0,681* | 0,62-0,74 | 0,054 | 0,037-0,073 | 0,052 | 0,033-0,079 |
| 9 | м 0,743* д 0,719* | 0,67-0,82 0,66-0,8 | 0,055* | 0,043-0,079 | 0,056* | 0,035-0,079 |
| 10 | м 0,753 д 0,719 | 0,7-0,84 0,67-0,79 | 0,055 | 0,043-0,074 | 0,057 | 0,037-0,081 |
| 11 | м 0,762 д 0,733 | 0,70-0,84 0,68-0,80 | м 0,058 д 0,053 | 0,043-0,079 0,038-0,071 | м 0,062 д 0,053 | 0,039-0,092 0,037-0,075 |
| 12 | м 0,754* д 0,712* | 0,67-0,84 0,66-0,78 | м 0,056 д 0,050 | 0,040-0,079 0,041-0,068 | м 0,053* д 0,043* | 0,031-0,083 0,030-0,064 |
| 13 | м 0,767 д 0,762 | 0,69-0,84 0,7-0,82 | м 0,058 д 0,056 | 0,040-0,076 0,042-0,076 | 0,58* | 0,041-0,081 |
| 14 | м 0,772* д 0,757 | 0,70-0,85 0,67-0,84 | м 0,068* д 0,055 | 0,051-0,082 0,043-0,081 | м 0,066 д 0,050 | 0,040-0,089 0,038-0,075 |
| 15 | 0,795* | 0,72-0,89 | 0,061* | 0,044-0,078 | 0,05 | 0,037-0,074 |
| 16 | 0,819 | 0,74-0,92 | 0,061 | 0,044-0,082 | 0,057 | 0,035-0,08 |

* - Достоверные различия параметров ($p < 0,05$) по сравнению с предыдущим возрастом

Примечание. Если в каком-либо возрасте есть различия в значениях параметров между мальчиками и девочками, то значения параметров указываются отдельно: м – для мальчиков, д – для девочек

Значения SDNN, параметра, отражающего общую вариабельность CP, были максимальными у детей 9-и, 13-и, 14-и лет и минимальными у 7-и, 12-и летних. Вместе с этим, была отмечена общая закономерность увеличения значения SDNN с возрастом ($p < 0,001$), носившая волнообразный характер. Половые различия в значениях SDNN наблюдались у детей в 12, 13 и 14 лет и характеризовались большим значением медианы SDNN у лиц мужского пола. Очевидно, это было связано с большим ударным объемом сердца у мальчиков, что сопровождалось большей рефлекторной активностью парасимпатического отдела ВНС.

Максимальные значения медианы параметра RMSSD, отражающего высокочастотные компоненты CP, были отмечены в 9 и 13 лет, минимальные значения были в 7, 8, 12

лет. Значение медианы RMSSD с увеличением возраста изменялось волнообразно с тенденцией к возрастанию

Параметр TP, характеризующий общую мощность спектральных компонент CP, имеет близкий физиологический смысл к SDNN, поэтому у него наблюдались схожие возрастные тенденции. Максимально различались значения этого параметра у детей 8-и, 9-и лет и 12-и, 13-и лет (рис.). Вместе с этим обнаружены меньшие значения TP у детей 15-и лет по сравнению с 14-и летними. Эти различия демонстрировали волнообразный характер увеличения TP с возрастом, аналогично SDNN. Значения TP различались между мальчиками и девочками в возрастах с 11-и до 15-и лет. У мальчиков медианы этого параметра были больше.

