

Особенности вегетативного обеспечения сердечной деятельности у волейболистов с нарушением слуха: продольное сравнительное исследование

 **Максимова А.С.***,  **Литовченко О.Г.**

Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Занятия игровыми видами спорта являются значимой частью коррекционных мероприятий для спортсменов с нарушением слуха. Однако необходимо учитывать направленность и интенсивность физических нагрузок у депривированных по слуху лиц, поскольку спортивная деятельность может оказывать модулирующее влияние на функционирование системы кровообращения, вегетативный баланс организма спортсменов.

ЦЕЛЬ. Определить особенности вариабельности сердечного ритма и реактивности вегетативной нервной системы в регуляции сердечного ритма у спортсменов с нарушением слуха.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В продольном контролируемом исследовании были обследованы спортсмены-волейболисты мужского пола ($26,42 \pm 1,38$ лет) высокой спортивной квалификации с врожденным нейросенсорным нарушением слуха. Группа сравнения была представлена волейболистами мужского пола без нарушений слуха. Дизайн исследования включал обследование волейболистов в восстановительный и соревновательный этапы спортивной подготовки. Исследования вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы осуществлялись на основе пятиминутной записи кардиоинтервалов (КИ) в горизонтальном положении обследуемых при помощи комплекса «Поли-Спектр-12/Е» по общепринятому протоколу исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Показано, что восстановительный этап спортивной подготовки у волейболистов с нарушением слуха характеризовался низким индексом напряжения регуляторных систем ($SI — 69,52$ усл. ед.), значения показателей HR ($69,05$ уд./мин), SDNN ($58,50$ мс), pNN50 ($17,80$ %), Mo ($0,87$ сек), AMo ($35,85$ %), BP ($0,35$ сек), TP ($3258,00$ мс²) находились в пределах нормотонии. Соревновательный этап подготовки у спортсменов с нарушением слуха сопровождался достоверным повышением показателей SDNN ($143,00$ мс), Mo ($1,07$ сек), BP ($0,94$ сек), TP ($6078,00$ мс²), VLF ($3968,00$ мс²), LF ($1577,00$ мс²) и снижением индекса напряжения ($SI — 15,76$ усл. ед.) по сравнению с группой волейболистов без нарушения слуха. Вне зависимости от этапа спортивной подготовки в спектре КИ доминировал гуморально-метаболический канал регуляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Вегетативный статус у волейболистов с нарушением слуха в восстановительный период характеризовался умеренным доминированием автономного контура регуляции с высокой активностью гуморально-метаболических каналов регуляции ритма сердца. В соревновательный период отмечены значимые различия вегетативного обеспечения у спортсменов с нарушением слуха, которые характеризовались высокой вариативностью и мощностью спектра КИ, развитием выраженной парасимпатикотонии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спортсмены с нарушением слуха, вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние

Для цитирования / For citation: Максимова А.С., Литовченко О.Г. Особенности вегетативного обеспечения сердечной деятельности у волейболистов с нарушением слуха: продольное сравнительное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(3):45–53. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-3-45-53> [Maksimova A.S., Litovchenko O.G. Special Aspects of Vegetative Support of Cardiac Activity in Volleyball Players with Hearing Impairment: a Longitudinal Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(3):45–53. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-3-45-53> (In Russ.).]

* **Для корреспонденции:** Максимова Анна Сергеевна, E-mail: maksimova_as@surgu.ru

Статья получена: 06.08.2024

Статья принята к печати: 03.02.2025

Статья опубликована: 16.06.2025

Special Aspects of Vegetative Support of Cardiac Activity in Volleyball Players with Hearing Impairment: a Longitudinal Comparative Study

 Anna S. Maksimova*,  Olga G. Litovchenko

Surgut State University, Surgut, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Team sports are an important part of adapting activities for athletes with hearing impairment. However, it is necessary to take into account the focus and intensity of physical activity in athletes with hearing impairment, since sports activities can have a modulating effect on the functioning of the circulatory system, the vegetative balance of the athlete's body.

AIM. To study the features of heart rate variability and reactivity of the autonomic nervous system in the regulation of heart rate in athletes with hearing impairment.

MATERIALS AND METHODS. Male highly qualified volleyball athletes with congenital sensorineural hearing impairment (26.42 ± 1.38 years old) were examined in a longitudinal controlled study. The comparison group was represented by male volleyball players without hearing impairment. The design of the study included a survey of volleyball players in the transition and competitive phases of sports training. Studies of the autonomic regulation of the cardiovascular system were carried out on the basis of a five-minute recording of cardiac intervals in a horizontal position of the subjects using the Poly-Spectrum-12/E complex according to the generally accepted research protocol.

RESULTS AND DISCUSSION. The study shows that the transition phases of sports training in volleyball players with hearing impairment was characterized by a low stress index (SI — 69.52 arb. unit). The values of HR (69.05 bpm), SDNN (58.50 ms), pNN50 (17.80 %), Mo (0.87 sec), AMo (35.85 %), CV (0.35 sec), PSD (3258.00 ms²) were within the normotonia. The competitive stage of training for athletes with hearing impairment was accompanied by a significant increase in SDNN (143.00 ms), Mo (1.07 sec), CV (0.94 sec), PSD (6078.00 ms²), VLF (3968.00 ms²), LF (1577.00 ms²) and a decrease in the stress index (15.76 arb. unit) compared with the group of volleyball players without hearing impairment. Regardless of the stage of sports training, the humoral-metabolic channel of regulation dominated the spectrum of cardionetrvals.

