

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У ПОДРОСТКОВ С ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Алина Михайловна ВАЛЕЕВА¹, Олег Викторович СОРОКИН²,
Жанна Валерьевна НЕФЕДОВА³, Виктория Геннадьевна КАЙНАРА⁴,
Людмила Михайловна ПАНАСЕНКО³, Людмила Петровна ДЕРЯГИНА³,
Нина Петровна КАРЕВА³

¹ Новосибирский государственный университет
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1

² НКО Национальная аюрведическая медицинская ассоциация
630108, г. Новосибирск, 1-й переулок Пархоменко, 14

³ Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России
630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52

⁴ Детская городская клиническая больница № 1
630048, г. Новосибирск, ул. Вертковская, 3

Кардиоинтервалография является важным методом анализа регуляции variability ритма сердца, позволяющим оценить баланс всего спектра гуморально-метаболических и вегетативных воздействий как в условиях физиологического покоя, так и при различных функциональных пробах. Отмечено, что у гипертоников в большинстве случаев наблюдается хроническое преобладание эрготрофных метаболических реакций, отражающих системное напряжение в механизмах регуляции. Целью нашего исследования был сравнительный анализ особенностей механизмов регуляции ритма сердца у подростков с верифицированным диагнозом эссенциальной гипертензии и их здоровых сверстников. **Материал и методы.** В исследовании приняли участие 50 подростков (12–16 лет), среди которых было 26 мальчиков и 24 девочки, с лабильной эссенциальной АГ и АГ 1-й степени на фоне проводимой стандартной медикаментозной коррекции артериального давления (эналаприл 0,58 мг/кг в сут). Всем участникам проводилась запись не менее 512 кардиоциклов в условиях физиологического покоя в положении сидя, а также регистрация артериального давления. **Результаты и их обсуждение.** Нами обнаружено, что у подростков с эссенциальной гипертензией регистрируется достоверно меньшая (на 15 %), чем у здоровых подростков, средняя длительность сердечного цикла в сочетании с уменьшением вариационного размаха, что указывает на некоторую ригидность механизмов регуляции сердечного ритма. Относительное снижение доли высокочастотного компонента спектра в сравнении с низкочастотным и очень низкочастотным диапазонами у подростков с гипертонией также указывает на склонность к преобладанию симпатикотонических влияний с преимущественным вовлечением структур диэнцефальной области и ствола мозга. Выявлена обратная связь между степенью variability длительности сердечного цикла (индексы SDNN, MxDMn, MxRMn, RMSSD, VR) и величиной диастолического артериального давления как у здоровых подростков, так и страдающих АГ. **Заключение.** Нами обнаружены закономерные изменения в регуляции ритма сердца у подростков с гипертонией, которые могут выступать маркерами ее прогрессивного развития и использоваться клиницистами для выработки более персонализированных подходов к медикаментозной терапии.

Ключевые слова: подростки, эссенциальная гипертензия, кардиоинтервалография, variability сердечного ритма.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие финансовой поддержки и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Автор для переписки: Валеева А.М., e-mail: alinvaleeva1994@gmail.com

Для цитирования: Валеева А.М., Сорокин О.В., Нефедова Ж.В., Кайнара В.Г., Панасенко Л.М., Дерягина Л.П., Карева Н.П. Особенности регуляции ритма сердца у подростков с эссенциальной гипертензией. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2019; 39 (4): 143–149. doi: 10.15372/SSMJ20190418.

FEATURES OF HEART RATE REGULATION IN ADOLESCENTS WITH ESSENTIAL HYPERTENSION

Alina Mikhaylovna VALEEVA¹, Oleg Viktorovich SOROKIN², Zhanna Valerievna NEFEDOVA³,
Victoria Gennad'evna KAYNARA⁴, Lyudmila Mikhaylovna PANASENKO³,
Lyudmila Petrovna DERYAGINA³, Nina Petrovna KAREVA³

¹Novosibirsk State University
630090, Novosibirsk, Pirogova str., 1

²National Ayurvedic Medical Association
630108, Novosibirsk, Parkhomenko 1st ln., 14

