

ХАРАКТЕРИСТИКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДОШКОЛЬНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕЧЕВЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ В ЗАПОЛЯРЬЕ

¹И. В. Калашникова*, ²А. Н. Никанов

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН, г. Апатиты, Россия

²Филиал «Научно-исследовательская лаборатория ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Кировск, Россия

© И. В. Калашникова, А. Н. Никанов, 2019 г.

Мурманская область характеризуется рядом специфических климатогеографических особенностей: полярная ночь, продолжительный снежный период, нестабильная гео-гелиофизическая обстановка. Все вышеперечисленные факторы оказывают негативное влияние на детей с ограниченными возможностями здоровья. В статье описывается применение метода анализа variability сердечного ритма для оценки динамических изменений функционального состояния организма детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи, а также с заиканием. Работа проводилась на Кольском полуострове в период выхода из «полярной ночи», когда у детей наиболее часто регистрируются обострения соматических заболеваний, происходит снижение иммунологической реактивности и адаптационного потенциала. Основной целью данной работы было проведение исследований по подбору методов функциональной диагностики детского организма на Кольском Севере для отслеживания динамики состояния в ходе образовательного процесса на базе дошкольного учреждения в наиболее неблагоприятные периоды. Функциональная диагностика включала в себя еженедельные динамические измерения функционального состояния детей обеих групп на неинвазивном кардиоритмографе с последующей математической обработкой основных кардиоритмографических параметров. Применение анализа variability сердечного ритма дает возможность выявить различия функционального состояния дошкольников с различными речевыми нарушениями, связанные с нозологической структурой дефекта. Кроме того, использование данного метода позволяет отслеживать изменения состояния детей в ходе образовательного процесса в дошкольном учреждении и корректировать подачу информации с учетом индивидуальных особенностей и адаптационных возможностей детей с речевыми нарушениями.

Ключевые слова: variability сердечного ритма; дошкольники; общее недоразвитие речи; заикание; Заполярье, морская медицина

CHARACTERISTICS OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM IN PRESCHOOL CHILDREN WITH DIFFERENT SPEECH DISORDERS IN ARCTIC

¹Irina V. Kalashnikova, ²Alexandr N. Nikanov

¹N. A. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Apatity, Russia

²Branch of North-Western Public Health Research Center, Kirovsk, Russia

The Murmansk region is characterized by a number of specific climatic and geographical features: a polar night, a long snowy period, an unstable geo-heliophysical setting. All of the above factors have a negative impact on children with disabilities. The article describes the application of the method of analysis of heart rate variability to assess the dynamic changes in the functional state of the body of preschool children with general speech underdevelopment, as well as with stuttering. The work was carried out on the Kola Peninsula in the period of the exit from the «polar night», when exacerbations of somatic diseases are most often recorded in children, and there is a decrease in the immunological reactivity and adaptation potential. The main purpose of this work was to conduct research on the selection of methods for the functional diagnosis of a child's body in the Kola North to track the state of the state during the educational process on the basis of a preschool institution during the most unfavorable periods. Functional diagnostics included weekly dynamic measurements of the functional status of children of both groups on a non-invasive cardiac rhythmograph, followed by

mathematical processing of the main cardiorythmographic parameters. The use of heart rate variability analysis makes it possible to identify differences in the functional state of preschool children with various speech disorders associated with the nosological structure of the defect. In addition, the use of this method allows you to track changes in the state of children in the course of the educational process in preschool institutions and to adjust the flow of information, taking into account the individual characteristics and adaptive capacities of children with speech disorders.

Key words: heart rate variability; preschoolers; general speech underdevelopment; stuttering; The Arctic, marine medicine

Для цитирования: Калашникова И. В., Никанов А. Н. Характеристика variability сердечного ритма у дошкольников с различными речевыми расстройствами в Заполярье // *Морская медицина*. 2019. № 2. С. 45–54, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2019-5-2-45-54>.

Введение. Климат Мурманской области имеет свои характерные особенности: усиленную циклоническую активность, резкие колебания (за короткий промежуток времени) температуры и влажности воздуха, атмосферного давления и скорости ветра, своеобразную фотопериодичность, выраженные космические и геомагнитные возмущения [1, с. 174].

Как отмечает М. В. Светлова, климат Мурманской области сравнительно с другими северными регионами довольно мягкий. Среди индивидуальных особенностей автор выделяет: неожиданные похолодания летом и потепления зимой; сложный ветровой режим; резкую смену давления, сложный его годовой ход [2, с. 184–185].

Среднегодовое количество осадков на территории Кольского полуострова сравнительно мало. Однако в условиях длительного снежного периода, короткого лета и слабого испарения данного количества оказывается вполне достаточно, чтобы создать избыточное увлажнение. При этом абсолютная влажность воздуха очень низкая. Данная особенность характерна не только для открытого пространства, но и для различных закрытых помещений: жилых, служебных, производственных. Таким образом, сухость воздуха является постоянно действующим негативным фактором среды обитания северян.

Для районов Крайнего Севера (в том числе и Кольского Заполярья) характерной является резкая фотопериодичность. В зимние месяцы (декабрь — февраль) наблюдается полярная ночь, а с середины мая и почти до конца июня солнце не заходит за горизонт — наступает полярный день [3, с. 4].

Ряд ученых (Чащин, Гудков, Попова и др.) отмечают слабую минерализацию питьевой воды в Мурманской области, для которой характерен дефицит многих биологически активных элементов (кальций, йод, фтор и др.) [4, с. 8].

