Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_22
УДК 612.17-057.874(985)(045)

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_22
UDC 612.17-057.874(985)(045)

ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПЕРВОКЛАССНИКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Д.Н. Чиркова[1], А.П. Борейко[2]
[1]Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Подольская областная клиническая больница», г. Подольск, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Россия

Аннотация. Цель работы – оценить показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей 7 лет, проживающих в Арктической зоне. Установлено, что под влиянием ортостатической пробы у девочек наблюдается больший вклад парасимпатического воздействия в регуляцию работы сердца, чем у мальчиков. В ортостатической пробе временные и спектральные характеристики у мальчиков снизились, что говорит об увеличении ригидности ритма и уменьшении воздействия парасимпатической системы. В восстановительном периоде изменения показателей вариабельности сердечного ритма свидетельствуют об активизации адаптационных резервов сердечно-сосудистой системы.
Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, артериальное давление, вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система.

INDICES OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF FIRST-GRADERS LIVING IN THE ARCTIC ZONE

D.N. Chirkova[1], A.P. Borejko[2]
[1]Podolsk Regional Clinical Hospital, Podolsk, Russia
[2]Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia

Annotation. The objective of the study was to evaluate the indices of the functional state of the cardiovascular system of 7-year-old children living in the Arctic zone. It has been found that under the influence of the orthostatic test, girls have a greater contribution of parasympathetic influence to the regulation of heart function than boys. In the orthostatic test, the temporal and spectral characteristics in boys decreased, which reflects an increase in rhythm rigidity and a decrease in the influence of the parasympathetic system. During the recovery period, changes in heart rate variability show activation of the adaptive reserves of the cardiovascular system.
Keywords: cardiovascular system, blood pressure, heart rate variability, autonomic nervous system.

Введение. Каждый возрастной период в развитии человека характеризуется определенными особенностями, на которые могут влиять окружающие факторы. Детский организм является сенситивным к воздействию суровых природно-климатических условий. Условия окружающей среды оказывают выраженное воздействие на формирование растущего организма, на состояние и развитие его физиологических систем. Учитывая специфичность природно-климатических условий каждого северного региона, реакция организма в природных и социальных условиях конкретных территорий Севера будет иметь свои особенности. Нахождение человека в дискомфортной арктической зоне приводит к формированию целого комплекса метаболических отличительных черт, связанных с влиянием условий среды, что может выражаться в торможении возрастного созревания детей.

В возрасте 7 лет большинство детей поступают в школу, учебный процесс

предъявляет к учащимся большие психофизиологические и физиологические требования, что в свою очередь приводит уже в начальном периоде обучения к снижению функциональных резервов организма, его адаптационных возможностей [1-2]. Ухудшение состояния здоровья под влиянием новой для ребенка среды косвенно воздействует на регуляторные системы, из-за чего повышается актуальность к изучению адаптационных изменений у детей на различные раздражители внешней и внутренней среды. Проработка данной проблемы невозможна без качественной оценки всех показателей сердечно-сосудистой системы, которые высокоинформативны и доступны для исследования [3]. Одним из важных направлений в биологии и медицине является оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей, так как эти критерии служат базовыми в плане определения и прогнозирования соматического здоровья, физического статуса, а также возможных ограничений тех или иных видов двигательной активности.

У первоклассников сердечно-сосудистая система только начинает формироваться и претерпевает значительные изменения по сравнению с новорожденными [4]. Сердечно-сосудистая система первоклассников находится в стадии активного развития и требует особого внимания. Все показатели работы сердечно-сосудистой системы могут варьироваться в зависимости от пола, биологической зрелости, уровня адаптаций и прочего [5]. При нормальном функционировании сердечно-сосудистой системы у детей 7 лет пульс должен ускоряться при физической нагрузке, но быстро возвращаться к нормальному уровню после ее окончания [6-7]. В целом, у детей 7 лет сердечно-сосудистая система должна функционировать без заметных отклонений от нормы. Однако при наличии каких-либо симптомов, например одышки, учащенного пульса, болей в груди, следует обратиться к врачу для диагностики и лечения возможных нарушений [8].

Для детей свойственны структурные и функциональные изменения в системе регуляции сердечно-сосудистых функций. Происходит перестройка взаимосвязи симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, роль блуждающего нерва в регуляции сердечного ритма становится выше, однако тонические симпатические влияния на сердце у детей 7-10 лет преобладают, относительная симпатикотония является для них возрастной нормой [2, 9]. Отмечается напряжение компенсаторных механизмов, связанных с адаптацией детского организма к физическим и умственным нагрузкам в этом возрасте [10]. За основу в анализе показателей сердечно-сосудистой системы можно взять вариабельность ритма сердца (ВРС), которая выступает в качестве показателя функционального состояния организма детей младшего школьного возраста, одного из критериев для комплексной оценки адаптации, и показывает соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы [1, 11]. Длительность сердечного цикла меняется во времени, по причине чего вариабельность сердечного ритма чутко проявляет внимание ко многим раздражающим факторам: воздействия извне, изменения возраста, психоэмоциональное напряжение, пониженная активность и прочее. Поэтому вариабельность сердечного ритма в большей степени используется для оценки именно центральных нервных механизмов регуляции работы сердца [12-13]. Таким образом, воздействие комплекса оздоровительных мероприятий и климатогеографических факторов на параметры сердечно-сосудистой системы (в частности на показатели вегетативной нервной системы) является важной характеристикой функционального состояния детского организма [14].

