Дата публикации: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_4
УДК 796.01; 612

Publication date: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_4
UDC 796.01; 612

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ НА ОСНОВЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У БОКСЕРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

О.В. Калабин[1], И.А. Соймонов[1], М.О. Калабина[2], Г.А. Чижаев[2], С.А. Молчанов[3]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет», г. Киров, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Бокс предъявляет огромные требования к скоростно-силовой подготовке спортсменов. Сердечно-сосудистая система первой реагирует на потребности внутренних органов и функциональных систем организма, поэтому при исследовании боксеров применяется анализ вариабельности сердечного ритма и вегетативной реакции на функциональные пробы. ***Методы.*** В исследовании приняли участие высококвалифицированные боксеры. Регистрацию электрокардиограммы осуществляли до зарядки и завтрака в фоне, ортостазе, клиностазе и при дыхании 6 циклов в минуту кардиомодулем «ECG Dongle», а обработку производили с помощью программы «Иским 6.2». ***Результаты.*** Показано, что средние значения основных показателей вариабельности сердечного ритма боксеров соответствуют IV типу вегетативной регуляции. При переходе в ортостаз возникают реакции, характеризующие повышенное включение симпатического отдела вегетативной нервной системы на положение стоя. Реакции при возвращении в клиностаз свидетельствуют о еще большей активности парасимпатического контура регуляции по отношению к фону. При проведении пробы с регулируемым ритмом дыхания вегетативный баланс вырос в 4,7 раз, что обусловлено попаданием частоты дыхания в спектр вазомоторных волн с их увеличением в 7,6 раз. ***Заключение.*** Как в фоне, так и при выполнении функциональных проб обращали внимание повышенные значения очень низкочастотных волн, характеризующие влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр регуляции.
Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, вегетативная реакция, адаптация, восстановление, бокс.

FEATURES OF THE AUTONOMIC RESPONSE TO FUNCTIONAL TESTS BASED ON HEART RATE VARIABILITY IN HIGHLY QUALIFIED BOXERS

O.V. Kalabin[1], I.A. Sojmonov[1], M.O. Kalabina[2], G.A. Chizhaev[2], S.A. Molchanov[3]
[1]Vyatka State University, Kirov, Russia
[2]Lobachevsky University, Nizhny Novgorod, Russia
[3]Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Annotation. ***Introduction.*** Boxing places enormous demands on athletes' speed and strength training. The cardiovascular system is the first to respond to the needs of the internal organs and functional systems of the body, so heart rate variability and autonomic response to functional tests are analyzed in boxers' studies. ***Methods.*** Highly qualified boxers participated in the study. Electrocardiogram recordings were performed before exercise and breakfast in baseline, orthostasis, clinostasis, and with breathing at 6 cycles per minute using the ECG Dongle cardiomodule. The data were processed using the Iskim 6.2 software. ***Results.*** It was shown that the average values of the main heart rate variability parameters in boxers correspond to type IV autonomic regulation. Upon transition to orthostasis, reactions occur that characterize increased activation of the sympathetic division of the autonomic nervous system during standing. Reactions upon returning to clinostasis indicate even greater activity of the parasympathetic regulatory circuit compared to baseline. During the controlled breathing test, autonomic balance increased by 4.7 times, due to the respiratory rate falling within the vasomotor wave spectrum with their increase by 7.6 times. ***Conclusion.*** Both in the baseline and during functional tests, elevated very-low frequency wave values were observed, characterizing the influence of higher autonomic centers on the cardiovascular subcortical regulatory center.
Keywords: heart rate variability, autonomic response, adaptation, recovery, boxing.

