

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ С ПАТОЛОГИЕЙ СЛУХА, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

Ольга Геннадьевна Литовченко¹, Анна Сергеевна Максимова²✉

^{1,2}Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

¹olgalitovchenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>

²maximanna_94@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-1587-2541>

Аннотация. Цель исследования – оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов с патологией слуха, проживающих в условиях северного региона. В исследовании приняли участие 22 спортсмена по волейболу ($26,42 \pm 6,75$ лет) высокой спортивной квалификации, имеющие нарушения слуха и проживающие в условиях северного региона не менее 10 лет. Анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов с нарушением слуха проводили на основе записи 5-минутных кардиоинтервалов у испытуемых в состоянии покоя. Оценивали статистические показатели кардиоинтервалов и показатели вариационной пульсометрии. Определены показатели вариационной пульсометрии, статистические показатели вариабельности сердечного ритма спортсменов с нарушением слуха, характеризующиеся увеличенным вкладом парасимпатических регуляторных влияний в совокупности с умеренным усилением эрготропных реакций регулирующих систем в модуляции ритма сердца. Предъявление высоких физических нагрузок вызывает умеренное напряжение механизмов вегетативной регуляции у части волейболистов с нарушением слуха за счет централизации управления ритмом сердца.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, патология слуха, спортсмены высокого класса, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, адаптивный спорт, северный регион

Шифр специальности: 3.3.3. Патологическая физиология.

Для цитирования: Литовченко О. Г., Максимова А. С. Характеристика функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов с патологией слуха, проживающих в условиях северного региона // Вестник СурГУ. Медицина. 2023. Т. 16, № 4. С. 77–80. DOI 10.35266/2949-3447-2023-4-11.

Original article

CHARACTERISTICS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM'S FUNCTIONAL CONDITION IN ATHLETES WITH HEARING LOSS LIVING IN THE NORTHERN REGION

Olga G. Litovchenko¹, Anna S. Maksimova²✉

^{1,2}Surgut State University, Surgut, Russia

¹olgalitovchenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>

²maximanna_94@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-1587-2541>

Abstract. The study aims to assess the functionality of the cardiovascular system's condition in athletes with hearing impairment who live in the North region. 22 higher qualification volleyball players (26.42 ± 6.75 y. o.) with hearing impairment who had lived in the North region for at least 10 years participated in the research. Based on 5-min RR intervals measured at rest, the authors examined the functionality of the cardiovascular system's condition in athletes with hearing impairment. The statistical indicators of RR intervals and indicators of variation heart rate monitoring were evaluated. The study determined the indicators of variation heart rate monitoring and statistical indicators of heart rate variability in athletes with hearing impairment that were defined by increased parasympathetic regulatory effects combined with a moderate increase in ergotropic reactions of regulatory systems on heart rhythm modulation. Due to the centralization of heart rhythm management, intense physical activity causes a moderate tension of autonomic regulation mechanisms in some volleyball players with hearing impairment.

Keywords: heart rate variability, hearing impairment, high-class athletes, functional condition of the cardiovascular system, adaptive sports, Northern region

Code: 3.3.3. Pathophysiology.

For citation: Litovchenko O. G., Maksimova A. S. Characteristics of the cardiovascular system's functional condition in athletes with hearing loss living in the Northern region. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2023;16(4):77–80. DOI 10.35266/2949-3447-2023-4-11.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями функционального состояния сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы у спортсменов занимались как отечественные, так и зарубежные ученые. Так, в работах И. В. Аверьяновой [1] и А. А. Мартыновой [2] было показано, что высокоинтенсивные спортивные нагрузки в гипокомфортных климатогеографических условиях зачастую становятся причиной развития патологии деятельности сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы. В других исследованиях было доказано, что нарушения функционального состояния сердечно-сосудистой системы усугубляются при наличии у спортсменов слуховой депривации. По мнению А. М. Golovachev [3] и Т. Л. Zefirov [4], врожденная патология слухового анализатора является предиктором нарушений механизмов, регулирующих работу основных систем организма, в том числе сердечно-сосудистой системы.

Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы, позволяющая изучить физиологические и адаптационные резервы организма, была описана Р. М. Баевским [5] еще в конце XX в. В то же время оценка вегетативного тонуса и гемодинамики у спортсменов, имеющих нарушения слуха и проживающих в гипокомфортных климатогеографических условиях, изучена недостаточно, хотя и проводилась рядом исследователей ранее [6–8]. В некоторых научных работах показаны результаты анализа функции сердечной деятельности у спортсменов высокой квалификации при сочетанном воздействии сложных природных факторов и интенсивной спортивной нагрузки [9, 10].

