



Влияние миофасциального релиза на показатели вариабельности сердечного ритма у лиц с вегетативной дисфункцией: рандомизированное контролируемое исследование

Казанцева Т.В.^{1,*}, Коломиец О.И.²

¹ Образовательный центр «Олимпия Лайф», Челябинск, Россия

² Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Вегетативная дисфункция (ВД) характеризуется изменениями в афферентных или эфферентных компонентах симпатического и парасимпатического нейронного контроля, которые связаны с патологическими состояниями. Известно, что вариабельность сердечного ритма (ВСР) как один из ключевых показателей вегетативной регуляции связана с многими хроническими заболеваниями и смертностью. Таким образом, вмешательства, направленные на улучшение вегетативной регуляции, повышение ВСР являются важными для общественного здравоохранения. Миофасциальный релиз (МФР) — форма самомассажа, направленная на снятие напряжения, уменьшение боли, увеличение диапазона движений, может положительно сказаться на вегетативной регуляции.

ЦЕЛЬ. Оценить влияние комплекса физической реабилитации с применением МФР на показатели ВСР у лиц с ВД на основе Firstbeat-мониторинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Для данного рандомизированного контролируемого исследования было отобрано 128 человек с ВД с доминирующим влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы, которые были случайным образом разделены на две группы: МФР ($n = 64$) и контроль ($n = 64$). Обеим группам был разработан комплекс физической реабилитации, включающий в себя упражнения аэробного характера, упражнения на гибкость и дыхательные упражнения. Группа МФР помимо основного комплекса подвергалась воздействию самомассажа. Исследование продолжалось на протяжении 12 недель. До и после исследования регистрировались показатели ВСР во временной и частотной областях при помощи устройства Firstbeat (Финляндия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Было установлено, что комплексы физической реабилитации у лиц с ВД способствовали увеличению временных показателей ВСР: среднеквадратичного отклонения разностей между интервалами в группе МФР ($p = 0,001$), в контрольной группе ($p = 0,039$); стандартного отклонения среднего интервала в группе МФР ($p = 0,000$), в контрольной группе ($p = 0,012$). Также после комплексов физической реабилитации наблюдалось изменение параметров частотной области ВСР: увеличение общей мощности в группе МФР ($p = 0,006$), в контрольной группе ($p = 0,014$); повышение мощности в диапазоне высоких частот в группе МФР ($p = 0,008$), в контрольной группе ($p = 0,016$); уменьшение соотношения низкочастотной мощности к высокочастотной в группе МФР ($p = 0,013$), в контрольной группе ($p = 0,038$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Комплекс физической реабилитации с применением МФР способен изменить некоторые параметры ВСР, снижая симпатическую и увеличивая парасимпатическую активность у лиц с ВД.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: миофасциальный релиз, вегетативная дисфункция, реабилитация, вариабельность сердечного ритма

Для цитирования / For citation: Казанцева Т.В., Коломиец О.И. Влияние миофасциального релиза на показатели вариабельности сердечного ритма у лиц с вегетативной дисфункцией: рандомизированное контролируемое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(1):39–46. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-39-46> [Kazantseva T.V., Kolomiets O.I. The Effect of Myofascial Release on Heart Rate Variability in Subjects with Autonomic Dysfunction: a Randomized Controlled Trial. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(1):39–46. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-39-46> (In Russ.).]

* Для корреспонденции: Казанцева Татьяна Викторовна, E-mail: olimpialife@list.ru

Статья получена: 26.08.2024
Статья принята к печати: 19.10.2024
Статья опубликована: 16.02.2025

The Effect of Myofascial Release on Heart Rate Variability in Subjects with Autonomic Dysfunction: a Randomized Controlled Trial

 Tatiana V. Kazantseva^{1,*},  Olga I. Kolomiets²

¹ Olympia Life Educational Center, Chelyabinsk, Russia

² Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Autonomic dysfunction (AD) is characterized by changes in the afferent or efferent components of sympathetic and parasympathetic neural control that are associated with pathological conditions. Heart rate variability (HRV), as one of the key indicators of autonomic regulation, is known to be associated with many chronic diseases and mortality. Thus, interventions aimed at improving autonomic regulation and increasing HRV are important for public health. Myofascial release (MFR) — a form of self-massage aimed at relieving tension, reducing pain, and increasing range of motion, can have a positive effect on autonomic regulation.