CONCLUSION. The vegetative status of volleyball players with hearing impairment during the recovery period was characterized by moderate dominance of the autonomous regulation circuit with high activity of humoral and metabolic channels of heart rhythm regulation. During the competition period, significant differences in vegetative support were noted in athletes with hearing impairment, which were characterized by high variability and power of the spectrum of cardiointervals, the development of pronounced parasympathictonia.

KEYWORDS: athletes with hearing impairment, heart rate variability, functional state

For citation: Maksimova A.S., Litovchenko O.G. Special Aspects of Vegetative Support of Cardiac Activity in Volleyball Players with Hearing Impairment: a Longitudinal Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(3):45–53. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-3-45-53> (In Russ.).

* **For correspondence:** Anna S. Maksimova, E-mail: maksimova_as@surgu.ru

Received: 06.08.2024

Accepted: 03.02.2025

Published: 16.06.2025

ВВЕДЕНИЕ

На сегодня известно, что нарушение слуха не только является самостоятельным заболеванием, но и оказывает влияние на деятельность многих систем организма человека. Лица, страдающие нарушением слуха, обладают смещенными сенситивными периодами физического развития, медленнее овладевают двигательными навыками, демонстрируют неуверенность и недостаточно точную координацию движений, испытывают затруднения в поддержании динамического и статического равновесия [1]. Вследствие этого организм депривированного по слуху человека развивается, как правило, в условиях ограниченной физической активности, вызывающей раннее развитие артериальной жесткости, снижение компенсаторных ресурсов работы сердца, риск увлечения артериального давления. Кроме того, у нетренированных лиц с нарушением слуха зафиксированы недостаточная легочная вентиляция и более высокий уровень напряжения адаптивных механизмов сердечно-сосудистой системы, преобладание симпати-

ческих влияний по сравнению со слышащими сверстниками [2]. При подобном сочетании регулирующих механизмов чрезмерные и нерациональные физические нагрузки для нетренированных лиц с нарушением слуха могут носить стрессогенный характер.

Спорт высших достижений характеризуется высокоинтенсивными тренировочными и соревновательными нагрузками, приводящими к предельной мобилизации функциональных резервов организма [3, 4]. Успешность и эффективность тренировочного процесса тесно связаны с соответствием физических нагрузок текущему функциональному состоянию спортсмена [5]. Достижение высоких спортивных результатов зависит от эффективности управления подготовкой спортсменов. Однако недостаточно изучены вопросы состояния регулирующих систем организма у спортсменов с нарушением слуха при профессиональных занятиях игровыми видами спорта. В связи с этим крайне важен индивидуальный подход к процессу медико-биологического сопровождения тренировочного процесса и диагно-

стики деятельности висцеральных систем, их физиологических и адаптационных резервов у спортсменов, испытывающих сочетанное воздействие интенсивной спортивной нагрузки при врожденных нарушениях слуховой афферентации.

ЦЕЛЬ

Определить особенности вариабельности сердечного ритма и реактивности вегетативной нервной системы в регуляции сердечного ритма у спортсменов с нарушением слуха.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В продольном контролируемом исследовании приняли участие спортсмены-волейболисты мужского пола в возрасте $26,42 \pm 1,38$ лет высокой спортивной квалификации (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта международного класса) с врожденным нейросенсорным нарушением слуха, имеющие спортивный стаж более 10 лет. Волейболисты с нарушением слуха не проходили процедуру кохлеарной имплантации и не использовали слуховые аппараты. Основным способом общения являлся русский жестовый язык. В качестве группы сравнения были обследованы волейболисты мужского пола высокой спортивной квалификации без нарушений слуха. Дизайн исследования включал обследование волейболистов в восстановительный и соревновательный этапы спортивной подготовки.

Запись кардиоинтервалов (КИ) проводилась в горизонтальном положении обследуемого в течение пяти минут при помощи комплекса «Поли-Спектр-12/Е» (ООО «Нейрософт», Иваново). Анализ вариабельности сердечного ритма проводили по общепринятой методике в соответствии с рекомендациями группы российских экспертов [6, 7] и регистрировали следующие показатели: HR — частота сердечных сокращений, SDNN — среднее квадратичное отклонение, pNN50 — встречаемость КИ с разницей более чем 50 мс, Mo — мода, AMo — амплитуда моды, BP — вариационный размах, TP — общая мощность спектра, VLF — спектральные волны очень низкой частоты, LF — спектральные волны низкой частоты, HF — спектральные волны высокой частоты, LF/HF — коэффициент вагосимпатического баланса, SI — индекс напряжения регуляторных механизмов.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием пакета программ statistica 10.0. Результаты описательной статистики были представлены межквартильным размахом [Q_1 ; Q_3]. Для определения нормальности выборок генеральной совокупности использовали критерии Шапиро — Уилка. Для сравнения двух независимых выборок, подчиненных ненормальному распределению, использовали методы U-критерия Манна — Уитни; для сравнения двух зависимых выборок применяли критерий Вилкоксона. При сравнении процентных долей применяли точный двусторонний критерий Фишера и определяли отношение шансов с поправкой Вульфа — Холдейна. Уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для построения учебно-тренировочного процесса с адекватными физическими нагрузками важно пони-

мать текущий функциональный статус и резерв сердечно-сосудистой системы спортсменов на основных этапах спортивной подготовки.