Среди специфических климатических факторов Заполярья, имеющих физическую природу, которые вызывают негативные последствия для всех живых существ, следует считать космические и геомагнитные возмущения. Из-за своеобразного строения магнитосферы Земли районы Севера имеют большую проницаемость для рентгеновских и гамма-лучей, различных частот, радиоволн высокой и низкой частоты, которые в совокупности создают здесь интенсивные электромагнитные поля [5, с. 14].

Ученые Кольского научного центра отмечают, что именно в высоких широтах интенсивность космических лучей у поверхности Земли, а также вариации геомагнитного поля имеют экстремальный характер [6, с. 155].

Территория северных регионов относится к зоне повышенного ультрафиолетового дефицита. Наиболее ощутим недостаток УФ-света в период биологических сумерек, когда преобладает рассеянный свет. Период «биологической тьмы» фиксируется в области, когда суммарная УФ-радиация практически отсутствует в околополуденные часы. Длительность периода «ультрафиолетового голодания» также зависит от географической широты [5, с. 15].

Л. А. Другова также отмечает комплекс специфических условий, который оказывают неблагоприятный эффект на уровень здоровья людей, проживающих в данных регионах. Среди них автор особо выделяет: высокую степень урбанизации, значительный уровень техногенного загрязнения, сложные социально-экономические условия жизни, влияние антропоэкологического пресса [7, с. 397].

В условиях Крайнего Севера действует целый ряд факторов среды обитания, который может видоизменять процессы адаптации, а также увеличивает риск возникновения различных патологических процессов. Детский организм (в силу

ограниченности его адаптационных возможностей) является наиболее уязвимым к действию неблагоприятных факторов среды. Кроме того, значительные информационные и стрессорные нагрузки, связанные с процессом обучения и воспитания, приводят к перенапряжению нервной системы ребенка [7, с. 394].

Исследования Л. А. Лопинцевой показывают, что климатогеографическая среда Кольского Севера оказывает выраженное негативное влияние на становление, развитие, функционирование сердечнососудистой и кроветворной систем ребенка. Автор также отмечает, что задерживающее влияние на темпы морфофункционального развития детей оказывают: продолжительный период «биологической темноты», повышенная активность космических излучений и магнитных полей [8, с. 51].

Результаты исследований М. Г. Чухровой, В. И. Хаснулина, В. В. Гафарова подчеркивают, что в экстремальных условиях Севера различные психопатологические особенности человека могут проявляться впервые или обостряться, что сказывается в первую очередь на психоэмоциональной сфере. Это приводит к существенной социально-психологической дезадаптации [9, с. 281].

Растущий организм ребенка находится в процессе морфологического и функционального развития. В связи с этим он в большей степени подвержен влиянию неблагоприятных климатических факторов. При оценке физиологических параметров «детей-северян» встает вопрос, являются отклонения показателей функциональных систем признаком патологии или следствием адаптивных перестроек в условиях Заполярья [10, с. 144].

В настоящее время многие специалисты отмечают рост количества детей с различной речевой патологией (в том числе с тяжелыми нарушениями речи) [11, с. 8; 12, с. 36; 13, с. 12]. Таким образом, проблема обучения и воспитания детей с общим недоразвитием речи (самое распространенное речевое нарушение) является весьма актуальной в современной педагогике.

Недостаточность развития речи может проявляться по-разному: нарушения произношения, грамматического строя речи, бедность словарного запаса. Кроме того, у большинства таких детей наблюдаются ограниченность мышления, а также трудности в чтении и письме [14, с. 27].

По мнению В. Н. Акименко, нарушение речевой функции создает особые трудности для формирования личности ребенка, его взаимо-

действию с окружающим миром. Следствием этого является ухудшение процесса социализации [15, с. 91].

Следует также отметить, что для детей с речевыми нарушениями характерны: расстройства нервной системы, слабое физическое здоровье, быстрая утомляемость, раздражительность. В условиях Кольского Заполярья данная симптоматика усугубляется вследствие кумулятивного эффекта, связанного с негативным влиянием климатических факторов. Логопеды и врачи единогласно утверждают, что в период выхода из полярной ночи у детей наиболее часто регистрируются обострения не только соматических заболеваний, но и логоневротических приступов. Кроме того, в период геомагнитных возмущений, также происходит ухудшение состояния детей с различными речевыми расстройствами [16, с. 23; 17, с. 55].

Таким образом, актуальным является проведение исследований по подбору методов функциональной диагностики детского организма для отслеживания динамики состояния в ходе образовательного процесса на базе дошкольного учреждения в наиболее «критические» периоды.

Материалы и методы. Исследования в различных научных областях (авиакосмическая и экологическая физиология, спортивная и клиническая медицина и др.) подтвердили высокую информативность использования математических показателей variability сердечного ритма (ВСР). Применение данного метода особо актуально для оценки и прогноза функционального состояния человека вследствие его адаптации к различным экстремальным факторам внешней среды [18, с. 134]. Кроме того, существует достаточно работ, где описывается применение данного метода у детей различного возраста [19, с. 35–36; 20, с. 96; 21, с. 34; 22, с. 161–162; 23, с. 37].

По мнению Р. М. Баевского и Г. Г. Иванова, ВСР является новой перспективной методологией исследования процессов регуляции физиологических функций, где система кровообращения рассматривается как индикатор адаптационных реакций всего организма [24, с. 108].