Цель – оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у спортсменов с нарушением слуха в условиях северного региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В одномоментном поперечном исследовании участвовали 22 спортсмена высокой спортивной квалификации по волейболу с нарушением слуха, проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре не менее 10 лет. Возраст обследуемых лиц составил $26,42 \pm 6,75$ лет. Группы сравнения были представлены спортсменами мужского пола в возрасте от 18 до 21 года без нарушений слуха и не занимающимися спортом в возрасте, сопоставимом с лицами основной группы исследования – от 22 до 28 лет. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом медико-биологических исследований при БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет» (от 29.09.2021 № 26). До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие. Критерии включения для обследуемых лиц: отсутствие на момент исследования перенесенных в течение двух недель перед исследованием острых заболеваний, наличие добровольных информированных согласий на обработку персональных данных, отсутствие вредных привычек (курение, употребление алкоголя). Критерии исключения для всех обследуемых лиц: хронические заболевания, не связанные с патологией слухового анализатора.

Вариабельность кардиоритма регистрировали при помощи комплекса «Поли-Спектр-12/Е» (ООО «Нейрософт», г. Иваново). У испытуемых в положении лежа в течение 5-минутной записи (короткая

запись кардиоинтервалов) регистрировали: статистические показатели (частота сердечных сокращений – ЧСС, уд/мин; среднее квадратическое отклонение величин кардиоинтервалов – SDNN, мс; квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов – RMSDD, мс; число пар кардиоинтервалов с разницей более 50 мс к общему числу кардиоинтервалов – pNN50, %), показатели вариационной пульсометрии (амплитуда моды – АМо, мс; вариационный размах – ВР, мс; индекс вегетативного равновесия – ИВР, усл. ед.; показатель адекватности процессов регуляции – ПАПР, усл. ед.; вегетативный показатель кардиоритма – ВПР, усл. ед.; стресс-индекс – SI, усл. ед.) [11].

Для определения нормальности выборок генеральной совокупности использовали критерии Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова. Для сравнения двух независимых выборок, подчиненных ненормальному распределению, использовали методы U-критерия Манна – Уитни, критерия Краскела – Уоллиса; для сравнения двух зависимых выборок применяли критерий Вилкоксона. Уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Авторы Т. Л. Zefirov [4], А. А. Говорукина [7] указывают, что при организации исследований в области спортивной физиологии особое внимание уделяется изучению активности и особенностей вегетативной и нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой системы. По мнению М. В. Шайхелисламовой [8], В. Д. Викулова [9], поиски способов экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы, методов оптимальной спортивной подготовки, которые формируют механизмы энергообеспечения спортсмена, будут способствовать высоким спортивным достижениям особенно у спортсменов с патологией слуховой системы.

В исследованиях А. А. Мартыновой [2] было показано, что медианы основных статистических показателей вариабельности сердечного ритма (ЧСС, SDNN, RMSDD, pNN50 %) у волейболистов с нарушением слуха и у нетренированных лиц без нарушений слуха находились в пределах должных значений нормотонии. Показатели ЧСС у депривированных по слуху спортсменов ($Me 68,7$ уд/мин) были статистически значимо ниже, чем в группах нетренированных студентов, и значимо выше, чем у спортсменов-волейболистов без нарушений слуха. Значения SDNN более 80,00 мс, являющиеся паттерном развития аритмии, были выявлены у 36,8 % спортсменов с депривацией слуха. Высокие значения данного показателя (RMSDD более 60,0 мс) указывало на значительное усиление модулирующего влияния вагуса на хронотропную функцию сердца (табл. 1).

Медианное значение показателя pNN50 в группе спортсменов с нарушением слуха статистически значимо отличалось от значений в группе нетренированных лиц без патологии слуха. Высокие значения показателя (pNN50 более 25 %) имели 47,4 % спортсменов со слуховой депривацией, демонстрируя состояние стационарности процессов регуляции сердечного ритма [12], 36,8 % спортсменов-волейболистов обладали сниженными значениями (pNN50 менее 10 %), указывающими на развитие процессов утомления и недостаточно восприимчивого к физическим нагрузкам стабильного ритма сердца.

**Показатели вариабельности сердечного ритма
у спортсменов с нарушением слуха и групп сравнения, Me (Q₁; Q₃)**

Группы		Показатели вариабельности сердечного ритма				
		ЧСС, уд/мин	SDNN, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	АМо, %
1	Спортсмены с нарушением слуха	68,70 (62,45; 72,90)	62,79 (38,50; 86,50)	45,00 (27,00; 66,00)	22,60 (6,45; 33,20)	35,10 (26,50; 47,25)
2	Нетренированные лица 22–28 лет	80,60 (75,10; 88,38)	43,00 (36,25; 54,75)	27,50 (17,25; 39,25)	4,50 (1,40; 15,10)	45,50 (35,98; 56,83)
3	Спортсмены 18–21 года	63,90 (59,45; 66,90)	68,00 (51,75; 100,50)	51,00 (41,75; 86,75)	25,40 (14,20; 31,50)	34,50 (26,38; 45,08)
Уровень значимости отличий между группами, p						
1–2		0,001	0,08	0,01	0,001	0,04
1–3		0,04	0,18	0,09	0,57	0,97

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; SDNN – среднее квадратическое отклонение величин кардиоинтервалов; RMSSD – квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов; pNN50 – число пар кардиоинтервалов с разницей более 50 мс к общему числу кардиоинтервалов; АМо – амплитуда моды.