Анализ параметров вариабельности сердечного ритма позволил выявить общую тенденцию вегетативной регуляции ритма сердца в восстановительный период у спортсменов с нарушением слуха и без слуховой депривации (табл. 1). Медианные значения статистических параметров вариабельности сердечного ритма (HR, pNN50, Mo) в группе волейболистов с нарушением слуха и группе сравнения находились в пределах значений нормотонического типа вегетативной регуляции.

Показатель SDNN, характеризующий суммарную вариабельность КИ и тип регуляции сердечного ритма, статистически значимо отличался в группе волейболистов с нарушением слуха ($62,79$ мс [$38,50$; $82,50$]) и спортсменов без нарушений слуха ($83,00$ мс [$76,25$; $91,00$]). Сходная тенденция сниженных значений показателя SDNN у глухих спортсменов по сравнению со спортсменами без слуховой депривации была выявлена Кошкиной К.С. и соавт. [8]. Согласно приведенным автором данным, у спортсменов игровых видов спорта с нарушением слуха значения SDNN были равны $59,33 \pm 5,04$ мс, у спортсменов без нарушения слуха — $69,20 \pm 8,83$ мс. Сочетание высоких значений SDNN и вариационного размаха в группе спортсменов без нарушений слуха могут указывать на нерегулярность сердечного ритма. У спортсменов с нарушением слуха данный показатель соответствовал возрастной норме для здоровых нетренированных лиц мужского пола зрелого возраста. Многими зарубежными исследователями значения SDNN рассматриваются как наиболее информативный показатель вариабельности сердечного ритма в прогнозировании неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов у лиц разных возрастно-половых групп [9–11].

Спектральный анализ КИ показал, что суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции, выраженный в показателе TP, у спортсменов с нарушением и без нарушения слуха соответствовал среднему значению, выявленному у здоровых лиц зрелого возраста [7], и не отличался от данных у глухих спортсменов игровых видов спорта ($3497,50 \pm 601,81$ мс²) [12]. При этом основными компонентами спектра у обследованных групп являлись VLF- и LF-волны. Мощность дыхательных HF-волн, отражающих активность парасимпатического центра продолговатого мозга, была значительно снижена у спортсменов с нарушением слуха и составила $549,00$ мс [Q_1 — $255,50$ мс; Q_2 — $1366,87$ мс]. Дыхательный компонент спектра КИ у волейболистов с нарушением слуха был ниже данных, представленных Кошкиной К.С. и соавт. для объединенной группы спортсменов с нарушением слуха мужского и женского пола (HF — $1035,67 \pm 157,98$ мс²) командных видов спорта (настольный теннис, баскетбол) [12]. Распределение низкочастотных компонентов спектра не имело значимых отличий между волейболистами с нарушением слуха и литературными данными, соответствуя соотношению $VLF > LF$.

Коэффициент вагосимпатического баланса (LF/HF) у здоровых лиц зрелого возраста соответствует диапазону от 0,7 до 1,5 усл. ед. [7]. У спортсменов с депри-

вацией слуха медианное значение данного коэффициента (1,36 [0,86; 2,26] усл. ед.) соответствовало верхней границе и имело тенденцию дальнейшего возрастания показателя, что отражало нарастающую мощность низкого частотного LF-компонента спектра. Высокая мощность данной части спектра свидетельствовала об активности кардиостимулирующего и вазоконстрикторного центров продолговатого мозга обследованных спортсменов.

Индекс напряжения регуляторных систем (SI) у волейболистов с нарушением слуха (SI — 78,10 усл. ед.) соответствовал нижней границе нормы для лиц зрелого возраста (от 80 до 150 усл. ед.). Согласно литературным данным, показатель SI является индикатором усиления симпатических влияний на сердечный ритм, вызванных состоянием перенапряжения или стресса [6]. Таким образом, восстановительный период у спортсменов с нарушением слуха сопровождался низким напряжением регулирующих систем организма.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в соревновательный период у спортсменов с нарушением слуха статистически значимо отличалось от состояния сердечно-сосудистой системы группы спортсменов без нарушений слуха. Так, в период предъявления высоких физических и психических нагрузок адаптационные перестройки вегетативной регуляции сердечного ритма у волейболистов с депривацией слуха заключались в значительном возрастании вариативности KI. Такие показатели, как SDNN и BP, превышали должные значения [6] более чем в 2–3 раза. Некоторые авторы указывают, что сочетание высоких значений BP, SDNN и низких значений AMo у спортсменов требует более пристального внимания, поскольку свидетельствует о появлении нерегулярности сердечного ритма.