Цель работы – оценить показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей 7 лет, проживающих в Арктической зоне.

Методы и организация исследования. Проведено исследование, в участие которого были задействованы первоклассники школ города Архангельска. Общее количество детей составило 70 человек, из них 35 мальчиков и 35 девочек. Средний возраст детей – 7,41±0,46 лет. На момент исследования дети были практически здоровы или находились в стадии ремиссии, не имели хронических заболеваний органов сердечно-сосудистой системы и других органов и систем, влияющих на показатели ритма сердца. По результатам исследования испытуемые, у которых на ритмограмме наблюдалось большое количество выбросов, свидетельствующих о признаках аритмии, автоматически были исключены из выборки с рекомендацией для родителей «проконсультироваться с педиатром». Обследование проводилось с соблюдением норм и правил биомедицинской этики, утвержденных Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации об этических принципах проведения медицинских исследований (2013) и письменного согласия родителей, педагогов и добровольного желания самих школьников. Исследование по регистрации ритма сердца проводилось с помощью аппаратно-программного комплекса ВНС-Спектр «Нейрософт» с ортостатической нагрузкой [15-16].

Результаты исследования обработаны с использованием пакета прикладных программ MS Excel 2003, SPSS v.23.0. В первую очередь была проведена проверка выборки на «нормальность» распределения по критерию Шапиро-Уилка. Полученные выборки не подчинялись закону нормального распределения, сравнение выборок проведено с помощью непараметрических критериев. При сравнении выборок первостепенной задачей стало выявление наличия или отсутствия половых различий в выборке. Для выполнения данной задачи использовался непараметрический (ранговый) U-критерий Манна-Уитни. В качестве меры для сравнения значений параметров вариабельности ритма сердца в выборке в различных состояниях был выбран непараметрический Т-критерий Вилкоксона. Для оценки средних значений показателей вариабельности ритма сердца первоклассников г. Архангельска с похожими данными других регионов был использован одновыборочный Т-критерий.

Результаты исследования и их обсуждение. За основу исследования была взята функциональная проба с применением физического усилия и изменения тела в пространстве. Оценка вариабельности ритма сердца (ВРС) позволяет выявить дисфункцию автономной нервной системы, которая играет важную роль в регуляции сердечно-сосудистой системы. Низкий уровень вариабельности ритма сердца может быть связан с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний. По результатам ортостатической пробы можно оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и принять решение о необходимости дополнительных обследований и лечения [16]. Наши данные показали, что статистически значимых половых различий во временных и спектральных показателях ВРС не выявлено.

Анализируя спектр ритма, можно отметить, что статистически значимые различия наблюдаются только в некоторых параметрах абсолютных значений быстрых волн у мальчиков и девочек в ортостатической пробе и в восстановительном периоде (рис. 1). По полученным числовым значениям можно сделать вывод, что вклад парасимпатического воздействия в регуляцию работы сердца у девочек выше, чем у мальчиков, что свидетельствует о более высоком уровне адаптивных резервов.

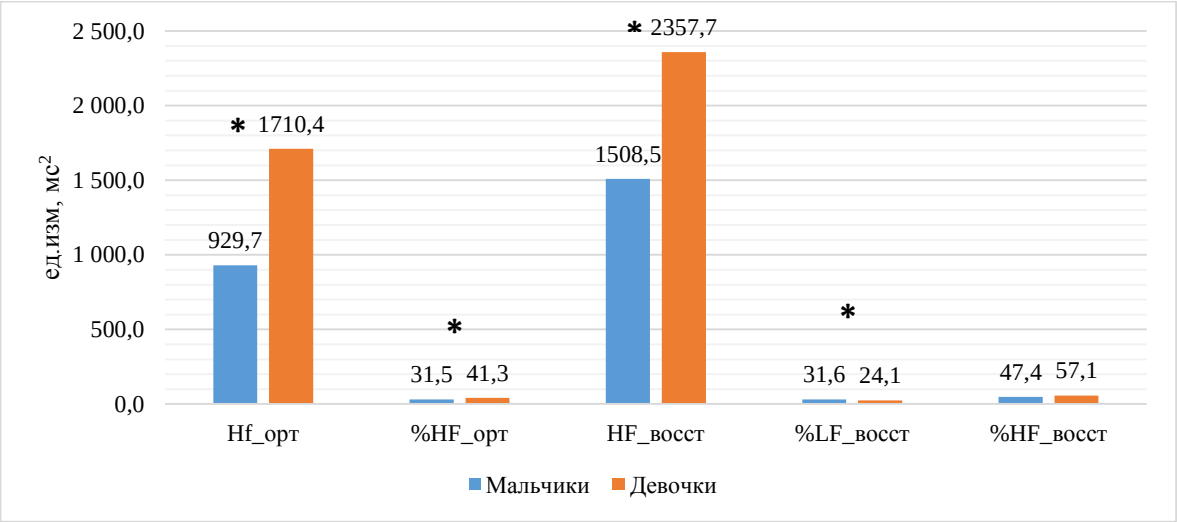


Рис. 1 Абсолютные значения быстрых волн (HF) у мальчиков и девочек в различных состояниях