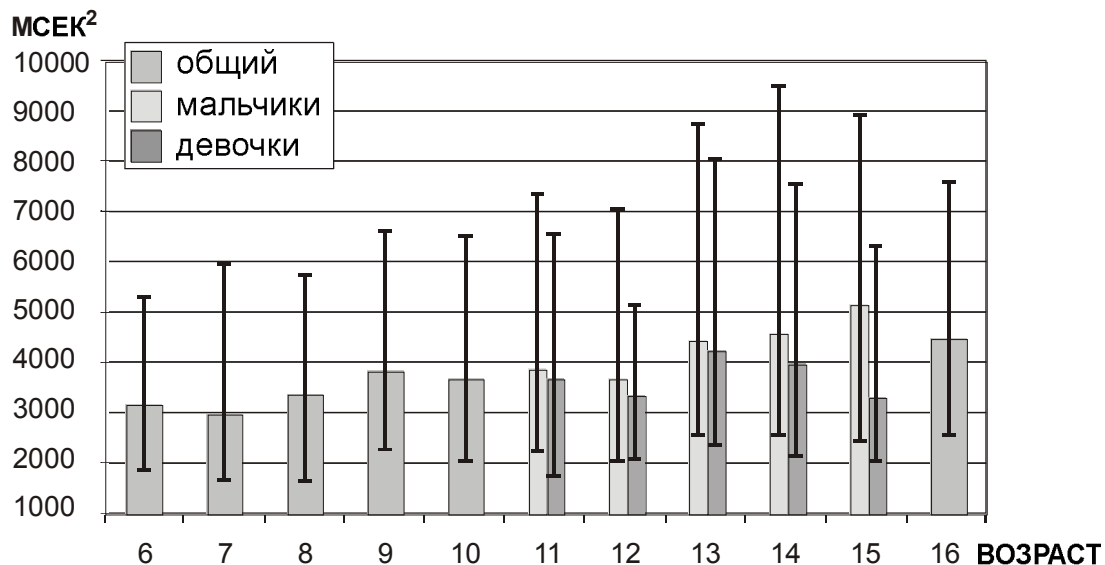


Рис. Возрастная динамика значения медианы параметра TP

Примечание. Два значения TP в одном возрасте приведены, если есть достоверное различие между мальчиками и девочками. Линии погрешности ограничивают диапазон, в который попадает 50% случаев

В наших исследованиях обнаружено, что VLF, отражающий, по мнению ряда исследователей, активность надсегментарного уровня ВНС [8], достоверно увеличивался с возрастом ($p < 0,001$), увеличивались как медиана, так и дисперсия этого параметра (табл. 2). Вместе с этим наблюдались колебания значений VLF в возрастных группах сходные с колебаниями SDNN и TP с меньшим значением в 11 лет и с наибольшим в 13 лет. Половые различия значений VLF нами были отмечены у школьников в возрастах с 11-и до 15-и лет. Общие тенденции изменения VLF соответствуют данным

полученными Хаспековой Н.Б. (1996) и Баевским Р.М. (2001).

При анализе возрастных особенностей параметра LF, характеризующего симпатические и парасимпатические влияния на CP, мы не обнаружили закономерности увеличения его значений в последовательных возрастных группах (табл. 2). Вместе с этим значения LF имели возрастные отличия аналогичные изменениям SDNN и TP и были максимальными в 9, 13 лет и минимальными в 12 и 14 лет. Значения медиан LF были больше в 11 и 13 лет у девочек, а в 14 и 15 лет у мальчиков.

Параметр HF, характеризующий парасимпатические влияния, в отличие от LF с возрастом достоверно увеличивался ($p < 0,001$). При общей тенденции увеличения HF с возрастом

обнаружены низкие его значения в 12 лет и высокие значения в 9, 10, 11 и 13, 14 лет (табл. 2). Половые различия по параметру HF были отмечены в 12, 13, 14 лет.