³Novosibirsk State Medical University
630091, Novosibirsk, Krasny av., 52

⁴City Children's Clinical Hospital № 1
630048, Novosibirsk, Vertkovskaya str., 3

Cardiointervalography is an important method of analyzing the regulation of heart rate variability, which allows evaluating the balance of the entire spectrum of humoral-metabolic and vegetative effects, both in condition of physiological rest and in various functional tests. It is noted that in hypertensive patients, in most cases, there is a chronic predominance of ergotropic metabolic reactions that reflect the system tension in the regulatory mechanisms. The aim of our study was to conduct a comparative analysis of the features of the mechanisms of heart rate regulation in adolescents with confirmed essential hypertension and their healthy age mates. **Material and methods.** The study involved 50 adolescents (12–16 years of age) – 26 boys and 24 girls with labile essential hypertension (EHT) and stage 1 HT on the background of the standard medical correction of blood pressure (enalapril 0,58 mg/kg per day). Each participant of the study and control group underwent recording of at least 512 cardio cycles in the state of physiological rest in a sitting position, as well as registration of blood pressure. **Results and discussion.** We have found that for adolescents with EHT a significantly lower (by 15 %) average duration of the heart cycle is typical in combination with a decrease in the variation range, which indicates some rigidity of the heart rate regulatory mechanisms. The relative decrease in the proportion of high-frequency spectrum components in comparison with the low-frequency and very low-frequency ranges in adolescents with hypertension also indicated a tendency to predominance of sympathicotonic effects with the predominant involvement of the structures of the diencephalic region and the brain stem. At the same time blood pressure inversely correlated with the index of the variation range of cardiointervals, reflecting the lower adaptive potential of the heart rate regulation mechanisms. **Conclusion.** We have found regular changes in the regulation of heart rate in adolescents with hypertension, that can be taken as markers of its progressive development and used by clinicians to develop more personalized approaches to medication treatment.

Key words: adolescents, essential hypertension, cardiointervalography, heart rate variability.

Conflict of interests. Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

Correspondence author: Valeeva A.M., e-mail: alinvaleeva1994@gmail.com

Citation: Valeeva A.M., Sorokin O.V., Nefedova Zh.V., Kaynara V.G., Panasenko L.M., Deryagina L.P., Kareva N.P. Features of heart rate regulation in adolescents with essential hypertension. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal* = *Siberian Scientific Medical Journal*. 2019; 39 (4): 143–149. [In Russian]. doi: 10.15372/SSMJ20190418.

Распространенность артериальной гипертензии (АГ) в различных возрастных категориях и ее роль в развитии сердечно-сосудистых катастроф остаются важнейшей проблемой современной медицины. Для разработки мер профилактики, оптимального лечения АГ необходимо детальное изучение влияния всех факторов, способствующих ее развитию и прогрессированию. Одним из перспективных направлений оценки прогноза и тактики лечения АГ является изучение особен-

ностей механизмов регуляции variability ритма сердца (ВРС) [1, 4, 6, 7, 12, 14, 15, 20, 26]. Изменение баланса симпатических и вагусных влияний на ритм сердца считается одним из предикторов развития эссенциальной гипертензии (ЭГ) и носит прогностический характер [16–19, 21, 23–25]. В большинстве случаев для его определения используют методы временного и спектрального анализа периодограмм variability длительности сердечного ритма [14].

Анализ литературы показывает, что этот вопрос изучался на разных возрастных категориях, однако данные по подростковому возрасту носят противоречивый характер, что, по нашему мнению, связано с особенностями популяционной выборки в зависимости от географического региона [8, 9, 11, 23].

В связи с вышесказанным целью настоящей работы явился анализ особенностей вегетативной регуляции ритма сердца у здоровых подростков и подростков, имеющих диагноз эссенциальной гипертензии, проживающих в Сибирском федеральном округе, большая часть в г. Новосибирске.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в период с 2013 по 2017 г. на базе ГБУЗ НСО «Детская городская клиническая больница № 1» и средней общеобразовательной школы № 72 г. Новосибирска. В исследовании приняли участие 50 подростков 12–16 лет, среди которых было 26 мальчиков и 24 девочки, с лабильной эссенциальной АГ и АГ 1-й степени на фоне проводимой стандартной медикаментозной коррекции артериального давления (АД) (эналаприл 0,58 мг/кг в сутки). Диагностика и лечение АГ проводились на основе соответствующих методических рекомендаций экспертов Всероссийского научного общества кардиологов и ассоциации детских кардиологов России [2]. При верификации диагноза «эссенциальная гипертензия» учитывались случаи возникновения АГ, которые не были связаны с патологией какого-либо внутреннего органа. Давность течения АГ – от 6 мес. до 3 лет. При поступлении и на 14-й день исследования выполнялось суточное мониторирование АД.