Примечание: * p≤0,05 – показаны статистически значимые различия

В результате проведённого исследования отмечены изменения временных характеристик ритма сердца в ортостате по сравнению с исходным состоянием у мальчиков (рис. 2). Наши данные показали, что средняя продолжительность R-R интервалов (RRNN) в ортостате (620,0 мс) по сравнению с покоем (690,0 мс) статистически уменьшилась на 11,1%. Исходя из этого, можно сделать вывод, что под действием гравитационных сил возросла частота сердечных сокращений. Стандартное отклонение R-R-интервалов (SDNN) в ортостатическом состоянии (47,0 мс) по сравнению с состоянием покоя (57,0 мс) понизилось, что свидетельствует об изменении влияния симпатической и парасимпатической нервной системы на синоатриальный узел. В ортостатической пробе (11,8%) число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов (pNN50) уменьшилось на 61,8% по сравнению с состоянием покоя (30,9%). Данный результат может свидетельствовать о ентрализации ритма сердца и снижением влияния парасимпатической системы.

Анализ спектральных показателей ритма показал (рис. 3), что общая мощность спектра (TP) в ортостатическом состоянии (3052,0 мс^2) уменьшилась в сравнении с фоном (4086,7 мс^2), что свидетельствует об изменении суммарного влияния отделов ВНС под действием изменения положения тела в пространстве. Мощность спектра в диапазоне очень низких частот вариабельности (VLF) в ортостате (1236,8 мс^2) значимо повысилась в сравнении с состоянием покоя (1061,4 мс^2). Должным образом можно сказать об увеличении воздействия центров высшей нервной и гуморальной регуляции на сердечный ритм. Мощность спектра в диапазоне низких частот вариабельности (LF) в ортостатической пробе (904,1 мс^2) незначительно изменилась по сравнению с фоном (1152,2 мс^2). В соответствии с этим происходит большее влияние в симпатической НС, но также имеется и воздействие парасимпатической системы, подтверждая закономерную адаптивную реакцию. Мощность спектра в диапазоне высоких частот (HF) в ортостатическом состоянии (929,7 мс^2) статистически значимо уменьшился относительно состояния покоя (1937,6 мс^2). Соответственно, уровень активации парасимпатического звена регуляции уменьшился.

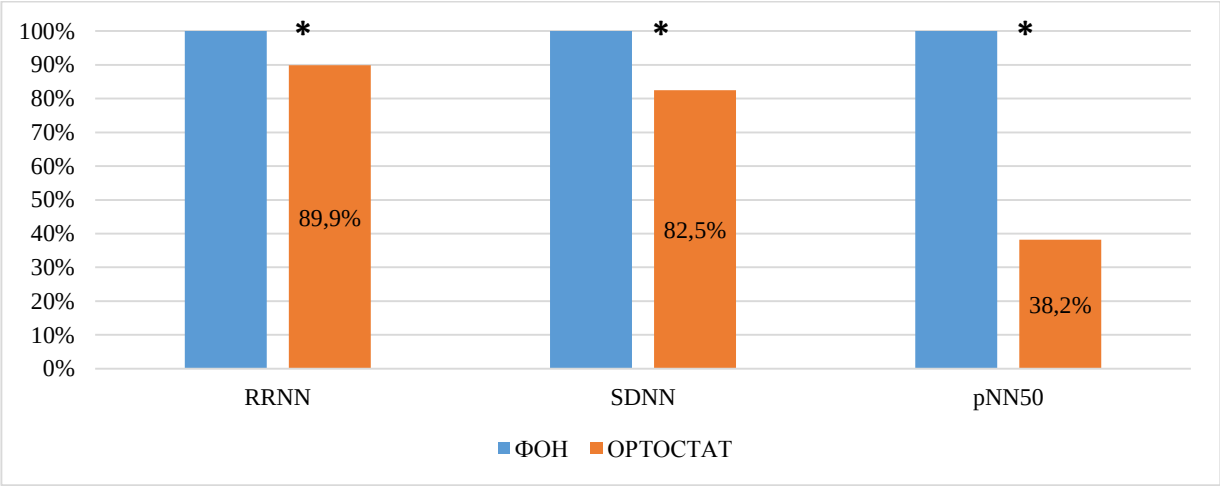


Рис. 2. Значимость изменений временных параметров вариабельности ритма сердца относительно состояния спокойного бодрствования у мальчиков, если за 100% принято фоновое состояние

Примечание: RRNN – средняя продолжительность R-R интервалов; SDNN – стандартное отклонение R-R-интервалов; pNN50 – число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов; * p≤0,05 – показаны статистически значимые различия

