

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКТИВНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

О.В. Калабин¹, kalabinoleg@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5383-5007>

Ф.Б. Литвин², bf-litvin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2281-8757>

Л.В. Масальцева², larisamasaltseva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4636-4008>

Н.И. Чифанова², malya-vifk@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-0827-8166>

Н.С. Менькова², menkovanata@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-4565-7092>

¹ Вятский государственный университет, Киров, Россия

² Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия

Аннотация. Цель: сравнить особенности variability ритма сердца и вегетативной реактивности высококвалифицированных спортсменов игровых, силовых и циклических видов спорта в зависимости от величины вариационного размаха при умеренном преобладании автономного механизма регуляции (III тип) сердечного ритма. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие высококвалифицированные спортсмены (КМС, МС, МСМК, ЗМС) различных видов спорта: игровые, силовые и циклические виды в подготовительном периоде. Регистрацию электрокардиограммы осуществляли с использованием портативного кардиомодуля «ECG Dongle» АО «Нордавинд», а обработку variability ритма сердца – с помощью программы «Иским 6.2» ООО «Рамена». **Результаты.** Из представителей игровых, силовых и циклических видов спорта наибольшая активность парасимпатического отдела ВНС и автономного контура регуляции характерна для игровых видов с аэробно-анаэробным механизмом энергообеспечения. Высокие возможности адаптационно-резервных механизмов у игроков подтверждаются достоверно высоким показателем суммарной мощности спектра, при этом показатель индекса напряжения регуляторных систем у них резко снижен. **Заключение.** Анализ ВСР на основе учета диапазона колебаний показателя MxDMn расширяет возможности прогнозирования функционального состояния и характер адаптационно-резервных возможностей организма спортсменов с разными типами энергообеспечения.

Ключевые слова: спортсмены, variability ритма сердца, вегетативная реактивность, ортоклиностагическая проба

Для цитирования: Особенности variability ритма сердца и вегетативной реактивности на функциональные пробы у высококвалифицированных спортсменов / О.В. Калабин, Ф.Б. Литвин, Л.В. Масальцева и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № S2. С. 13–22. DOI: 10.14529/hsm25s202

FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY AND AUTONOMIC REACTIVITY TO FUNCTIONAL TESTS IN HIGHLY SKILLED ATHLETES

O.V. Kalabin¹, kalabinoleg@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5383-5007>

F.B. Litvin², bf-litvin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2281-8757>

L.V. Masaltseva², larisamasaltseva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4636-4008>

N.I. Chifanova², malya-vifk@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-0827-8166>

N.S. Menkova², menkovanata@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-4565-7092>

¹ Vyatka State University, Kirov, Russia

² Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

Abstract. Aim. This study aimed to investigate the relationship between the variation range and the specific characteristics of heart rate variability (HRV) and autonomic reactivity in highly skilled athletes from different sport categories (team, strength, cyclic) who exhibit a Type III heart rhythm regulation pattern. **Materials and methods.** The study involved highly skilled athletes (CMS, MS, MSIC, MMS) from different sports disciplines (team, strength, cyclic) during the preparatory period. ECG recording was performed using the portable cardiac module (ECG Dongle, Nordavind); HRV was processed using the Iskim 6.2 software (Ramena). **Results.** The highest activity of the parasympathetic nervous system and the autonomous regulatory circuit is characteristic of team sports with a mixed aerobic-anaerobic energy mechanism. The high potential of adaptive and reserve mechanisms in team athletes is confirmed by a significantly higher value of total spectral power, while their index of regulatory system stress is markedly reduced. **Conclusion.** HRV analysis based on the MxDMn fluctuation range enhances the predictive capabilities for assessing the functional state and the nature of adaptive and reserve capabilities in athletes with different types of energy supply.

Keywords: athletes, heart rate variability, autonomic reactivity, orthoclinostatic test

For citation: Kalabin O.V., Litvin F.B., Masaltseva L.V., Chifanova N.I., Menkova N.S. Features of heart rate variability and autonomic reactivity to functional tests in highly skilled athletes. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(S2):13–22. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm25s202

Введение. На современном этапе развития физиологии спорта наиболее важной задачей управления тренировочным процессом является контроль функционального состояния организма спортсмена, который часто перегружен подготовительными сборами и ответственными соревнованиями [5, 14, 28]. Не менее важной задачей является предупреждение состояния перетренированности и «подведения» спортсмена к старту в оптимальной спортивной форме [3, 7, 24]. Важной составляющей тренировочного процесса является обеспечение строгого и объективного контроля за объемом и интенсивностью тренировочных нагрузок и уровнем восстановительных процессов [1, 11, 25]. С этих позиций сердечно-сосудистая система является основным индикатором влияния физических нагрузок и соревновательного стресса на организм спортсмена [6, 20, 26, 27].

