

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАРКЕРОВ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ В МОЛОДЕЖНОЙ ВЫБОРКЕ

Али Васиф Арбаб¹, vasifalituri.aze.pak@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-3188-2993>
Я.В. Булгакова², bulgakova_ya_v@staff.sechenov.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8665-0167>
А.Л. Похачевский^{2,3}, sport_med@list.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6610-007X>
М.М. Лапкин³, lapkin_rm@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1826-8307>
В.А. Жаднов³, vladimir.zhadnov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5973-1196>

¹ Бакинский филиал Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, Баку, Азербайджанская Республика

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

³ Рязанский государственный медицинский университет, Рязань, Россия

Аннотация. Цель: выяснить взаимосвязи длительности RR-интервала (КИ) со спектральными и pNNx показателями (СР). **Материалы и методы.** Проанализирована юношеская (18–23 лет) выборка (n = 54). В положении лежа (клиностаз) определялись: TP – Total Power, 0,003–0,40 Гц; HF – High Frequency, 0,15–0,4 Гц; LF – Low Frequency, 0,04–0,15 Гц; VLF – Very Low Frequency, 0,003–0,04 Гц; pNNx%, в диапазонах pNN10–100 мс. Обработка: Statistica 10.0; различия – критерий Манна – Уитни; кластерный анализ (метод К-средних). **Результаты.** Кластерным анализом выявлено 2 группы: 1-я – 36 человек – с несистематической физической активностью; 2-я (спортивная, СП) – 18 человек, систематически тренирующиеся (циклические виды). Принципиальное отличие спортивной группы – в существенном преобладании частотных характеристик СР, длительных pNN и усилении различий в возрастающем ряду pNN10–100. Длительность КИ влияет на изменчивость СР в зависимости от уровня физической активности. **Заключение.** Влияние увеличения длительности КИ на pNNx: в 1-й группе – приводит как к увеличению интенсивности прямой взаимосвязи с pNN, так и расширению диапазона «х» существенных значений; в спортивной группе – к стабильным умеренным (0,42–0,45), четко локализованным (pNN40–60) значениям взаимосвязи, что свидетельствует о снижении влияния длительности КИ. Влияние увеличения длительности КИ на спектральные компоненты: в 1-й группе: при минимальной длительности КИ – реакция СР на вегетативные влияния отсутствует; при увеличении КИ – минимальные связи с TP, HF, LF. При максимальной длительности КИ – усиление вегетативного регулирования: TP и HF; в спортивной группе – перераспределение спектров при неизменной TP: от полного презрения VLF-регулированием к более быстрому вегетативному и далее к самому быстрому – HF.

Ключевые слова: RR-интервалы, сердечный ритм, спектральные, частотные характеристики, pNNx%

Для цитирования: Изменчивость маркеров сердечного ритма и их взаимосвязей в молодежной выборке / Али Васиф Арбаб, Я.В. Булгакова, А.Л. Похачевский и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2026. Т. 26, № 3. С. 55–62. DOI: 10.14529/hsm260307

VARIABILITY OF HEART RATE PARAMETERS AND THEIR RELATIONSHIPS IN YOUNG ADULTS

Ali Vasif Arbab¹, vasifalituri.aze.pak@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-3188-2993>
Ya.V. Bulgakova², bulgakova_ya_v@staff.sechenov.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8665-0167>
A.L. Pokhachevsky^{2,3}, sport_med@list.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6610-007X>
M.M. Lapkin³, lapkin_rm@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1826-8307>
V.A. Zhadnov³, vladimir.zhadnov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5973-1196>

¹ Branch Campus in Baku of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Baku, Republic of Azerbaijan

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³ I.P. Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

