Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13
УДК 612.087; 796.39

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13
UDC 612.087; 796.39

ВЛИЯНИЕ СТУПЕНЧАТО НАРАСТАЮЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЯХ ВОЛЕЙБОЛОМ

Ф.Б. Литвин[1], В.Я. Жигало[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», г. Смоленск, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет», г. Брянск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Сердечно-сосудистая система участвует в формировании гомеостатической устойчивости организма в ответ на физическую нагрузку разной продолжительности и интенсивности. Цель исследования – выявить различия вариабельности сердечного ритма у лиц женского пола при ступенчато нарастающей физической нагрузке. ***Методы.*** В исследовании участвовали 19 женщин в возрасте 22-29 лет. Для записи вариабельности сердечного ритма использовался аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.51». ***Результаты.*** Испытуемые с III типом регуляции демонстрируют адаптационную устойчивость организма при воздействии ступенчато нарастающей физической нагрузки. У исследуемых с I типом выявлены нарушения со стороны автономного и центрального механизмов регуляции, в основе которых лежит низкий уровень функциональных возможностей. ***Заключение.*** На основе полученных данных у тренера появляется объективный инструмент для повышения функциональных возможностей занимающихся и предупреждения развития донозологических изменений с учетом индивидуально-типологических особенностей регуляции сердечного ритма.
Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, волейбол, функциональное состояние, физическая нагрузка.

INFLUENCE OF PROGRESSIVE PHYSICAL ACTIVITY ON HEART RATE VARIABILITY DEPENDING ON THE TYPE OF AUTONOMIC REGULATION DURING HEALTH-IMPROVING VOLLEYBALL EXERCISES

F.B. Litvin[1], V.Ya. Zhigalo[2]
[1]Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia
[2]Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The cardiovascular system participates in the formation of the body's homeostatic stability in response to physical activity of varying duration and intensity. The aim of the study was to identify differences in heart rate variability in women with progressive physical activity. ***Methods.*** The study involved 19 22-29-year-old women. The hardware and software complex "Varikard 2.51" was used to record heart rate variability. ***Results.*** Subjects with type III regulation demonstrate adaptive body stability when exposed to progressive physical activity. The subjects with type I revealed disorders of the autonomic and central regulatory mechanisms, which are based on a low level of functionality. ***Conclusion.*** Taking into the account the data obtained, the trainer has an objective tool to enhance the functional capabilities of those involved and prevent the development of pre-nosological changes considering individual and typological features of heart rate regulation.
Keywords: heart rate variability, volleyball, functional state, physical activity.

Введение. Сердечно-сосудистая система участвует в формировании гомеостатической устойчивости организма при тренировочно-соревновательной деятельности спортсменов в ответ на воздействие внешних факторов, в частности физических нагрузок разной продолжительности и интенсивности. Оценить текущее функциональное состояние организма и его адаптационно-приспособительные возможности позволяют характеристики вариабельности сердечного ритма (ВСР). Достаточно большим количеством исследований установлены особенности ВСР при физических нагрузках [1-3]. По уровню функционирования автономного и центрального механизмов

регуляции сердечного ритма оценивают адаптационные возможности организма в ответ на физические нагрузки. Доминирование автономного или центрального механизмов регуляции можно рассматривать в качестве одной из конституциональных характеристик, формирующих тип реагирования организма на воздействие внешних факторов [4]. Для выявления индивидуально-типологических особенностей вегетативного обеспечения мышечной деятельности среди спортсменов разного возраста, пола и спортивной специализации, Шлык Н.И. [5] выделила четыре типа вегетативной регуляции: I тип (умеренное преобладание) и II тип (выраженное преобладание) центрального механизма регуляции, III тип (умеренное преобладание) и IV тип (выраженное преобладание) автономного механизма регуляции сердечного ритма. В отличие от спортсменов у лиц, регулярно занимающихся оздоровительной физической культурой, с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма, недостаточно изучены особенности ВСР.

