

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА У ДЕТЕЙ С ДЕФЕКТОМ МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ

Каладзе Н. Н., Ющенко А. Ю.

Кафедра педиатрии, физиотерапии и курортологии, Медицинская академия имени С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», 295051, бульвар Ленина 5/7, Симферополь, Россия

Для корреспонденции: Ющенко Александра Юрьевна, аспирант кафедры педиатрии, физиотерапии и курортологии Медицинской академии имени С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», e-mail: yushenko_aleksandra@mail.ru

For correspondence: Iushchenko A. Yu. Postgraduate Student of the Department of Pediatrics, Physiotherapy and Balneology Medical Academy named after S. I. Georgievsky of Vernadsky CFU, e-mail: yushenko_aleksandra@mail.ru

Information about authors:

Kaladze N. N., <http://orcid.org/0000-0003-3218-3123>

Iushchenko A. Yu., <http://orcid.org/0000-0002-3734-7169>

РЕЗЮМЕ

Целью исследования было оценить вариабельность ритма сердца у детей с дефектом межжелудочковой перегородки (ДМЖП). Материал и методы: у пациентов с дефектом межжелудочковой перегородки в возрасте от 3 до 18 лет проведено Холтеровское мониторирование с оценкой временных и спектральных показателей вариабельности ритма сердца. Заключение: у детей с ДМЖП наблюдалось снижение параметров временного анализа вариабельности ритма сердца в сравнении со здоровыми сверстниками ($p < 0,05$), более выраженное у пациентов с наличием оперативной коррекции порока, а также повышение низкочастотной мощности спектра (LF), как индикатора усиления симпатического влияния на сердечный ритм. В группе пациентов с ДМЖП без оперативной коррекции порока была отмечена статистически значимая корреляционная связь средней тесноты между параметрами SDNN, SDANNi и уровнями давления в правом желудочке и легочной артерии ($\rho = 0,5$, $p < 0,01$). Снижение показателей временных параметров вариабельности ритма сердца имело обратную корреляцию с увеличением сроков послеоперационного периода. Выводы: у детей, перенесших хирургическое закрытие ДМЖП, была нарушена вариабельность сердечного ритма, которая имела обратную корреляцию со сроком послеоперационного периода.

Ключевые слова: дети, дефект межжелудочковой перегородки, вариабельность ритма сердца.

HEART RHYTHM VARIABILITY IN CHILDREN WITH VENTRICULAR SEPTAL DEFECT

Kaladze N. N., Iushchenko A. Yu.

Medical Academy named after S. I. Georgievsky of Vernadsky CFU, Simferopol, Russia

SUMMARY

The aim of the study was to assess heart rate variability in children with a ventricular septal defect (VSD). Material and methods: Holter monitoring was performed in patients with ventricular septal defect from 3 to 18 years of age with an assessment of the temporal and spectral parameters of heart rate variability. Conclusion: in children with VSD, a decrease in the parameters of the temporal analysis of heart rate variability compared with healthy peers ($p < 0.05$) was observed, more pronounced in patients with operative correction of the defect, as well as an increase in the low-frequency spectrum power (LF) as an indicator of amplification sympathetic effects on heart rate. A statistically significant correlation was found between the SDNN, SDANNi parameters and the pressure levels in the right ventricle and pulmonary artery ($\rho = 0.5$, $p < 0.01$) in the group of patients with benign VSD without operative correction of the defect. The decrease in indicators of the temporal parameters of heart rate variability was inversely correlated with an increase in the postoperative period. Conclusions: in children who underwent surgical closure of the VSD, there was a disturbed heart rate variability, which had an inverse correlation with the duration of the postoperative period.

Key words: children, interventricular septal defect, heart rate variability.