Общепризнанным информативным экспресс-методом определения общего функцио-

нального состояния организма спортсмена и степени восстановления является анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) [4, 9, 12, 13, 17, 18]. Временные и спектральные показатели позволяют количественно и качественно оценить общую активность регуляторных механизмов. Одним из функционально значимых показателей ВРС является вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn), по которому судят о работе синусового узла и регуляторных механизмов системы кровообращения спортсменов [21, 22].

По данным литературы величина MxDMn в покое и ортостазе зависит в большей степени от преобладающего типа вегетативной регуляции и в меньшей мере от вида спорта, возраста и квалификации спортсменов [10, 16, 22, 23]. В представленной работе проведена оценка динамики показателей ВРС у спортсменов аэробных, анаэробных и смешанных видов спорта в зависимости от величины показателя MxDMn при умеренном преобла-

дании автономного механизма регуляции (III тип) сердечного ритма [22].

Проведение функциональных проб дополняет сведения при оценке резервных возможностей, адаптационного потенциала, позволяет определить степень восстановления организма и диагностировать синдром перенапряжения миокарда у спортсменов [2, 8, 15, 19]. Анализ вегетативной реакции при выполнении ортоклиностатической пробы заключается в исследовании ритма сердца при переходе спортсмена из положения лежа в положение стоя и обратно. Вегетативная реакция на ортоклиностатическую пробу может быть нормальной, сниженной (гипо), повышенной (гипер) или парадоксальной (наоборот) – как одинаково на орто- и клиностаз, так и по-разному. Степень восстановления спортсменов после физической нагрузки определяется разностью показателей ВРС первого положения лёжа (фона) и второго положения лёжа (клиностаза) [3].

Цель исследования: сравнить особенности вариабельности ритма сердца и вегетативной реактивности высококвалифицированных спортсменов игровых, силовых и циклических видов спорта в зависимости от величины вариационного размаха при умеренном преобладании автономного механизма регуляции (III тип) сердечного ритма.

Материалы и методы исследования.

В исследовании приняли участие высококвалифицированные спортсмены (КМС, МС, МСМК, ЗМС) различных видов спорта: игровые (волейбол, футбол и хоккей с мячом), силовые (бокс, пауэрлифтинг и гиревой спорт) и циклические виды (лыжные гонки и конькобежный спорт) в подготовительном периоде. Регистрацию электрокардиограммы осуществляли с использованием портативного кардиомодуля «ECG Dongle» АО «Нордавинд» (г. Москва), а обработку производили дистанционно с помощью программы «Иским 6.2» ООО «Рамена» (г. Рязань). Запись ЭКГ у спортсменов выполняли в комфортных условиях утром до зарядки и завтрака при ортоклиностатической пробе (5 минут лежа, 6 минут стоя и 6 минут лежа).

Статистическую обработку полученных данных производили с помощью программы IBM SPSS Statistics 25.0. Нормальность распределения проверяли методом Колмогорова – Смирнова. Различия определяли с помощью непараметрического U-критерия Манна – Уитни

для двух независимых выборок и считали их достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Сравнительный анализ показателей вариабельности ритма сердца у высококвалифицированных спортсменов аэробных, анаэробных и смешанных видов спорта с разным диапазоном колебаний значения MxDMn с умеренным преобладанием автономного механизма колебания (III тип регуляции) показал, что в исходном состоянии у игроков средняя величина MxDMn равнялась $501,4 \pm 8,00$ мс и находилась в диапазоне 451–550 мс, у спортсменов циклических видов значения MxDMn $373,4 \pm 13,34$ мс соответственно находились в интервальном диапазоне 351–450 мс, а у представителей силовых видов MxDMn $322,7 \pm 15,58$ мс соответствовала диапазону 251–350 мс (табл. 1).

Из результатов анализа показателей ВРС спортсменов различных видов спорта следует, что у спортсменов игровых видов наблюдаются максимальные значения и других маркеров автономного контура регуляции (см. табл. 1). Так, величина показателя RMSSD $108 \pm 3,90$ мс достоверно выше на 38 % ($p < 0,05$) по сравнению со спортсменами циклических видов и на 71 % ($p < 0,05$) – по отношению к спортсменам силовых видов. Величина показателя pNN50% у спортсменов-игроков на 16 % ($p < 0,05$) выше относительно циклических видов и на 72 % ($p < 0,05$) – по сравнению со спортсменами силовых видов. Различия сохраняются и по величине спектрального показателя HF, значение которого на 8 % ($p > 0,05$) недостоверно выше, чем в циклических видах и на 64 % ($p < 0,05$) – по сравнению с силовыми видами.