Контрольную группу составили 80 условно здоровых подростков (I группа здоровья) с частотой сердечных сокращений более 70 уд./мин, нормальным АД, отсутствием АГ у родственников первой степени. Кардиоинтервалография (КИГ) и регистрация АД среди девочек проводились во 2-ю фазу менструального цикла, что исключает влияние эстрогенов на данные показатели и устраняет различия в соответствии с полом. КИГ выполнялась в положении сидя в течение 5 мин в условиях физиологического покоя с помощью прибора «ВедаПульт» (ООО «Биоквант России»; регистрационное удостоверение Росздравнадзора № ФСР 2011/12389 от 29 июля 2014 г.).

Переменные представлены в виде медианы и межквартильных интервалов (Ме (25 %–75 %)), для оценки различий применяли критерий Манна – Уитни. Сравнение коэффициентов корреляции выполняли с использованием z-преобразования Фишера. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (*p*) принимали равным 0,05.

Все исследования были выполнены с заполненного информированного согласия и соответствовали этическим нормам Хельсинкской декларации (выписка из протокола № 60 от 20 декабря 2013 г. заседания Комитета по этике Новосибирского государственного медицинского университета).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обнаружено, что у подростков с эссенциальной гипертензией независимо от пола регистрируется достоверно более низкая (на 14,8 %) средняя длительность сердечного цикла, чем у здоровых подростков (табл. 1). В сочетании с уменьшением среднеквадратичного размаха (SDNN) на

Таблица 1

Сравнение фоновых значений КИГ здоровых подростков и подростков с эссенциальной гипертензией

Table 1

Comparison of the cardiointervalography background values in healthy adolescents and adolescents with essential hypertension

Параметр	Здоровые подростки	Подростки с ЭГ	Уровень значимости различий
RRNN, мс	698,3 (657–741,05)	594,9 (558–642,3)	0,0001
SDNN, мс	52,4 (38,85–65,1)	36,8 (28,8–45,1)	0,0002
МхDMn, мс	232 (186–296,05)	181,55 (138,7–208,3)	0,0004
Амо, %	36,25 (28,25–47,8)	49,65 (44,5–58,1)	0,0001
IN, усл. ед.	114,75 (71,9–203,5)	233,95 (168,7–333,4)	0,0001
IC, усл. ед.	3,2 (1,6–4,45)	1,45 (0,98–2,2)	0,0010

Примечание. Здесь и в табл. 2 RRNN – среднее значение длительности сердечного цикла; SDNN – стандартное отклонение RR; МхDMn – разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов; Амо (амплитуда моды) – число кардиоинтервалов в процентах, соответствующих диапазону моды; IC – индекс централизации; IN – индекс напряжения регуляторных систем.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции показателей КИГ с величиной диастолического АД здоровых подростков и подростков с эссенциальной гипертензией

Table 2

Correlation coefficients of cardiointervalography indices and the diastolic pressure in healthy adolescents and adolescents with essential hypertension

Параметр	Здоровые подростки	Подростки с ЭГ
SDNN, мс	-0,4138 ($p = 0,003$)	-0,3948 ($p = 0,034$)
MxDMn, мс	-0,3740 ($p = 0,009$)	-0,4330 ($p = 0,019$)
MxRMn, мс	-0,3388 ($p = 0,018$)	-0,4993 ($p = 0,006$)
RMSSD, мс	-0,3301 ($p = 0,022$)	-0,3950 ($p = 0,034$)
VR, с	-0,3742 ($p = 0,009$)	-0,4330 ($p = 0,019$)
IN, усл. ед.	+0,4081 ($p = 0,004$)	-0,3484 ($p = 0,064$)

Примечание. MxRMn – отношение максимальной длительности кардиоинтервала к минимальной; RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности пар последовательного ряда кардиоинтервалов; VR (вариационный размах) – разница между максимальным и минимальным интервалом значений RR (аналогичен MxRMn).