Abstract. Aim. This paper aims to identify relationships between RR interval duration and spectral and pNNx parameters. **Materials and methods.** A young adult sample was analyzed (aged 18–23 years; n = 54). In the supine position, the following parameters were determined: total power (TP, 0.003–0.40 Hz), high-frequency (HF, 0.15–0.4 Hz), low-frequency (LF, 0.04–0.15 Hz), very-low-frequency (VLF, 0.003–0.04 Hz), and pNNx% (across the pNN10–100 ms ranges). Statistical processing was performed using Statistica 10.0, with group differences assessed via the Mann – Whitney U Test and clustering performed using k-means cluster analysis. **Results.** Cluster analysis revealed two groups: Group 1 – individuals with irregular physical activity (n = 36), Group 2 – athletes who regularly train in cyclic sports (n = 18). The defining feature of Group 2 is a marked predominance of frequency-domain HRV characteristics, longer pNN intervals, and progressively increasing differences across the ascending pNN10–100 series. Interval duration modulates heart rate variability depending on the level of physical activity. **Conclusion.** The effect of increasing cardiac interval duration on pNNx was as follows: in Group 1, it leads both to an increase in the intensity of the direct correlation with pNN and to an expansion of the range of significant x values; in Group 2, it results in stable moderate (0.42–0.45) and clearly localized (pNN40–60) correlation values, indicating a reduced influence of cardiac interval duration. The effect of increasing cardiac interval duration on spectral parameters in Group 1 was as follows: at minimal cardiac interval duration, there is no heart response to autonomic influences; with increasing cardiac interval duration, only minimal correlations with TP, HF, and LF are observed. At maximal cardiac interval duration, there is an increase in autonomic regulation – specifically, in TP and HF. In Group 2, spectral redistribution occurs under constant TP: from a complete disregard of VLF modulation to a faster autonomic component, and then to the fastest HF.

Keywords: NN intervals, heart rate, spectral, frequency characteristics, pNNx%

For citation: Ali Vasif Arbab, Bulgakova Ya.V., Pokhachevsky A.L., Lapkin M.M., Zhadnov V.A. Variability of heart rate parameters and their relationships in young adults. *Human. Sport. Medicine.* 2026;26(3):55–62. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm260307

Особенности автономной и внутриорганной иннервации сердца отражаются на его хроно-, ино-, батмо- и дромотропной функциях. Первая из них опосредована длительностью кардиоинтервалов (КИ) и определяет сердечный ритм (СР). При этом иннервация узлов проводящей системы блуждающим нервом и его асимметрия – правый – вытормаживает пейсмекера, левый – атриовентрикулярный узел; диффузная иннервация преимущественно миокарда желудочков постганглионарными симпатическими нейронами; связь механорецепторов чувствительных клеток Догеля с интрамуральными парасимпатическими

ганглиями; медиаторные особенности постганглионарных парасимпатических нейронов; отрицательная обратная связь между гемодинамическими закономерностями работы сердца и внутриорганной метасимпатической регуляцией – оказывают такое влияние на все функции сердца, которое нельзя исключительно приписывать ни к одной из перечисленных особенностей. В свою очередь, активность симпатической и парасимпатической нервной системы через гипоталамические ядра, а в большей степени через ядро одиночного пути опосредуется многими афферентами: барорецепторами сосудов, механорецептора-

ми бронхов, эргорецепторами поперечнополосатой мускулатуры, волюmoreцепторами сосудов, центральными, периферическими и почечными хеморецепторами. При этом исследование ВСР, вскрывающее всю совокупность нейрогуморальных влияний, широкодоступно, неинвазивно и безболезненно [1–4, 6, 7]. Вопрос, каким образом эти многообразные регуляционные механизмы влияют на длительность КИ, до настоящего времени остается открытым. Не до конца понятно и влияние физических нагрузок на ВСР и чувствительность кардиовагального барорефлекса [5].

Цель исследования: выяснить взаимосвязи длительности КИ со спектральными и рNNx показателями СР.

Материалы и методы. Исследована смешанная по уровню физической активности молодежная (18–23 лет) выборка (СВ) 54 человека. Для обнаружения и количественной оценки близких по частоте периодических составляющих в колебаниях длительности КИ применялся частотный анализ СР. В клиноположении определялись: TP – Total Power, диапазон 0,003–0,40 Гц, единицы – $\text{мс}^2/\text{Гц}$ – суммарная активность нейрогуморальных влияний на СР; HF – High Frequency, 0,15–0,4 Гц, LF – Low Frequency, 0,04–0,15 Гц и VLF – Very Low Frequency, 0,003–0,04 Гц; показатель рNNx – процент пар КИ с разностью X мс и более к общему числу КИ в массиве, в диапазонах рNN10, 20 и т. д. до 100 мс.