Медианное значение ВР у волейболистов с нарушением слуха (ВР 0,4 мс) незначительно превышало должные значения, что в совокупности с повышенными значениями SDNN (более 80,00 мс) являлось предиктором развития аритмии. У 31,6 % депривированных по слуху спортсменов наблюдалось возрастание показателя ВР (более 0,4 с) и снижение значений АМо (менее 26 %), что может свидетельствовать о нарастании аритмичности сердечной деятельности у трети спортсменов с нарушением слуха.

Медианные значения индексов вегетативного показателя ритма и вегетативного равновесия в группе

волейболистов с нарушением слуха были статистически значимо ниже, чем в группе нетренированных лиц без нарушения слуха (ВР Me – 3,5 усл. ед., ИВР Me – 87,3 усл. ед., SI – 59,2 усл. ед.), что свидетельствовало о высокой степени усиления парасимпатических влияний на регуляции сердечного ритма среди спортсменов с патологией слуха (табл. 2).

Показатели индексов вариабельности сердечного ритма у спортсменов с патологией слуха указывали на выраженный парасимпатический тип регуляции сердечной деятельности.

Таблица 2

**Показатели индексов вариабельности сердечного ритма
у спортсменов с нарушением слуха и групп сравнения, Me (Q₁; Q₃)**

Группы		Показатели вариабельности сердечного ритма			
		ИВР, усл. ед.	ПАПР, усл. ед.	ВРП, усл. ед.	SI, усл. ед.
1	Спортсмены с нарушением слуха	87,30 (49,25; 185,55)	41,60 (27,90; 59,60)	3,48 (2,25; 4,81)	59,20 (24,01; 98,02)
2	Нетренированные лица 22–28 лет	147,30 (116,00; 238,93)	62,55 (48,95; 75,50)	4,55 (3,39; 6,01)	106,19 (75,98; 153,22)
3	Спортсмены 18–21 года	66,90 (47,25; 102,70)	36,40 (27,80; 46,30)	2,52 (1,89; 3,51)	35,70 (27,32; 62,44)
Уровень значимости отличий между группами, p					
1–2		0,12	0,001	0,04	0,02
1–3		0,21	0,60	0,13	0,36

Примечание: ИВР – индекс вегетативного равновесия; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; ВРП – вегетативный показатель кардиоритма; SI – стресс-индекс.

Выраженное смещение значений индексов ВРП, ИВР, SI и показателя ПАПР в сторону автономных регуляторных влияний выявлено у трети депривированных по слуху спортсменов, у которых наблюдаются признаки развития процесса сверхвосстановления

показателей ВСР и развития гипердаптивного состояния организма. Подобный тип реакции может указывать на неспособность отделов ВНС и центральных структур регуляции обеспечивать адаптацию ритма сердца к предъявляемым спортивным нагрузкам, ко-

торый можно встретить у спортсменов в состоянии перетренированности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что спортсмены-волейболисты с нарушением слуха обладают должным уровнем функционирования сердечно-сосудистой системы, необходимым для реализации успешной спортивной деятельности при проживании в условиях Среднего Приобья. Формирование физиологических особенностей адаптационных и компенсаторных механизмов у депривированных по слуху спортсменов заключалось в усиленном модулирующем влиянии