29,8 % и вариационного размаха (MxDMn) на 21,7 % это указывает на ригидность механизмов регуляции сердечного ритма у гипертоников, которая, по нашему мнению, связана с более высоким симпатическим тонусом, что подтверждает почти двукратная разница со здоровыми детьми по величине индекса напряжения регуляторных систем (IN), а также большая (на 13,4 %) амплитуда моды (Амо). Данные изменения нашли подтверждение в работе А.Ю. Черемисиной и соавт., в которой симпатикотонический тип регуляции оценивается в виде увеличения Амо на фоне повышенного АД [13].

Выявлена обратная связь между степенью вариабельности длительности сердечного цикла (индексы SDNN, MxDMn, MxRMn, RMSSD, VR) и величиной диастолического АД как у здоровых подростков, так страдающих АГ (табл. 2).

По нашим данным, наиболее чувствительным из всех параметров КИГ является индекс SDNN, который может выступать в качестве маркера прогрессирования гипертонии при проведении кардиоинтервалографического анализа. Наше предположение подтверждается некоторыми зарубежными работами на взрослой категории пациентов с гипертонией [21, 22].

Указанные выше особенности вегетативных нарушений у подростков с эссенциальной гипертензией еще более выраженно проявлялись в измененных индексах спектрального анализа ритма сердца. Так, общая мощность спектра (TP) у них более чем в два раза меньше, чем у здоровых подростков, что говорит о сниженной способности к адапционным изменениям ритма сердца и указывает на патологически измененную реактивность нейрогуморальной регуляции на си-

стемном уровне (рисунок, а). При этом мощность спектра в диапазоне очень низких частот (VLF) у подростков-гипертоников почти в два раза выше, чем у здоровых (рисунок, б), что говорит о вовлечении в механизмы регуляции ритма сердца менее эффективных и более энергетически затратных надсегментарных структур мозга, связанных с эрготрофной функцией. Указанные особенности находятся в разумном согласии с ранее полученными данными [1], но противоречат результатам некоторых исследований, в частности Н.А. Ильямаковой и соавт. [10].

Показательны также реципрокные изменения в диапазонах сегментарной вегетативной регуляции. В частности, у детей-гипертоников мощность спектра в диапазоне высоких частот (HF) достоверно ниже (на 16 %, рисунок, в), а мощность спектра в диапазоне низких частот (LF) – выше (на 17 %, рисунок, г), чем у здоровых детей, что свидетельствует, соответственно, о сниженном сегментарном парасимпатическом и более высоком сегментарном симпатическом тонусе.

Результаты настоящего исследования не противоречат данным других авторов об особенностях вегетативной регуляции ритма сердца у подростков с эссенциальной гипертензией, будут полезны практикующим клиницистам для сравнительных исследований и предлагают ориентировочные коридоры параметров КИГ, характерных для детей Сибирского региона [1, 3, 5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показаны закономерные изменения в механизмах нейрогуморальной регуляции сердечного ритма по данным КИГ, которые отражают осо-