Из анализа исключались экстрасистолы, эктопические ритмы, возрастающие, убывающие тренды. Статистическая обработка: Statistica 10.0, MS Excel 2021; данные представлялись в виде квартильного ряда (Q1, 2, 3); груп-

повые различия – критерий Манна – Уитни; корреляционный анализ – Spearman; статистическая существенность – $p < 0,05$. Формирование групп по спектральным характеристикам СР – кластерный анализ (метод К-средних).

Результаты. Обнаруженная полимодальность распределения частотных характеристик сердечного ритма указала на неоднородность первичной выборки (табл. 1). Кластерным анализом из нее выделено 2 группы, различающиеся по физической активности: 1-я – 36 человек – не имеющие систематических физических нагрузок (Нсп); 18 – человек, действующие спортсмены циклических видов, систематически тренирующиеся 5 и более раз в неделю (СП).

Спектральные показатели СР спортивной группы существенно превосходят таковые группы сравнения. При этом максимум превосходства остается за парасимпатической активностью (в 3,4 раза), общая мощность – в 2,8 раза, симпатическая активность – в 2 раза. В свою очередь, показатель симпатической реактивности (LF/HF) остается за группой неспортивной молодежи (в 1,4 раза). Группа неспортивной молодежи также доминирует по относительному вкладу гуморально-метаболического (на 25 %) и симпатического (на 20 %) компонентов, в то же время %HF – за спортивной группой (40 %). Выявленные маркеры изменчивости СР вскрывают в спортивной группе не только максимум адаптационного потенциала, но и его принципиальное отличие – доминирование быстрой приспособительной активности за счет HF. В свою очередь, симпатическая реактивность (LF/HF) подтверждает доминирование быстрой регуляции (HF).

Таблица 1
Table 1

Частотные характеристики СР в группах
Spectral-domain HRV parameters by group

Группа Group	Спектральные характеристики СР / Spectral HR parameters							
	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
СВ Mixed sample	1948,0	520,3	482,5	515,0	0,6	25,8	20,8	22,2
	2754,0	870,5	822,5	748,5	0,9	34,3	30,2	30,0
	4122,8	1648,5	1339,5	1486,0	1,6	47,1	39,7	41,1
1	1885,0	476,0	432,0	468,0	0,7	26,9	23,1	21,9
	2379,0	782,0	777,0	635,0	1,0	35,8	32,2	27,3
	3499,0	1367,0	877,0	1019,0	1,6	47,1	39,8	40,0
2	5683,0	1193,0	1409,0	1527,0	0,4	22,9	15,4	28,6
	6728,0	1961,0	1573,0	2150,0	0,7	28,8	27,5	37,4
	7557,0	2346,0	2101,0	4287,0	1,1	43,9	29,1	59,5

Таблица 2
Table 2

Групповые показатели pNNx
pNNx parameters by group

Группа Group	pNNx								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
CB Mixed sample	70,59	40,59	22,03	9,61	3,71	1,81	0,78	0,39	0,00
	77,50	55,71	37,33	22,74	13,85	7,31	4,00	2,65	0,97
	82,76	66,99	54,19	42,81	32,11	25,23	17,36	12,06	9,36
1	69,42	39,18	17,90	8,17	2,65	1,18	0,33	0,00	0,00
	75,46	50,93	31,87	17,95	9,16	3,98	1,20	0,79	0,70
	80,20	59,39	42,64	31,08	23,77	13,96	8,30	4,91	3,40
2	79,15	65,67	53,69	41,04	29,48	25,90	20,98	14,73	12,50
	86,18	70,09	57,14	45,54	36,61	29,10	23,11	17,62	13,55
	89,18	79,22	68,40	56,28	44,59	37,23	31,17	25,54	16,45