Цель работы: выявить различия ВСР при ступенчато нарастающей физической нагрузке у лиц женского пола, занимающихся любительским волейболом, с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 19 практически здоровых женщин в возрасте 22-29 лет, которые три раза в неделю занимались волейболом. На момент исследования испытуемые не имели противопоказаний для занятий физическими упражнениями. Исследования проводились во время подготовительного этапа, утром до тренировочной нагрузки. Продолжительность занятий – по 2,5 часа в день. Физические нагрузки носили смешанный, преимущественно аэробно-анаэробный характер. В процессе тренировки выполнялись кратковременные упражнения скоростно-силовой и силовой направленности. Перед тренировкой испытуемые на велоэргометре выполняли две дозированные физические нагрузки: мощность первой была 1 Вт/кг массы тела, второй – 1,5 Вт/кг массы тела. Вторую нагрузку выполняли после восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС) до исходной величины. Продолжительность каждой нагрузки составила 5 минут. Частота вращения педалей 60 оборотов в минуту.

Для записи ВСР использовали аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.51» (РАМЕНА, Рязань-Москва) с помощью программы «Иским 6.2». Регистрацию ВСР проводили дважды: до и после физической нагрузки. Рассчитывались стандартные показатели: диапазоны значений вариационного размаха кардиоинтервалов MxDMn (мс), RMSSD – квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов (мс), SI – индекс напряжения (усл.ед.). Оценивались показатели спектрального анализа ВСР: TP – общая мощность спектра (мс^2), HF – высокочастотные колебания (мс), LF – низкочастотные колебания (мс), VLF – очень низкочастотные колебания (мс), LF/HF – индекс вагосимпатического баланса (усл.ед.). Для выявления динамики изменения изученных характеристик рассчитывался относительный сдвиг, или «взвешенная дельта»:

$$(\Delta\varepsilon = x_1 – x_2 / x_1 \times 100\%),$$

где x_1 – исходное значение показателя, x_2 – после выполнения теста [6]. Для определения вегетативной реактивности симпатического отдела вегетативной системы использовали индекс вегетативной реактивности как соотношение $ИН_2/ИН_1$ [7]. Данные были сведены в таблицы и обработаны статистически с использованием пакета прикладного программного обеспечения «Statsoft Statistica» 8.0. Анализ различий парных измерений по количественным и порядковым показателям, распределение которых отличалось от нормального, проводили с использованием парного критерия Вилкоксона (T, Z). Параметры описательной статистики приведены в виде медианы и квартилей – Me [Q1; Q3]. Нулевую гипотезу отклоняли при уровне статистической значимости $p<0,05$ [8].

Результаты исследования и их обсуждение. Среди женщин, занимающихся волейболом, для проведения исследования были выделены две группы с разными типами вегетативной регуляции. Чаще других встречались III тип регуляции (11 испытуемых) и I тип (8 испытуемых). Испытуемых

со II типом оказалось 2 человека, а лица с IV типом отсутствовали. Анализ результатов исследования выявил разный уровень приспособления организма к физическим нагрузкам в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма. У испытуемых с III типом регуляции выявлены следующие различия. Установлено, что по большинству характеристик градиент сдвига по показателю «взвешенная дельта» усиливался при переходе от работы мощностью 1 Вт/кг к мощности 1,5 Вт/кг. После нагрузки мощностью 1 Вт/кг снижались показатели, оценивающие вклад автономного механизма в регуляцию сердечного ритма. В частности, медиана показателя RMSSD статистически значимо снижалась на 39% ($p<0,05$), от 81 [59; 106] до 49 [50; 54]), показателя HF – на 60% ($p<0,05$), от 2440 [1404; 4046] до 971 [601; 1236], показатель MxDMn недостоверно снижался на 10% ($p>0,05$), от 369 [344; 381] до 331 [308; 341] (табл. 1).