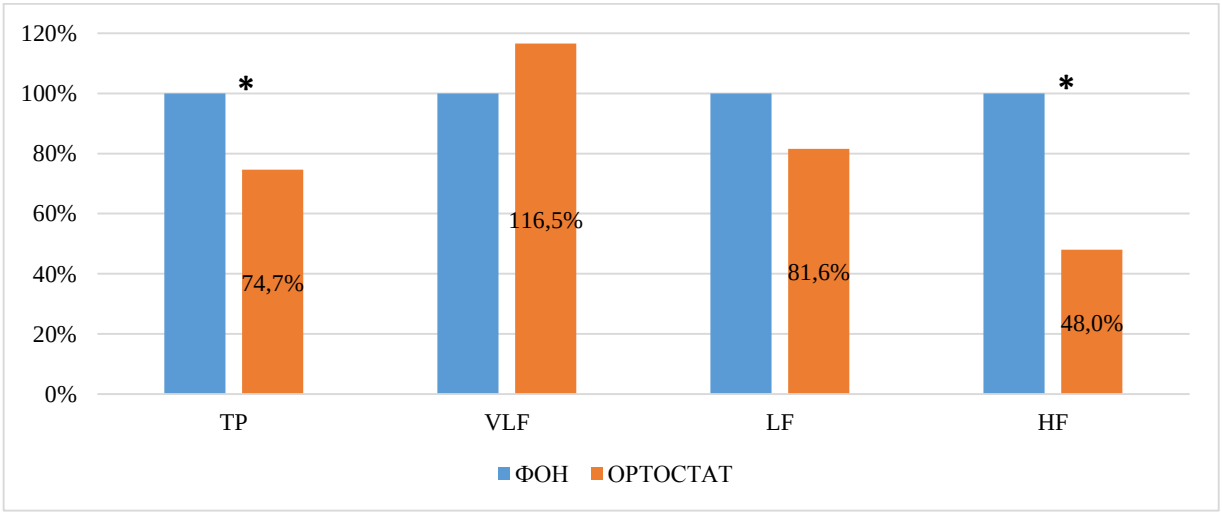


Рис. 3. Значимость изменений спектральных параметров вариабельности ритма сердца относительно состояния спокойного бодрствования у мальчиков, если за 100% принято фоновое состояние

Примечание: TP – общая мощность спектра; VLF, LF, HF – мощность спектра в диапазонах очень низких частот (VLF), низких частот (LF) и высоких частот (HF) вариабельности; * p≤0,05 – показаны статистически значимые различия

Следующим этапом обработки данных был анализ изменения временных и спектральных характеристик ритма сердца в ортостате по сравнению с исходным состоянием у девочек (рис. 4). Средняя продолжительность R-R интервалов (RRNN) в ортостатической пробе (625,0 мс) по сравнению с покоем (651,0 мс) статистически снизилась на 4,0%. Соответственно, из-за изменения положения тела в пространстве произошло увеличение частоты сердечных сокращений. Стандартное отклонение R-R-интервалов (SDNN) в ортостате (52,0 мс) по сравнению с состоянием покоя (62,0 мс)

значимо понизилось. Исходя из этого, можно сказать, что суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов ВНС изменился. В ортостатической пробе (17,0%) число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов уменьшилось на 44,7% по сравнению с состоянием покоя (30,7%). Данный результат может свидетельствовать о снижении степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим.

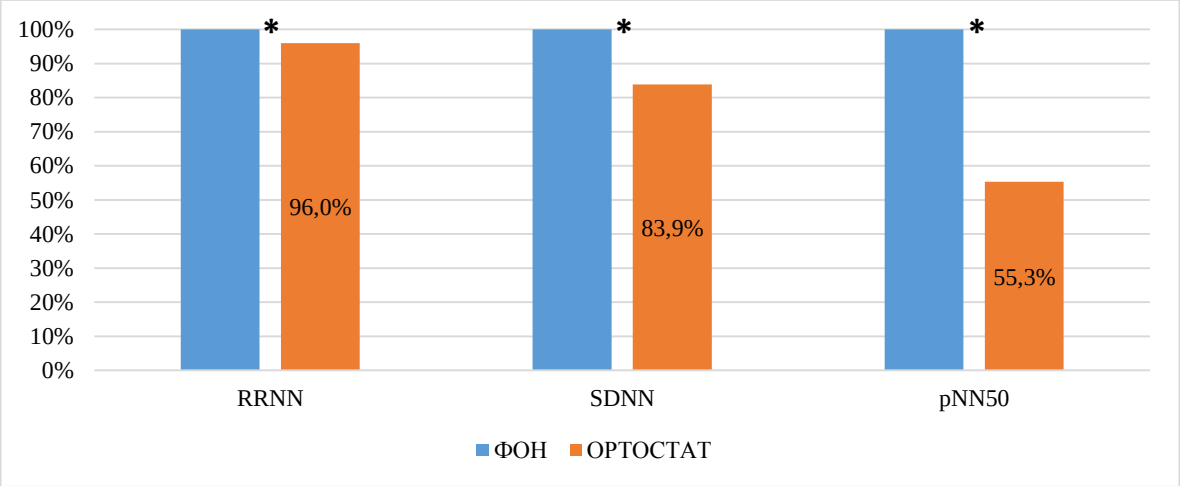


Рис. 4. Значимость изменений временных параметров вариабельности ритма сердца относительно состояния спокойного бодрствования у девочек, если за 100% принято фоновое состояние