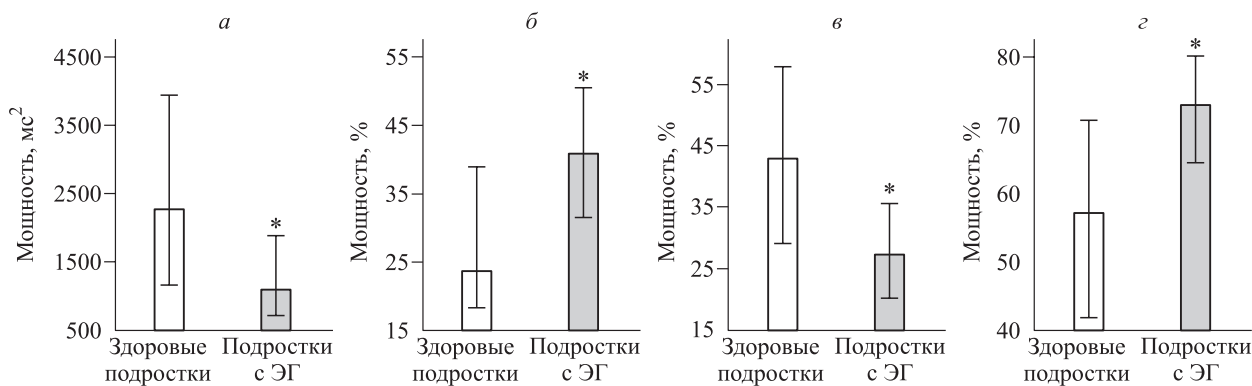


Рис. Сравнение фоновых спектральных показателей КИГ здоровых детей и детей с АГ: а – ТР (мощность в диапазоне от 0,003 до 0,4 Гц), б – VLF% (VLF в % от суммарной мощности колебаний), в – HFnu (HF в % от суммарной мощности колебаний), г – LFnu (LF в % от суммарной мощности колебаний); * – отличие от величины соответствующего показателя здоровых подростков статистически значимо при $p < 0,0001$

Fig. Comparison of the background spectral cardiointervalography indices in healthy adolescents and adolescents with essential hypertension: а – total power of the spectrum in the range from 0.003 to 0.4 Hz, б – VLF% (power of the spectrum of a very low-frequency variability range, % of the total power of fluctuations), в – HFnu (power of the spectrum of the high-frequency variability component, % of the total power of fluctuations), г – LFnu (power of the spectrum of the low-frequency variability component, % of the total power of fluctuations)

бенности патогенеза артериальной гипертензии у подростков 12–16 лет. Обнаружена корреляция величины диастолического АД с некоторыми показателями вариабельности ритма сердца у подростков с эссенциальной гипертензией 12–16 лет, которые требуют дальнейшего изучения в зависимости от течения заболевания и проводимого лечения с целью совершенствования персонализированных подходов к медикаментозной и немедикаментозной терапии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В.В., Козлов В.А., Куликов В.Ю., Маркова Е.В., Сорокин О.В., Труфакин С.В. Факторный анализ параметров вегетативной регуляции сердечного ритма у детей. *Бюл. СО РАМН*. 2004; 24 (1): 32–39.

Abramov V.V., Kozlov V.A., Kulikov V.Yu., Markova E.V., Sorokin O.V., Trufakin S.V. Factor analysis of the parameters of the autonomic regulation of heart rhythm in children. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2004; 24 (1): 32–39.

2. Александров А.А., Балькова Л.А., Бубнова М.Г., Васюкова О.В., Гнусаев С.Ф., Долгих В.В., Денисова Д.В., Дегтярева Е.А., Звездина И.В., Кисляк О.А., Ковалев И.А., Козлова Л.В., Конь И.Я., Ледяев М.Я., Ларионова З.Г., Лебедькова С.Е., Леонтьева И.В., Мясоедова С.Е., Павловская Е.В., Петеркова В.А., Ровда Ю.И., Розанов В.Б., Соболева М.К., Стародубова А.В., Ушакова С.А., Щер-

бакова М.Ю., Яковлева Л.В. Национальные рекомендации по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в детском и подростковом возрасте. *Рос. кардиол. журн*. 2012; (6, Прил. 1): 12–53.

Aleksandrov A.A., Balykova L.A., Bubnova M.G., Vasyukova O.V., Gnusaev S.F., Dolgikh V.V., Denisova D.V., Degtyareva E.A., Zvezdina I.V., Kislyak O.A., Kovalev I.A., Kozlova L.V., Kon' I.Ya., Ledyayev M.Ya., Larionova Z.G., Lebedkova S.E., Leontyeva I.V., Myasoedova S.E., Pavlovskaya E.V., Peterkova V.A., Rovda Yu.I., Rozanov V.B., Soboleva M.K., Starodubova A.V., Ushakova S.A., Shcherbakova M.Yu., Yakovleva L.V. National recommendations for the prevention of cardiovascular diseases in children and adolescents. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal = Russian journal of cardiology*. 2012; (6, Прил. 1): 12–53.

3. Антонова Л.К., Кушнир С.М., Кулакова Н.И., Павлова А.В., Антонов В.В., Богомолова Е.А. Вариабельность ритма сердца у подростков. *Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра СО РАМН*. 2007; (3): 63–64.