Таблица 1

Распределение результатов исследования ВСР у испытуемых с III типом регуляции после физической нагрузки разной мощности, Me [Q1; Q3]

Показатели ВСР	Нагрузка 1 Вт/кг				Нагрузка 1,5 Вт/кг			
	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %
ЧСС, уд./мин.	71 [72; 73]	76 [73; 78]	0,05	-7,04±1,2	67 [70; 74]	83 [80; 96]	0,01	-23,88*±2,8
MxDMn, мс.	369 [344; 381]	331 [308; 341]	–	10,29±1,4	362 [344; 392]	290 [280; 327]	–	19,89*±2,2
RMSSD, мс.	81 [59; 106]	49 [50; 54]	0,05	39,51±3,5	89 [63; 145]	54 [32; 92]	0,01	39,33±3,1
SI, усл.ед.	43 [41; 50]	61 [60; 80]	0,05	-41,86±3,9	51 [42; 76]	91 [67; 138]	0,01	-78,43*±11,1
TP, мс.	7821 [7591; 9684]	4907 [4532; 5113]	0,05	37,26±3,7	7490 [6404; 10089]	4179 [3684; 7130]	–	44,21±4,0
HF, мс.	2440 [1404; 4046]	971 [601; 1236]	0,05	60,20±9,8	2135 [1656; 3593]	1257 [343; 2742]	0,05	41,12±4,5
LF, мс.	3275 [2420; 3709]	2273 [1992; 2467]	–	30,60±2,8	3313 [2770; 4367]	1790 [1439; 3130]	–	45,97*±5,5
VLF, мс.	1230 [1021; 1787]	824 [697; 947]	0,05	33,01±14,4	1399 [1265; 1951]	508 [463; 724]	0,05	63,69*±8,2
LF/HF, усл.ед.	2,30 [1,96; 3,67]	1,86 [1,51; 2,22]	–	19,13±2,6	2,58 [1,52; 4,46]	3,47 [2,70; 6,09]	–	-35,50±7,7

Примечание (здесь и далее): ФН – физическая нагрузка; ЧСС – частота сердечных сокращений; MxDMn – вариационный размах; RMSSD – квадратный корень из среднего значения квадратов разностей величин последовательных пар интервалов; SI – индекс напряжения; TP – суммарная мощность спектра; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия: p – уровень значимости различий «до-после» нагрузки на каждом этапе тестирования; * – уровень значимости между дельтами сдвигов показателей «до-после» соответствующего теста.

При сравнении динамики показателей центрального механизма регуляции сердечного ритма до и после физической нагрузки мощностью 1 Вт/кг выявлено усиление активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), что подтверждено статистически значимым ростом индекса напряжения (SI) на 42% ($p<0,05$), дрейф медианы изменялся от 43 [41; 50] до 61 [60; 80]. Текущую активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС при выполнении мышечной работы, направленную на достижение оптимального приспособительного ответа, оценивали по показателям спектральной мощности. Суммарный показатель спектральной мощности (TP) при нагрузке 1 Вт/кг статистически значимо снижался на 37% ($p<0,05$), от 7821 [7591; 9684] до 4907 [4532; 5113]. Снижение суммарной мощности происходит за счет снижения показателя HF на 60% ($p<0,05$), от 2440 [1404; 4046] до 971 [601; 1236].

Снижение показателя VLF на 176% ($p<0,01$), от 1230 [1021; 1787] до 824 [697; 947], по всей видимости указывает на снижение надсегментарных влияний на регуляцию сердечного ритма. В работах ряда авторов отмечается, что изменение соотношения быстрых (HF), медленных (LF) и очень медленных колебаний (VLF) при физическом напряжении может быть прогностическим признаком и найти свое применение для контроля за объемом и интенсивностью тренировочных нагрузок [9]. Уровень вегетативной реактивности симпатического отдела ВНС оценивали по расчетному индексу вегетативной реактивности $ИН_2/ИН_1$. При нагрузке 1 Вт/кг показатель $ИН_2/ИН_1$ равняется 1,42 усл.ед. Увеличение мощности физической нагрузки до 1,5 Вт/кг вносило изменения в работу регуляторных механизмов, что сопровождалось повышением величины относительного сдвига («взвешенная дельта») по изученным характеристикам. Так, величина сдвига по показателю ЧСС после нагрузки 1,5 Вт/кг достигла 24% против 7% после нагрузки 1 Вт/кг. Более выраженные сдвиги отмечены по показателям симпатического отдела ВНС. В частности, максимальное значение «взвешенной дельты» по показателю SI после нагрузки мощностью 1,5 Вт/кг равнялось 78% ($p<0,01$) при ее величине после нагрузки 1 Вт/кг, равной 42%, по показателю VLF после 1,5 Вт/кг максимальный сдвиг достигал 64% ($p<0,05$), при нагрузке 1 Вт/кг – 33% ($p<0,05$), максимальный сдвиг показателя LF/HF после 1,5 Вт/кг равнялся 36% ($p<0,05$) против 19% ($p<0,05$) при нагрузке 1 Вт/кг. Сравнительный анализ расчетного показателя индекса вегетативной реактивности $ИН_2/ИН_1$ при повышении мощности до 1,5 Вт/кг показал смещение равновесия в сторону усиления симпатического отдела с величиной 1,78 усл.ед. Как отмечают исследователи [10], избыточная реактивность симпатического отдела ВНС свидетельствует о недостаточности адаптационно-приспособительных механизмов.