Максимальные значения MxDMn у спортсменов игровых видов сочетаются с высокой активностью вазомоторного центра. Так, величина LF у них на 24 % ($p < 0,05$) выше относительно циклических видов и на 73 % ($p < 0,05$) – по сравнению с силовыми видами. При сравнительном анализе показателя VLF между изученными видами спорта у спортсменов-игроков наблюдается гипердаптивное состояние, при котором показатель VLF на 51 % ($p < 0,05$) выше, чем у в циклических видах, и на 89 % ($p < 0,05$) – по сравнению с силовыми видами спорта.

Высокие возможности адаптационно-резервных механизмов у спортсменов игровых видов подтверждаются достоверно высоким показателем суммарной мощности спек-

Основные показатели variability ритма сердца
у спортсменов различных видов спорта (M ± m, n = 725)
Heart rate variability parameters in athletes from various sports categories (M ± m, n = 725)

Показатель Parameter	Виды спорта Sports categories		
	Игровые (n = 493) Team (n = 493)	Силовые (n = 112) Strength (n = 112)	Циклические (n = 120) Cyclic (n = 120)
HR, уд./мин / HR, bpm	53,12 ± 0,34	55,42 ± 0,57*	63,25 ± 1,20* **
MxDMn, мс / MxDMn, ms	501,4 ± 8,00	322,7 ± 15,58*	373,4 ± 13,34* **
RMSSD, мс / RMSSD, ms	107,6 ± 3,90	62,73 ± 4,81*	78,05 ± 3,47* **
pNN50, % / pNN50, %	49,56 ± 0,90	28,92 ± 2,39*	43,32 ± 1,87* **
SI, у. е. / SI, с. у.	33,55 ± 1,83	85,18 ± 8,21*	88,36 ± 11,54* **
TP, мс ² / TP, ms ²	10340 ± 364,4	5528 ± 666,8*	7578 ± 558,7* **
HF, мс ² / HF, ms ²	3344 ± 179,4	2045 ± 404,3*	3108 ± 298,8**
LF, мс ² / LF, ms ²	3374 ± 144,4	1944 ± 177,8*	2710 ± 243,3*
VLF, мс ² / VLF, ms ²	1770 ± 81,00	935 ± 136,9*	1173 ± 135,0* **

Примечание: 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; SI – индекс напряжения регуляторных систем; TP – суммарная мощность спектра; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; * – достоверные различия относительно значений игровых видов (p < 0,05); ** – достоверные различия относительно значений силовых видов (p < 0,05).

Note: HR – heart rate; MxDMn – variation range; RMSSD – square root of the mean squared differences of successive R-R intervals; pNN50 – percentage of successive R-R intervals differing by more than 50 ms; SI – stress index of regulatory systems; TP – total power of the spectrum; HF – high-frequency power; LF – low-frequency power; VLF – very low-frequency power; statistical significance is indicated as * – p < 0.05 compared to team sports athletes; ** – p < 0.05 compared to strength athletes.

тра (TP), значение которого на 36 % (p < 0,05) выше, чем в циклических видах, и на 87 % (p < 0,05) – по сравнению с силовыми видами. При этом показатель стресс-индекса (SI) у спортсменов-игровиков резко снижен на 150 % (p < 0,05) по сравнению с силовыми видами и на 159 % (p < 0,05) – с циклическими видами спорта.

Таким образом, при преобладающем III типе вегетативной регуляции у представителей силовых (анаэробных), игровых (смешанных аэробно-анаэробных) и циклических (аэробных) видов спорта наибольшая активность парасимпатического отдела ВНС и автономного контура регуляции характерна для игровых видов с аэробно-анаэробным механизмом энергообеспечения.

При анализе ВСР у спортсменов важное значение имеет реакция на ортоклиностатическую пробу, по характеру которой можно прогнозировать текущее состояние адаптационных и резервных возможностей организма [10, 22]. При появлении гипер- или гипотонической реакции состояние оценивается как

напряженное, а при парадоксальной реакции рассматривается как срыв адаптационных механизмов [3, 22].