вагуса на хронотропную функцию сердца (RMSSD от 45,0 до 66,0 мс), достаточной изменчивости последовательных кардиоинтервалов (pNN50 от 22 до 30 %, BP – 0,4 мс, SDNN – 62,8 мс) при умеренном стабилизирующем воздействии симпатических влияний на ритм сердца (АМо не более 50 %) и высоком уровне функциональных резервов сердечно-сосудистой системы (SI – 59,2 усл. ед.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аверьянова И. В., Максимов А. Л. Особенности перестроек кардиогемодинамики и variability сердечного ритма у европеоидов – мигрантов и уроженцев Севера 1–2 поколений при активной ортостатической пробе // Сибирский научный медицинский журнал. 2021. Т. 41, № 3. С. 45–52.
2. Мартынова А. А., Михайлов Р. Е., Пряничников С. В. Variability сердечного ритма и гемодинамика жителей высоких широт Евро-Арктического региона // Вестник уральской медицинской академической науки. 2018. Т. 15, № 2. С. 197–204. DOI 10.22138/2500-0918-2018-15-2-197-204.
3. Golovachev A. M., Biktemirova R. G., Ziyatdinova N. I. et al. Comparison of hemodynamics in people with hearing loss. *Drug Invention Today*. 2018;10(2):2968–2971.
4. Zefirov T. L., Golovachev A. M., Biktemirova R. G. et al. Influence of pathology of auditory analyzer on cardiac output. *European Journal of Clinical Investigation*. 2018;48(S1):136.
5. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 234 с.
6. Байгузин П. А., Шибкова Д. З., Шевцов А. В. Функциональное состояние организма: технологии оценки в спорте и рекреационном туризме (обзор) // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 4. С. 25–34.
7. Говорухина А. А., Слюсарь Е. Н. Особенности вегетативной регуляции сердца по данным variability сердечного ритма у работников нефтегазовой промышленности в условиях Севера // Экология человека. 2020. Т. 27, № 1. С. 32–41.
8. Шайхелисламова М. В., Дикопольская Н. Б., Билалова Г. А. и др. Влияние занятий спортом на состояние вегетативного тонуса и гемодинамику подростков // Российский кардиологический журнал. 2022. Т. 27, № 56. С. 60.
9. Викулов В. Д., Бочаров М. В., Каунина Д. В. Регуляция сердечной деятельности у спортсменов высокой квалификации // Вестник спортивной науки. 2017. № 2. С. 31–36.
10. Моногаров В. Генез утомления при напряженной мышечной деятельности // Наука в олимпийском спорте. 2019. № 4. С. 4–16.
11. Бокерия Л. А., Бокерия О. Л., Волковская И. В. Variability сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. 2009. № 4. С. 21–32.
12. Шлык Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (поданным анализа variability сердечного ритма) // Наука и спорт: современные тенденции. 2015. Т. 9, № 4. С. 5–15.

REFERENCES

1. Averyanova I. V., Maksimov A. L. Cardiohemodynamic and heart rate variability changes observed in the North newcomer Caucasians and people born to them in the 1st – 2nd generations at active orthostatic test exposure. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2021;41(3):45–52. (In Russian).
2. Martynova A. A., Mikhailov R. E., Pryanichnikov S. V. Heart rate variability and hemodynamics of population high latitudes of Euro-Arctic region. *Journal of Ural Medical Academic Science*. 2018;15(2):197–204. DOI 10.22138/2500-0918-2018-15-2-197-204. (In Russian).
3. Golovachev A. M., Biktemirova R. G., Ziyatdinova N. I. et al. Comparison of hemodynamics in people with hearing loss. *Drug Invention Today*. 2018;10(2):2968–2971.
4. Zefirov T. L., Golovachev A. M., Biktemirova R. G. et al. Influence of pathology of auditory analyzer on cardiac output. *European Journal of Clinical Investigation*. 2018;48(S1):136.
5. Baevsky R. M., Berseneva A. P. Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostei organizma i risk razvitiia zabolevaniy. Moscow: Meditsina; 1997. 234 p. (In Russian).
6. Baiguzhin P. A., Shibkova D. Z., Shevtsov A. V. Functional status of the body: Assessment technologies in recreational tourism and sport (review). *Human. Sport. Medicine*. 2022;22(4):25–34. (In Russian).
7. Govorukhina A. A., Slyusar E. N. Heart rate variability in gas industry employees in the North. *Human Ecology*. 2020;27(1):32–41. (In Russian).
8. Shaikhelislamova M. V., Dikopolskaya N. B., Bilalova G. A. et al. Vlianie zaniatii sportom na sostoianie vegetativnogo tonusa i gemodinamiku podrostkov. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(S6):60. (In Russian).
9. Vikulov V. D., Bocharov M. V., Kaunina D. V. Reguliatsiia serdechnoi deiatelnosti u sportsmenov vysokoi kvalifikatsii. *Vestnik sportivnoi nauki*. 2017;(2):31–36. (In Russian).
10. Monogarov B. The genesis of fatigue during strenuous muscular activity. *Science in Olympic Sport*. 2019;(4):4–16. (In Russian).
11. Bokeriya L. A., Bokeriya O. L., Volkovskaya I. V. Variabelnost serdechnogo ritma: metody izmereniia, interpretatsiia, klinicheskoe ispolzovanie. *Annaly aritmologii*. 2009;(4):21–32. (In Russian).
12. Shlyk N. I. Express-evaluation of the functional readiness of the organism athletes for training and competitive activity (according to the analysis of heart rate variability). *Science and Sport: Modern Tendencies*. 2015;9(4):5–15. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

О. Г. Литовченко – доктор биологических наук, доцент, профессор.

А. С. Максимова – ассистент.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

O. G. Litovchenko – Doctor of Sciences (Biology), Docent, Professor.

A. S. Maksimova – Assistant Professor.