Таблица 3
Table 3

Групповые корреляционные связи длительности КИ с pNNx
Correlations between NN interval duration (Q1–Q3) and pNNx

Q	Группа Group	pNNx									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q1	CB (MS)	0,58	0,55	0,59	0,55	0,55	0,55	0,52	0,50	0,44	0,40
	2	0,40	0,40								
	1	0,54	0,53	0,54	0,49	0,50	0,51	0,45	0,42		
Q2	CB (MS)	0,65	0,64	0,68	0,66	0,66	0,65	0,62	0,60	0,55	0,51
	2		0,42		0,42	0,42	0,43		0,40		
	1	0,58	0,55	0,58	0,54	0,56	0,55	0,51	0,48	0,37	
Q3	CB (MS)	0,71	0,72	0,76	0,74	0,74	0,73	0,70	0,68	0,64	0,60
	2				0,42	0,42	0,45		0,40		
	1	0,67	0,66	0,69	0,66	0,67	0,66	0,61	0,58	0,47	0,41

Примечание. Показатели, не достигшие статистической существенности ($p > 0,05$), не приводятся.

Note. Values that did not reach statistical significance ($p > 0.05$) are not shown.

Показатели pNNx клиностаза постепенно теряют интенсивность в ряду pNN10–90 в обеих группах. Однако скорость этого процесса различна (табл. 2). При этом, если pNN10 преобладает во 2-й группе на 9 % (75 против 86), то pNN50 – на 27,5 % (9 против 36), а pNN80 – 16,8 % (0,8 против 17,6).

Все показатели pNNx в спортивной группе статистически существенно превосходят таковые группы сравнения. При этом выраженность этих различий неоднозначна. На отрезке pNN10–30 – возрастает, далее до pNN60 – стабилизируется, затем снижается (pNN10–80 на 9–19–25–27–27–25–22–17 % соответственно). В свою очередь кратность различий – возрастает прогрессивно (pNN10–80: в 1,15–1,4–1,8–2,5–4–7–19–22 раза соответственно).

Таким образом, характерной отличительной pNN-чертой спортивной группы является и доминирование длительных pNNx, и возрастание этих различий в последовательном ряду pNN10–100.

В сводной группе длительность КИ – на уровне Q1 (характеризуется прогрессивно снижающимися положительными умеренными связями со всем диапазоном pNN10–100 (0,59–0,4) (табл. 3). При этом максимум связи приходится на pNN30 (0,59). Диапазон pNNx, значение связи которых равен или превышает 0,55, – pNN10–60. Та же тенденция, но с большей интенсивностью связей проявляется для медианного (Q2) значения длительности КИ: pNN10–100 (0,65–0,51), пик связи приходится на pNN30 (0,68), диапазон, превышающий

значение 0,55, – рNN10–90. Настоящие закономерности сохраняются и для КИ на уровне Q3: рNN10–100 (0,71–0,6) с максимумом рNN30 (0,76), диапазон, превышающий 0,55, – рNN10–100.

Таким образом, в сводной группе увеличение длительности КИ приводит к возрастанию интенсивности корреляционной связи и расширению диапазона ее умеренных значений, при сохранении общей тенденции к постепенному снижению на отрезке рNN10–100.

В группе неспортивной молодежи короткие КИ (Q1), демонстрируя максимальные положительные связи (0,54) с малыми рNN10–30 мс, постепенно растрчивают их до конца ряда рNN90–100 (0,33–0,27), при этом диапазон рNNх, превышающий или равный интенсивности связи 0,5, – 10–60 мс. Та же закономерность, но с большей интенсивностью связей повторяется для КИ на уровне медианы (Q2), диапазон рNNх при $r > 0,5$ – рNN10–70. Выявленная закономерность с еще большей интенсивностью связи сохраняется и для длинных КИ (Q3), диапазон $r > 0,5$ – рNN10–80. Иными словами, так же, как и в сводной группе, длина КИ определяет как силу взаимоотношений с рNNх, так и диапазон максимальных значений связи, при этом само распределение характеризуется снижением взаимосвязи длительности КИ с рNNх от начала до конца ряда.