Введение. Бокс как очень функциональный вид спорта всегда был интересен исследователям физиологии спорта [1-4]. Он предъявляет огромные требования к скоростно-силовой тренировке спортсменов, а многократное вариативное выполнение технических приемов и продолжительность поединков требуют специальной психологической подготовки [5, 6]. В современном тренинге боксеров придается большое значение предупреждению состояния перетренированности [7-9]. Сердечно-сосудистая система первой реагирует на потребности внутренних органов и функциональных систем организма [10-13]. Поэтому при исследовании высококвалифицированных спортсменов в настоящее время широко применяется анализ вариабельности сердечного ритма [14-18]. Хорошим дополнением в определении состояния боксеров являются функциональные пробы. Широкое распространение получила ортоклиностатическая проба, которая позволяет определить реакцию вегетативной нервной системы и степень восстановления спортсменов [19-21]. Пробу с регулируемой частотой дыхания используют для оценки адаптационных возможностей регуляторных механизмов [22-24]. Наличие неблагоприятной (слабой, сильной или парадоксальной) реакции на пробы указывает на неадекватность адаптации к выполненной физической нагрузке. В таком случае необходима коррекция тренировочной программы [15, 21, 24].

Цель исследования: изучить особенности вариабельности ритма сердца высококвалифицированных боксеров и проанализировать вегетативную реакцию организма спортсменов на функциональные пробы.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие высококвалифицированные (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта, мастера спорта международного класса) боксеры (28±4 лет) мужского пола, участвующие в Чемпионате и Кубке России, а также в международных соревнованиях. Регистрацию электрокардиограммы осуществляли с использованием портативного кардиомодуля «ECG Dongle» (АО «Нордавинд», Москва), а обработку производили дистанционно с помощью программы «Иским 6.2» (ООО «Рамена», г. Рязань). Обследуемые спортсмены выполняли запись электрокардиограммы утром до зарядки и завтрака в течение 5 минут лежа (фон), 6 минут стоя (орто), 6 минут снова лежа (клино) и 6 минут сидя с регулируемым ритмом дыхания (5 секунд вдох и 5 секунд выдох). Переходные периоды в течение одной минуты были исключены из обработки и анализа вариабельности ритма сердца. Всего было проведено 128 обследований. Обработку базы данных производили с помощью приложения для работы с электронными таблицами Microsoft Excel. Данные представлены в виде M±m, где M – среднее арифметическое, а m – ошибка среднего арифметического. Статистическую обработку полученных данных производили с помощью программы SPSS Statistics 25.0. Нормальность распределения определяли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова для независимых выборок. Различия определяли с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни для двух независимых выборок и считали их достоверными при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Средние значения основных временных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма обследуемых боксеров в фоне больше подходят к IV типу (табл. 1) вегетативной регуляции [15]. Частота сердечных сокращений у высококвалифицированных спортсменов в положении лежа составила 53,2 уд/мин, что характеризует умеренную брадикардию. Вариационный размах (MxDMn) составил 514,8 мс, квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар R-R интервалов (RMSSD) – 119,5 мс, процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся друг от друга более чем на 50 мс (pNN50) – 62,3%, индекс напряжения (SI) – 22,8 усл.ед., суммарная мощность спектра (TP) – 12873,2 мс^2, мощность волн высокой частоты (HF) – 5742,2 мс^2, индекс вегетативного баланса (LF/HF) – 0,89 усл.ед., что указывает на доминирование парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции ритма сердца и является нормой для

высококвалифицированных спортсменов при отсутствии неблагоприятных реакций на функциональные пробы [15]. Обращает внимание повышенное значение очень низкочастотных волн (2341,8 мс^2) и их вклад в общую мощность спектра (21,7%), а это свидетельствует о повышенном влиянии высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр регуляции.

При переходе в ортостаз частота сердечных сокращений (ЧСС) достоверно ($p<0,05$) увеличилась на 31,8% относительно значения в фоне, MxDMn достоверно ($p<0,05$) снизился на 49,7% (табл. 2), значение RMSSD достоверно ($p<0,05$) уменьшилось на 73,6%, значение pNN50 достоверно ($p<0,05$) снизилось на 81,2% (табл. 2), SI в положении стоя достоверно ($p<0,05$) вырос в 4,3 раза от фоновых значений, TP достоверно ($p<0,05$) снизилась в 3,9 раза, HF уменьшилась ($p<0,05$) в 12 раз, LF/HF достоверно ($p<0,05$) возрос в 5,8 раз, а индекс централизации (IC) увеличился ($p<0,05$) в 5,2 раз относительно значения в фоне (табл. 2). Такие реакции характеризуют повышенное включение симпатического отдела вегетативной нервной системы на положение стоя. Так же, как и в фоне, привлекали внимание повышенные значения волн VLF – 968,1 мс^2, их вклад в суммарной мощности спектра – 29,3% и индекса активации подкорковых центров – 2,58 усл.ед., что указывает на подключение центрального контура регуляции.