Анализ вариабельности сердечного ритма – наиболее простой, неинвазивный и безопасный метод изучения эффектов автономной нервной системы на сердце у пациентов с синусовым ритмом [1]. Ослабление влияния вегетативной регуляции связано с повышением риска внезапной смерти у пациентов с врожденными пороками сердца [2]. Вариабельность ритма сердца (ВРС) рассматривается как адаптационный механизм управления вегетативным балансом всего организма, регулирующим его функциональные резервы [3]. В

клинической практике активно изучается ВРС как во взрослой, так и в детской кардиологии, для определения влияния симпатической и парасимпатической систем на функцию синусового узла, а также оценки рисков развития сердечно-сосудистых осложнений и летальности [4]. Клиническое применение вариабельности сердечного ритма при определении прогноза после инфаркта миокарда и риска внезапной сердечной смерти хорошо известно. Анализ вариабельности сердечного ритма нашел применение для прогнозирования ухудшения

состояния плода, ухудшения состояния вследствие сепсиса и синдрома надвигающейся полиорганной дисфункции у критически нездоровых взрослых. Более того, снижение вариабельности сердечного ритма было связано с повышенной смертностью у пациентов, поступивших в отделение интенсивной терапии. Предполагается, что вариабельность сердечного ритма отражает и количественно определяет нейронную регуляцию систем органов, таких как сердечно-сосудистая и дыхательная системы. При болезненных состояниях считается, что существует «разобщенность» органов, приводящая к изменениям в «межорганном общении» и клинически обнаруживаемому снижению вариабельности сердечного ритма [5]. Дефекты межжелудочковой перегородки обычно имеют доброкачественные отдаленные прогнозы, но недавние исследования показали увеличение легочного сосудистого сопротивления у детей в отдаленном послеоперационном периоде [6]. Потенциальным инструментом для мониторинга давления в легочной артерии является вариабельность сердечного ритма.

Целью исследования было оценить вариабельность сердечного ритма у детей с наличием оперативной коррекции и без хирургического лечения ДМЖП.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Диагностическая программа: ЭхоКГ с доплерографическим исследованием (ЭхоКГ), Холтеровское мониторирование (ХМ) с определением показателей средней суточной частоты сердечных сокращений (ЧСС), средней дневной ЧСС, средней ночной ЧСС и циркадного индекса (ЦИ). ВСП определялась несколькими методами. Для оценки временного диапазона использовались такие показатели, как стандартное отклонение R-R (NN) интервалов (SDNN), процент последовательных интервалов, отличающихся более чем на 50 мс (pNN50%), корень квадратный из средней суммы квадратов разниц между соседними нормальными R-R интервалами (rMSSD), среднее значение стандартных отклонений R-R интервалов за все 5-минутные фрагменты (SDNNi), стандартное отклонение усредненных за 5 минут значение интервалов R-R (SDANNi). Спектральный анализ проводили с использованием высокочастотного (HF), низкочастотного диапазонов (LF), а также коэффициента вагосимпатического баланса (LF/HF). ЭхоКГ с доплерографическим исследованием (ЭхоКГ). Анализ данных осуществляли при помощи статистического пакета программы SPSS v.23. Для сравнения количественных данных независимых выборок использовался критерий Манна-Уитни. Описание количественных данных выполнено с помощью медианы (25-й-75-й процентиля). Анализ связей осуществлен с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Достоверными корреляции считали при $p < 0,05$. Для сравнения процентных долей в двух группах использовался точный критерий Фишера. Для сравнения количественных показателей двух независимых выборок использовался U-критерий Манна-Уитни. Достоверными изменениями показателей считали такие, при которых вероятность нулевой гипотезы была $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обследовано 108 детей (3-18 лет), из них 78 с ДМЖП и 30 здоровых детей (контрольная группа). Пациенты с ДМЖП были разделены на 2 группы 1 группу составили дети, прооперированные по поводу порока сердца – 51 (65,4%), 2 группу – 27 (34,6%) пациентов без хирургической коррекции ДМЖП. Медиана возраста детей 1 группы составила 9 лет (Q1–Q3: 6-14), 2 группы – 10 лет (Q1–Q3: 5-12), здоровых детей – 10,5 лет (Q1–Q3: 9–14) ($p > 0,05$ между группами). Также дети в группах были сопоставимы по гендерному признаку ($p > 0,05$). Среди пациентов 1 группы 21 ребенок имели срок послеоперационного периода до 5 лет (группа 1а), и 30 детей с послеоперационным анамнезом более 5 лет (группа 1б). По данным ЭхоКГ, среднее давление в правом желудочке (ПЖ) у детей 1 группы составило 23 мм рт. ст. (Q1–Q3: 20–26), 2 группы – 21 мм рт. ст. (Q1–Q3: 18–28). По данным ХМ, средняя суточная и средняя дневная ЧСС были статистически значимо выше у детей с ДМЖП, чем в группе контроля ($p < 0,05$). Средняя ночная ЧСС и циркадный индекс (ЦИ), как важный показатель функционирования вегетативной нервной системы, существенно не отличались между детьми с ДМЖП и здоровыми. Анализ ВСП проводился как во временном, так и в частотном диапазонах (табл.1).