В спортивной группе короткие КИ имеют связи исключительно с малыми КИ (Q1), при этом уровень этой связи на границе статистической существенности – рNN10–20 (0,4). Медианный уровень КИ (Q2) характеризуется связями малой интенсивности с рNN40–60 (0,42–0,43); длительные КИ (Q3) имеют фактически те же связи: рNN40–60 (0,42–0,45). Иными словами, с увеличением выносливости уменьшается зависимость рNNх от длительности КИ (0,42–0,45), а кроме того, стабилизируется и четко локализуется влияние на распределение рNNх: фактически равные прямые положительные связи исключительно с рNN40–60.

В сводной группе короткие КИ (Q1) характеризуются минимальной умеренной положительной связью с общей мощностью спектра, чуть более выраженной для низко- и высокочастотного спектра, без ясного доминирования между ними (табл. 4). Увеличение длительности КИ до уровня Q2 проявляется усилением тех же положительных связей (TP,

LF, HF) при намечающемся преобладании высокочастотного компонента, а также появлением пограничной по статистической существенности прямой связи с VLF. Максимальное увеличение длительности КИ (Q3) обнаруживает существенное усиление связи со всеми спектральными составляющими и формирование выраженного доминирования парасимпатической активности. Последнее обстоятельство приводит и к формированию обратной, но пограничной по статистической существенности связи с симпатической реактивностью.

Таблица 4
Table 4

Групповые корреляционные связи
длительности КИ со спектральными
характеристиками CP
Correlations between NN interval duration
and spectral HRV parameters

Q NN intervals	Спектр Spectrum	Группа (Group)		
		CB (MS)	2	1
Q1	TP	0,30		
	VLF		–0,38	
	LF	0,33		
	HF	0,32		
Q2	TP	0,45		0,25
	VLF	0,24	–0,40	
	LF	0,44		0,27
	HF	0,46	0,25	0,27
Q3	TP	0,53		0,34
	VLF	0,31	–0,35	0,25
	LF	0,46		0,27
	HF	0,55	0,35	0,39
	LF/HF	–0,27	–0,30	

Примечание. Показатели, не достигшие статистической существенности ($p > 0,05$), не приводятся.

Note. Values that did not reach statistical significance ($p > 0.05$) are not shown.

В группе неспортивной молодежи минимальные КИ (25 Пц) не имеют существенных связей ни с одной составляющей спектра, рост длительности КИ до уровня Q2 сопровождается формированием фактически равных погранично (по статистической существенности) минимальных положительных связей с общей мощностью спектра, низко- и высокочастотным компонентом; максимальное увеличение длительности КИ (Q3) характеризуется положительными связями со всеми компонентами спектра: умеренной интенсивности с общей мощностью и высокочастотной составляющей, погранично умеренной – с гумо-

рально-метаболическим и симпатическим компонентом.

В спортивной группе короткие КИ (Q1) характеризуются умеренной обратной связью с гуморально-метаболическим компонентом и погранично минимальной положительной – с LF; увеличение длительности КИ до уровня медианы фактически не изменяет умеренной обратной связи с гуморально-метаболическим компонентом, но трансформирует минимальную «низкочастотную» связь в «высокочастотную»; максимальное возрастание длительности КИ (Q3), фактически не изменяя отношения с гуморально-метаболическим компонентом, усиливает положительное взаимодействие с HF и дополнительно проявляет умеренную обратную связь с симпатической реактивностью.

Таким образом, в сводной группе с увеличением длительности КИ выявляется существенное усиление (от слабых до умеренных значений) прямых связей со всеми спектральными составляющими СР, включающими общую мощность спектра, парасимпатические, симпатические и гуморально-метаболические влияния. При этом минимальный КИ связан с равным вегетативным балансом (равные минимальные связи с симпатическим и парасимпатическим спектром), медианный КИ – с усиливающимся, по-прежнему фактически равным вегетативным балансом, но уже с тенденцией к парасимпатическому доминированию, максимальный КИ – с выраженным парасимпатическим доминированием. Динамика связи с гуморально-метаболическим компонентом – положительная, однако уровень его связи (в каждом квинтиле) всегда существенно меньше, чем у вегетативных составляющих.