Примечание: RRNN – средняя продолжительность R-R интервалов; SDNN – стандартное отклонение R-R-интервалов; pNN50 – число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов; * $p \leq 0,05$ – показаны статистически значимые различия

Анализ спектральных показателей ритма сердца показал (рис. 5), что общая мощность спектра (TP) в ортостатическом состоянии (4105,5 мс^2) уменьшилась в сравнении с фоном (5568,6 мс^2). Можно сделать вывод, что произошло уменьшение воздействия нервной и гуморальной регуляции на сердечно-сосудистую систему в результате изменения положения тела в пространстве. Мощность спектра в диапазоне очень низких частот вариабельности (VLF) в ортостатическом состоянии уменьшилась (946,7 мс^2) в сравнении с состоянием покоя (1046,4 мс^2). Следовательно, можно говорить о снижении воздействия центров высшей нервной и гуморальной регуляции на сердечный ритм. Мощность спектра в диапазоне низких частот вариабельности (LF) в ортостатической пробе (1153,7 мс^2) статистически уменьшилась относительно фона (1468,1 мс^2). В соответствии с этим произошло снижение симпатической активности барорефлекторных механизмов сосудистого тонуса. Мощность спектра в диапазоне высоких частот (HF) в ортостатическом состоянии (1710,4 мс^2) статистически значимо уменьшилась относительно состояния покоя (2897,3 мс^2). Соответственно, уровень активации парасимпатического звена регуляции сердца уменьшился.

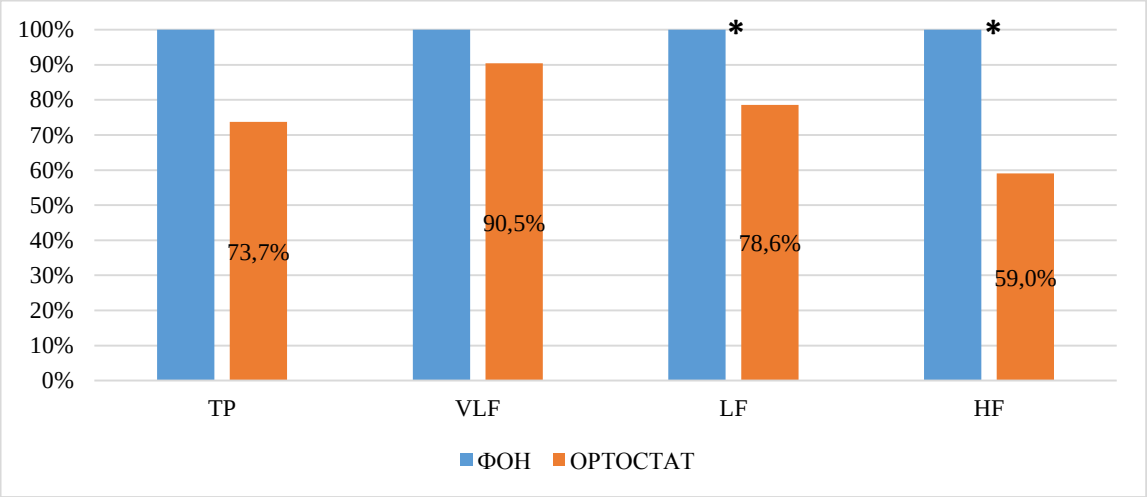


Рис. 5. Значимость изменений спектральных параметров вариабельности ритма сердца относительно состояния спокойного бодрствования у девочек, если за 100% принято фоновое состояние

Примечание: TP – общая мощность спектра; VLF, LF, HF – мощность спектра в диапазонах очень низких частот (VLF), низких частот (LF) и высоких частот (HF) вариабельности; * $p \leq 0,05$ – показаны статистически значимые различия

Проведен сравнительный анализ статистически значимых показателей временных и спектральных параметров вариабельности ритма сердца у мальчиков и девочек относительно друг друга. Согласно полученным данным значимые значения были выявлены в средней продолжительности интервалов R-R (RRNN), стандартном отклонении R-R-интервалов (SDNN), числе пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов (pNN50) и мощности спектра в диапазоне высоких частот (HF). У девочек данные показатели статистически значимо выше, чем у мальчиков. Полученные результаты свидетельствуют о том, что у мальчиков снизилось влияние парасимпатической системы на синусовый ритм, что подтверждает выводы, написанные выше.

При сравнении значений параметров вариабельности ритма сердца в восстановительном периоде относительно исходного состояния у мальчиков и девочек были найдены статистически значимые показатели, которые говорят о восстановительных функциях организмов двух исследуемых групп (рис. 6). Проанализировав полученные результаты, можно отметить, что у мальчиков наблюдается значимо отрицательный прирост RRNN, следовательно частота сердечных сокращений не вернулась в исходное значение, а механизмы регуляторных влияний на синусовый ритм снизились. В свою очередь у девочек наблюдается статистически значимое снижение симпатопарасимпатической модуляции барорефлекторной природы (параметр LF), что говорит об уменьшенном влиянии симпатической системы на организм по сравнению с исходным положением. При анализе спектра ритма для мальчиков становится статически значимым параметр %LF, который имеет положительный прирост по сравнению с исходным состоянием, благодаря чему система регуляции сосудистого тонуса пришла в норму.