AIM. To evaluate the effects of a physical rehabilitation complex using myofascial release on HRV in individuals with AD based on Firstbeat-monitoring.

MATERIALS AND METHODS. For this randomized controlled trial, 128 subjects with AD, having a dominant influence of the sympathetic division of the autonomic nervous system, were selected and randomly divided into two groups: MFR ($n = 64$) and control ($n = 64$). Both groups were given a physical rehabilitation program, including aerobic exercises, flexibility exercises, and breathing exercises. The MFR group, in addition to the main program, was exposed to self-massage. The study lasted for 12 weeks. Before and after the study, HRV was recorded in the time and frequency domains using the Firstbeat device (Finland).

RESULTS AND DISCUSSION. It was found that physical rehabilitation programs in individuals with AD contributed to an increase in the temporal parameters of HRV: mean square deviation of differences between the intervals in the MFR group ($p = 0.001$), in the control group ($p = 0.039$); standard deviation of the mean interval in the MFR group ($p = 0.000$), in the control group ($p = 0.012$). Also, after physical rehabilitation programs, a change in the parameters of the frequency domain of HRV was observed: an increase in the total power in the MFR group ($p = 0.006$), in the control group ($p = 0.014$); an increase in the power in the high-frequency range in the MFR group ($p = 0.008$), in the control group ($p = 0.016$); a decrease in the ratio of low-frequency to high-frequency power in the MFR group ($p = 0.013$), in the control group ($p = 0.038$).

CONCLUSION. The application of myofascial release as part of a physical rehabilitation program can facilitate changes in certain parameters of heart rate variability (HRV), reducing sympathetic activity and increasing parasympathetic activity in individuals with AD.

KEYWORDS: myofascial release, autonomic dysfunction, rehabilitation, heart rate variability

For citation: Kazantseva T.V., Kolomiets O.I. The Effect of Myofascial Release on Heart Rate Variability in Subjects with Autonomic Dysfunction: a Randomized Controlled Trial. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(1):39–46. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-39-46> (In Russ.).

* **For correspondence:** Tatyana V. Kazantseva, E-mail: olimpialife@list.ru

Received: 26.08.2024

Accepted: 19.10.2024

Published: 16.02.2025

ВВЕДЕНИЕ

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) является объективным показателем для оценки функции вегетативной нервной системы (ВНС). ВСР является мерой изменений между последовательными сокращениями сердца, возникающими в результате динамических колебаний в ВНС, и служит показателем, который можно использовать для оценки совместного влияния симпатического и парасимпатического отделов ВНС на частоту сердечных сокращений (ЧСС). Высокое значение ВСР обычно связано с лучшим здоровьем и благополучием, включая лучшую адаптацию к внешнему стрессу, тогда как низкая ВСР предполагает обратное [1]. Снижение ВСР в состоянии покоя указывает на монотонную ЧСС и связано с нарушением регуляторных и гомеостатических функций ВНС, что в свою очередь влияет на способность организма регулировать эмоциональные реакции на внутренние и внешние стрессовые события [2]. Эмоциональное расстройство, качество сна, образ жизни и некоторые заболевания могут влиять на ВСР [3]. Предыдущие исследования показали, что

эмоциональный стресс может напрямую влиять на функционирование симпатического и парасимпатического отделов ВНС [2].