Суммарная мощность спектра KI у спортсменов с нарушением слуха в соревновательный период была значительно выше, чем в группе спортсменов без нарушений слуха, и сформирована за счет возрастания доли LF- и VLF-компонентов спектра. Мощность высокочастотных HF-волн не имела значимых отличий в сравниваемых группах. В литературе указано, что для лиц зрелого возраста значения TP находятся в пределах $3446 \pm 1018 \text{ мс}^2$ [7]. Выявленные нами значения TP у спортсменов с нарушением слуха соответствовали $6078,00 \text{ мс}^2$ (3788,00; 4054,00), что было значительно выше нормы для здоровых лиц зрелого возраста [6]. Возрастание общей мощности спектра у спортсменов является признаком хорошего функционального состояния и адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы [13]. Однако высокие значения показателя TP в сочетании с выявленными высокими значениями SDNN и BP у спортсменов с нарушением слуха могут свидетельствовать о наличии нерегулярности сердечного ритма. Характерным критерием высокого уровня работоспособности спортсменов является соотношение волн спектра HF : LF : VLF в пределах от 1 : 1 : 1 до 4 : 2 : 1 в зависимости от уровня мастерства [7, 13]. У обследованных нами спортсменов суммарная мощность спектра была сформирована преимущественно волнами низкой (LF) и очень низкой частоты (VLF) в соотношениях 1 : 2 : 2 (восстановительный период) и 1 : 1 : 4 (соревновательный период), что отражало ак-

тивность центральных эрготропных и гуморально-метаболических каналов регуляции ритма сердца.

Помимо определения усредненных значений параметров variability сердечного ритма, необходим качественный и количественный учет распространенности типов вегетативной регуляции ритма сердца среди обследуемой группы. Так, Шлык Н.И. [7] указывает, что при оценке состояния перетренированности у спортсменов следует определять исходный тип вегетативной регуляции, возраст и период спортивной подготовки. В соответствии с классификацией Шлык Н.И. [7] существует четыре основные группы типов вегетативной регуляции сердечного ритма: умеренное преобладание центрального контура регуляции (I тип), выраженное преобладание центрального контура регуляции (II тип), умеренное преобладание автономного контура регуляции (III тип) и выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип). I и II типы вегетативного контроля сердечной деятельности зачастую сопровождаются умеренным или высоким напряжением регулирующих систем организма. Определение данных типов у спортсменов в восстановительный период подготовки свидетельствовало о снижении функционального состояния сердечно-сосудистой системы и развитии выраженного утомления и перетренированности. Напротив, доминирование I и II типов сердечной регуляции в соревновательный этап подготовки является признаком оптимального функционального статуса регулирующих систем организма спортсменов, способных к адекватному ответу на предъявляемые нагрузки. III и IV регуляторные типы характеризуются экономичной деятельностью сердечно-сосудистой системы и зачастую наблюдаются у спортсменов в восстановительный период подготовки.

В нашем исследовании у спортсменов с нарушением слуха в восстановительный этап подготовки чаще встречались III и IV типы регуляции ритма сердца (рис. 1). Данные типы вегетативной регуляции свидетельствуют о доминировании автономного контура с высокой вариативностью KI, независимостью и пластичностью элементов нейрогуморального контроля сердечно-сосудистой системы. Выявленный функциональный статус у спортсменов с нарушением слуха в восстановительный этап спортивной подготовки являлся оптимальным и способствовал эффективному восстановлению организма.

В соревновательный период у спортсменов с нарушением слуха также наблюдалось доминирование III и IV типов регуляции (рис. 2).

Умеренное и выраженное доминирование автономного контура у спортсменов с нарушением слуха в соревновательный период являлось неблагоприятным вариантом регуляции сердечного ритма, поскольку может сопровождаться миграцией водителя ритма сердца, нерегулярностью сердечных сокращений и возникновением аритмий. У части волейболистов с нарушением слуха выявлен I тип, или умеренное преобладание центрального контура регуляции (21,05 %), и II тип, или выраженное преобладание центральных регуляторных влияний (5,26 %). По мнению ряда авторов [5, 10, 13, 14], мобилизация организма у спортсменов высокого уровня вне зависимости от пола и вида спорта сопровождается сдвигом регуляторных влияний в сторону симпатического контура регуляции.

Таблица 1. Показатели вариабельности сердечного ритма у спортсменов с нарушением и без нарушения слуха в восстановительный и соревновательный этапы спортивной подготовки, Me [Q₁; Q₃]
Table 1. Indicators of heart rate variability in athletes with and without hearing impairment during the transition and competitive phases of sports training, Me [Q₁; Q₃]