Таблица 2

Возрастные изменения спектральных параметров сердечного ритма

| возраст | VLF (мсек ²) Медиана | 25й - 75й перцентили | LF (мсек ²) Медиана | 25й - 75й перцентили | HF (мсек ²) Медиана | 25й - 75й перцентили |
|---------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 6 | 1149 | 689-2064 | 1106 | 634-2001 | 586 | 287-1387 |
| 7 | 1203 | 626-2080 | 1113 | 540-2077 | 538 | 266-1383 |
| 8 | 1119 | 574-2042 | 1123 | 555-2232 | 678 | 361-1434 |
| 9 | 1289* | 767-2396 | 1287* | 704-2144 | 820* | 402-1942 |
| 10 | 1262 | 720-2247 | 1170 | 713-2122 | 728 | 341-1642 |
| 11 | м 1335 д 1190 | 710-2679 712-2080 | м 1318 д 1061 | 687-2111 551-1900 | 855 | 362-1858 |
| 12 | м 1460* д 1559* | 736-2802 793-2318 | м 1139 д 964 | 657-2158 633-1711 | м 807* д 616* | 304-1875 353-1096 |
| 13 | м 1702* д 1649* | 1001-3026 870-3045 | м 1369* д 1399* | 801-2526 717-2695 | м 830* д 835* | 367-2163 397-1727 |
| 14 | м 1692* д 1468* | 966-3041 768-2676 | м 1446* д 994* | 714-3240 543-2124 | м 976* д 863* | 427-2102 397-1833 |
| 15 | м 2305* д 1358* | 991-4011 828-2311 | м 1472 д 1045 | 722-3033 641-2137 | 704* | 307-1329 |
| 16 | 1808* | 1046-3401 | 1277 | 687-2390 | 755 | 307-1589 |

* - Достоверные различия параметров ($p < 0,05$) по сравнению с предыдущим возрастом

Примечание. Если в каком-либо возрасте есть различия в значениях параметров между мальчиками и девочками, то значения параметров указываются отдельно: м – для мальчиков, д – для девочек

При анализе возрастных особенностей соотношения LF/HF, характеризующее, по мнению ряда исследователей, вагусно-симпатический баланс, общих закономерностей не обнаружено. Минимальное значение медианы LF/HF имеет в 14 лет и максимальное в 6, 15, 16 лет (табл. 3).

Таблица 3

Возрастные изменения параметра LF/HF

| Возраст | LF/HF Медиана | 25й - 75й перцентили |
|---------|--------------------|-------------------------|
| 6 | 1,93 | 1,14-2,82 |
| 7 | 1,73* | 1,1-2,83 |
| 8 | 1,6 | 0,97-2,48 |
| 9 | 1,43 | 0,92-2,37 |
| 10 | 1,68 | 0,95-2,62 |
| 11 | 1,41 | 0,83-2,28 |
| 12 | м 1,66 д 1,59 | 0,88-2,56 1,04-2,6 |
| 13 | м 1,59* д 1,57* | 0,92-2,64 1,01-2,39 |
| 14 | 1,32* | 0,77-2,16 |
| 15 | м 2,0* д 1,7* | 1,29-3,23 0,99-2,5 |
| 16 | 1,74 | 0,98-3,22 |

* - Достоверные различия параметров ($p < 0,05$) по сравнению с предыдущим возрастом

Примечание. Если в каком-либо возрасте есть различия в значениях параметров между мальчиками и девочками, то значения параметров указываются отдельно: м – для мальчиков, д – для девочек

Выявленное увеличение с возрастом продолжительности интервала NN и, соответственно, урежение пульса связано с увеличением массы сердца и ударного объема [6, 7]. Обнаруженные половые различия по этому показателю соответствуют общеизвестным данным о появлении в 9 лет и последующем сохранении различий в ударном объеме крови и относительной массе сердца на 1 кг массы тела [6, 7]. По другим параметрам вариабельности CP половые различия наблюдались в группах 11-15 лет и были связаны с регуляторными изменениями при половом созревании, которое у девочек начинается раньше.

Возрастание вариабельности и общей мощности спектра с возрастом свидетельствовали о повышении интенсивности вегетативных воздействий на CP. По данным ряда исследователей в 6-9 лет [3] и 11-13 лет [10] наблюдается относительное равновесие регуляции CP за счет, по их мнению, повышенного тонуса парасимпатического отдела ВНС. Полученные нами данные также указывали на увеличение параметров характеризующих парасимпатические влияния. По нашему мнению, это не свидетельствовало о равновесии активности отделов ВНС, поскольку ежегодные изменения не позволяли говорить о стабильности функционирования парасимпатического отдела до 15-16 лет. Наблюдаемые волнообразные измене-