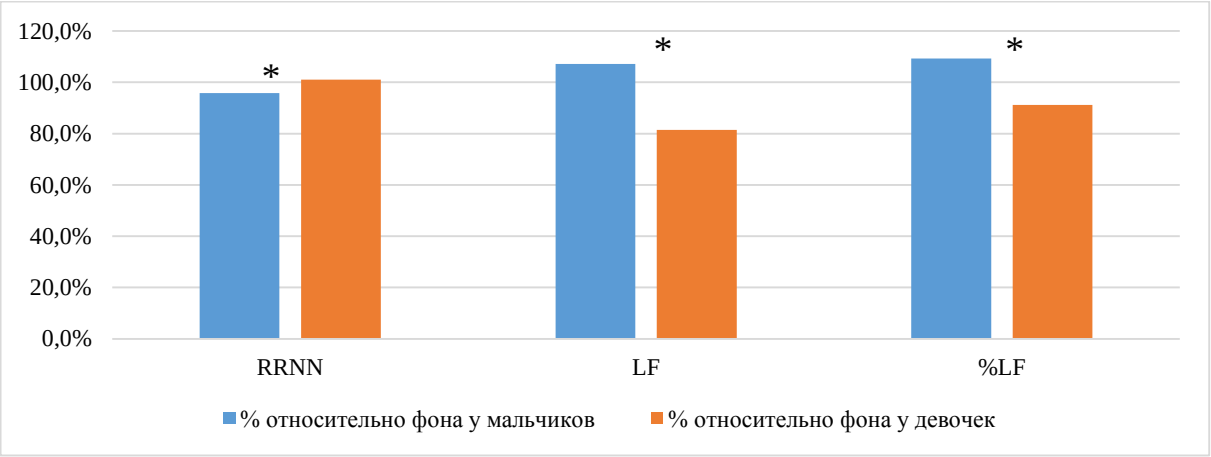


Рис. 6. Приросты значений параметров вариабельности ритма сердца в восстановительном периоде по сравнению с исходным состоянием (показаны сдвиги параметров, за 100% приняты значения в фоновом состоянии)

Примечание: RRNN – средняя продолжительность интервалов R-R; LF – мощность спектра в диапазоне низких частот (LF) вариабельности; %LF – мощность спектра сверхнизкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний; * p≤0,05 – показаны статистически значимые различия

Исходя из вышеописанного, можно сделать вывод, что мальчики и девочки имеют различия в адаптации к ортостатической нагрузке и восстановительному процессу. У девочек более выраженные реакции на ортостатическую нагрузку, что может быть связано с более эффективной регуляцией сердечно-сосудистой системы. Кроме того, у мальчиков может быть более выраженный эффект симпатической активации, который может отрицательно сказаться на сердечном ритме.

Таблица

Показатели временного и спектрального анализа вариабельности ритма сердца первоклассников г. Архангельска (2023 год), г. Сургута (2019 год) и г. Москвы (2016 год)

Показатели	г. Архангельск, n=70	г. Сургут, n=252	г. Москва, n=40
RRNN, мс	676,73	667,85	**674,50#**
SDNN, мс	68,56	**61,57***	65,20
pNN50, %	36,20	**27,79***	31,89
TP, мс^2	6615,98	**4422,27***	6875,10
VLF, мс^2	1114,17	1142,21	**2043,30#**
LF, мс^2	1652,57	**1087,56***	1571,10
HF, мс^2	3849,23	**2191,90***	3260,70
%VLF	19,64	**28,30***	**22,60#**
%LF	27,60	27,21	29,60
%HF	52,76	**44,27***	**47,90#**

Примечание: RRNN – средняя продолжительность интервалов R-R; SDNN – стандартное отклонение R-R-интервалов; pNN50 – число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов; TP – общая мощность спектра; VLF, LF, HF – мощность спектра в диапазонах очень низких частот (VLF), низких частот (LF) и высоких частот (HF) вариабельности; %VLF, %LF, %HF – мощность сверхнизкочастотного (%VLF), низкочастотного (%LF) и высокочастотного (%HF) компонентов в % от суммарной мощности колебаний; *, # – достоверные отличия показателей в группах первоклассников г. Сургута и г. Москвы относительно г. Архангельска, p<0,05

Сравнительный анализ показателей вариабельности ритма сердца, полученных в аналогичных исследованиях, проведенных в других климатических регионах (г. Сургут (О.Г. Литовченко, Э.Н. Саитова) и г. Москва (А.Н. Шарапов и др.)) представлен в таблице [1, 3, 7].