Похожие закономерности, но с существенно меньшей интенсивностью связей демонстрируются в группе неспортивной молодежи. При этом минимальные статистически значимые отношения со спектральными составляющими возникают только на медианном уровне длительности КИ. Иными словами, существует такая критическая длительность КИ в состоянии относительного физиологического покоя, при снижении которой сердце не реагирует на внешние вегетативные регуляторные влияния. Эта длительность КИ, вероятно, является критическим маркером, может быть четко определена и для данной группы составляет 664 мс. В свою очередь, только на медианном уровне (Q2) длительности КИ сердечный ритм начинает

реагировать на вегетативные влияния, что и проявляется в данной группе равными минимальными прямыми связями с общей мощностью спектра и обеими вегетативными ветвями. При достижении максимальных значений длительности КИ возрастают и возможности вегетативного регулирования, что проявляется заметным ростом прямых связей с общей мощностью спектра и его быстрой – парасимпатической составляющей. При этом симпатические влияния остаются на прежнем (что и на уровне медианы) минимальном уровне, а гуморально-метаболические – лишь достигают минимального статистически существенного уровня детекции.

Группа спортсменов демонстрирует наличие принципиально иных закономерностей: устойчивую умеренную обратную связь (вне зависимости от длительности КИ) с VLF компонентом; рост умеренной прямой связи (с возрастанием длительности КИ от Q2 до Q3) с HF компонентом и возникновение умеренной отрицательной связи (Q3) с LF/HF. Выявленные закономерности в спортивной группе обнаруживают важность перераспределения адаптационных резервов внутри неизменной общей мощности спектра (достигшей вероятностного предела-максимума), которое проявляется в направленном распределении составляющих спектров от полного презрения медленным гуморально-метаболическим регулированием в сторону более быстрых вегетативных компонентов, а среди последних – к самому быстрому – парасимпатическому. При этом возникающая только при максимальном значении КИ (определяется и в сводной группе) и достигающая статистической существенности только в этой группе обратная связь с симпатической реактивностью также свидетельствует о существенном преобладании парасимпатической регуляторной активности.

Выводы. Таким образом, длительность КИ влияет на вариабельность СР в зависимости от уровня нейрогуморальной регуляции, физической выносливости, активности. При этом рост длительности КИ приводит:

1) в группе неспортивной молодежи – к увеличению интенсивности прямой взаимосвязи с pNNx и расширению диапазона (X) существенных значений связи, при этом само распределение значений характеризуется снижением интенсивности взаимосвязи от начала до конца ряда pNN10–100;

2) в спортивной группе вне зависимости от длины КИ – к стабильным умеренным положительным (0,42–0,45), четко локализованным (pNN40–60) значениям взаимосвязи. При этом статистически существенное падение интенсивности настоящей взаимосвязи относительно группы сравнения свидетельствует о снижении влияния длительности КИ на pNNx при формировании выносливости;

3) в группе неспортивной молодежи существует такая длительность КИ, при уменьшении которой сердце не реагирует на внешние регуляторные влияния. Эта длительность, вероятно, является критическим маркером и составляет 664 мс. Реакция СР на вегетативные влияния возникает только на медианном уровне длительности КИ, что проявляется

равными минимальными прямыми связями с общей мощностью спектра и обеими вегетативными ветвями. При достижении максимальных значений длительности КИ возрастают и возможности вегетативного регулирования, что проявляется заметным ростом прямых связей с общей мощностью спектра и парасимпатической составляющей;

4) в спортивной группе выявленные закономерности обнаруживают необходимость направленного перераспределения адаптационных резервов при неизменной общей мощности спектра: от полного презрения гуморально-метаболическим регулированием в сторону более быстрых вегетативных компонентов, а среди последних к самому быстрому – парасимпатическому.