Таблица 1

Классификация преобладающих типов вегетативной регуляции сердечного ритма по данным анализа вариабельности сердечного ритма [15]

Типы регуляции	Физиологическая интерпретация	Показатели ВСР и диапазоны		
		MxDMn, мс	SI, усл.ед.	VLF, мс^2
I	Умеренное преобладание центрального контура регуляции	151-250	>100	>240
II	Выраженное преобладание центрального контура регуляции	<150	>100	<240
III	Умеренное преобладание автономного контура регуляции	251-350 351-450 451-550	<100 >30	>240
IV	Выраженное преобладание автономного контура регуляции	551-650 651-750	>10 <30	>240 TP >4000 <10000
IV патологический	Существенно выраженное преобладание автономного контура регуляции	>750	<10	>500 TP >10000 <40000

Примечание: ВСР – вариабельность сердечного ритма; MxDMn – вариационный размах; SI – индекс напряжения; VLF – мощность волн очень низкой частоты; TP – суммарная мощность спектра.

Во время записи ритмограммы в клиностазе значение большинства показателей ВСР вернулось к исходным значениям (табл. 2). ЧСС снизилась на 2,74% относительно фона, значение RMSSD увеличилось на 17,74%, значение pNN50 стало достоверно ($p<0,05$) больше на 7,23%, значение TP возросло на 27,38%, отношение волн LF/HF снизилось на 10,11%, а индекс централизации стал достоверно ($p<0,05$) меньше на 24,83% (табл. 2). Это свидетельствует о еще большей активности парасимпатического контура регуляции по отношению к первому положению лежа. В спортивной практике считается, что чем больше различия показателей ВСР в фоне и клиностазе, тем ниже степень восстановления организма спортсмена [21]. При выполнении развивающих тренировок в таком функциональном состоянии может наступить состояние перетренированности, когда нагрузка превышает способность организма восстановиться между тренировками, что приводит к истощению ресурсов, снижению спортивных результатов и повышению риска травм, а также к появлению

нарушений ритма и проводимости миокарда [7, 10, 11].

При проведении пробы с регулируемым ритмом дыхания ЧСС увеличилась незначительно, всего на 10,5%, но симпатико-парасимпатический баланс стал достоверно ($p<0,05$) больше в 4,7 раз, что обусловлено попаданием частоты дыхания в спектр вазомоторных волн с их достоверным ($p<0,05$) увеличением в 7,6 раз, TP увеличилась ($p<0,05$) в 2,8 раз (табл. 2). Также следует отметить, что MxDMn стал достоверно ($p<0,05$) больше на 27,33%, SI снизился на 23,35%, VLF/HF стал ($p<0,05$) меньше на 66,7%, IC достоверно ($p<0,05$) увеличился в 4,7 раз (табл. 2).

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма при выполнении функциональных проб боксерами высокой квалификации