Климат в городах значительно отличается. Архангельск расположен в зоне субарктического климата, Москва имеет умеренный континентальный климат, Сургут расположен в континентальном климате с суровой, изменчивой погодой в холодный период года, что может обусловливать выраженное функциональное напряжение кардиореспираторной системы [3, 13]. Анализ показателей вариабельности ритма сердца у детей г. Архангельска, г. Москвы, г. Сургута различаются. Большая часть показателей вариабельности сердечного ритма первоклассников городов Архангельска и Сургута имели статистически значимые различия. Эти отличия наблюдались при сравнении стандартного отклонения R-R-интервалов (параметр SDNN), числа пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве (параметр pNN50), общей мощности спектра (параметр TP), мощности спектра в диапазоне низких частот (параметр LF), мощности спектра в диапазоне высоких частот (HF), сверхнизкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%VLF), высокочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%HF). Все показатели временных и спектральных характеристик, кроме сверхнизкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%VLF), у первоклассников Архангельска были статистически выше, чем у их сверстников из Сургута, что говорит о более эффективной адаптации сердечно-сосудистой системы. Меньшая часть показателей вариабельности сердечного ритма первоклассников Архангельска и Москвы имели статистически значимые различия. Эти отличия наблюдались при сравнении средней продолжительности интервалов R-R (параметр RRNN), мощности спектра в диапазоне очень низких частот (параметр VLF), сверхнизкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%VLF), высокочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%HF). У первоклассников Архангельска средняя продолжительность интервалов R-R (параметр RRNN) и мощность высокочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%HF) статистически выше, чем у первоклассников из Москвы. В сравнении с Архангельском значения мощности спектра в диапазоне очень низких частот (параметр VLF) и сверхнизкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний (%VLF) значимо выше у московских первоклассников. Данные изменения можно связать с генетическими особенностями, уровнем физической активности, общим состоянием здоровья и климатическими условиями проживания.

Заключение. Анализ показателей вариабельности ритма сердца у детей, проживающих в условиях арктической зоны, по сравнению с детьми, имеющими более благоприятные климатические условия жизни, показал более высокий адаптивный потенциал сердечно-сосудистой системы у последних. Вклад парасимпатического воздействия в регуляцию работы сердца у девочек выше, чем у мальчиков, что свидетельствует о более высоком уровне адаптивных резервов. В ортостатической пробе временные и спектральные характеристики снизились, что говорит об увеличении ригидности ритма и уменьшении воздействия парасимпатической системы у детей обоего пола. В периоде восстановления у девочек система регуляции сосудистого тонуса пришла в норму, у мальчиков был обнаружен более выраженный эффект симпатической активации, который может отрицательно сказаться на сердечном ритме.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литовченко, О. Г. Анализ некоторых показателей вариабельности сердечного ритма первоклассников города Сургута / О. Г. Литовченко, Э. Н. Сантова // Новые исследования. – 2017. – № 2(51) – С. 22-27.
2. Трубачев, В. В. Когнитивно-автономный процессинг внимания у детей 8-9 лет: освоение пространства вариабельности сердечного ритма / В. В. Трубачев, В. С. Трубачева // Современные проблемы медицины и естественных наук: материалы конференции, 23-27 апреля 2018 г.– Йошкар-Ола: Марийск. гос. ун-т., 2018. – С. 157-159.
3. Литовченко, О. Г. Показатели гемодинамики первоклассников города Сургута / О. Г. Литовченко, Э. Н. Сантова // Образовательный вестник «Сознание». – 2016. – № 12 – С. 20-23.
4. Гайнанова, Н. К. Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у детей 6-10 лет с разными темпами ростовых процессов / Н. К. Гайнанова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2011. – № 4. – С. 9-15.
5. Biddle, S. J. Sedentary behaviour interventions in young people: a meta-analysis / S. J. Biddle, S. O'Connell, R. E. Braithwaite // British Journal of Sports Medicine. – 2011. – Vol. 45. – № 11. – P. 937-942.
6. Попова, Т. В. Изменения функционального состояния сердечно-сосудистой и центральной нервной систем у детей с нарушениями зрения в период возрастного развития с 4 до 10 лет / Т. В. Попова, Е. Г. Кокорева, О. Г. Коурова // Гигиена и санитария. – 2021. – Т.100. – № 3. – С. 261-267.
7. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы первоклассников, обучающихся в школах с различным объемом круглогодичных комплексных оздоровительных мероприятий / Шарапов А. Н., Безобразова В. Н., Догадкина С. Б. [и др.] // Новые исследования. – 2016. – № 2 (47). – С. 70-83.
8. Green, D. J. Exercise and cardiovascular health / D. J. Green, K. J. Smith // Circulation. – 2018. – Vol. 137. – № 12. – P. 1304-1311.
9. Магомедова, З. А. Вариабельность сердечного ритма у детей разного возраста / З. А. Магомедова, С. С. Ашаханова, Ф. Ю. Байдаева // Известия Чеченского государственного университета. – 2020. – № 1(17) – С. 15-22.
10. Развитие системы кровообращения у детей / Безобразова В. Н., Догадкина С. Б., Кмить Г. В. [и др.] // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 364.
11. Sztajzel, J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system / J. Sztajzel // Swiss Med Wkly. – 2004. – Vol 134. – P. 514-522. DOI: 10.4414/smw.2004.10321.
12. Chouchou, F. Heart rate variability: a tool to explore the sleeping brain? / F. Chouchou, M. Desseilles // Front Neurosci. – 2014. – Vol. 8. DOI: 10.3389/fnins.2014.00402.
13. Carson, V. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update / Carson V., Hunter S., Kuzik N. [et al] // Appl Physiol Nutr Metab. – 2016. – Vol. 13 – P. 240-265. DOI: 10.1139/apnm-2015-0630.
14. Проблема однородности параметров кардиоинтервалов у детей школьного возраста в условиях широтных перемещений / Д. Ю. Филатова, Ю. В. Башкатова, Е. Г. Меньшикова, Л. С. Шакирова // Экология человека. – 2020. – № 1. – С. 6-10.
15. Снежицкий, В. А. Методические аспекты проведения ортостатических проб для оценки состояния вегетативной нервной системы и функции синусового узла / В. А. Снежицкий // Журнал ГрГМУ. – 2006. – № 1. – С. 3-6.
16. Shaffer, F. Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats / F. Shaffer, J. P. Ginsberg // Psychophysiology. – 2017. – Vol. 34. – № 6. – P. 623-648.