Список литературы

1. Взаимосвязь показателей стресс-теста и соревновательной результативности / А.Л. Похачевский, Н.К. Голубева, А.И. Филипченко и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2025. – № 1. – С. 48–50.
2. Возможность прогноза спортивной работоспособности по скорости изменения ЧСС / А.Л. Похачевский, И.В. Сухинин, Д.В. Самарский и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2023. – № 11. – С. 9.
3. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму) / В.М. Михайлов. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2017. – 516 с.
4. Характерные особенности кардиоритма при максимальной физической работоспособности / А.Л. Похачевский, А.Б. Петров, Ю.В. Шулико и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2023. – № 12. – С. 45–47.
5. Effects of 6 Months of Exercise-Based Cardiac Rehabilitation on Autonomic Function and Neuro-Cardiovascular Stress Reactivity in Coronary Artery Disease Patients / M.B. Badrov, K.N. Wood, S. Lalande et al. // J Am Heart Assoc. – 2019. – Vol. 3, No. 8 (17). DOI: 10.1161/JAHA.119.012257
6. Kaufmann, H. Baroreflex Dysfunction / H. Kaufmann, L.N. Kaufmann, J.A. Palma // N Engl J Med. – 2020. – Vol. 382. – P. 163–178. DOI: 10.1056/NEJMr1509723
7. Laborde S., Mosley E., Thayer J.F. Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research – Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. Front Psychol. – 2017. – Vol. 8. – P. 213. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00213

References

1. Pokhachevsky A.L., Golubeva N.K., Filipchenko A.I. et al. [Relationship between Stress Test Indicators and Competitive Performance]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2025, no. 1, pp. 48–50. (in Russ.)
2. Pokhachevsky A.L., Sukhinin I.V., Samarsky D.V. et al. [Possibility of Predicting Sports Performance Based on the Rate of Change in Heart Rate]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2023, no. 11, p. 9. (in Russ.)
3. Mikhailov V.M. *Variabel'nost' ritma serdca (novyy vzglyad na staruyu paradigmu)* [Heart Rate Variability (a New Look at the Old Paradigm)]. Ivanovo, Neurosoft LLC Publ., 2017. 516 p.
4. Pokhachevsky A.L., Petrov A.B., Shuliko Yu.V. et al. [Characteristic Features of Cardiorhythm at Maximum Physical Performance]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2023, no. 12, pp. 45–47. (in Russ.)
5. Badrov M.B., Wood K.N., Lalande S. et al. Effects of 6 Months of Exercise-Based Cardiac Rehabilitation on Autonomic Function and Neuro-Cardiovascular Stress Reactivity in Coronary Artery Disease Patients. *Journal American Heart Association*, 2019, vol. 3, no. 8 (17). DOI: 10.1161/JAHA.119.012257

6. Kaufmann H., Kaufmann L.N., Palma J.A. Baroreflex Dysfunction. *N English Journal Medicine*, 2020, vol. 382, pp. 163–178. DOI: 10.1056/NEJMr1509723

7. Laborde S., Mosley E., Thayer J.F. Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research – Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. *Front Psychology*, 2017, vol. 8, p. 213. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00213

Информация об авторах

Али Васиф Арбаб, Бакинский филиал Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, Баку, Азербайджанская Республика.

Булгакова Ярослава Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия.

Похачевский Андрей Леонидович, доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия; профессор кафедры нормальной физиологии, Рязанский государственный медицинский университет, Рязань, Россия.

Лапкин Михаил Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, Рязанский государственный медицинский университет, Рязань, Россия.

Жаднов Владимир Алексеевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии и нейрохирургии, Рязанский государственный медицинский университет, Рязань, Россия.

Information about the authors

Ali Vasif Arbab, Branch Campus in Baku of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Baku, Republic of Azerbaijan.

Yaroslava V. Bulgakova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia.

Andrey L. Pokhachevsky, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; Professor, Department of Normal Physiology, I.P. Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.

Mikhail M. Lapkin, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology, I.P. Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.

Vladimir A. Zhadnov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Neurology and Neurosurgery, I.P. Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, 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 16.04.2026

The article was submitted 16.04.2026