В ходе анализа ВСР в ответ на ортостаз выявлен разный уровень вегетативной реактивности у спортсменов в зависимости от величины интервального диапазона MxDMn. Так, у игровиков показатель RMSSD снизился на 333 % (p < 0,05), pNN50 % – на 733 % (p < 0,05), HF – на 420 % (p < 0,05) (табл. 2). Активность вазомоторного центра понизилась на 84 % (p < 0,05), а корково-гуморального VLF – на 74 % (p < 0,05). В результате суммарная мощность спектра TP стала меньше на 176 % (p < 0,05), а показатель напряженности регуляторных систем SI увеличился на 315 % (p < 0,05) (см. табл. 2). В целом у спортсменов игровых видов спорта при наличии гиперреактивной реакции на ортостаз сохраняются механизмы регуляции.

У спортсменов силовых видов спорта реакция на ортостаз менее выраженная. Так, показатель MxDMn снижается на 45 % (p < 0,05), RMSSD – на 174 % (p < 0,05), pNN50 % – на

Таблица 2
Table 2

Основные показатели variability ритма сердца у спортсменов
различных видов спорта при выполнении ортоклиностатической пробы (M ± m)
Heart rate variability parameters in athletes from various sports categories
during orthoclinostatic test (M ± m)

Показатель Parameter	Виды спорта Sports categories	Фазы выполнения пробы / Test phases		
		Фон Baseline	Ортостаз Orthostasis	Клиностаз Clinostasis
HR, уд./мин HR, bpm	Игровые / Team	53,12 ± 0,34	80,35 ± 0,58*	50,73 ± 0,39* **
	Силовые / Strength	55,42 ± 0,57	74,71 ± 0,70*	54,36 ± 0,84* **
	Циклические / Cyclic	63,25 ± 1,20	101,5 ± 1,67*	61,09 ± 1,34**
MxDMn, мс MxDMn, ms	Игровые / Team	501,4 ± 8,00	270,4 ± 4,48*	531,8 ± 9,90* **
	Силовые / Strength	322,7 ± 15,58	222,9 ± 5,81*	347,6 ± 25,27**
	Циклические / Cyclic	373,4 ± 13,34	180,9 ± 8,68*	388,8 ± 16,97**
RMSSD, мс RMSSD, ms	Игровые / Team	107,6 ± 3,90	25,39 ± 0,56*	111,2 ± 2,67* **
	Силовые / Strength	62,73 ± 4,81	22,81 ± 1,01*	86,89 ± 8,99**
	Циклические / Cyclic	78,05 ± 3,47	13,83 ± 0,81*	96,71 ± 5,18* **
pNN50, % pNN50, %	Игровые / Team	49,56 ± 0,90	5,74 ± 0,31*	51,66 ± 0,98**
	Силовые / Strength	28,92 ± 2,39	5,32 ± 0,75*	39,61 ± 3,82**
	Циклические / Cyclic	43,32 ± 1,87	1,94 ± 0,36*	46,52 ± 1,96**
SI, у.е. SI, c.u.	Игровые / Team	33,55 ± 1,83	141,3 ± 5,30*	31,20 ± 2,00* **
	Силовые / Strength	85,18 ± 8,21	164,2 ± 11,54*	97,20 ± 12,48**
	Циклические / Cyclic	88,36 ± 11,54	616,3 ± 79,77*	82,02 ± 9,81**
TP, мс ² TP, ms ²	Игровые / Team	10340 ± 364,4	3747 ± 150,6*	12040 ± 448,1* **
	Силовые / Strength	5528 ± 666,8	2414 ± 149,5*	8933 ± 1568,0**
	Циклические / Cyclic	7578 ± 558,7	2089 ± 226,0*	9797 ± 918,3**
HF, мс ² HF, ms ²	Игровые / Team	3344 ± 179,4	273 ± 14,78*	3723 ± 186,0* **
	Силовые / Strength	2045 ± 404,3	204 ± 24,98*	4790 ± 1082,9* **
	Циклические / Cyclic	3108 ± 298,8	121 ± 12,91*	5304 ± 611,3**
LF, мс ² LF, ms ²	Игровые / Team	3374 ± 144,4	1832 ± 66,25*	4177 ± 199,5* **
	Силовые / Strength	1944 ± 177,8	1534 ± 83,4	2949 ± 554,0
	Циклические / Cyclic	2710 ± 243,3	1066 ± 131,8*	2610 ± 272,4**
VLF, мс ² VLF, ms ²	Игровые / Team	1770 ± 81,00	1014 ± 59,15*	1847 ± 88,76**
	Силовые / Strength	935 ± 136,9	477 ± 62,6*	888 ± 123,6*
	Циклические / Cyclic	1173 ± 135,0	618 ± 72,6*	988 ± 137,8**

Примечание: см. табл. 1.

Note: see Table 1.