Показатели ВСР	Фон	Ортостаз	Клиностаз	Дыхание
HR, уд/мин.	53,22±0,72	70,15±1,28*	51,76±0,81	58,81±0,82*
MxDMn, мс	514,8±26,68	259,2±9,29*	504,8±32,43	655,5±22,05*
RMSSD, мс	119,5±8,14	31,54±2,15*	140,7±12,71	152,36±7,63*
pNN50, %	62,26±2,09	11,69±1,77*	66,76±2,54*	55,72±1,57*
SDNN, мс	112,5±6,15	57,94±2,34*	118,9±9,30	187,6±6,74*
CV, %	9,84±0,48	6,70±0,25*	10,05±0,72	18,24±0,59*
Mo, мс	1097,5±16,29	855,9±18,07*	1110,9±18,91	842,31±12,67*
AMo50, %/50, мс	21,47±0,93	37,98±1,80*	22,28±1,30	17,67±0,71*
SI, усл.ед.	22,57±2,47	97,30±9,63*	26,68±4,35	17,30±1,27
TP, мс^2	12873,2±1563,0	3243,1±304,6*	16397,9±2700,2	35455,3±2251,1*
HF, мс^2	5742,2±1090,9	450,4±53,19*	9085,8±2005,1	5105,5±544,1
LF, мс^2	3876,8±393,4	1634,0±146,58*	5369,5±992,1	29573,1±1863,3*
VLF, мс^2	2341,8±342,8	968,1±134,1*	1554,0±175,8*	750,0±136,4*
ULF, мс^2	912,5±166,2	190,6±33,18*	388,6±70,28*	26,64±5,37*
PHF, %	43,63±2,14	14,42±1,10*	50,75±2,41*	14,01±0,93*
PLF, %	34,63±1,76	56,26±2,34*	34,34±2,42	83,55±1,01*
PVLF, %	21,74±1,99	29,32±2,09*	14,91±1,66*	2,44±0,53*
LF/HF, усл.ед.	0,89±0,07	5,17±0,73*	0,80±0,11	6,86±0,46*
VLF/HF, усл.ед.	0,60±0,08	2,58±0,36*	0,32±0,04*	0,20±0,04*
IC, усл.ед.	1,49±0,13	7,75±0,94*	1,12±0,11*	7,04±0,47*

Примечание: ВСР – вариабельность сердечного ритма; HR – частота сердечных сокращений; MxDMn – вариационный размах; RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар R-R интервалов; pNN50 – процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся друг от друга более чем на 50 мс; SDNN – стандартное отклонение интервалов NN; CV – коэффициент вариации; Mo – мода; AMo – амплитуда моды; SI – индекс напряжения; TP – суммарная мощность спектра; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; ULF – мощность волн ультранизкой частоты; PHF – вклад парасимпатических влияний; PLF – вклад симпатических влияний; PVLF – вклад влияний центрального контура регуляции; LF/HF – индекс вегетативного баланса; VLF/HF – индекс активации подкорковых центров; IC – индекс централизации; * – достоверные различия относительно фоновых значений ($p<0,05$).