ния параметров СР в возрасте с 6 до 15 лет, вероятно, демонстрировали регуляторные сдвиги, имевшие адаптационный характер. Отсутствие различий в параметрах СР между детьми в возрасте 15 и 16 лет, можно трактовать, как стабилизацию регуляции СР. Также в 16 лет не были выявлены половые различия параметров, что подтверждало это мнение. Стабилизация регуляции, наблюдаемая в 15-16 лет, вероятно, свидетельствовала о завершении адаптационных перестроек и формировании оптимальной регуляции к этому этапу онтогенеза. Подобные заключения о совершенствовании регуляции СР к 15-16 годам были сделаны и другими исследователями [2]. Для окончательного подтверждения данного мнения требуется провести аналогичное исследование в возрастных группах с 17 до 30 лет.

В кардиоритмографических Стандартах указано, что сомнительно наличие физиологической сущности компоненты VLF, полученной на коротких записях (менее пяти мин) электрокардиограмм. В связи с этим интерпретировать значения параметра VLF не рекомендуется [4]. В наших исследованиях мы обнаружили закономерные возрастные изменения VLF, соответствующие возрастным изменениям других параметров variability СР (M, SDNN, HF). Это свидетельствовало о наличии физиологического смысла и возможности интерпретации данного параметра полученного на коротких записях. Подобное мнение высказывают и другие исследователи [8, 9]. Наиболее значимые изменения VLF наблюдались у детей в возрасте 12-15 лет и характеризовались значительным увеличением медианы и вариативности VLF. По данным отечественных авторов, VLF отражает степень активации высших вегетативных центров [11],

ЛИТЕРАТУРА

1. Галеев А.Р. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учётом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности. Автореф. дисс. ... к. биол. наук. Новосибирск. 1999. 20 с.
2. Гринене Э., Вайткявичус В., Марачинскене Э. // Физиология человека. 1990. Т.16. №1. С. 88-93.
3. Коркушко О.В., Шатило В.Б., Шатило Т.В., и др. // Физиология человека. 1991. Т.17. №2. С. 31-39.
4. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability // Circulation 1996. Vol. 93. P. 1043-1065.
5. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир. 1982. 286 с.
6. Доскин В.А., Келлер Х., Мураенко Н.М., Тонкова-Ямпольская Р.В. Морфофункциональные константы детского организма. Справочник. М.: Медицина. 1997. 288 с.
7. Кмить Г.В., Рублева Л.В. // Физиология человека. 2001. Т. 27. №5. С. 54-59
8. Хаспекова Н.Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга. Дисс. ... д-ра мед. наук. М. 1996. 217 с.
9. Баевский Р.М., Берсенев Е.Ю., Берсенева И.А. // Сб. материалов III Симпозиума и Школы: Изд. НИИ КИП ПЗ СО РАМН. Новокузнецк, 2001. С. 105-109.
10. Соболева Е.А., Лялик В.Б., Осокина Г.Г. // Вопр. охраны материнства и детства. 1984. №3. С.10.
11. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука. 1984. 221 с.

или эрготропных систем, ответственных за адаптацию [8]. Полученные нами данные позволили предположить, что с 12-и лет начинается совершенствование указанных структур.

Изменения параметров LF и LF/HF не совпадали с возрастной динамикой других параметров variability СР. Параметры VLF и HF с возрастом увеличивались, в то время как LF не возрастал. Это позволило нам предположить, что увеличение парасимпатической составляющей в диапазоне LF нивелировалось снижением активности симпатического отдела. Что и обуславливало отсутствие возрастных закономерностей изменения LF. Сложное происхождение параметра LF, и соответственно LF/HF, не позволяло адекватно интерпретировать их изменения с возрастом, что накладывает ограничения к его использованию в практике.