48 % (p < 0,05), HF – на 898 % (p < 0,05). Активность вазомоторного центра снизилась на 27 %, а корково-гуморального контура – на 96 % (p < 0,05). Показатель суммарной мощности уменьшился на 129 % (p < 0,05), а уровень напряженности повысился на 93 % (p < 0,05) (см. табл. 2). Следовательно, у представителей силовых видов спорта реакция в ответ на ортостаз протекает по оптимальному типу.

У представителей циклических видов спорта уровень вегетативной реактивности разный, что отражается в показателях автономного и центрального механизмов регуляции. В частности, среди маркёров автономного кон-

тура регуляции при переходе в ортостаз показатель MxDMn снижается на 106 % (p < 0,05), RMSSD – на 436 % (p < 0,05), pNN50 % – на 1367 % (p < 0,05), HF – на 2469 % (p < 0,05), а снижение показателей центрального контура регуляции существенно меньше: LF – на 154 % (p < 0,05), VLF – на 89 % (p < 0,05) (см. табл. 2). Однако в результате стремительного снижения активности парасимпатического отдела ВНС показатель SI увеличился на максимальную величину – 600 % (p < 0,05).

При возвращении в клиностаз динамика и выраженность изменений показателей у представителей изученных видов спорта оказалась

разной. Следует отметить, что независимо от вида спорта градиент изменений показателей не всегда достигал статистически значимого уровня (см. табл. 2). Речь идет о величине сдвига в зависимости от вида спорта. Так, у спортсменов игровых видов в клиностазе показатели MxDMn, RMSSD, pNN50 %, TP, HF, LF, VLF выше на 6, 3, 4, 16, 11, 24 и 4 % соответственно относительно фоновых показателей, а показатель SI меньше на 8 % (см. табл. 2). У спортсменов силовых видов в клиностазе повышение показателей заметно выше. Так, MxDMn, RMSSD, pNN50 %, TP, HF, LF повышаются относительно фоновых значений на 8, 38, 39, 62, 134, 52 % соответственно (см. табл. 2). Наибольший прирост регистрируется по спектральным характеристикам. В отличие от спортсменов игровых видов, у группы силовых видов показатель SI в клиностазе повышается на 14 %. У представителей циклических видов спорта в клиностазе часть показателей повышается. Среди них MxDMn – на 4 %, RMSSD – на 24 %, pNN50 % – на 9 %, TP – на 29 %, HF – на 71 %, а отдельные понижаются: LF – на 4 %, VLF – на 19 % и SI – на 7 % (см. табл. 2).

Выводы

1. Из представителей игровых, силовых и циклических видов спорта наибольшая активность парасимпатического отдела ВНС и автономного контура регуляции характерна для игровых видов с аэробно-анаэробным механизмом энергообеспечения. Высокие возможности адаптационно-резервных механизмов у игроков подтверждаются достоверно высоким показателем суммарной мощности спектра, при этом показатель индекса напряжения регуляторных систем у них резко снижен.

2. Анализ ВСП на основе учета диапазона колебаний показателя MxDMn расширяет возможности прогнозирования функционального состояния и характер адаптационно-резервных возможностей организма спортсменов с разными типами энергообеспечения. Метод анализа ВСП имеет большое практическое значение в профессиональном спорте и очень необходим для коррекции тренировочного процесса в соответствии с общим функциональным состоянием организма спортсмена, вегетативной реактивностью на пробы, степенью восстановления и типом регуляции.

Список литературы

1. Байгужин, П.А. Функциональное состояние организма: технологии оценки в спорте и рекреационном туризме (обзор) / П.А. Байгужин, Д.З. Шибкова, А.В. Шевцов // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2022. – Т. 22, № 4. – С. 25–34. DOI: 10.14529/hsm220403
2. 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. Чернозипунникова, В.С. Терехин // *Теория и практика физ. культуры*. – 2024. – № 9. – С. 26–28.
3. Вегетативная реакция на ортоклиностастическую пробу профессиональных игроков в хоккее с мячом / О.В. Калабин, Ф.Б. Литвин, А.Н. Катаев, О.А. Пивоваров // *Соврем. вопросы биомедицины*. – 2024. – Т. 8, № 3 (29). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_8
4. Калабин, О.В. Индивидуальный подход в определении функциональной готовности организма методом анализа вариабельности ритма сердца для коррекции силовой подготовки в волейболе / О.В. Калабин, М.М. Михайлов // *Соврем. вопросы биомедицины*. – 2023. – Т. 7, № 1 (22). – С. 55–65. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_01_7
7. Лысенко, Л.М. Патологические изменения сердечно-сосудистой системы у спортсменов на фоне синдрома физического перенапряжения / Л.М. Лысенко, О.А. Кузнецова, Л.В. Шилина // *Рус. мед. журнал*. – 2015. – Т. 23, № 4. – С. 239–241.
6. Ландырь, А.П. Мониторинг частоты сердечных сокращений в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте / А.П. Ландырь, Е.Е. Ачкасов. – М.: Спорт, 2018. – 240 с.
7. Мехдиева, К.Р. Функциональная готовность спортсменов высокой квалификации в игровых видах спорта / К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 5–13. DOI: 10.14529/hsm170401
8. Нарушения ритма сердца как проявление патологического спортивного сердца на разных этапах спортивной подготовки / Е.А. Гаврилова, О.А. Чурганов, Е.В. Брынцева, О.С. Ларинцева // *Соврем. вопросы биомедицины*. – 2022. – Т. 6, № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_11