Заключение. Описанные выше изменения показателей ВСР у боксеров высокой квалификации и их направленность характеризуют умеренное доминирование парасимпатического контура регуляции. Повышение вегетативной реакции на функциональные пробы может быть сигналом о нарастающей перетренированности организма спортсменов. Как в фоне, так и при выполнении функциональных проб обращали на себя внимание повышенные значения очень низкочастотных волн, характеризующих влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр регуляции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Влияние применения транскраниальной электростимуляции, пневмо- и гидротерапии на восстановление боксеров и кикбоксеров в условиях среднегорья / Ю.В. Кушнарева, Ю.В. Корягина, О.С. Збицкая, А.Е. Стародубцева // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). – С. 49-56.
2. Особенности морфофункционального статуса боксеров подросткового возраста с позиций полового диморфизма / В.С. Нопина, А.В. Бакин, Ю.В. Корягина [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3. – С. 137-144.
3. Мельников, Д.С. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения в спортивной деятельности боксеров / Д.С. Мельников, Ю.А. Щедрина // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 6. – С. 89-91.
4. Дралло, И.Л. Электрокожное сопротивление как индикатор вегетативного обеспечения саморегуляции психических функций у боксеров / И.Л. Дралло // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. – С. 149-155.
5. Психологическая подготовка к соревнованиям боксеров-юниоров // Е.П. Шарина, А.И. Дубин, А.С. Варнина, Н.В. Белкина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2025. – № 7. – С. 275-281.
6. Лагода, С.О. Функциональное состояние центральной нервной системы у юных боксеров (результаты предварительного исследования) / С.О. Лагода, И.И. Донцов, С.М. Чернуха // Актуальные вопросы физической культуры и спорта. – 2019. – Т. 21. – С. 125-133.
7. Смоленский, А.В. К вопросу о перенапряжении сердечно-сосудистой системы у спортсменов / А.В. Смоленский, А.В. Михайлова, О.И. Беличенко // Терапевт. – 2019. – № 3. – С. 32-39.
8. Колодезников, К.С. Бокс: анализ функциональной подготовки на предсоревновательном этапе / К.С. Колодезников, М.В. Пельменев // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2022. – № 17(2). – С. 197-204.
9. Brindha, J. Evaluating the Usage of Smartphone Sensor to Evaluate Fatigue in Boxing in Real-Time Training Using Deep-Learning / J. Brindha, G. Nallavan, L. Balaji // Algorithms for Intelligent Systems. – 2025. – No. 5. – P. 167-177.
10. Ландырь, А.П. Мониторинг частоты сердечных сокращений в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте / А.П. Ландырь, Е.Е. Ачкасов. – Москва: Спорт, 2018. – 240 с.
11. Новиков, А.А. Вегетативная регуляция сердечного ритма у спортсменов с нарушением процессов реполяризации миокарда / А.А. Новиков, А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 2(32). – С. 254-260.
12. Ghosh, A.K. Heart rate, oxygen consumption and blood lactate responses during specific training in amateur boxing / A.K. Ghosh // International Journal of Applied Sports Sciences. – 2010. – Vol. 22. – No. 1. – P. 1-12.
13. Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study / C.A. de Lira, L.F. Peixinho-Pena, R.L. Vancini [et al.] // Open Access J Sports Med. – 2013. – No. 10(4). – P. 175-182.
14. Шлык, Н.И. Брадикардия и вариабельность сердечного ритма у спортсменов / Н.И. Шлык, Е.А. Гаврилова // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № S1. – С. 59-69.
15. Шлык, Н.И. Вариабельность сердечного ритма и методы определения у спортсменов в тренировочном процессе / Н.И. Шлык. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2022. – 93 с.
16. Минин, В.В. Показатели вариационной пульсометрии у боксеров различной квалификации в покое / В.В. Минин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия, 2003. – Т. 16. – № 4(55). – С. 72-75.
17. Оценка функционального состояния боксеров по комплексным результатам ритмокардиографического анализа / Ю.А. Щедрина, Д.С. Мельников, А.И. Крылов, Е.В. Черно-зипунникова // Теория и практика физической культуры. – 2024. – № 5. – С. 52-54.
18. Wang, J. Applied research on heart rate variability in monitoring sports fatigue of boxing athletes // J. Wang, J. Qiu, S. Chen // Exercise Biochemistry Review. – 2018. – No. 1(4). – P. PO-107.
19. Штаненко, Н.И. Особенности вегетативной реактивности при проведении ортостатической пробы у спортсменов в зависимости от направленности тренировочного процесса / Н.И. Штаненко, Ю.И. Брель, Л.А. Будько // Проблемы здоровья и экологии. – 2017. – № 3(53). – С. 58-63.
20. Вариабельность ритма сердца при проведении активной ортостатической пробы у высококвалифицированных боксеров-профессионалов в период подготовки к соревнованиям

/ Ю.А. Щедрина, Д.С. Мельников, Е.В. Черно-зипунникова, В.С. Терехин // Теория и практика физической культуры. – 2024. – № 9. – С. 26-28.
21. Вегетативная реакция на ортоклиностатическую пробу профессиональных игроков в хоккей с мячом / О.В. Калабин, Ф.Б. Литвин, А.Н. Катаев, О.А. Пивоваров // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3(29). – С. 75-86.
22. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / Под ред. В.М. Покровского. – Краснодар: Издательство «Кубань-Книга», 2010. – 244 с.
23. Ковалева, А.В. Алгоритм количественной оценки кардиореспираторной синхронизации для характеристики функционального состояния и межсистемных взаимодействий у спортсменов / А.В. Ковалева, В.Н. Анисимов // Российский журнал информационных технологий в спорте. – 2024. – Т. 1. – № 2. – С. 13-27.
24. Сравнительный анализ вариабельности ритма сердца и реакции на пробу с регулируемым ритмом дыхания у высококвалифицированных спортсменов с разными типами энергообеспечения / О.В. Калабин, Ф.Б. Литвин, С.А. Молчанов [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 1(31). – С. 60-66.