Для расчета показателей ВСР нами проводилась регистрация электрокардиограммы, которая отражает частоту сердечных сокращений. Оценка функционального состояния детей с общим недоразвитием речи (2013 г.) осуществлялась на кардиоритмографе «Омега-М» фирмы ООО «Динамика» (Санкт-Петербург).

Оценка функционального состояния детей с заиканием (2015 г.) проводилась на кардиоритмографе «Варикард 2.51» фирмы ООО «Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий «Рамена» (г. Рязань).

Родители детей, а также опекуны (в случае отсутствия родителей) были ознакомлены с целями и задачами исследования. В обследовании участвовали только те дети, родители или опекуны которых дали свое письменное согласие.

Обследования детей проводились на базе двух коррекционных дошкольных образовательных учреждений г. Апатиты Мурманской области: МБДОУ детский сад комбинированного вида № 10 и МБДОУ детский сад компенсирующего вида № 59.

Регистрация электрокардиограммы проводилась в дошкольном учреждении после дневного сна в положении сидя. Такая поза была выбрана как наиболее физиологичная и приемлемая у детей данного возраста.

Гемодинамические параметры в положении сидя незначительно отличаются от таковых в горизонтальном положении. Их влияние на показатели вариабельности сердечного ритма несущественны. По исследованным показателям вариабельности ритма сердца оценка значимости различий в зависимости от пола ребенка не проводилась. По данным С. М. Кушнир и С. В. Лоллини, данные показатели значимых различий (при уровне значимости $p < 0,05$) в зависимости от пола не имели¹ [23, с. 37].

Результаты и их обсуждение. В эксперименте участвовали две группы детей 6–7-летнего возраста из коррекционных дошкольных образовательных учреждений г. Апатиты Мурманской области. В 2013 г. еженедельные (один раз в неделю) динамические измерения проводились у 12 детей с диагнозом общее недоразвитие речи (ОНР) II–III уровня, дизартрия (6 девочек, 6 мальчиков). В 2015 г. аналогичная диагностика проводилась у 14 детей с диагнозом логоневроз (неуточненный) (7 девочек, 7 мальчиков).

Мы использовали метод анализа вариабельности сердечного ритма для оценки адаптационных свойств организма, позволяющий количественно охарактеризовать активность различных отделов автономной нервной системы. Ранее проведен-

ные исследования автономной регуляции сердечного ритма показывают, что колебания статистических характеристик вариабельности сердечного ритма раньше, чем другие функциональные показатели, сигнализируют о чрезмерности нагрузки. Следовательно, нервная и гуморальная регуляция кровообращения реагируют на изменения раньше, чем выявляются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения в организме [25, с. 4].

Характерной особенностью метода является его неспецифичность по отношению к нозологическим формам патологии и высокая чувствительность к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям [24, с. 108].

В ходе эксперимента производился анализ малых выборок (число объектов не больше 20). Для таких выборок методы описательной статистики не всегда адекватны, поэтому ниже приводятся таблицы (табл. 1, 2) с исходными данными и статистическая обработка осуществлялась непараметрическими методами.

По мнению О. Ю. Ребровой, центральные тенденции и дисперсии количественных признаков, не имеющих приближенно нормального распределения, следует описывать медианой и интерквартильным размахом (25-й и 75-й процентиля) [26, с. 84–85].

В качестве меры центральной тенденции (наиболее типичное значение для данной выборки) в данной работе выбрана медиана, меры рассеяния (разброс значений признака в выборке) — интерквартильный размах (квартиль 1, квартиль 3). Такой интервал независимо от вида распределения включает более 50% значений признака в выборке.

Данные Э. А. Вуколова также показывают, что интерквартильный размах оказывается более стабильным для распределений, отклоняющихся от нормального [27, с. 51].

Первый из кардиоритмологических параметров, выбранный нами для анализа функционального состояния детей с речевыми нарушениями, — индекс напряженности сердца (индекс Баевского). Он является интегральным маркером централизации адаптивных процессов, т.е. показывает степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными. Этот показатель очень чувствителен к усилению тонуса симпатической

1 Лоллини С. В. Сердечный ритм как критерий оценки напряженности «школьного стресса» у детей младшего школьного возраста [электронный ресурс], режим доступа: http://www.rusnauka.com/36_NIO_2008/Biologia/38843.doc.htm

Таблица 1

Статистическая обработка кардиоритмографических данных у детей с ОНР

Table 1

Statistical processing of data cardiorythmography in children with ONR

№ замера	n	SI			pNN ₅₀			HF			LF		
		медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3	медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3	медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3	медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3
1	8	141,74	87,44	193,25	45,5	13,0	74,25	533,59	259,12	787,64	743,28	391,22	1324,69
2	8	162,92	92,79	213,23	29,0	16,25	41,75	385,97	232,3	489,66	585,77	383,35	866,48
3	8	64,56	48,66	133,45	109,0	32,5	127,0	1584,33	442,75	1779,86	1641,24	517,99	2410,87
4	7	126,92	108,48	199,76	50,0	26,0	75,0	527,21	295,26	1001,77	610,67	503,86	870,36
5	8	99,21	71,95	131,54	59,0	32,5	71,75	759,49	393,73	920,58	1050,21	732,23	2088,95
6	8	113,48	99,39	181,27	46,5	12,75	56,25	480,73	284,57	563,01	641,99	409,54	997,81
7	9	99,66	52,01	142,39	77,0	57,0	127,0	716,13	591,79	1957,2	882,95	615,84	1580,45
8	6	96,12	44,87	120,43	96,0	37,75	137,75	1195,64	612,82	1983,43	853,29	765,15	1206,69
9	8	141,53	52,54	217,51	43,5	21,0	106,0	422,82	279,79	1465,98	769,28	475,04	1628,62
10	9	125,16	99,59	149,82	41,0	21,0	55,0	499,58	313,82	656,25	982,84	561,45	1066,01
11	9	104,03	59,82	154,84	74,0	10,0	106,0	771,33	230,45	1254,58	874,58	620,74	1400,5
12	9	91,31	60,95	121,77	60,0	43,0	95,0	635,71	492,13	1183,74	962,92	723,75	2078,27