REFERENCES

1. Litovchenko O.G., Santova E.N. Analysis of some indices of heart rate variability in first-graders in Surgut. *Novye issledovania,* 2017, no. 2(51) pp. 22-27 (in Russ.)
2. Trubachev V.V., Trubacheva V.S. Cognitive and autonomous processing of attention in children aged 8-9 years: mastering the space of heart rate variability. Modern Problems of Medicine and Natural Sciences: conference materials, 2018, pp. 157-159 (in Russ.)
3. Litovchenko O.G., Santova E.N. Hemodynamic parameters of the first class pupils in Surgut. *Educational bulletin "consciousness"*, 2016, no. 12, pp. 20-23 (in Russ.)
4. Gajnanova N.K. The peculiarities of cardiovascular system functioning among children of 6-10 years with different rates of growth processes. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2011, no. 4, pp. 9-15 (in Russ.)
5. Biddle S.J., O'Connell S., Braithwaite R.E. Sedentary behaviour interventions in young people: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 2011, vol. 45, no. 11, pp. 937-942.
6. Popova T.V., Kokoreva E.G., Kourova O.G. Changes in blood circulation and the central nervous system functions in 4–10 year children with visual impairment. H*ygiene and Sanitation*, 2021, vol. 100, no. 3, pp. 261-267 (in Russ.)
7. Sharapov A.N., Bezobrazova V.N., Dogadkina S.B., Kmit' G.V., Rubleva L.V. Functional state of the cardiovascular system of first-graders studying in schools with varying amounts of year-round comprehensive health activities. *Novye issledovania*, 2016, no. 2 (47), pp. 70-83 (in Russ.)
8. Green D.J., Smith K.J. Exercise and cardiovascular health. *Circulation,* 2018, vol. 137, Iss. 12, P. 1304-1311.
9. Magomedova Z.A., Ashakhanova S.S., Bajdaeva F.Yu. Heart rhythm variability in children of different age. *Izvestiya Chechenskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.A. Kadyrova*, 2020, no. 1 (1), pp. 15-22 (in Russ.)
10. Bezobrazova V.N., Dogadkina S.B., Kmit' G.V. et al. Development of the circulatory system in children. *Russian Journal of Physiology,* 2004, vol. 90, no. 8. pp. 364 (in Russ.)
11. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Med Wkly*, 2004, vol 134, pp. 514-522. DOI: 10.4414/smw.2004.10321.
12. Chouchou F., Desseilles M. Heart rate variability: a tool to explore the sleeping brain? *Front Neurosci*, 2014, vol. 8. DOI: 10.3389/fnins. 2014.00402.
13. Carson V., Hunter S., Kuzik N., Gray C.E., Poitras V.J., Chaput J.P., Saunders T.J., Katzmarzyk P.T., Okely A.D., Connor Gorber S. et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2016, vol. 13, p. 240-265. DOI: 10.1139/apnm-2015-0630.
14. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Menshikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2020, no. 1, pp. 6-10 (in Russ.)
15. Snezhitskij V.A. Methodological aspects of performing orthostatic tests for assessment of the state of vegetative nervous system and function of the sinus node. *Journal of Grodno State Medical University*, 2006, no. 1, pp. 3-6 (in Russ.)
16. Shaffer F., Ginsberg J.P. Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 2017, vol. 34, no. 6, pp. 623-648.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Диана Николаевна Чиркова – врач функциональной диагностики Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Подольская областная клиническая больница», Подольск, e-mail: diana.chirkova.2015@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-5832-7819

Анна Павловна Борейко – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии человека и биотехнических систем Высшей школы естественных наук и технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», Архангельск, e-mail: a.repina@narfu.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1578-4333

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Diana Nikolaevna Chirkova – Functional Diagnostics Doctor, Podolsk Regional Clinical Hospital, Podolsk, e-mail: diana.chirkova.2015@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-5832-7819
Anna Pavlovna Borejko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Human Biology and Biotechnical Systems, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, e-mail: a.repina@narfu.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1578-4333

Для цитирования: Чиркова, Д. Н. Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы первоклассников, проживающих в условиях Арктической зоны / Д. Н. Чиркова, А. П. Борейко // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_22

For citation: Chirkova D. N., Borejko A. P. Indicators of the functional state of the cardiovascular system of first-graders living in the Arctic zone. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_22