Показатели вариабельности сердечного ритма / Indicators of heart rate variability	Группы / Groups				Уровень значимости отличий, <i>p</i> (критерий Манна — Уитни) / Significance of differences, <i>p</i> (Mann — Whitney criterion)	
	Спортсмены с нарушением слуха / Athletes with hearing impairment	Спортсмены без нарушения слуха / Athletes without hearing impairment	восстановительный этап подготовки / competitive phases (1)	восстановительный этап подготовки / competitive phases (2)		восстановительный этап подготовки / competitive phases (3)
HR, уд./мин / bpm	69,05 (59,70; 72,60)	59,30 (57,30; 63,65)	67,50 (62,53; 75,70)	65,65 (61,15; 70,88)	0,73	0,08
SDNN, мс / ms	58,50 (38,50; 86,00)	143,00 (83,5; 158,0)	82,00 (67,25; 87,25)	61,00 (49,50; 79,25)	0,05	0,0003
pNN50, %	17,80 (6,45; 28,30)	31,00 (14,05; 44,10)	32,00 (16,00; 42,75)	16,50 (9,25; 28,10)	0,16	0,18
Mo, сек / sec	0,87 (0,84; 1,00)	1,07 (1,03; 1,14)	0,88 (0,80; 0,96)	0,91 (0,83; 0,96)	0,75	0,002
AMo, %	35,85 (26,50; 45,30)	30,90 (22,35; 40,85)	28,40 (24,20; 35,90)	36,00 (27,08; 45,08)	0,14	0,29
BP, сек / VR, sec	0,35 (0,22; 0,47)	0,94 (0,83; 0,97)	0,50 (0,38; 0,59)	0,40 (0,29; 0,57)	0,02	0,0003
TP, мс² / ms²	3258,50 (1396,00; 7792,00)	6078,00 (3788,00; 4054,00)	6166,00 (3548,50; 6981,00)	3497,50 (2099,75; 5629,25)	0,13	0,01
VLF, мс² / ms²	1130,50 (521,50; 2744,00)	3968,00 (1813,00; 4054,00)	2347,00 (1207,00; 3136,00)	1146,00 (601,75; 2932,50)	0,07	0,002
LF, мс² / ms²	967,00 (524,00; 1922,00)	1577,00 (1481,00; 1606,00)	1077,00 (832,00; 1715,00)	1193,50 (691,25; 1795,25)	0,28	0,03
HF, мс² / ms²	530,00 (255,50; 1618,00)	1072,00 (417,00; 1355,00)	1522,00 (489,50; 1668,50)	920,50 (589,00; 1640,25)	0,01	0,46
LF/HF, усл. ед. / arb. unit	1,27 (0,86; 2,31)	1,67 (1,02; 2,45)	0,97 (0,61; 1,49)	1,25 (0,77; 2,08)	0,38	0,25
SI, усл. ед. / arb. unit	69,52 (24,03; 94,53)	15,76 (10,44; 30,74)	35,68 (24,49; 45,90)	41,08 (30,51; 74,29)	0,15	0,01

Примечание: HR — частота сердечных сокращений; SDNN — среднее квадратичное отклонение; pNN50 — встречаемость КИ с разницей более чем 50 мс; Mo — мода; AMo — амплитуда моды; BP — вариационный размах; TP — общая мощность спектра; VLF — спектральные волны очень низкой частоты; LF — спектральные волны низкой частоты; HF — спектральные волны высокой частоты; LF/HF — коэффициент вазосимпатического баланса; SI — индекс напряжения регуляторных механизмов.
Note: HR — heart rate; SDNN — mean square deviation; pNN50 — occurrence of CIs with a difference of more than 50 ms; Mo — mode; AMo — mode amplitude; VR — variation range; TP — total power of the spectrum; VLF — very low frequency spectral waves; LF — low frequency spectral waves; HF — high frequency spectral waves; LF/HF — vagosympathetic balance coefficient; SI — stress index of regulatory mechanisms.

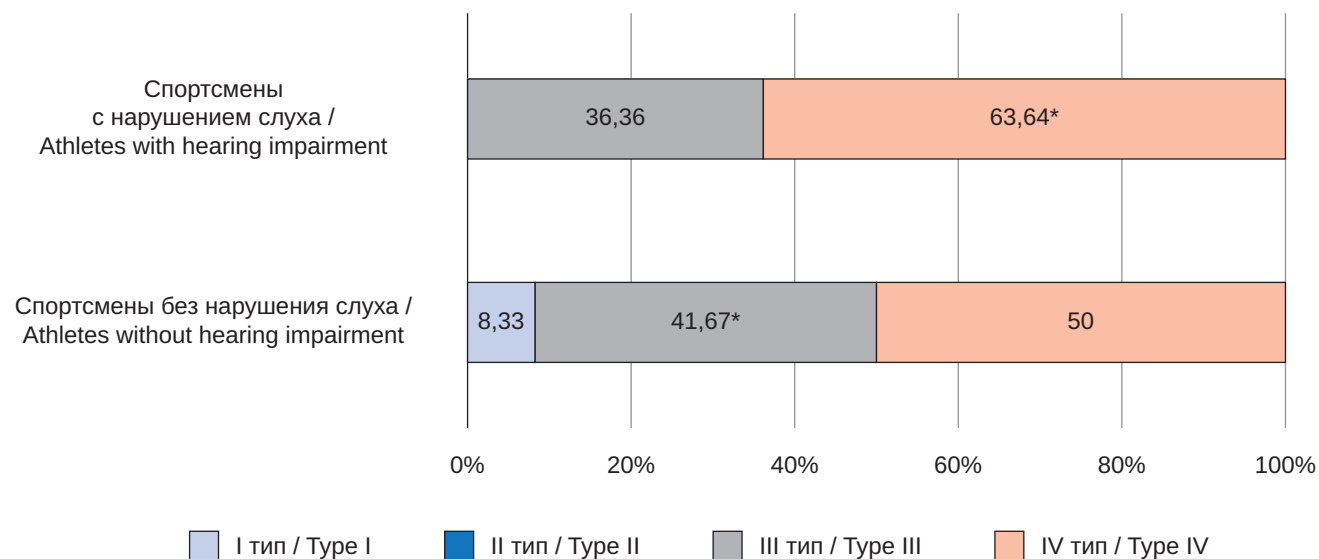


Рис. 1. Удельный вес типов вегетативной регуляции сердечной деятельности у спортсменов с нарушением и без нарушения слуха в восстановительный этап подготовки, %

Fig. 1. The percentage of the types of autonomic regulation of cardiac activity in athletes with and without hearing impairment in the transition phases, %

Примечание: * — статистически значимые отличия между показателями спортсменов с нарушением и без нарушения слуха, $p < 0,05$ (критерий Фишера).