Таким образом, исследование состояния механизмов вегетативной регуляции, определение степени напряжения регуляторных систем у испытуемых женщин с III типом регуляции показало сохранность адаптивных реакций, сбалансированность между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС при воздействии физической нагрузки разной мощности. Известно, что система с преобладанием автономных связей в силу независимости ее элементов отличается большей пластичностью, что облегчает ее приспособление к условиям спортивной деятельности [11]. Согласно физиологической целесообразности, процессы адаптации у спортсмена с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип) протекают с большей эффективностью. Вместе с тем, при переходе от нагрузки 1 Вт/кг к нагрузке 1,5 Вт/кг вегетативный баланс смещается в сторону централизации управления сердечным ритмом. Наблюдаемая картина позволяет подойти к научному прогнозированию физических возможностей занимающихся, что играет существенную роль при решении вопросов отбора для занятий спортом, рационального построения режимов тренировок и контроля за функциональным состоянием спортсменов.

Иные адаптационно-приспособительные возможности наблюдаются у женщин, занимающихся волейболом, с I типом регуляции (умеренное преобладание центрального механизма регуляции). Сравнительный анализ показателей ВСР при разных по мощности физических нагрузках выявил снижение функциональных возможностей, которые проявились в нарушении адаптационно-приспособительных реакций организма на дозированную физическую нагрузку. Нарушение регуляции при мощности нагрузки 1 Вт/кг и 1,5 Вт/кг затрагивает как автономный, так и центральный механизмы регуляции (табл. 2). Так, после физической нагрузки мощностью 1 Вт/кг парадоксально повышаются показатели автономного контура регуляции MxDMn на 80% ($p<0,05$), от 173 [166; 190] до 311 [301; 442], RMSSD – на 3% ($p>0,05$), от 35 [25; 40] до 36 [32; 52], HF – на 14% ($p>0,05$), от 969 [336; 1353] до 831 [730; 1521].

Таблица 2

Распределение результатов исследования ВСР у испытуемых с I типом регуляции после физической нагрузки разной мощности, Me [Q1; Q3]

Показатели ВСР	Нагрузка 1 Вт/кг				Нагрузка 1,5 Вт/кг			
	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %
ЧСС, уд/мин,	86 [91; 96]	82 [79; 80]	–	4.65±0,92	78 [76; 85]	86 [85; 89]	–	-10,26±1,22
MxDMn, мс,	173 [166; 190]	311 [301; 442]	0,05	-79,77±16,40	202 [200; 220]	199 [187; 225]	–	1,49*±0,16
RMSSD, мс,	35 [25; 40]	36 [32; 52]	–	-2,86±0,52	31 [22; 48]	44 [15; 88]	–	-41,94*±9,04
SI, усл.ед.	307 [275; 321]	137 [85; 166]	0,05	55,37±8,81	165 [162; 206]	226 [194; 305]	0,05	-36,97±7,80
TP, мс,	2128 [1416; 3199]	4648 [4517; 7722]	0,05	-118,42±19,02	1470 [1379; 1848]	2388 [1203; 4634]	–	-62,45*±11,15
HF, мс,	969 [336; 1353]	831 [730; 1521]	–	14,24±1,97	358 [193; 663]	1088 [99; 2590]	0,05	-203,91*±34,83
LF, мс,	833 [779; 893]	1971 [1775; 3159]	0,05	-136,61±23,61	664 [657; 803]	840 [624; 1400]	–	-26,51*±5,04
VLF, мс,	275 [233; 375]	823 [771; 1099]	0,05	-199,27±30,45	313 [304; 330]	318 [263; 526]	–	-1,60*±0,36
LF/HF, усл.ед.	2,80 [2,74; 3,81]	4,32 [2,96; 4,53]	–	-54,29±10,22	3,16 [2,45; 4,18]	3,81 [3,66; 6,21]	–	-20,57*±4,50