9. Оперативный контроль функционального состояния высококвалифицированных пловцов на основе анализа показателей вариабельности сердечного ритма / Д.А. Панков, Д.Н. Черногоров, Н.В. Дубиков, П.Л. Капралова // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12 (202). – С. 272–278. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.12.p272-278

10. Особенности вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостазе у легкоатлетов в соревновательном мезоцикле / А.И. Калоша, М.В. Рудин, Н.В. Пешкова, Е.С. Гурова, Ф.Б. Литвин // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 3 (67). – С. 133–135.

11. Особенности вегетативной реактивности у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / К.К. Марков, О.А. Иванова, В.Л. Сивохов, Е.Л. Сивохова // Фундамент. исследования. – 2015. – № 2–19. – С. 4304–4308.

12. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта / С.М. Разинкин, А.С. Самойлов, П.А. Фомкин и др. // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – № 4. – С. 46–55.

13. Прима, О.С. Вариабельность ритма сердца у хоккеистов-подростков разных игровых амплуа / О.С. Прима, М.С. Головин, М.А. Суботялов // Ученые записки Крымского федер. ун-та им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 221–228.

14. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками / В.А. Бадтиева, В.И. Павлов, А.С. Шарыкин и др. // Рос. кардиол. журнал. – 2018. – № 23 (6). – С. 180–190. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-180-190

15. 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.

16. Скорлупкин, Д.А. Влияние положения тела на вариабельность ритма сердца в зависимости от особенностей тонуса центров вегетативной нервной системы / Д.А. Скорлупкин, Е.К. Голубева, Л.Л. Ярченкова // Современ. вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7, № 2. – С. 192–198. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_21

17. Тер-Акопов, Г.Н. Медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений: современные методы диагностики систем вегетативного обеспечения мышечной деятельности / Г.Н. Тер-Акопов // Курортная медицина. – 2023. – № 3. – С. 109–116. DOI: 10.51871/2304-0343_2023_3_109

18. Характеристика основных показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических и экстремальных видов спорта / В.И. Пустовойт, М.С. Ключников, Р.В. Никонов и др. // Кремлев. медицина. Клинич. вестник. – 2021. – № 1. – С. 26–30. DOI: 10.26269/ns60-0r26

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. Шишков, И.Ю. Управление многолетним тренировочным процессом спортсменов высокой квалификации в игровых видах спорта / И.Ю. Шишков. – Малаховка: МГАФК, 2024. – 200 с.

21. 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. DOI: 10.14529/hsm23s109

22. Шлык, Н.И. Вариабельность сердечного ритма и методы определения у спортсменов в тренировочном процессе / Н.И. Шлык. – Ижевск: Издат. центр «Удмурт. ун-т», 2022. – 93 с.

23. Экспресс-анализ состояния регуляторных механизмов у высококвалифицированных волейболистов разных игровых амплуа в соревновательном макроцикле (по данным вариабельности сердечного ритма) / Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, П.А. Гревцов, О.В. Калабин // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 23–30. DOI: 10.14529/hsm230303

24. Application of Vagal-Mediated Heart Rate Variability and Subjective Markers to Optimise Training Prescription: An Olympic Athlete Case Report / F. Chiron, S. Bennett, C. Thomas et al. // International Journal of Disabilities Sports & Health Sciences. – 2023. – No. 7 (1). – P. 66–76. DOI: 10.33438/ijdshs.1342537

25. Cipryan, L. *Individual Training in Team Sports Based on Autonomic Nervous System Activity Assessments* / L. Cipryan, P. Stejskal // *Medicina Sportiva*. – 2010. – No. 14. – P. 56–62. DOI: 10.2478/v10036-010-0011-8

26. *RMSSD Is More Sensitive to Artifacts Than Frequency-Domain Parameters: Implication in Athletes' Monitoring* / N. Bourdillon, S. Yazdani, J.M. Vesin et al. // *Journal of Sports Science and Medicine*. – 2022. – No. 21. – P. 260–266. DOI: 10.52082/jssm.2022.260