Таблица 2

Статистическая обработка кардиоритмографических данных у детей с заиканием

Table 2

Statistical processing of data cardiorythmography in children with stuttering

№ за-мера	n	SI			pNN ₅₀			HF			LF		
		медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3	медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3	медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3	медиа-на	квар-тиль 1	квар-тиль 3
1	11	119,62	42,47	183,14	30,5	13,36	48,06	1311,85	803,04	5279,7	1583,61	1194,62	2780,45
2	14	73,32	36,76	125,21	38,1	26,73	55,32	2912,5	1945,08	5029,02	1958,11	1132,35	3271,59
3	11	77,97	60,47	174,34	35,0	18,41	42,75	2249,49	888,59	3801,88	1141,07	786,25	1925,75
4	9	102,99	40,41	141,21	26,24	17,84	52,26	1570,27	1035,6	4779,96	1580,09	1056,4	2088,04
5	11	104,25	79,25	131,77	30,2	20,45	31,1	1400,95	985,79	2331,91	1138,13	639,59	2622,28
6	13	114,23	63,87	137,08	32,16	23,0	45,0	1738,83	936,48	4683,47	1494,43	1061,89	2121,98
7	11	107,15	61,17	176,3	17,41	16,34	35,63	1372,21	795,4	3434,16	1186,84	906,65	2058,05
8	13	72,37	32,49	171,37	25,63	19,81	60,2	1958,51	838,09	5721,23	1323,51	956,24	3184,81
9	13	82,42	49,65	123,71	37,5	16,43	48,5	2039,31	1024,17	3650,39	1562,53	954,64	2071,12
10	7	150,63	99,27	584,58	8,96	1,75	19,82	700,73	309,55	1926,96	984,31	235,11	1543,21

нервной системы вследствие физической или эмоциональной нагрузки.

Нами проведен анализ изменения индекса напряженности сердца у детей с общим недоразвитием речи и с заиканием. Данные статистически обработаны с использованием непараметрических методов, и построены графики изменения данного параметра во времени (рис. 1).

В связи с тем, что подавляющее большинство параметров сердечного ритма не имеют нормального распределения, в представленной работе графики динамических изменений значений были построены по медиане. В исследованиях А. Р. Галева, Л. Н. Игишевой, Э. М. Казина было показано, что средние значения

могут отличаться от медиан на 50–70% в связи с асимметричностью распределения [19, с. 36].

Центральные тенденции и разброс количественных признаков описывали медианой с интерквартильным размахом (25-й и 75-й процентиля). Такой интервал независимо от вида распределения включает более 50% значений признака в выборке [26, с. 84].

В ходе анализа графиков отмечено нарастание величины стресс-индекса на второй и девятый день измерения у детей с ОНР. У дошкольников с заиканием наибольшее значение данного параметра было зафиксировано к концу эксперимента (10-й день) (рис. 1). Полученные данные свидетельствуют об актива-

ции центрального контура и усилении симпатической регуляции, следствием чего является стабилизация ритма [24, с. 121].

По данным И.Ю. Голубевой, во время сосредоточенной и напряженной работы фиксируется нарастающее напряжение регуляторных систем организма, активизация центрального контура регуляции, а также преобладание влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы [28, с. 57]. Так как измерения проводились в период выхода из «полярной ночи», который является самым напряженным для детей [16, с. 23], увеличение индекса напряженности сердца может быть ответной реакцией организма ребенка на климатические изменения. Данная реакция является «универсальной», т.е. не зависит от функционального состояния организма ребенка.

Данные Еникеева и соавт. свидетельствуют, что у северных детей довольно часто встречаются вегетативные расстройства с преобладанием ваготонии [16, с. 26].

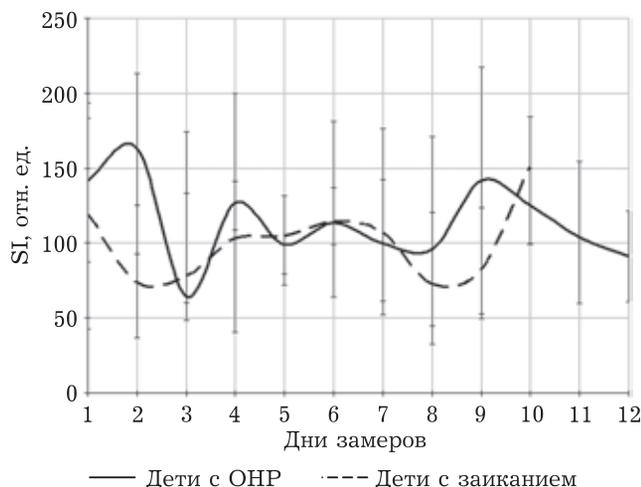


Рис. 1. Динамика индекса напряженности сердца
Fig. 1. Dynamics of the index of tension of heart