По результатам ХМ у пациентов 1 группы средняя суточная ЧСС составила 85 уд/мин (Q1–Q3: 81,5–91,5), 2 группы – 89 уд/мин (Q1–Q3: 81–93), у здоровых детей – 76 уд/мин (Q1–Q3: 75–79) ($p < 0,001$ между пациентами с ДМЖП и здоровыми). Все параметры ВСП временного спектра у детей 1 группы и некоторые параметры (за исключением rMSSD) у пациентов 2 группы оказались сниженными по сравнению со здоровыми детьми ($p < 0,05$). При анализе частотного спектра ВСП параметры мощности низкочастотного компонента (LF) у детей 1 группы были существенно выше ($p = 0,017$), а у пациентов 2 группы имели критическое значение ($p = 0,064$), чем у здоровых сверстников, что отражало усиление симпатического влияния на сердечный ритм у детей с ВПС (табл. 2)

При сравнении показателей временного анализа ВСП у детей с послеоперационным анамнезом более 5 лет были получены более низкие показатели по всем параметрам в сравнении с пациентами,

Таблица 1

Показатели ЧСС, циркадного индекса и вариабельности ритма сердца у пациентов с дефектом межжелудочковой перегородки и здоровых детей

Показатели	Дети с ДМЖП (n=78) Me (Q1-Q3)	КГ (n=30) Me (Q1-Q3)	p
Средняя суточная ЧСС	89,5 [82; 94]	76 [75; 79]	<0,001*
Средняя дневная ЧСС	97 [89; 102]	90 [87; 97]	0,044*
Средняя ночная ЧСС	75 [67; 79]	69,5 [65; 80]	0,223
ЦИ	1,31 [1,26; 1,34]	1,26 [1,23; 1,39]	0,710
SDNN	99 [74; 123]	155,9 [148; 163]	<0,001*
SDANN	69 [40; 112]	131,1 [123; 143]	<0,001*
SDNNi	68 [57; 81]	89 [79; 103]	<0,001*
rMSSD	51 [42; 72]	58,6 [52,6; 65]	0,134
pNN50%	13,6 [10,1; 23,76]	29,45 [26; 30,9]	<0,001*
LF	62 [40,1; 69]	35,2 [32,8; 41,2]	<0,001*
HF	33 [23,5; 44,5]	33,55 [27,8; 48,4]	0,613
LF/HF	2,02 [1; 3,02]	1,36 [1,23; 1,49]	0,063

Примечание * – статистически значимые различие показателей ($p < 0,05$) между детьми с ДМЖП и КГ

оперированными по поводу ДМЖП сроком до 5 лет ($p > 0,05$). При этом показатели спектрального анализа при увеличении срока послеоперационного периода стремились к нормализации. У пациентов 1а группы отмечались повышенные параметры LF спектра и сниженные параметры HF спектра относительно показателей в контрольной группе $LF = 71,5 \text{ мс}^2$ (Q1–Q3: 53,5–74) в 1а группе и $35,2 \text{ мс}^2$ (Q1–Q3: 32,8–41,2) в контрольной группе. HF составил $22,5 \text{ мс}^2$ (Q1–Q3: 21–39) в группе пациентов и $33,6 \text{ мс}^2$ (Q1–Q3: 27,8–48,4) в контрольной группе. У пациентов с послеоперационным анамнезом более 5 лет отмечались более низкие показатели LF (57 мс^2 (Q1–Q3: 46–68)) и более высокие показатели HF ($33,5 \text{ мс}^2$ (Q1–Q3: 22–45)) спектра, чем в группе детей со сроком оперативной коррекции до 5 лет.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для изолированного ДМЖП характерно наличие сообщения между желудочками, что приводит к лево-правому сбросу крови, объемной перегрузке и увеличению правых отделов сердца, а также повышению давления в легочной артерии и ее расширению. По мнению ряда авторов, объемная перегрузка правых отделов сердца приводит к повышению конечного диастолического давления в правом желудочке, легочной артерии, дисфункции барорецепторов и к нарушению симпатического баланса, что приводит к снижению ВСП [7; 8]. Это объясняет сниженные показатели временного анализа ВСП у детей без оперативной коррекции ДМЖП в сравнении со здоровыми сверстниками ($p < 0,05$). Полученные данные согласуются с иссле-