REFERENCES

1. Kushnareva Yu.V., Koryagina Yu.V., Zbitskaya O.S., Starodubtseva A.E. Effect of transcranial electrical stimulation, pneumo- and hydrotherapy on recovery of boxers and kickboxers in middle altitude conditions. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 15, no. 4(3), pp. 49-56. (in Russ.)
2. Nopina V.S., Bakin A.V., Koryagina Yu.V., Filippovich V.A., Akimkina O.N. Morphofunctional status of adolescent boxers from the point of sexual dimorphism. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, no. 8(3), pp. 137-144. (in Russ.)
3. Mel'nikov D.S., Shchedrina Yu.A. Use of low-intensity laser radiation in sports activity of boxers. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2023, no. 6. pp. 89-91. (in Russ.)
4. Drallo I.L. Electrical resistance of the skin as an indicator of autonomous self-regulation of mental functions in boxers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, no. 6(2). pp. 149-155. (in Russ.)
5. Sharina E.P., Dubin A.I., Varnina A.S., Belkina N.V. Psychological preparation for junior boxers' competitions. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2025, no. 7, pp. 275-281. (in Russ.)
6. Lagoda S.O., Dontsov I.I., Chernukha S.M. Functional status of central nervous system in young boxers (preliminary study results). *Current Issues of Physical Culture and Sports*, 2019, no. 21, pp. 125-133. (in Russ.)
7. Smolenskij A.V., Mikhajlova A.V., Belichenko O.I. The issue of overexertion of the cardiovascular system in athletes. *Therapist*, 2019, no. 3, pp. 32-39. (in Russ.)
8. Kolodeznikov K.S., Pel'menev M.V. Boxing: analysis of functional training at the pre-competition stage. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2022, no. 17(2), pp. 197-204. (in Russ.)
9. Brindha J., Nallavan G., Balaji L. Evaluating the Usage of Smartphone Sensor to Evaluate Fatigue in Boxing in Real-Time Training Using Deep-Learning. *Algorithms for Intelligent Systems*, 2025, no. 5, pp. 167-177.
10. Landyr' A.P., Achkasov E.E. Heart rate monitoring in managing the training process in physical culture and sports. Moscow: Sport, 2018. 240 p. (in Russ.)
11. Novikov A.A., Smolenskij A.V., Mikhajlova A.V. Autonomic regulation of cardiac rhythm in athletes with disorders of myocardial repolarization processes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 32, no. 9(2), pp. 254-260. (in Russ.)
12. Ghosh A.K. Heart rate, oxygen consumption and blood lactate responses during specific training in amateur boxing. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 2010, no. 22(1), pp. 1-12.
13. de Lira C.A., Peixinho-Pena L.F., Vancini R.L., de Freitas Guina Fachina R.J., de Almeida A.A., Andrade M. dos S., da Silva A.C. Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study. *Open Access J Sports Med*, 2013, no.10(4), pp. 175-182.
14. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Bradycardia and heart rate variability in athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. S1, pp. 59-69. (in Russ.)
15. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods for its determination in athletes during the training process. Izhevsk: Udmurt University Publishing Center, 2022. 93 p. (in Russ.)
16. Minin V.V. Indicators of variation pulsometry in boxers of different qualifications at rest. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2003, vol. 55, no. 16(4), pp. 72-75. (in Russ.)
17. Shchedrina Yu.A., Melnikov D.S., Chernozipunnikova E.V. Assessment of the functional state of boxers by complex results of rhythmocardiographic analysis. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2024, no. 5, pp. 52-54. (in Russ.)
18. Wang J., Qiu J., Chen S. Applied research on heart rate variability in monitoring sports fatigue of boxing athletes. *Exercise Biochemistry Review*, 2018, no. 1(4), p. PO-107.