Известно, что вегетативная дисфункция (ВД) тесно связана со многими хроническими заболеваниями и смертностью. Так, в недавнем метаанализе проспективных когортных исследований снижение восстановления ЧСС, являющееся простой и неинвазивной оценкой ВД, было связано с повышенным риском сердечно-сосудистых событий и смертности от всех причин [4]. Jarczok M. et al. [5] в систематическом обзоре и метаанализе у здоровых лиц и у лиц с различными заболеваниями установили, что ВСР имела сильную связь со смертностью от всех причин. Кроме того, как временные, так и частотные показатели ВСР были связаны с сердечно-сосудистыми событиями, а также с риском смертности от всех причин у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [6]. Стресс является известным фактором, приводящим к развитию ВД и снижению ВСР [7]. При этом недавний систематический обзор и метаанализ, проведенный El-Malahi O. et al. [8],

установил, что различные вмешательства, направленные на снижение стресса, могут позитивно сказаться на ВСР и, соответственно, снизить риск заболеваний и смертности [8].

Исследования показали, что массажная терапия снижает систолическое и диастолическое артериальное давление у людей с гипертонией или предгипертонией [9]. Предполагается, что механическое давление, приложенное к сосудам во время массажной терапии, может вызвать положительную гемодинамическую адаптацию [10]. Среди методов массажных технологий в последнее время в реабилитационных учреждениях и фитнес-центрах приобрел популярность миофасциальный релиз (МФР). МФР — это форма самомассажа, направленная на снятие напряжения, улучшение кровотока и облегчение мышечных болей, выполняется человеком самостоятельно часто с использованием специального оборудования [11]. Известно, что МФР увеличивает диапазон движений, уменьшает боль, ускоряет восстановление и повышает физическую работоспособность [12, 13]. Недавно было установлено, что МФР может вызвать срочные адаптационные изменения по модуляции ВНС и гемодинамическим параметрам, а также снижать реакцию сердечно-сосудистой системы на стресс [14]. Учитывая потенциальное позитивное влияние МФР на сердечно-сосудистую систему, вполне вероятно, что данный метод окажет положительное влияние на ВСР у лиц с ВД.

ЦЕЛЬ

Оценить влияние комплекса физической реабилитации с применением МФР на показатели ВСР у лиц с ВД на основе Firstbeat-мониторинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное рандомизированное контролируемое исследование проводилось на базе АНО ДПО «ОЦ Олимпия Лайф», ООО «Курорт Кисегач», сети фитнес-клубов «Территория спорта» (г. Челябинск), а также лаборатории кафедры спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры с сентября 2020 по февраль 2023 г.

На первом этапе исследования (сентябрь 2020 г. – февраль 2021 г.) был осуществлен отбор, в котором изначально приняли участие 278 человек в возрасте от 20 до 50 лет, имеющие расстройство вегетативной (автономной) нервной системы. Затем были отобраны лица, имеющие доминирующее влияние симпатического отдела ВНС, определенное по ВСР [15], с наличием признаков вегетативных изменений по опроснику А.М. Вейна [16].

Критерия включения

К ним относятся:

- возраст от 20 до 50 лет;
- расстройство вегетативной (автономной) нервной системы (код по МКБ-10 — G90);
- доминирующее влияние симпатического отдела ВНС, определенное по ВСР [15];
- наличие признаков вегетативных изменений по опроснику А.М. Вейна (≥ 15 баллов) [16];
- письменное добровольное согласие на участие в исследовании.

Критерия не включения

К ним относятся:

- возраст младше 20 и старше 50 лет;
- сопутствующие заболевания нервной системы и психической сферы;
- заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной и эндокринной систем;
- прием лекарственных препаратов седативного спектра;
- кожные заболевания и иные повреждения кожи в областях МФР-воздействия;
- применение расслабляющих и медитативных техник;
- беременность и период лактации.

В процессе отбора были исключены лица, имеющие артериальную гипертензию ($n = 29$), лица, осуществляющие прием препаратов седативного спектра ($n = 11$), а также участники, отказавшиеся от продолжения исследования ($n = 6$). Таким образом, были отобраны 136 участников, которые были подвергнуты рандомизации.