дованием Heiberg J. и др., в котором описана нарушенная ВРС у взрослых, перенесших оперативное вмешательство по поводу ДМЖП в детстве, в сравнении с пациентами с ДМЖП без оперативной коррекции и здоровыми взрослыми [6].

Степень гемодинамических изменений при пороке, таких как повышение давления в правом желудочке и легочная гипертензия, определяет степень снижения ВСП [7; 8]. В группе пациентов с ДМЖП без оперативной коррекции порока была отмечена статистически значимая корреляционная связь средней силы между параметрами SDNN, SDANNi и уровнем давления в правом желудочке и легочной артерии ($\rho = 0,5$, $p < 0,01$). Кроме этого, в экспериментальном исследовании на свиньях было показано, что из-за объемной перегрузки правых отделов сердца происходит механическое растяжение зоны синоатриального узла в правом предсердии, которое влияет на ВСП посредством прямого эффекта на медленную диастолическую деполяризацию через механически активируемые каналы сердца [9].

Повышение средней суточной ЧСС у пациентов 1 и 2 групп в сравнении со здоровыми детьми имело значимую прямую корреляционную связь средней силы с параметрами LF спектра и LF/HF (отношением низких частот к высоким частотам) ($\rho = 0,4$, $p < 0,01$). В литературе группой исследователей была описана связь тахикардии с повышением вариабельности LF и снижением вариабельности HF, которые связывают со снижением нервной регуляции синоатриального узла, возникающее вследствие повышения уровня норадреналина в

Таблица 2

Показатели ЧСС, циркадного индекса и вариабельности ритма сердца у детей в зависимости от наличия оперативной коррекции дефекта межжелудочковой перегородки и здоровых детей

Показатели	1 группа (n=51) Me (Q1-Q3)	2 группа (n=27) Me (Q1-Q3)	КГ (n=30) Me (Q1-Q3)	p
Средняя суточная ЧСС	85 [81,5; 91,5]	89 [81; 93]	76 [75; 79]	$p_{1,2}=0,374$ $p_1\text{-КГ}=0,003^*$ $p_2\text{-КГ}<0,001^*$
Средняя дневная ЧСС	92 [88; 98,5]	97 [91; 101]	90 [87; 97]	$p_{1,2}=0,398$ $p_1\text{-КГ}=0,574$ $p_2\text{-КГ}=0,196$
Средняя ночная ЧСС	74,5 [68; 77]	75 [67; 77]	69,5 [65; 80]	$p_{1,2}=0,880$ $p_1\text{-КГ}=0,347$ $p_2\text{-КГ}=0,395$
ЦИ	1,29 [1,2; 1,33]	1,31 [1,19; 1,34]	1,26 [1,23; 1,39]	$p_{1,2}=0,650$ $p_1\text{-КГ}=0,484$ $p_2\text{-КГ}=0,953$
SDNN	84 [71,8; 100,5]	110 [90; 133]	155,9 [148; 163]	$p_{1,2}=0,025^*$ $p_1\text{-КГ}<0,001^*$ $p_2\text{-КГ}=0,006^*$
SDANN	54 [43,5; 105,9]	83 [44; 128,6]	131,1 [123; 143]	$p_{1,2}=0,363$ $p_1\text{-КГ}<0,001^*$ $p_2\text{-КГ}=0,020^*$
SDNNi	69,5 [59,5; 75,5]	76,5 [56,5; 90]	89 [79; 103]	$p_{1,2}=0,551$ $p_1\text{-КГ}=0,001^*$ $p_2\text{-КГ}=0,028^*$
rMSSD	43,6 [38,5; 50,5]	61 [46; 82]	58,6 [52,6; 65]	$p_{1,2}=0,033^*$ $p_1\text{-КГ}=0,002^*$ $p_2\text{-КГ}=0,984$
pNN50%	13,3 [9; 23,2]	15,2 [10,2; 24,6]	29,45 [26; 30,9]	$p_{1,2}=0,618$ $p_1\text{-КГ}<0,001^*$ $p_2\text{-КГ}=0,006^*$
LF	64,5 [42; 68,5]	58 [39,1; 70,5]	35,2 [32,8; 41,2]	$p_{1,2}=0,913$ $p_1\text{-КГ}=0,017^*$ $p_2\text{-КГ}=0,064$
HF	35,5 [22,5; 50]	33 [25; 47,5]	33,55 [27,8; 48,4]	$p_{1,2}=0,928$ $p_1\text{-КГ}=0,883$ $p_2\text{-КГ}=0,701$
LF/HF	2,2 [0,86; 3,04]	2,57 [1,27; 3]	2,57 [1,23; 1,49]	$p_{1,2}=0,805$ $p_1\text{-КГ}=0,495$ $p_2\text{-КГ}=0,097$