Парадоксальная реакция отмечается и по динамике показателей, оценивающих активность центрального механизма регуляции. Известно, что при мышечной работе усиливается активность симпатического отдела ВНС как проявление реакции противодействия стрессу. По нашим данным, у испытуемых с I типом после нагрузки 1 Вт/кг показатель SI парадоксально снижается на 55% ($p<0,05$), от 307 [275; 321] до 137 [85; 166], также нелогично повышается на 118% ($p<0,05$), от 2128 [1416; 3199] до 4648 [4517; 7722] показатель TP, на 136% ($p<0,05$) растет величина LF, от 833 [779; 893] до 1971 [1775; 3159] и на 199% ($p<0,05$) – показатель VLF, от 275 [233; 375] до 823 [771; 1099]. После нагрузки 1,5 Вт/кг алогично на 204% ($p<0,05$), от 358 [193; 663] до 1088 [99; 2590], повышается показатель HF, на 62%, от 1470 [1379; 1848] до 2388 [1203; 4634], – показатель TP, на 42%, от 31 [22; 48] до 44 [15; 88], – показатель RMSSD.

Заключение. Таким образом, использование тестовой физической нагрузки у испытуемых с I типом регуляции выявило парадоксальный ответ на нагрузку 1 Вт/кг и 1,5 Вт/кг, который проявлялся повышением показателей автономного контура регуляции и снижением показателей центрального контура регуляции сердечного ритма. Парадоксальная реакция на функциональные тесты является отражением неблагоприятных тенденций как в состоянии функциональных и адаптивных возможностей спортсмена, так и в прогнозе спортивных результатов [5, 12, 13]. Полученные результаты у испытуемых с I типом регуляции в ответ на физическую нагрузку мощностью 1 Вт/кг и 1,5 Вт/кг указывают на нарушение механизмов регуляции, в основе которого лежит низкий уровень функциональных возможностей организма женщин, занимающихся волейболом.

На основе сравнительного анализа показателей ВСР у испытуемых в покое и после дозированной физической нагрузки появляется возможность осуществлять индивидуально-типологический подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа регуляции, что будет способствовать дозированию тренировочных нагрузок для повышения уровня функциональной подготовки спортсменов и предупреждать формирование донозологических изменений, связанных с повышенным напряжением регуляторных систем организма.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. 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 // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. – С 79-85.
3. Особенности функционального состояния и свойств центральной нервной системы квалифицированных велосипедистов 17-18 лет в различные периоды тренировочного макроцикла / А.В. Шаханова, Т.В. Челышкова, А.О. Сажина, А.Х. Агиров // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 1. – С. 11-13.
4. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов, Л.Е. Панин [и др.]; Под ред. В.П. Казначеева. – Ленинград: Издательство «Медицина», 1980. – 199 с.
5. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
6. Динамика работоспособности и ее автономного обеспечения у профессиональных футболистов при различных режимах анаэробного энергообеспечения на этапах подготовительного периода / П.А. Терехов, Т.М. Брук, Е.А. Киндюхин, О.С. Глазачев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2024. – № 14(2). – С. 5-15. DOI: 10.47529/2223-2524.2024.2.7.
7. Кудря, О.Н. Физиологические механизмы адаптации сердечно-сосудистой системы при выполнении функциональных проб спортсменами разного возраста и пола / О.Н. Кудря // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 25-31.
8. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: Медиа Сфера, 2002. – С. 312.
9. Использование математического анализа ритма сердца для распознавания механизма некоторых форм нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов / В.В. Аксенов, В.Н. Артамонов, Р.Е. Мотылянская, Ю.А. Барышкин // Теория и практика физической культуры. – 1981. – № 4. – С. 28-31.
10. Корнеева, И.Т. Функциональные изменения сердца юных спортсменов: профилактика и коррекция / И.Т. Корнеева, С.Д. Поляков // Медицинский научный и учебно-методический журнал. – 2005. – № 25. – С. 256-274.
11. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – С. 290.
12. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
13. Corrado, D. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment / D. Corrado, C. Basso, G. Thiene // Heart. – 2000.–Vol.83.–P.588.DOI:10.1136/heart.83.5.588.