Antonova L.K., Kushnir S.M., Kulakova N.I., Pavlova A.V., Antonov V.V., Bogomolova E.A. Heart rate variability in adolescents. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of East Siberian scientific center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2007; (3): 63–64. [In Russian].

4. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. *Ультразвук. и функц. диагностика*. 2001; (3): 108–127.

Baevskiy R.M., Ivanov G.G. Heart rate variability: theoretical aspects and features in clinical use. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika = Ultrasound and functional diagnostics*. 2001; (3): 108–127. [In Russian].

5. Байбурсян Е.Д., Крюков Н.Н., Киселева Г.И., Малофеева Н.С., Германова И.К. Вариабельность сердечного ритма в оценке степени тяжести артериальной гипертензии. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2005; (4): 30.

Baibursian E.D., Kryukov N.N., Kiseleva G.I., Malofeeva N.S., Germanova I.K. Heart rate variability in assessment of severity level of hypertension. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2005; (4): 30. [In Russian].

6. Валеева А.М., Кайнара В.Г., Сорокин О.В., Нефедова Ж.В. Использование метода кардиобиоуправления при эссенциальной гипертензии у детей. *Рос. вест. перинатол. и педиатрии*. 2016; 61 (3): 212.

Valeeva A.M., Kaynara V.G., Sorokin O.V., Nefedova Zh.V. Application of cardiobioregulation method in children with essential hypertension. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii = Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2016; 61 (3): 212. [In Russian].

7. Валеева А.М., Сорокин О.В. Особенности изменения длительности сердечного цикла у ваготоников в ходе кардиобиоуправления. *Мед. и образ. в Сибири*. 2013; (4). URL: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1056

Valeeva A.M., Sorokin O.V. The features of cardiac cycle duration in vagotonic patients within cardio bioregulation. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri = Medicine and Education in Siberia*. 2013; (4). Available at: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1056. [In Russian].

8. Громнацька Н.М. Стан автономної нервової системи в дітей з есенціальною артеріальною гіпертензією. *Артеріал. гіпертензія*. 2014; (4): 46–50.

Gromnatska N.M. The state of vegetative nervous system in children with essential hypertension. *Arterial'na gipertenziya = Hypertension*. 2014; (4): 46–50. [In Ukrainian].

9. Гуничева Е.А., Логачева И.В., Ожегов А.М. Вариабельность ритма сердца в зависимости от типа исходного вегетативного тонуса у подростков с артериальной гипертензией. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2009; 8 (6, S1): 107.

Gunicheva E.A., Logacheva I.V., Ozhegov A.M. Heart rate variability dependence on the type of primary vegetative tone in adolescents with arterial hypertension. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2009; 8 (6, S1): 107. [In Russian].

10. Ильямакова Н.А., Горбунов В.В., Аксенова Т.А. Вариабельность ритма сердца у больных гипертонической болезнью. Артериальная гиперто-

ния: от теории к практике: сб. тез. докл. XI Всерос. конгр., Кемерово, 18–20 марта 2015 г. М.: ИнтерМедсервис, 2015. 9–10.

Iliamakova N.A., Gorbunov V.V., Aksenova T.A. Heart rate variability in patients with hypertensive disorder. Arterial hypertension: from theory to practice: Collection of abstracts, XI All-Russian congress, Kemerovo, March 18–20, 2015. Moscow: InterMedService, 2017. 9–10. [In Russian].

11. Лебеденко А.А., Тараканова Т.Д., Яновская Т.А. Геометрические и спектральные методы анализа вариабельности сердечного ритма у подростков с артериальной гипертензией. *Мед. вестн. Юга России*. 2013; (2): 86–89.

Lebedenko A.A., Tarakanova T.D., Yanovskaya T.A. Geometric and spectral methods of analysis of heart rate variability in adolescents with arterial hypertension. *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii = Medical Herald of the South of Russia*. 2013; (2): 86–89. [In Russian].

12. Нефедова Ж.В. Метаболические и нейрофизиологические аспекты артериальной гипертензии у детей и подростков: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2008.

Nefedova Zh.V. Metabolic and neuro-physiological aspects of arterial hypertension in children and adolescents: abstract of thesis. ... doct. med. sciences. Novosibirsk, 2008. [In Russian].