Рандомизация участников исследования

На втором этапе два участника ($n = 2$) отказались от проведения дальнейшего исследования. Таким образом, 134 человека подверглись рандомизации. Для рандомизации участников исследования использовалась компьютерная программа Research Randomizer [17]. Каждому участнику мужского ($n = 36$) и женского пола ($n = 98$) сторонним наблюдателем был роздан конверт с порядковым номером внутри. После этого при помощи программы Research Randomizer все испытуемые были разделены на две группы: МФР ($n = 67$) и контрольная группа ($n = 67$). Три участника в группе контроля ($n = 3$) и один участник в группе МФР ($n = 1$) выбыли в процессе проведения исследования, поэтому они были исключены из окончательного анализа. Чтобы предотвратить погрешность, из группы МФР был исключен один участник ($n = 1$). Таким образом, в окончательный анализ вошли результаты исследования 128 человек.

Участники были ознакомлены с содержанием и структурой исследования. Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации, у всех участников было получено письменное информированное согласие. На проведение настоящего исследования получено одобрение локального этического комитета ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры» (выписка из заседания № 1 от 24.09.2019).

Оценка variability сердечного ритма

Сигналы ЧСС регистрировали с помощью коммерчески доступного устройства Firstbeat (Финляндия). Оценка ВСР проводилась до исследования в течение 3 последовательных дней с утра. Нагрудные датчики устанавливали на испытуемых в комнате без посторонних звуков в спокойной обстановке. После установки датчиков испытуемые находились в положении сидя в течение 30 минут. За 3 суток перед первой процедурой и в течение последующих 3 дней обследования испытуемым рекомендовалось ограничить физические нагрузки, отказаться

от употребления алкоголя, а перед замерами воздержаться от употребления кофеина и курения. Оценку ВСР после курса физической реабилитации проводили через 3 суток после последней тренировки с соблюдением тех же условий, что и до исследования. Обработку сигнала для получения параметров ВСР проводили с помощью программного обеспечения Firstbeat 4.3.0.6. Определялось среднее значение параметров ВСР на основании трех замеров до и после исследования. На основе анализа во временной области были рассчитаны следующие параметры ВСР: среднеквадратичное отклонение последовательных разностей интервалов (RMSSD); стандартное отклонение среднего интервала (SDNN); процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся друг от друга более чем на 50 мс (pNN50). При оценке спектрального анализа мощности (частотная область) были получены следующие параметры ВСР: низкочастотная мощность (LF Power; 0,04–0,15 Гц), высокочастотная мощность (HF Power; 0,15–0,4 Гц), соотношение LF/HF.

Протокол физической реабилитации

В комплекс физической реабилитации групп МФР и контроля были включены упражнения, направленные на улучшение вегетативного баланса (два раза в неделю по 40 минут). В протокол занятия входил комплекс из динамических упражнений аэробного характера, изометрических упражнений на гибкость и дыхательных упражнений. Всем участникам было рекомендовано контролировать показатель ЧСС в момент выполнения физических упражнений в диапазоне целевого значения (60–80 % от резерва ЧСС), полученного в результате расчета по формуле Карвонена [18]:

$$\text{Целевая ЧСС} = ((\text{ЧСС}_{\text{МАКС}} - \text{ЧСС}_{\text{ПОКОЯ}}) \times \% \text{ целевой интенсивности (60–80 \%)} + \text{ЧСС}_{\text{ПОКОЯ}})$$

где $\text{ЧСС}_{\text{МАКС}} = 211 - 0,64 \times \text{возраст}$ [19]; $\text{ЧСС}_{\text{ПОКОЯ}}$ измерялась на последней минуте 5-минутного отдыха сидя.

Протокол миофасциального релиза

Группа МФР помимо комплекса физической реабилитации подвергалась воздействию самомассажа с применением дополнительного оборудования (2 раза в неделю по 40 минут), протокол которого был разработан специально для данной группы респондентов. Самомассаж был направлен на снижение доминирующего влияния симпатического отдела ВНС.