27. Schmitt, L. *Monitoring Fatigue Status with HRV Measures in Elite Athletes: An Avenue Beyond RMSSD?* / L. Schmitt, J. Regnard, G.P. Millet // *Frontiers in Physiology*. – 2015. – No. 6. – P. 343. DOI: 10.3389/fphys.2015.00343

28. *Screening professional athletes for cardiovascular diseases at risk of cardiac arrest* / D. Corrado, A. Pelliccia, C. Basso, A. Zorzi // *European Heart Journal*. – 2022. – No. 43 (4). – P. 251–254. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab440

References

1. Baiguzhin P.A., Shibkova D.Z., Shevtsov A.V. Functional State of the Body: Assessment Technologies in Sports and Recreational Tourism (Review). *Human. Sport. Medicine*, 2022, vol. 22, no. 4, pp. 25–34. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm220403

2. Shchedrina Yu.A., Melnikov D.S., Chernozipunnikova E.V., Terekhin V.S. [Heart Rate Variability During an Active Orthostatic Test in Highly Qualified Professional Boxers During Preparation for Competitions]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Education], 2024, no. 9, pp. 26–28. (in Russ.)

3. Kalabin O.V., Litvin F.B., Kataev A.N., Pivovarov O.A. [Vegetative Response to the Orthoclinostatic Test of Professional Bandy Players]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2024, vol. 8, no. 3 (29). (in Russ.) DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_8

4. Kalabin O.V., Mikhailov M.M. [Individual Approach to Determining the Functional Readiness of the Body by Analyzing Heart Rate Variability for the Correction of Strength Training in Volleyball]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2023, vol. 7, no. 1 (22), pp. 55–65. (in Russ.) DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_01_7

5. Lysenko L.M., Kuznetsova O.A., Shilina L.V. [Pathological Changes in the Cardiovascular System in Athletes Against the Background of Physical Overexertion Syndrome]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* [Russian Medical Journal], 2015, vol. 23, no. 4, pp. 239–241. (in Russ.)

6. Landyr A.P., Achkasov E.E. *Monitoring chastoty serdechnykh sokrashcheniï v upravlenii trenirovochnym protsessom v fizicheskoy kul'ture i sporte* [Heart Rate Monitoring in Managing the Training Process in Physical Education and Sports]. Moscow, Sport Publ., 2018. 240 p.

7. Mekhdieva K.R., Zakharova A.V. Functional Readiness of Highly Qualified Athletes in Team Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170401

8. Gavrilova E.A., Churganov O.A., Bryntseva E.V., Larintseva O.S. [Heart Rhythm Disturbances as a Manifestation of Pathological Athlete's Heart at Different Stages of Sports Training]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2022, vol. 6, no. 1. (in Russ.) DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_11

9. Pankov D.A., Chernogorov D.N., Dubikov N.V., Kapralova P.L. [Operational Monitoring of the Functional State of Highly Qualified Swimmers Based on the Analysis of Heart Rate Variability Indicators]. *Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2021, no. 12 (202), pp. 272–278. (in Russ.) DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.12.p272-278

10. Kalosha A.I., Rudin M.V., Peshkova N.V et al. [Features of Heart Rate Variability at Rest and During Orthostasis in Track and Field Athletes in the Competitive Mesocycle]. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov'ye* [Physical Culture and Health], 2018, no. 3 (67), pp. 133–135. (in Russ.)

11. Markov K.K., Ivanova O.A., Sivokhov V.L., Sivokhova E.L. [Features of Autonomic Reactivity in Athletes with Different Focuses of the Training Process]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental Research], 2015, no. 2–19, pp. 4304–4308. (in Russ.)

12. Razinkin S.M., Samoilov A.S., Fomkin P.A. et al. [Assessment of Heart Rate Variability Indicators in Athletes of Cyclic Sports]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine. Science and Practice], 2015, no. 4, pp. 46–55. (in Russ.)