REFERENCES

1. 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.)
2. Gavrilova E.A., Churganov O.A., Bryntseva E.V., Larintseva O.S. Heart rhythm disorders as a manifestation of the pathological athletic heart at different stages of sports training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 79-85. (in Russ.)
3. Shakhanova A.V., Chelyshkova T.V., Sazhina A.O., Agirov A.Kh. Peculiarities of the functional state and properties of the central nervous system of qualified cyclists aged 17-18 years in different periods of the training macrocycle. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2023, no. 1, pp. 11-13. (in Russ.)
4. Kaznacheev V.P., Kulikov V.Y., Panin L.E., Sokolov V.P., Lyakhovich V.V., Shorin Y.P., Mayanskij D.N. Mechanisms of human adaptation in conditions of high latitudes. Kaznacheev V.P., ed. Leningrad: Meditsina, 1980. 199 p. (in Russ.)
5. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk: Publishing house “Udmurt University”, 2009. 255 p. (in Russ.)
6. Terekhov P.A., Brooke T.M., Kindyukhin E.A., Glazachev O.S. Heart rate variability indices in professional football players under various anaerobic testing modes in dynamics of the preparatory period. *Sports medicine: research and practice*, 2024, no. 14(2), pp. 5-15. (in Russ.)
7. Kudrya O.N. Physiological mechanisms of adaptation of cardio-vascular system while functional tests among sportsmen of different age and sex. *Science and sport: current trends*, 2015, vol. 7, no. 2, pp. 25-31. (in Russ.)

8. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA software package. Moscow: Media Sfera, 2002. 312 p. (in Russ.)
9. Aksenov V.V., Artamonov V.N., Motylyanskaya R.E., Baryshkin Yu.A. Using mathematical analysis of the heart rhythm to recognize the mechanism of certain forms of disorders of the functional state of the cardiovascular system in athletes. *Theory and Practice of Physical Culture*, 1981, no. 4, pp. 28-31. (in Russ.)
10. Korneeva I.T., Polyakov S.D. Functional changes the hearts of young athletes: prevention and correction. *Medical Scientific and Learning and Teaching Journal*, 2005, no. 25, pp. 256-274. (in Russ.)
11. Mikhajlov V.M. Heart rate variability: experience of practical application of the method. Ivanovo: Ivanovo State Medical Academy, 2002. 290 p. (in Russ.)
12. Gavrilova E.A. Rhythmocardiography in sports. Saint Petersburg: NWSMU named after I.I. Mechnikov, 2014. 164 p. (in Russ.)
13. Corrado D., Basso C., Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment. *Heart*, 2000, vol. 83, p. 588. DOI: 10.1136/heart.83.5.588.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Федор Борисович Литвин – доктор биологических наук, профессор, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.
Владимир Яковлевич Жигало – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания и спорта, Брянский государственный технический университет, Брянск, e-mail: zhigalo@icloud.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Fedor B. Litvin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Smolensk State University of Sport, Smolensk, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.
Vladimir Ya. Zhigalo – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports, Bryansk State Technical University, Bryansk, e-mail: zhigalo@icloud.com.

Для цитирования: Литвин, Ф.Б. Влияние ступенчато нарастающей физической нагрузки на вариабельность сердечного ритма в зависимости от типа вегетативной регуляции при оздоровительных занятиях волейболом / Ф.Б. Литвин, В.Я. Жигало // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13

For citation: Litvin F.B., Zhigalo V.Ya. Influence of progressive physical activity on heart rate variability depending on the type of autonomic regulation during health-improving volleyball exercises. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13