Сеанс самомассажа МФР проводился в течение 40 минут во временном диапазоне с 17:00 до 19:00 часов, в специализированном зале оздоровительной направленности, в котором показатели тишины, освещенности и температуры способствовали расслаблению.

Занятие осуществлялось с использованием дополнительного оборудования (пенный ролл низкой/средней плотности, мяч диаметром 8 см, двойной мяч диаметром 12 см) при сопровождении постоянных голосовых инструкций о регионе миофасциального воздействия, скорости движения и силе давления. Для снижения доминирующего влияния симпатического отдела ВНС самомассаж осуществлялся в умеренном, близком к медленному, темпе с силой давления на триггерную точку в рамках умеренного уровня боли

согласно визуально-аналоговой шкале, диапазон которого был определен как 4–6 баллов из 10 (в зависимости от индивидуальной переносимости боли) [20]. Основными зонами миофасциального воздействия были выбраны задняя, передняя и боковая поверхности тела. Исследование продолжалось на протяжении 12 недель.

Статистическая обработка результатов

Полученные результаты обработаны с помощью статистического пакета анализа Microsoft Excel. Проверку на нормальность распределения признаков проводили с использованием критериев Шапиро — Уилка. Определение статистической значимости различий зависимых и независимых выборок до и после исследования проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента. Значения переменных представлены в виде $M \pm SD$, где M — среднее арифметическое отклонение, SD — стандартное (среднее квадратичное) отклонение. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели ВСР до и после исследования в группах представлены в таблице 1.

До начала исследования не наблюдалось статистически значимых различий по показателям временной и частотной областей ВСР между группами МФР и контроля ($p > 0,05$). Показатели RMSSD, SDNN, pNN50 отражают состояние парасимпатической нервной системы, которая отвечает за процессы восстановления после физиологического и/или эмоционального стресса. Высокие значения этих параметров связаны с повышенной парасимпатической активностью, в то время как низкие значения во время отдыха указывают на плохое восстановление и более высокую симпатическую активность. В данном исследовании в группе МФР после курса физической реабилитации значения параметра RMSSD ($p = 0,001$) и SDNN ($p = 0,000$) статистически значимо увеличились, что свидетельствует о положительном влиянии курса МФР на парасимпатическую регуляцию. В контрольной группе показатели RMSSD ($p = 0,039$) и SDNN ($p = 0,012$) также статистически значимо увеличились. При этом наблюдалось статистически значимое различие по показателю RMSSD ($p = 0,031$) после исследования между группами. Показатель pNN50 имел тенденцию к увеличению в обеих группах, но не достиг порога статистической значимости ни для одной из групп ($p > 0,05$).

Показатель вегетативного баланса (total power (TP) — общая мощность) показывает сумму волн HF, LF и VLF (very low frequency — волна очень низкой частоты), генерируемых сердцем. Более низкие значения TP свидетельствуют о наличии хронического стресса. В нашем исследовании показатель TP после исследования статистически значимо увеличился и в группе МФР ($p = 0,006$), и в контрольной группе ($p = 0,014$) без статистически значимых различий ($p = 0,274$) между группами.

Низкие частоты (Low Frequency — LF) представляют собой комбинацию симпатических и парасимпатических эффектов, находящихся под влиянием, прежде всего, барорефлекторной активности, опосредованной вагусом. В то время как высокие частоты (High Frequency — HF) соответствуют парасимпатической

Таблица 1. Показатели вариабельности сердечного ритма до и после курса физической реабилитации у лиц с вегетативной дисфункцией (M ± SD)

Table 1. Indicators of heart rate variability before and after a course of physical rehabilitation in persons with autonomic dysfunction (M ± SD)