Следующим из показателей variability ритма сердца мы рассматривали изменение во времени параметра pNN_{50} , который отражает степень преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим. Анализ рис. 2 показывает достоверные различия величины pNN_{50} у детей с ОНР по сравнению с заикающимися. Это, по нашему мнению, связано с нозологической структурой заболевания. Многообразие проявлений заикания, отмечен-

ное исследователями, позволяет утверждать, что заикание — это не только расстройство речевой функции. В проявлениях заикания обращают на себя внимание в разной степени выраженные расстройства нервной системы, а также наличие психологических особенностей. У детей часто наблюдается общее мышечное напряжение, скованность движений или двигательное беспокойство¹ [12, с. 137]. Все перечисленные признаки являются следствием высокой активности симпатического звена регуляции.

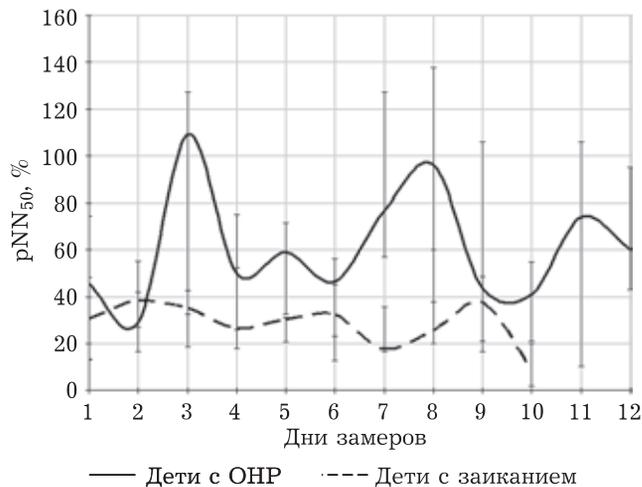


Рис. 2. Изменение параметра pNN_{50}
Fig. 2. The change of the parameter pNN_{50}

Следующей частью работы был анализ спектральной плотности мощности колебаний (выполняемый с использованием алгоритмов быстрого преобразования Фурье). Он дает информацию о распределении мощности в зависимости от частоты колебаний. Применение спектрального анализа позволяет количественно оценить различные частотные составляющие колебаний ритма сердца и наглядно графически представить соотношения разных компонентов сердечного ритма, отражающих активность определенных звеньев регуляторного механизма. Спектр ВСР есть точная количественная характеристика регуляторных систем сердца. В спектре коротких записей (от 2 до 5 мин) принято выделять две главные спектральные компоненты общей мощности: а) высоких частот (HF), б) низких частот (LF). Уровень активности высокочастотных влияний нейрогуморальной регуляции (HF) связывают с влияниями парасимпатического звена вегетативной регуляции,

¹ Белякова Л.И., Дьякова Е.А. Заикание: учебное пособие для студентов педагогических институтов по специальности «Логопедия». М.: В. Секачев, 1998. 304 с.

HF — это средний уровень активности низкочастотных влияний нейрогуморальной регуляции, который связывают с влияниями активности вазомоторного центра [29, с. 26].

В ходе анализа динамики мощности высокочастотных колебаний было выявлено достоверно высокое значение параметра HF у детей с заиканием по сравнению с дошкольниками с ОНР (рис. 3).

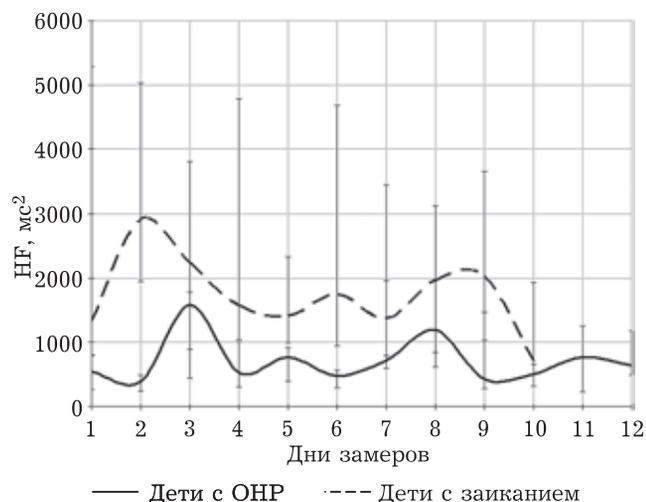


Рис. 3. Динамика высокочастотных колебаний

Fig. 3. Dynamics of high-frequency oscillations

По данным Р. М. Баевского, повышение мощности дыхательных волн сердечного ритма свидетельствует об увеличении вагусной активности, что в целом приводит к росту активности механизмов саморегуляции [30, с. 60].

Согласно данным литературы [25, с. 6] дыхательный акт связан с тонусом блуждающего нерва. У детей с заиканием процесс дыхания сопровождается судорожными движениями вследствие повышенного мышечного напряжения. В результате частых мышечных спазмов возрастает риск изменения тонуса блуждающего нерва.

В ходе анализа изменения параметра мощности низкочастотных колебаний можно отметить наличие флуктуаций в обеих группах на протяжении всего периода замеров (рис. 4). При этом амплитуда колебаний величины LF у дошкольников с ОНР постепенно снижается. Достоверно высокие значения мощности низкочастотных колебаний у детей с заиканием свидетельствуют об увеличении активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус.