Note: * — statistically significant differences between the values of athletes with and without hearing impairment, $p < 0.05$ (F-test).

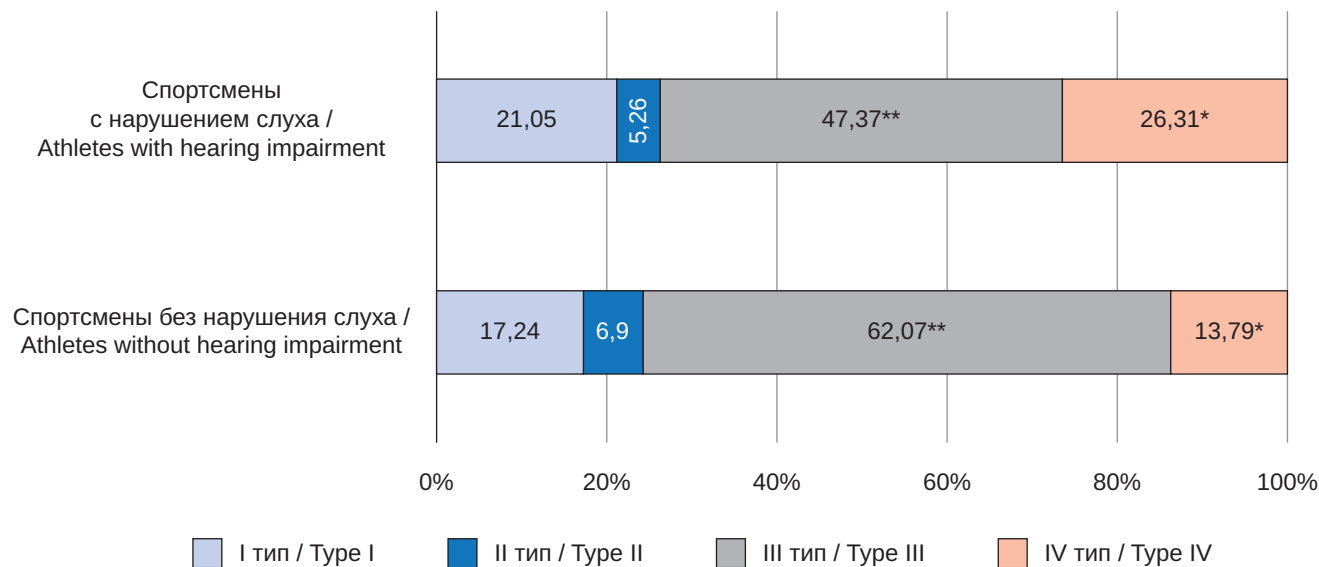


Рис. 2. Удельный вес типов вегетативной регуляции сердечной деятельности у спортсменов с нарушением и без нарушения слуха в соревновательный этап подготовки, %

Fig. 2. The percentage of the types of autonomic regulation of cardiac activity in athletes with and without hearing impairment in the competitive phases, %

Примечание: *, ** — статистически значимые отличия между показателями спортсменов с нарушением и без нарушения слуха, $p < 0,05$ (критерий Фишера).

Note: *, ** — statistically significant differences between the values of athletes with and without hearing impairment, $p < 0.05$ (F-test).

Одной из фундаментальных проблем повышения эффективности тренировочных воздействий на спортсменов является системное внедрение современных технологий комплексной оценки функционального состояния организма. Применение неинвазивных методов диагностики, а также контроля, управления процессом спортивной тренировки имеет большие перспективы и актуально в подготовке спортсменов.

В целом восстановительный период у спортсменов с нарушением слуха, как и у спортсменов без нарушения слуха, сопровождался формированием вегетативной доминанты, характеризующейся равным вкладом как сегментарных, так и надсегментарных центров вегетативной регуляции, что соответствует общей тенденции становления механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма у спортсменов с депривацией слуха [4, 9].

При подобном сочетании регулирующих механизмов такие важные физиологические процессы, как структурное ремоделирование миокарда, изменение показателей гемодинамики, реализуются на оптимальном уровне и способствуют восстановлению резервов сердечно-сосудистой системы спортсменов.

Известно, что частота сердечных сокращений и дыхания у высокотренированных спортсменов в состоянии покоя снижена, что может приводить к перераспределению мощности спектра из области HF-волн в сторону LF-компонента КИ. Замедленное дыхание у спортсменов в покое приводит к повышению концентрации углекислого газа в крови, что опосредует синхронизацию импульсов дыхательного и кардиоингибирующего центров нервной системы и опосредует возрастание мощности LF-волн спектра КИ [10].