13. Prima O.S., Golovin M.S., Subotialov M.A. [Heart Rate Variability in Teenage Hockey Players of Different Playing Roles]. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya* [Scientific Notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Biology. Chemistry], 2022, vol. 8, no. 4, pp. 221–228. (in Russ.)
14. Badtieva V.A., Pavlov V.I., Sharykin A.S. et al. [Overtraining Syndrome as a Functional Disorder of the Cardiovascular System Caused by Physical Activity]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2018, no. 23 (6), pp. 180–190. (in Russ.) DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-180-190
15. Smolensky A.V., Mikhailova A.V., Belichenko O.I. [On the Issue of Overstrain of the Cardiovascular System in Athletes]. *Terapevt* [Therapist], 2019, no. 3, pp. 32–39. (in Russ.)
16. Skorlupkin D.A., Golubeva E.K., Yarchenkova L.L. [The Influence of Body Position on Heart Rate Variability Depending on the Characteristics of the Tone of the Autonomic Nervous System Centers]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2023, vol. 7, no. 2, pp. 192–198. (in Russ.) DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_21
17. Ter-Akopov G.N. [Medical and Biological Support of High-performance Sports: Modern Methods for Diagnosing the Systems of Autonomic Support of Muscle Activity]. *Kurortnaya meditsina* [Spa Medicine], 2023, no. 3, pp. 109–116. (in Russ.) DOI: 10.51871/2304-0343_2023_3_109
18. Pustovoi V.I., Klyuchnikov M.S., Nikonov R.V. et al. [Characteristics of the Main Indicators of Heart Rate Variability in Athletes Engaged in Cyclic and Extreme Sports]. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik* [Kremlin Medicine. Clinical Bulletin], 2021, no. 1, pp. 26–30. (in Russ.) DOI: 10.26269/ns60-0r26
19. Shtanenko N.I., Brel Yu.I., Budko L.A. [Features of Vegetative Reactivity During the Orthostatic Test in Athletes Depending on the Focus of the Training Process]. *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of Health and Ecology], 2017, no. 3 (53), pp. 58–63. (in Russ.) DOI: 10.51523/2708-6011.2017-14-3-13
20. Shishkov I.Yu. *Upravleniye mnogoletnim trenirovochnym protsessom sportsmenov vysokoy kvalifikatsii v igrovyykh vidakh sporta* [Managing the Long-term Training Process of Highly Qualified Athletes in Team Sports]. Malakhovka, MGAFK Publ., 2024. 200 p.
21. 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.) DOI: 10.14529/hsm23s109
22. Shlyk N.I. *Variabel'nost' serdechnogo ritma i metody opredeleniya u sportsmenov v trenirovochnom protsesse* [Heart Rate Variability and Methods of its Determination in Athletes During the Training Process]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2022. 93 p.
23. Litvin F.B., Bruk T.M., Grevtsov P.A., Kalabin O.V. Express Analysis of the State of Regulatory Mechanisms in Highly Qualified Volleyball Players of Different Playing Positions in the Competitive Macrocycle (According to Heart Rate Variability Data). *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. 3, pp. 23–30. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm230303
24. Chiron F., Bennett S., Thomas C. et al. Application of Vagal-Mediated Heart Rate Variability and Subjective Markers to Optimise Training Prescription: An Olympic Athlete Case Report. *International Journal of Disabilities Sports & Health Sciences*, 2023, no. 7 (1), pp. 66–76. DOI: 10.33438/ijds.1342537
25. Cipryan L., Stejskal P. Individual Training in Team Sports Based on Autonomic Nervous System Activity Assessments. *Medicina Sportiva*, 2010, no. 14, pp. 56–62. DOI: 10.2478/v10036-010-0011-8
26. Bourdillon N., Yazdani S., Vesin J.M. et al. RMSSD Is More Sensitive to Artifacts Than Frequency-Domain Parameters: Implication in Athletes' Monitoring. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2022, no. 21, pp. 260–266. DOI: 10.52082/jssm.2022.260
27. Schmitt L., Regnard J., Millet G.P. Monitoring Fatigue Status with HRV Measures in Elite Athletes: An Avenue Beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology*, 2015, no. 6, p. 343. DOI: 10.3389/fphys.2015.00343
28. Corrado D., Pelliccia A., Basso C., Zorzi A. Screening Professional Athletes for Cardiovascular Diseases at Risk of Cardiac Arrest. *European Heart Journal*, 2022, no. 43 (4), pp. 251–254. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab440

Информация об авторах

Калабин Олег Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры физвоспитания, Вятский государственный университет, Киров, Россия.

Литвин Федор Борисович, доктор биологических наук, профессор кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Масальцева Лариса Владимировна, аспирант кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Чифанова Наталья Игоревна, аспирант кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Менькова Наталья Сергеевна, аспирант кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Information about the authors

Oleg V. Kalabin, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Vyatka State University, Kirov, Russia.

Fedor B. Litvin, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

Larisa V. Masaltseva, Postgraduate Student, Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

Natalya I. Chifanova, Postgraduate Student, Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

Natalya S. Menkova, Postgraduate Student, Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 27.01.2025

The article was submitted 27.01.2025