Сравнительный анализ временных и частотных показателей вариабельности сердечного ритма у детей Мурманской области и города

Москвы, проведенный сотрудниками Кольского научного центра, показал, что между значениями аналогичных показателей в сходных по полу и возрасту группах детей существуют определенные различия. Они свидетельствуют о преобладании симпатического звена автономной нервной системы в регуляции сердечного ритма у детей-северян. Вследствие этого происходит напряжение механизмов регуляции сердечного ритма и снижение адаптивных резервов организма [31, с. 28].

Исследования состояния здоровья детей различных возрастных групп, проведенные другими учеными в школах и детских садах ряда городов Мурманской области, показали снижение функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем у значительного числа школьников и дошкольников [1, с. 175].

В связи с вышеизложенными фактами некоторые ученые высказывают точку зрения, что отклонения показателей функциональных систем у детей не являются признаком патологии, а обусловлены адаптационными реакциями к условиям Севера [10, с. 144; 32, с. 145].

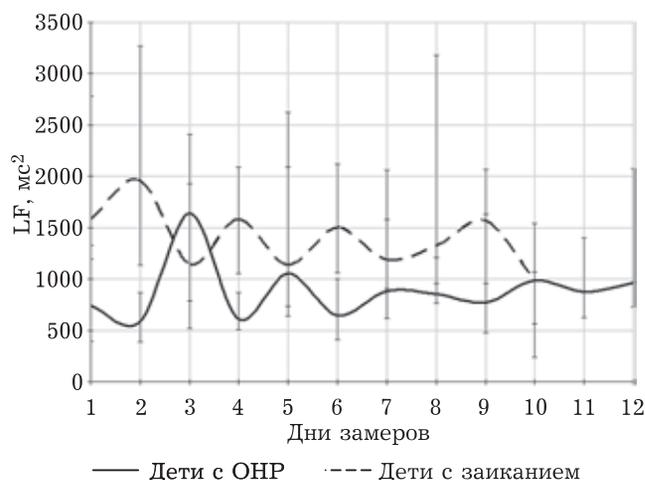


Рис. 4. Динамика низкочастотных колебаний

Fig. 4. Dynamics of low-frequency oscillations

Заключение. Проведенные нами исследования с использованием метода анализа вариабельности сердечного ритма подтвердили данные об особенностях функционирования сердечно-сосудистой системы детей в условиях Заполярья. Кроме того, применение данного неинвазивного аппарата дало возможность выявить различия функционального состояния дошкольников с различными речевыми нарушениями, связанные с нозологической структурой дефекта.

Анализ вариабельности сердечного ритма позволяет отслеживать динамику состояния детей в ходе образовательного процесса и при этом вносить коррективы с целью предупреждения перенапряжения нервной системы с учетом влияния экстремальных внешних

факторов, а также адаптационных возможностей дошкольников [20, с. 96; 28, с. 58].

Результаты исследования согласуются с данными литературы и подтверждают высокую информативность использования данного метода.

Литература/References

1. Богданов И.В. Организация здорового образа жизни детей старшего школьного возраста в условиях Кольского Севера (на примере общеобразовательных школ города Североморска Мурманской области) // *Молодой ученый*. 2015. № 20 (100). С. 172–180. [Bogdanov I.V. Organization of a healthy lifestyle of children of senior school age in the Kola North (on the example of secondary schools of the city of Severomorsk, Murmansk region). *Young scientist*, 2015, No. 20 (100), pp. 172–180. (In Russ.)].
2. Светлова М.В. Эколого-географическое положение Мурманской области: основные аспекты // *Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки*. 2011. № 21 (116). С. 183–190. [Svetlova M. V. Ecological and geographical position of the Murmansk region: main aspects. *Scientific Bulletin of BelSU. Series of Natural Sciences*, 2011, No. 21 (116), pp. 183–190. (In Russ.)].
3. Попова О.Н., Щербина Ю.Ф. Климатогеофизическая характеристика Кольского Заполярья // *Экология человека*. 2012. № 5. С. 3–7. [Popova O. N., Shcherbina Yu. F. Climatogeophysical characteristic of the Kola polar region. *Human Ecology*, 2012, No. 5, pp. 3–7 (In Russ.)].
4. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // *Экология человека*. 2014. № 1. С. 3–12. [Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Characteristics of the main risk factors for health disorders of the population living in the territories of active nature management in the Arctic. *Human Ecology*, 2014, No. 1, pp. 3–12. (In Russ.)].
5. Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера // *Экология человека*. 2012. № 1. С. 12–17. [Gudkov A.B., Popova O.N., Lukmanova N.B. Ecological and physiological characteristics of climatic factors of the North. *Human Ecology*, 2012, No. 1, pp. 12–17 (In Russ.)].
6. Белишева Н.К., Петров В.Н. Проблема здоровья населения в свете реализации стратегии развития арктической зоны Российской Федерации // *Труды Кольского научного центра РАН*. 2013. № 6 (12). С. 152–173. [Belisheva N.K., Petrov V.N. The problem of public health in the light of the development strategy of the Arctic zone of the Russian Federation. *Proceedings of the Kola research center RAS*, 2013, No. 6 (12), pp. 152–173 (In Russ.)].
7. Другова Л.А. Системные факторы эмоциональных нарушений у детей и подростков, проживающих в условиях Крайнего Севера // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена*. 2007. Т. 16, № 40. С. 393–397. [Drugova L.A. Systemic factors of emotional disorders in children and adolescents living in the Far North. *Proceedings of the Russian state pedagogical University. A.I.Herzen*, 2007, Vol. 16, No. 40, pp. 393–397 (In Russ.)].
8. Лопинцева Л.А. Реабилитация детей-инвалидов: проблемы, поиски, решения // *Ученые записки*. 2008. № 2. С. 50–56. [Lopinceva L.A. Rehabilitation of disabled children: problems, search, solutions. *Scientific notes*. 2008, No. 2, pp. 50–56 (In Russ.)].
9. Чухрова М.Г., Хаснулин В.И., Гафаров В.В. Трансформация личности и ее связь с психосоматической патологией в экстремальных климатогеографических условиях // *Мир науки, культуры, образования*. 2009. № 7 (19). С. 281–286. [Chuhrova M.G., Hasnulin V.I., Gafarov V.V. Transformation of personality and its connection with psychosomatic pathology in extreme climatogeographic conditions. *World of science, culture, education*, 2009, No. 7, pp. 281–286. (In Russ.)].
10. Демин Д.Б., Поскотинова Л.В. Тиреоидный статус и физическое развитие детей, проживающих на различных географических широтах Европейского севера // *Педиатрия*. 2009. Т. 87, № 2. С. 144–146. [Demin D.B., Poskotinova L.V. Thyroid status and physical development of children living in different geographical latitudes of the European North. *Pediatrics*, 2009, No. 2, V 87, pp. 144–146. (In Russ.)].
11. Филичева Т.Б. Особенности формирования речи детей дошкольного возраста. М.: Просвещение, 1999. 364 с. [Filicheva T.B. *Features of formation of the speech of children of preschool age*. Moscow: Izdatel'stvo Education, 1999, 364 p. (In Russ.)].
12. Визель Т.Г. Основы нейропсихологии. М.: АСТ, 2009. 384 с. [Vizel' T.G. *Basics of neuropsychology*. Moscow: Izdatel'stvo AST, 2009, 384 p. (In Russ.)].