Мобилизация функциональных резервов сердечно-сосудистой системы у спортсменов с нарушением слуха в соревновательный период реализуется за счет формирования вариативного ритма сердца [6, 9]. Кроме того, в литературе отмечено доминирование центральных структур в регуляции ритма сердца при обеспечении оптимального функционального уровня сердечно-сосудистой системы в соревновательный период подготовки. При этом выраженная централизация ритма сердца характерна для спортсменов разных видов спорта [13–14]. Выраженное усиление деятельности вагуса у обследованных нами спортсменов с нарушением слуха в соревновательный период может не в полной мере обеспечивать согласованность в работе сердечно-сосудистой системы и свидетельствовать о развитии состояния перетренированности.

Особенности вегетативной регуляции ритма сердца у депривированных по слуху спортсменов имеют ряд отличий от нетренированных лиц с нарушением слуха. Для нетренированных лиц с нарушением слуха по сравнению со спортсменами с нарушением слуха характерны сдвиг нейрогуморальных регуляций в сторону симпатoadреналовых влияний на синусовый узел и формирование физиологической гиперфункции серд-

ца с высоким уровнем и временем сердечного выброса, снижением эластичности аорты, повышением диастолического и среднегемодинамического артериального давления [2]. Профессиональные занятия адаптивным спортом вызывают мобилизацию функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и улучшение долговременной адаптации спортсменов [15]. При этом отмечено, что занятия игровыми видами спорта по сравнению с силовыми тренировками приводят к улучшению процессов реполяризации миокарда, снижению уровня суправентрикулярной экстрасистолии и неполной блокады правой ножки пучка Гиса.

Описанные особенности вегетативной регуляции ритма сердца представляют собой вариант адаптации у спортсменов с нарушением слуха для достижения высоких спортивных результатов.

Ограничения исследования

Ряд ограничений связан с малым размером выборки обследованных лиц, так как категория инвалидов с нарушением слуха является малочисленной и разрозненной социальной группой, включающей лиц мужского и женского пола всех возрастных групп с разной степенью потери слуха. При формировании обследуемой группы спортсменов с нарушением слуха не учитывалась этиология заболевания, поскольку основным диагнозом, отраженным в медицинских картах сурдологического центра, являлась врожденная хроническая сенсоневральная глухота неуточненного генеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, вегетативное обеспечение сердечной деятельности у волейболистов с нарушением слуха зависит от этапа спортивной подготовки и характеризуется умеренным и выраженным доминированием автономного контура регуляции с высоким вкладом гуморально-метаболических влияний. Полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных методов физической подготовки и реабилитации спортсменов с нарушением слуха.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Максимова Анна Сергеевна, преподаватель, кафедра морфологии и физиологии, Сургутский государственный университет.

E-mail: maksimova_as@surgu.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1587-2541>

Литовченко Ольга Геннадьевна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры морфологии и физиологии, Сургутский государственный университет.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Максимова А.С. — проведение исследования, анализ данных, написание черновика рукописи; Литовченко О.Г. — научное обоснование, курация данных, проверка и редактирование рукописи.

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом при бюджетном учреждении высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Сургутский государственный университет» (г. Сургут, Россия) (протокол № 26 от 29.09.2021).

Информированное согласие. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Anna S. Maksimova, Lecturer, Department of Morphology and Physiology, Surgut State University.

E-mail: maksimova_as@surgu.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1587-2541>

Olga G. Litovchenko, D.Sc. (Biol.), Docent, Professor at the Department of Morphology and Physiology, Surgut State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>

Author Contributions. All authors acknowledge authorship according to the ICMJE international criteria (all authors made significant contributions to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Maksimova A.S. — investigation, formal analysis, writing — original draft; Litovchenko O.G. — conceptualization, data curation, writing — review & editing.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki. The study was approved by the Local Ethics Committee of the Surgut State University (Surgut, Russia) Protocol No. 26 dated 29.09.2021.