Показатели / Parameters		Миофасциальный релиз / Myofascial release (n = 64)	Контроль / Control (n = 64)	p
Корень квадратный из среднего значения суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами, мс / Square root of the mean value of the sum of squares of differences between the adjacent NN-intervals, ms	До / Before	15,89 ± 3,18	16,53 ± 2,86	0,355
	После / After	29,54 ± 6,59	24,50 ± 5,87	0,031
p		0,001	0,039	
Стандартное отклонение для всех NN-интервалов, мс / Standard deviation for all NN-intervals, ms	До / Before	23,63 ± 5,36	24,88 ± 4,23	0,126
	После / After	35,64 ± 8,64	33,89 ± 7,62	0,127
p		0,000	0,012	
Процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся друг от друга более чем на 50 мс, % / Percentage of the adjacent RR intervals differing by more than 50 ms, %	До / Before	9,64 ± 4,88	11,25 ± 6,42	0,341
	После / After	12,38 ± 5,89	14,27 ± 6,14	0,294
p		0,078	0,089	
Общая мощность, мс ² / Total power, ms ²	До / Before	3195,07 ± 282,14	3319,07 ± 221,14	0,224
	После / After	3579,08 ± 253,52	3658,08 ± 296,52	0,271
p		0,006	0,014	
Мощность в диапазоне HF, мс ² / Power in the HF range, ms ²	До / Before	876,49 ± 114,14	791,49 ± 128,14	0,278
	После / After	1197,11 ± 153,52	1008,11 ± 106,52	0,041
p		0,008	0,016	
Мощность в диапазоне LF, мс ² / Power in the LF range, ms ²	До / Before	1219,78 ± 179,83	1304,58 ± 141,83	0,272
	После / After	1194,97 ± 148,65	1289,97 ± 164,65	0,092
p		0,324	0,571	
Соотношение LF\HF, у.е. / LF/HF ratio, c.u.	До / Before	1,39 ± 0,26	1,51 ± 0,21	0,087
	После / After	1,00 ± 0,29	1,25 ± 0,22	0,043
p		0,013	0,038	

Примечание: p — статистические различия между показателями до и после курса МФР (анализ различий проведен по t-критерию Стьюдента); LF — низкочастотная мощность HF — высокочастотная мощность; M — среднее значение, SD — стандартное отклонение.

Note: p-value — statistical differences between the indicators before and after the training course (differences were analyzed by Student's t-test); LF — low-frequency power, HF — high-frequency power; M — mean, SD — standard deviation.

активности. Соотношение LF/HF служит показателем симпатовагального баланса, указывающим на баланс между симпатической и парасимпатической активностью. В нашем исследовании показатель HF статистически значимо увеличился в группе МФР ($p = 0,008$), в то время как показатель LF в группе МФР имел тенденцию к снижению, но без статистически значимых различий ($p = 0,324$). Соотношение LF/HF в группе МФР статисти-

чески значимо снизилось ($p = 0,013$). В контрольной группе после исследования показатели HF также статистически значимо увеличились ($p = 0,016$), а показатели LF статистически значимо не изменились ($p = 0,571$), при этом наблюдалось снижение соотношения LF/HF ($p = 0,038$). Статистическая обработка спектрального анализа продемонстрировала статистически значимые различия между группами МФР и контроля после ис-

следования по показателям HF ($p = 0,041$) и соотношению LF/HF ($p = 0,043$).

Целью этого исследования была оценка влияния комплекса физической реабилитации с применением МФР у лиц с ВД. Результаты нашего исследования продемонстрировали, что регулярное использование МФР в комплексе физической реабилитации лиц с ВД оказывает положительное влияние на некоторые параметры ВСР.