плазме, что отражало прогрессивное снижение ВСР [7].

В исследованиях было показано снижение обоих диапазонов ВСР у пациентов с ДМЖП по сравнению с контрольной группой, повышение показателей в раннем послеоперационном периоде и их нормализация через 6 месяцев после хирургического лечения [10; 11]. Полученные результаты авторы объясняют снижением объема крови, поступающего в правые отделы сердца, вследствие устранения лево-правого сброса. При этом проис-

ходят изменения в регуляции сердечно-сосудистой системы, снижение симпатической и повышение вагусной активности. По данным Л. М. Макарова, с возрастом от 3 до 18 лет вариабельность ритма увеличивается, что отражает процесс усиления парасимпатических влияний на сердечный ритм [12]. В нашем исследовании было выявлено, что при увеличении послеоперационного периода более 5 лет наблюдается снижение временных показателей ВСР. Эти данные свидетельствуют о необходимо-

сти дальнейших исследований для выявления причины снижения ВСР у детей с ДМЖП.

ВЫВОДЫ

У детей с ДМЖП наблюдалось снижение параметров временного анализа ВСР в сравнении со здоровыми сверстниками ($p < 0,05$), более выраженное у пациентов с наличием оперативной коррекции порока. С увеличением сроков послеоперационного периода наблюдалось снижение временных параметров ВСР и сохранялись повышенными параметры низкочастотного спектра ВСР.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors have no conflict of interests to declare.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма в космической медицине. Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов. Ижевск; 2016:15-19.

2. Lammers A., Kaemmerer H., Hollweck R. Impaired cardiac autonomic nervous activity predicts sudden cardiac death in patients with operated and unoperated congenital cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;132:647-655. doi:10.1016/j.jtcvs.2006.03.057

3. Бокерия О. Л., Вульф К. А., Шварц В. А. Вариабельность ритма сердца при дефекте межпредсердной перегородки. *Новости хирургии.* 2017;25(4):421-430. doi:10.18484/2305-0047.2017.4.421

4. Тепляков А. Т., Лукинов А. В., Левшин А. В., Рыбальченко Е. В., Кузнецова А. В. Возможность неинвазивной диагностики коронарного рестеноза при оценке динамики показателей вариабельности ритма сердца. *Клиническая медицина.* 2010; 88(3):21-26.

5. Johnston B. W., Barrett-Jolley R., Krige A., Welters, I. D. Heart rate variability: Measurement and emerging use in critical care medicine. *Journal of the Intensive Care Society.* 2020;21(2):148-157. doi:10.1177/1751143719853744.

6. Heiberg J., Eckerström F., Rex C. E., Maagaard M., Mølgaard H., Redington A. Heart rate variability is impaired in adults after closure of ventricular septal defect in childhood: a novel finding associated with right bundle branch block. *Int. J. Cardiol.* 2019;274:88-92.