Informed Consent for Publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

1. Таваркиладзе Г.А. Нарушения слуха и глухота — глобальная проблема современного здравоохранения. Альманах института коррекционной педагогики. 2021; 45(5): 1–8. [Tavartkiladze G.A. Hearing disorders and deafness — a global problem of modern healthcare. Almanac Institute of Special Education. 2021; 45(5): 1–8 (In Russ.).]
2. Головачев А. М., Биктемирова Р.Г., Зиятдинова Н.И. и др. Возрастные особенности показателей внешнего дыхания и гемодинамики у лиц с патологией слуха. Дневник казанской медицинской школы. 2019; 1(23): 21–27. [Golovachev A.M, Biktemirova R.G., Ziyatdinova N.I., et al. Age characteristics of external respiration and hemodynamics in persons with hearing impairment. Dnevnik kazanskoy medicinskoj shkoly. 2019; 1(23): 21–27 (In Russ.).]
3. Калинина И.Н., Тарасенко А.А., Кобец А.В. и др. Физическая и техническая подготовленность, психофизиологические особенности глухих и слабослышащих футболистов. Современные вопросы биомедицины. 2021; 4(17): 1–16. https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_29 [Kalinina I.N., Tarasenko A.A., Kobets A.V., et al. Physical and technical fitness, psychophysiological features of soccer players with hearing loss. Modern Issues of Biomedicine. 2021; 4(17): 1–16. https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_29 (In Russ.).]
4. Байгузин П.А., Шибкова Д.З., Шевцов А.В. Функциональное состояние организма: технологии оценки в спорте и рекреационном туризме (обзор). Человек. Спорт. Медицина. 2022; 22(4): 25–34. <https://doi.org/10.14529/hsm220403> [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. <https://doi.org/10.14529/hsm220403> (In Russ.).]
5. Аверьянова И.В., Максимов А.Л. Особенности перестроек кардиогемодинамики и вариабельности сердечного ритма у европеоидов — мигрантов и уроженцев севера 1–2 поколения при активной ортостатической пробе. Сибирский научный медицинский журнал. 2021; 41(3): 45–52. <https://doi.org/10.18699/SSMJ20210306> [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. <https://doi.org/10.18699/SSMJ20210306> (In Russ.).]
6. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. Азбука вариабельности сердечного ритма. Ставрополь: Принтмастер. 2002; 112 с. [Babunc I.V., Miridzhanyan E.M., Mashaekh YU.A. Azbuka variabelnosti serdechnogo ritma. Stavropol': Printmaster. 2002; 112 p. (In Russ.).]
7. Шлык Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (поданным анализа вариабельности сердечного ритма). Наука и спорт: современные тенденции. 2015; 4(9): 5–15. [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; 4(9): 5–15 (In Russ.).]
8. Кошкина К.С., Быков Е.В., Чипышев А.В. Нейровегетативное обеспечение сердечного ритма у спортсменов с депривацией слуха. Современные тенденции, проблемы и пути развития физической культуры, спорта, туризма и гостеприимства: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции 21–22 ноября 2023 года. М.: НКЦ Образование. 2023; с. 340–346. [Koshkina K.S., Bykov E.V., Chipyshev A.V. Neurovegetative provision of heart rate in athletes with hearing deprivation. Modern trends, problems and ways of development of physical culture, sports, tourism and hospitality: collection of materials of the XVII International Scientific and Practical Conference on November 21–22, 2023. M.: NBC Education. 2023; pp. 340–346 (In Russ.).]
9. Kiviniemi A.M., Tulppo M.P., Hautala A.J., et al. Altered relationship between R–R-interval and R–R-interval variability in endurance athletes with overtraining syndrome. Scand. J. Med. Sci. Sports. 2013; 2(12): e77–e85. <https://doi.org/10.1111/sms.12114>
10. Le Meur Y., Pichon A., Schaal K., et al. Evidence of parasympathetic hyperactivity in functionally verreached athletes. Med. Sci. Sports Exerc. 2013; 45(11): 2061–2071. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182980125>
11. Mooren F.C., Böckelmann I., Waranski M., et al. Autonomic dysregulation in long-term patients suffering from Post-COVID-19 Syndrome assessed by heart rate variability. Sci Rep. 2023; 13: 15814. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42615-y>
12. Кошкина К.С., Быков Е.В., Чипышев А.В. Особенности вегетативной регуляции у спортсменов с депривацией слуха при проведении холодовой пробы. Современные вопросы биомедицины. 2024; 8(51). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2024_08_01_36 [Koshkina K.S., Bykov E.V., Chipyshev A.V. Autonomic regulation of athletes with hearing loss when conducting the cold pressor test. 2024; 8(51). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2024_08_01_36 (In Russ.).]
13. Видулов А.Д., Бочаров М.В., Каунина Д.В., Бойков В.Л. Регуляция сердечной деятельности у спортсменов высокой квалификации. Вестник спортивной науки. 2017; 2: 31–36. [Vikulov A.D., Bocharov M.V., Kaunina D.V., Boykov V.L. Regulation of cardiac activity in highly qualified athletes. Herald sports science. 2017; 2:31–36 (In Russ.).]

14. Никифорова О.Н., Журбина А.Д., Бакулина Е.Д., Хотеева М.В. Адаптация и особенности функциональных возможностей девушек-футболисток с нарушениями слуха в зависимости от квалификации и возраста. Теория и практика физической культуры. 2021; 9: 40–42. [Nikiforova O.N., Zhurbina A.D., Bakulina E.D., Khoteeva M.V. Adaptation and functional capabilities of female footballers with Hearing impairments based on their sports qualification and age. Theory and Practice of Physical Culture. 2021; 9: 40–42 (In Russ.).]
15. Чичкова М.А., Светличкина А.А., Чичков А.М. Влияние адаптивных нагрузок на параметры сердечно-сосудистой системы у пациентов с малыми аномалиями развития сердца и врожденной нейросенсорной тугоухостью. Астраханский медицинский журнал. 2020; 15(1): 28–35. <https://doi.org/10.17021/2020.15.1.28.35> [Chichkova M.A., Svetlichkina A.A., Chichkov A.M. The effect of adaptive loads on the parameters of the cardiovascular system in patients with small abnormalities of the heart and congenital neurosensory hearing loss. Astrakhan medical journal. 2020; 15(1): 28–35. <https://doi.org/10.17021/2020.15.1.28.35> (In Russ.).]