13. Черемисина А.Ю., Сайфутдинов Р.Г., Исмагилов М.Ф. Вариабельность сердечного ритма и суточное мониторирование артериального давления у больных гипертонической болезнью. *Дневник Казанск. мед. шк.* 2013; (1): 138.

Cheremisina A.Yu., Saifutdinov R.G., Ismagilov M.F. Heart rate variability and intraday monitoring of blood pressure in patients with hypertension. *Dnevnik Kazanskoy meditsinskoy shkoly = Diary of Kazan medical school*. 2013; (1): 138. [In Russian].

14. Флейшман А.Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики: нелинейные феномены в клинической практике. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 194 с.

Fleyshman A.N. Heart rate variability and slow fluctuations of hemodynamics: non-linear phenomena in clinical practice. Novosibirsk, 2009. 194 p. [In Russian].

15. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 102–116.

Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and sportsmen. Izhevsk: Udmurt University, 2009. 102–116. [In Russian].

16. Ansari A.H., Goit R.K. Reduced parasympathetic tone in newly diagnosed essential hypertension. *Indian Heart J.* 2016; 68 (2): 153–157.

17. Amudharaj D., Karthik S., Nanda N., Pal G.K., Pal P. Spectral analysis of heart rate variability (HRV) may predict the future development of essential hypertension. *Med. Hypotheses*. 2009; 72 (2): 183–185.

18. Brosschot J.F., Thayer J.F., Yamamoto S.S. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *Int. J. Cardiol.* 2010; 141 (2): 122–131.
19. Bugiardini R., Manfredini O., Mazzolini M., Pizzi C., Xhyheri B. Heart rate variability today. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2012; 55 (3): 321–331.
20. Carthy E.R. Autonomic dysfunction in essential hypertension: A systematic review. *Ann. Med. Surg. (Lond).* 2013; 3 (1): 2–7.
21. De Andrade P.E., do Amaral J.A., Paiva L.D., Adami F., Raimudo J.Z., Valenti V.E., Abreu L.C., Raimundo R.D. Reduction of heart rate variability in hypertensive elderly. *Blood Pressure.* 2017; 26 (6): 350–358.
22. Gui-Ling X., Jing-Hua W., Yan Z., Hui X., Jing-Hui S., Si-Rui Y. Association of high blood pressure with heart rate variability in children. *Iran. J. Pediatrics.* 2013; 23 (1): 37–44.
23. Jagodziński L., Sielańczyk A., Ciesiółka A., Gmyrek J., Niepsuj K. The analysis of heart rate variability as non-invasive method of cardiovascular system assessment. *Wiad. Lek.* 2001; 54 (9): 551–555.
24. Sacha J. Interaction between heart rate and heart rate variability. *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* 2014; 19 (3): 207–216.
25. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996; 17 (3): 354–381.
26. Terathongkum S., Pickler R.H. Relationships among heart rate variability, hypertension, and relaxation techniques. *J. Vasc. Nurs.* 2004; 22 (3): 78–82.

Сведения об авторах:

Валеева А.М., e-mail: alinvaleeva1994@gmail.com
Сорокин О.В., к.м.н., e-mail: oleg.sorokin@vedapulse.com
Нефедова Ж.В., д.м.н., e-mail: nefedova_doc@mail.ru
Кайнара В.Г., e-mail: viktoriya.kajnara@mail.ru
Панасенко Л.М., д.м.н., e-mail: plm-ngmu@mail.ru
Дерягина Л.П., к.м.н.
Карева Н.П., д.м.н., e-mail: knpnsk@mail.ru

Information about authors:

Valeeva A.M., e-mail: alinvaleeva1994@gmail.com
Sorokin O.V., candidate of medical sciences, e-mail: oleg.sorokin@vedapulse.com
Nefedova Zh.V., doctor of medical sciences, e-mail: nefedova_doc@mail.ru
Kajnara V.G., e-mail: viktoriya.kajnara@mail.ru
Panasenko L.M., doctor of medical sciences, e-mail: plm-ngmu@mail.ru
Deryagina L.P., candidate of medical sciences
Kareva N.P., doctor of medical sciences, e-mail: knpnsk@mail.ru