Известно, что аэробные упражнения оказывают положительное влияние на ВСР как у здоровых взрослых [21], так и у лиц с ишемической болезнью сердца [22], у пациентов с сердечной недостаточностью [23] и сахарным диабетом 2-го типа [24]. Улучшение показателей ВСР после аэробных тренировок вызвано более высокой активностью блуждающего нерва, улучшением метаболических параметров, снижением системного воспаления, снижением периферического сосудистого сопротивления и улучшением функции эндотелия сосудов. Также метаанализ рандомизированных и нерандомизированных контролируемых исследований установил, что упражнения на растяжение снижают артериальную жесткость, ЧСС и диастолическое артериальное давление, а также улучшают функцию эндотелия сосудов у людей среднего и пожилого возраста [25]. В свою очередь медленное и глубокое дыхание улучшает ВСР за счет усиления активности блуждающего нерва путем стимуляции респираторной синусовой аритмии и барорефлекса [26]. В нашем исследовании было установлено, что комплексная реабилитация, включающая в себя аэробные упражнения, упражнения на гибкость и дыхательные упражнения улучшала параметры ВСР у лиц с ВД.

Также нами было установлено, что добавление МФР в комплекс физической реабилитации для лиц с ВД может иметь дополнительные преимущества для улучшения параметров ВСР. В предыдущих исследованиях оценивались срочные адаптационные изменения вегетативной функции после одного сеанса МФР. Так, Lastova K. et al. [27] установили, что сеанс МФР привел к усилению парасимпатической (измеренной по HF и RMSSD) и снижению симпатической активности (измеренной по LF). Исследователи наблюдали значительное увеличение RMSSD, продолжающееся до 30 минут после сеанса МФР. Кроме того, авторы отметили значительное снижение соотношения LF/HF после сеанса МФР. В другом исследовании Delaney J. et al. [28] также сообщили об увеличении HF через 5 и 20 минут после сеансов МФР у здоровых лиц. Ketelhut S. et al. [14] также обнаружили, что один сеанс МФР приводил к снижению диастолического артериального давления, общего периферического сопротивления и RMSSD. При этом в исследованиях Корес Т. et al. [29] не было обнаружено существенного влияния сеанса МФР на показатель RMSSD и ЧСС у здоровых лиц. Несоответствия в результатах могут быть связаны с различиями в дизайне исследования, временными точками измерения, интенсивностью давления, различными протоколами, включающими разные техники, а также воздействие на разные группы мышц. К сожалению, мы не нашли исследований, изучающих долгосрочные изменения ВСР после регулярного воздействия МФР у лиц с ВД. Результаты нашего исследования дополня-

ют предыдущие научные данные о том, что регулярное применение МФР в комплексе физической реабилитации лиц с ВД может существенно улучшить вегетативную модуляцию сердца. Механизмы, лежащие в основе положительного влияния МФР на сердечно-сосудистые параметры, сложны и до конца не изучены. Однако можно предположить, что механическое давление, приложенное к сосудам и тканям во время МФР, запускает выработку оксида азота (NO). Сообщалось, что активация эндотелиального интегрина в результате деформации сосудов за счет циклической трансмуральной нагрузки давлением приводит к выработке эндотелием NO и последующей вазодилатации [10]. Так, Okamoto T. et al. [30] сообщили об увеличении уровня циркулирующего NO после одного сеанса МФР. Также предыдущие исследования продемонстрировали, что нейрофизиологические реакции после МФР могут привести к уменьшению боли за счет активации нисходящих тормозных нервных путей [31] и снижению активации ноцицепторов [32], что может оказывать влияние на параметры ВСР. Таким образом, механическое давление во время сеансов МФР, а также анальгезирующий эффект после сеансов МФР могут быть причиной снижения реакции на стресс и, как следствие, улучшения показателей ВСР у лиц с ВД.

Ограничения исследования

В нашем исследовании не было возможности оценивать уровень двигательной активности, уровень стресса, продолжительность и качество сна, а также распорядок дня у испытуемых, что могло исказить результаты.

В нашем исследовании не было группы фиктивного вмешательства (группы плацебо), а также группы, которая бы выполняла только МФР, что могло дать дополнительную информацию об отдельном влиянии данного метода на ВСР.

Мы не анализировали половые различия влияния МФР на ВСР.