7. Bakari S., Koca B., Oztunç F., Abuhandan M. Вариабельность сердечного ритма у пациентов с дефектом межпредсердной перегородки и здоровых детей. *J Cardiol.* 2013;61:436-439. doi:10.1016/j.jcc.2013.01.014

8. Massin M. M., Derkenne B., von Bernuth G. Heart Rate Behavior in Children with Atrial

Septal Defect. *Cardiology.* 1998;90:269-273. doi:10.1159/00006857

9. Horner S. M., Murphy C. F., Coen B. Contribution to heart rate variability by mechanoelectric feedback. Stretch of the sinoatrial node reduces heart rate variability. *Circulation.* 1996; 94:1762-1767. doi:10.1161/01.CIR.94.7.1762

10. Hata T., Mano S., Kusuki M. Difference in autonomic nervous control between ventricular septal defect and atrial septal defect based on heart rate variability. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2007;30(Suppl1):S212-S214. doi:10.1111/j.1540-8159.2007.00640.x

11. Heragu N. P., Scott W. A. Heart rate variability in healthy children and in those with congenital heart disease both before and after operation. *Am J Cardiol.* 1999; 83:1654-1657. doi:10.1016/S0002-9149(99)00173-3.

12. Макаров Л. М. Холтеровское мониторирование. 4-е изд. М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М»; 2017.

REFERENCES

1. Baevsky R. M. Heart rate variability in space medicine. Heart rate and type of vegetative regulation in assessing the level of health of the population and functional fitness of athletes. *Izhevsk;* 2016:15-19. (In Russ.).

2. Lammers A., Kaemmerer H., Hollweck R. Impaired cardiac autonomic nervous activity predicts sudden cardiac death in patients with operated and unoperated congenital cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;132:647-655. doi:10.1016/j.jtcvs.2006.03.057

3. Bockeria O.L, Wolf K.A, Schwartz V.A. Heart rate variability in atrial septal defect. *Surgery news.* 2017;4(25):421-430. doi: 10.18484/2305-0047.2017.4.421. (In Russ.).

4. Teplyakov A.T, Lukinov A.V, Levshin A.V, Rybalchenko E.V, Kuznetsova A.V Possibility of non-invasive diagnosis of coronary restenosis when assessing the dynamics of heart rate variability. *Clinical medicine.* 2010;88(3):21-26. (In Russ.).

5. Johnston B. W., Barrett-Jolley R., Krige A., Welters, I. D. Heart rate variability: Measurement and emerging use in critical care medicine. *Journal of the Intensive Care Society.* 2020;21(2):148-157. doi: 10.1177/1751143719853744.

6. Heiberg J., Eckerström F., Rex C. E., Maagaard M., Mølgaard H., Redington A. Heart rate variability is impaired in adults after closure of ventricular septal defect in childhood: a novel finding associated with right bundle branch block. *Int. J. Cardiol.* 2019;274:88-92.

7. Bakari S., Koca B., Oztunç F., Abuhandan M. Вариабельность сердечного ритма у пациентов с дефектом межпредсердной перегородки и здоровых детей. *J Cardiol* 2013;61:436-439. doi:10.1016/j.jcc.2013.01.014

8. Massin M. M., Derkenne B., von Bernuth G. Heart Rate Behavior in Children with Atrial Septal Defect. *Cardiology*. 1998;90:269–273. doi:10.1159/000006857
9. Horner S. M., Murphy C. F., Coen B. Contribution to heart rate variability by mechanoelectric feedback. Stretch of the sinoatrial node reduces heart rate variability. *Circulation*. 1996;94:1762-1767. doi:10.1161/01.CIR.94.7.1762
10. Hata T., Mano S., Kusuki M. Difference in autonomic nervous control between ventricular septal defect and atrial septal defect based on heart rate variability. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007;30(Suppl1):S212-S214. doi:10.1111/j.1540-8159.2007.00640.x
11. Heragu N. P., Scott W. A. Heart rate variability in healthy children and in those with congenital heart disease both before and after operation. *Am J Cardiol*. 1999; 83:1654-1657. doi:10.1016/S0002-9149(99)00173-3.
12. Makarov L. M. Holterovskoe monitorirovanie. 4-e izd. – M.: ID «MEDPRAKTIKA-M»; 2017. (In Russ.).