ВЫВОДЫ

1. Значения параметров BCP (M, SDNN, RMSSD, TP, VLF, HF) у детей 6-16 лет увеличиваются с возрастом, волнообразно изменяясь от года к году. Полученные значения параметров могут быть использованы в практике, как нормативные.
2. Половые различия наблюдались по параметру M с 9-и лет, по параметрам TP, VLF, LF с 11-и лет, по параметрам SDNN, RMSSD, HF с 12-и лет. В 16 лет различий между мальчиками и девочками по всем параметрам СР обнаружено не было.
3. Параметр VLF, полученный на записи электрокардиограммы продолжительностью менее пяти минут, пригоден для физиологической и клинической оценки. Оценка параметров LF и LF/HF неоднозначна, что затрудняет их практическое применение.

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ЗДОРОВИХ ДІТЕЙ У ВІЦІ 6-16 РОКІВ

А.Р. Галєєв, Л.Н. Ігішева, Е.М. Казін*

Кемеровський державний університет,

*Кемеровська державна медична академія, Кемерово, Російська Федерація

РЕЗЮМЕ

Для вивчення вікових особливостей варіабельності серцевого ритму в дітей у віці 6-16 років були проаналізовані кардіоритмограми 5400 дітей. Виявлено, що значення параметрів серцевого ритму (M, SDNN, RMSSD, TP, VLF, HF) у дітей 6-16 років збільшуються з віком, хвилеподібно змінюючись від року до року. Статеві розходження спостерігалися за параметром M 9-и років, за параметрами TP, VLF, LF з 11-и років, за параметрами SDNN, RMSSD, HF з 12-и років. У 16 років розходжень між хлопчиками і дівчатками за всіма параметрами варіабельності серцевого ритму виявлено не було. Показано, що параметр VLF, отриманий за записом електрокардіограми тривалістю менше п'яти хвилин, придатний для фізіологічної і клінічної оцінки. Отримані значення параметрів можуть бути використані в практиці як нормативні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: діти, варіабельність серцевого ритму

HEALTHY CHILDREN FROM 6 TO 16 YEARS' HEART RATE VARIABILITY

A.R. Galeev, L.N. Igisheva, E.M. Kazin*

Kemerovo State University, *Kemerovo State Medical Academy, Kemerovo, Russia

SUMMARY

The cardiograms of 5400 children from 6 to 16 years was analyzed for studying of age features of heart rate variability. It was revealed, that those children's values of parameters of heart rate (M, SDNN, RMSSD, TP, VLF, HF) was increased with age. It was accompanied by sinusity fluctuations of parameters from year to year. Gender differences were observed on parameter of M since 9th years old, on parameters TP, VLF, LF since 11th years old, on parameters SDNN, RMSSD, HF since 12th years old. It was not revealed gender differences at the age of 16 years on all parameters of heart rate variability. It was shown, that parameter VLF received on the record of the electrocardiogram with duration less than five minutes was suitable for a physiological and clinical evaluate. The received values of parameters can be used in practice as normative.

KEY WORDS: children, heart rate variability

УДК 616.8-089:611.1

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ОТ СРЕДНЕЙ ВЕЛИЧИНЫ RR-ИНТЕРВАЛОВ

В.А. Машин

Нововоронежский учебно-тренировочный центр подготовки персонала для АЭС

РЕЗЮМЕ

Средствами спектрального анализа исследована связь показателей вариабельности сердечного ритма (Heart Rate Variability - HRV) со средней величиной RR-интервалов между нормальными кардиоциклами (RR_{cp} , сек) при контролируемой частоте дыхания (ЧД) у здоровых обследуемых. Согласно полученным результатам, зависимость частоты пиков на графике спектральной плотности для исходного ряда RR-интервалов от величины RR_{cp} можно представить следующей формулой: $f_{п1.0} = f_{п} \cdot RR_{cp}$, где $f_{п1.0}$ - частота пика при $RR_{cp} = 1.0$ сек, $f_{п}$ - частота пика при текущей RR_{cp} . Для коррекции (нормирования) границ частотных диапазонов спектральной мощности (f_d) исходного ряда RR-интервалов относительно текущей RR_{cp} можно воспользоваться формулой: $f_d = f_{d1.0} \times RR_{cp}$, где $f_{d1.0}$ - граница частотного диапазона при $RR_{cp} = 1.0$ сек. Коррекция (нормирование) границ частотных диапазонов спектральной мощности (f_d), час-