19. Shtanenko N.I., Brel' Yu.I., Bud'ko L.A. The features of vegetative reactivity during conduction of orthostatic test in sportsmen depending on the direction of the training process. *Health and Ecology Issues,* 2017, no. 3(53), pp. 58-63. (in Russ.)
20. Shchedrina Yu.A., Mel'nikov D.S., Chernozipunnikova E.V., Terekhin V.S. Heart rate variability during active orthostatic test in highly qualified professional boxers during the preparation for competitions. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2024, no. 9, pp. 26-28. (in Russ.)
21. Kalabin O.V., Litvin F.B., Kataev A.N., Pivovarov O.A. Autonomic response to orthoclinostatic test in professional bandy players. *Modern Issues of Biomedicine,* 2024, vol. 8, no. 3, pp. 75-86. (in Russ.)
22. Cardiorespiratory synchronism in the assessment of regulatory and adaptive capabilities of the body. Pokrovskij V.M., ed. Krasnodar: "Kuban-Kniga Publishing House", 2010. 244 p. (in Russ.)
23. Kovalyova A.V., Anisimov V.N. An algorithm for quantifying cardiorespiratory synchronization to assess the functional state and intersystem interactions in athletes. *Russian Journal of Information Technology in Sport*, 2024, no. 1(2), pp. 13-27. (in Russ.)
24. Kalabin O.V., Litvin F.B., Molchanov S.A., Masal'tseva L.V., Chifanova N.I. Comparative analysis of heart rate variability and response to a test with a controlled breathing rhythm in highly qualified athletes with different types of energy supply. *Modern Issues of Biomedicine,* 2025, vol. 9, no. 1(31), pp. 60-66. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Олег Владимирович Калабин – кандидат биологических наук, доцент кафедры физвоспитания факультета физической культуры, Вятский государственный университет, Киров, e-mail: kalabinoleg@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5383-5007.
Иван Александрович Соймонов – старший преподаватель кафедры физвоспитания факультета физической культуры, Вятский государственный университет, Киров, e-mail: usr23551@vyatsu.ru, ORCID: 0009-0006-9926-4189.
Мария Олеговна Калабина – студент института биологии и биомедицины, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, e-mail: kalabinam75@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8057-6088.
Григорий Александрович Чижаев – аспирант института биологии и биомедицины, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, e-mail: Griha.chizhmail.ru@gmail.com, ORCID: 0009-0005-6600-3145.
Сергей Александрович Молчанов – соискатель кафедры неврологии, психиатрии и наркологии, Приволжский исследовательский медицинский университет, e-mail: msharky@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2702-5294.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Oleg V. Kalabin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Vyatka State University, Kirov, e-mail: kalabinoleg@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5383-5007.
Ivan A. Sojmonov – Senior Lecturer, Department of Physical Education, Faculty of Physical Education, Vyatka State University, Kirov, e-mail: usr23551@vyatsu.ru, ORCID: 0009-0006-9926-4189.
Maria O. Kalabina – Student of the Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky University, Nizhny Novgorod, e-mail: kalabinam75@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8057-6088.
Grigorij A. Chizhaev – Postgraduate Student Department of Physiology of the Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky University, Nizhny Novgorod, e-mail: Griha.chizhmail.ru@gmail.com, ORCID: 0009-0005-6600-3145.
Sergej A. Molchanov – Applicant for the Department of Neurology, Psychiatry and Narcology, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, e-mail: msharky@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2702-5294.

Для цитирования: Особенности вегетативной реакции на функциональные пробы на основе вариабельности ритма сердца у боксеров высокой квалификации / О.В. Калабин, И.А. Соймонов, М.О. Калабина [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_4

For citation: Kalabin O.V., Sojmonov I.A., Kalabina M.O., Chizhaev G.A., Molchanov S.A. Features of the autonomic response to functional tests based on heart rate variability in highly qualified boxers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_4