13. Парамонова Л.Г. *Нарушения звукопроизношения у детей*. СПб.: Детство-Пресс, 2012. 184 с. [Paramonova L.G. *Violation of sound pronunciation in children*. Saint Petersburg: Izdatel'stvo Childhood-Press, 2012, 184 p. (In Russ.)].
14. Фомичева М.В., Волосовец Т.В., Кутепова Е.Н. *Основы логопедии с практикумом по звукопроизношению*. М.: Академия, 2002. 200 с. [Fomicheva M.V. Volosovets T.V., Kutepova E.N. *Basics of speech therapy with a workshop on sound*. Moscow: Izdatel'stvo Academy, 2002, 200 p. (In Russ.)].
15. Акименко В.Н. *Развивающие технологии в логопедии. Ростов-на-Дону*, 2011. 109 с. [Akimenko V.N. *Developing technologies in speech therapy*. Rostov-on-don, 2011, 109 p. (In Russ.)].
16. Еникеев А.В., Шумилов О.И., Касаткина Е.А., Карелин А.О., Никанов А.Н. Сезонные изменения функционального состояния организма детей Кольского Заполярья // *Экология человека*. 2007. № 5. С. 23–28. [Enikeev A.V. Shumilov O.I., Kasatkina E.A., Karelin A.O., Nikanov A.N. Seasonal changes in the functional state of the body of children of the Kola polar region. *Human Ecology*, 2007, No. 5, pp. 23–28. (In Russ.)].
17. Калашникова И.В. Изменения variability сердечного ритма у дошкольников в ходе проведения программы «Экотерапия для детей в возрасте 6–7 лет с речевыми нарушениями» в условиях Заполярья // *Специальное образование*. 2016. Т. 1. С. 52–61. [Kalashnikova I.V. Changes in heart rate variability in preschool children during the program «Hippotherapy for children aged 6–7 years with speech disorders» in the Arctic. *Special education*, 2016, No. 1, pp. 52–61 (In Russ.)].
18. Максимов А.Л. Современные проблемы адаптационных процессов и экологии человека в приполярных и арктических регионах России: концептуальные подходы к решению // *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2015. № 1. С. 131–143. [Maksimov A.L. Modern problems of adaptation processes and human ecology in the polar and Arctic regions of Russia: conceptual approaches to solving. *Ulyanovsk medical and biological journal*, 2015, No. 1, pp. 131–143. (In Russ.)].
19. Галеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Variability сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // *Вестник Харьковского национального университета*. 2002. № 545. С. 35–40. [Galeev A.R., Igisheva L.N., Kazin E.M. Heart rate variability in healthy children aged 6–16 years. *Bulletin of Kharkiv national University*, 2002, No. 545, pp. 35–40. (In Russ.)].
20. Горбачева М.В., Голубева И.Ю., Кузнецова Т.Г. Диагностика психофизиологического состояния дошкольников с разным уровнем тревожности на основе анализа сердечного ритма // *Гигиена и санитария*. 2013. № 2. С. 95–98. [Gorbacheva M.V., Golubeva I.Yu., Kuznecova T.G. Diagnosis of psychophysiological state of preschool children with different levels of anxiety based on the analysis of heart rate. *Hygiene and sanitation*, 2013, No. 2, pp. 95–98. (In Russ.)].
21. Гурова О.А. Variability сердечного ритма у детей дошкольного возраста // *Новые исследования*. 2009. № 3 (20). С. 33–37. [Gurova O.A. Heart rate variability in preschool children. *New studies*, 2009, No. 3 (20), pp. 33–37 (In Russ.)].
22. Кушнир С.М., Стручкова И.В., Макарова И.И., Антонова Л.К. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у здоровых детей в различные периоды детства // *Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки*. 2012. № 3 (122). С. 161–165. [Kushnir S.M., Struchkova I.V., Makarova I.I., Antonova L.K. The state of vegetative regulation of heart rate in healthy children in different periods of childhood. *Scientific Bulletin of BelSU. Series of Natural Sciences*, 2012, No. 3 (122), pp. 161–165 (In Russ.)].
23. Кушнир С.М., Антонова Л.К., Кулакова Н.И., Белякова Т.В., Фомичева Л.Ю. Variability ритма сердца у здоровых детей // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2010. № 5. С. 37–39. [Kushnir S.M., Antonova L.K., Kulakova N.I., Belyakova T.V., Fomicheva L.Yu. Heart rate variability in healthy children. *Russian journal of Perinatology and Pediatrics*, 2010, No. 5, pp. 37–39 (In Russ.)].
24. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001. № 3. С. 108–127. [Baevskij R.M., Ivanov G.G. Heart rate variability: theoretical aspects and possibilities of clinical application. *Ultrasound and functional diagnostics*, 2001, No. 3, pp. 108–127 (In Russ.)].
25. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения Иваново: Ивановская Государственная Медицинская академия. 2002. 200 с. [Mihajlov V.M. Heart rate Variability: practical experience of Ivanovo: Ivanovo State Medical Academy, 2009, 200 p. (In Russ.)].
26. Реброва О.Ю. *Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA*. М.: Медиа Сфера, 2002. 312 с. [Rebrova O.Yu. *Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA application package*. Moscow: Izdatel'stvo Media Sphere, 2002, 312 p. (In Russ.)].
27. Вуколов Э.А. *Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL*. М.: ФОРУМ, 2008. 464 с. [Vukolov E.A. *Fundamentals of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using the packages STATISTICA and EXCEL*. Moscow: Izdatel'stvo FORUM, 2008, 464 p. (In Russ.)].

28. Голубева И.Ю., Кузнецова Т.Г., Соколова Е.А., Фомкина К.Н. Динамика сердечного ритма у детей дошкольного возраста при попытке выполнения нерешаемого задания // *Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия*. 2007. № 8 (58). С. 50–59. [Golubeva I.Yu., Kuznecova T.G., Sokolova E.A., Fomkina K.N. Dynamics of cardiac rhythm in children of preschool age while trying to execute is not solved assignments. *Vestnik SamGU. Natural science series*, 2007, No. 8 (58), pp. 50–59 (In Russ.)].
29. Яблuchанский Н.И., Мартыненко А.В. *Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу*. Харьков, 2010. 131 с. [Yabluchanskij N.I., Martynenko A.V. *Heart rate variability to help the practitioner*. Kharkov, 2010, 131 p. (In Russ.)].
30. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика // *Клиническая информатика и телемедицина*. 2004. Т. 1. С. 54–64. [Baevskij R.M. Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice. *Clinical Informatics and telemedicine*, 2004, Vol. 1, pp. 54–64 (In Russ.)].
31. Белишева Н.К., Мартынова А.А., Пряничников С.А., Соловьевская Н.Л., Завадская Т.С., Михайлов Р.Е., Петрашова Д.А., Пожарская В.В., Каспарьян Ж.Э., Муравьев С.В. Функциональное состояние организма различных возрастных групп населения села Краснощелья, как индикатор здоровья в комплексной оценке качества жизни // *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2014. № 2. С. 19–33. [Belisheva N.K., Martynova A.A., Pryanichnikov S.A., Solov'evskaya N.L., Zavadskaya T.S., Mihajlov R.E., Petrashova D.A., Pozharskaya V.V., Kaspar'yan Zh.Eh., Murav'ev S.V. Functional state of organism of different age groups of the population of Krasnosel as an indicator of health in a comprehensive assessment of quality of life. *Bulletin of the Kola science centre of RAS*, 2014, No. 2, pp. 19–33 (In Russ.)].
32. Ткачук М.Г., Вадюхина С.В. Особенности физического развития детей, проживающих в условиях Крайнего Севера // *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П.Павлова*. 2011. Т. XVIII, № 2. С. 145–146. [Tkachuk M.G., Vadyuhina S.V. Features of physical development of children living in the Far North // *Scientific notes of Spbsmu. Acad. I.P.Pavlov*, 2011, Vol. XVIII, No. 2, pp. 145–146 (In Russ.)].

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 14.12.2018 г.

Контакт: Калашиникова Ирина Владимировна, isha81@yandex.ru

Сведения об авторе:

Калашиникова Ирина Владимировна — младший научный сотрудник сектора экотерапии и образовательных программ Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина РАН; 184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 15А; e-mail: isha81@yandex.ru;

Никанов Александр Николаевич — кандидат медицинских наук, директор филиала «Научно-исследовательская лаборатория ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; г. Кировск; 184250, Мурманская обл, г. Кировск, ул. Ленина, д. 34; e-mail: krl_s-znc@mail.ru.