Последним ограничением для этого исследования может быть предложенный нами протокол МФР. В настоящее время нет опубликованных стандартизированных протоколов МФР для данной категории лиц. Мы предположили, что самомассаж, осуществляемый в умеренном, близком к медленному темпу с силой давления на триггерную точку 4–6 по визуально-аналоговой шкале должен способствовать уменьшению доминирующего влияния симпатического отдела ВНС у лиц с ВД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты этого исследования показывают, что регулярное применение МФР у лиц с ВД оказывает положительное влияние на показатели ВСР. Дальнейшие исследования должны изучить долгосрочные эффекты и оптимальные протоколы, а также механизмы влияния МФР в различных группах населения. Если регулярное использование МФР продемонстрирует положительное влияние на параметры ВСР, то данный метод можно рассматривать как ценное дополнение к программам физической активности и физической реабилитации, направленное на укрепление и восстановление здоровья и снижение бремени многих хронических заболеваний.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Казанцева Татьяна Викторовна, преподаватель-исследователь, образовательный центр «Олимпия Лайф».

E-mail: olimpialife@list.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6526-7011>

Коломиец Ольга Ивановна, кандидат биологических наук, профессор, преподаватель кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4623-856X>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Казанцева Т.В. — проведение исследования, написание черновика рукописи, научное обоснование, верификация данных, получение и анализ фактических данных, написание текста статьи, курирование проекта; Коломиец О.И. — методология, проверка и редактирование статьи, визуализация, руководство проектом, обеспечение материалов для исследования.

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования. Исследование проведено на личные сред-

ства авторского коллектива.

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

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», выписка из заседания № 1 от 24.09.2019.

Информированное согласие. В исследовании не раскрывается сведений, позволяющих идентифицировать личность пациента(ов). От всех пациентов (законных представителей) было получено письменное согласие на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

Благодарность. Авторы выражают признательность сети фитнес-клубов «Территория спорта» (г. Челябинск, Россия) в лице фитнес-директора Наумова Евгения Дмитриевича, ООО «Курорт Кисегач» (г. Челябинск, Россия) в лице директора Булатова Сергея Вацлавовича.

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

ADDITIONAL INFORMATION

Tatyana V. Kazantseva, Research Teacher, Olympia Life Educational Center.

E-mail: olimpialife@list.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6526-7011>

Olga I. Kolomiets, Ph.D. (Biol.), Professor, Lecturer at the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4623-856X>

Author Contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Kazantseva T.V. — investigation, writing — original draft, conceptualization, validation, obtain and formal analysis, supervision; Kolomiets O.I. — methodology, writing review and editing, visualization, project administration, resources.

Funding. This study was not supported by any external funding sources. The study was conducted with personal funds from the author's team.

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

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the Declaration of Helsinki as revised in 2013. The study was approved by the Local Ethics Committee of Ural State University of Physical Culture, extract from the meeting No. 1 dated 24.09.2019.

Informed Consent for Publication. The study does not disclose any information that could identify the patient(s). Prior to submission, written consent was obtained from all patients (or their legal representatives) for the publication of all relevant medical information included in the manuscript.

Acknowledgment. The authors would like to express their gratitude to Territory of Sport — a gym chain (Chelyabinsk, Russia), represented by Fitness Director Evgeny D. Naumov, Kisegach Resort LLC (Chelyabinsk, Russia), represented by Director Sergey V. Bulatov.

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

Список литературы / References

1. Appelhans B., Luecken L.J. Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. Review of General Psychology. 2006; 10(3): 229–240. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>
2. Kim H., Cheon E., Bai D. et al. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. Psychiatry Investig. 2018; 15(3): 235–245. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
3. Fatisson J., Oswald V., Lalonde F. Influence diagram of physiological and environmental factors affecting heart rate variability: an extended literature overview. Heart Int. 2016; 11(1): 32–40. <https://doi.org/10.5301/heartint.5000232>
4. Qiu S., Cai X., Sun Z. et al. Heart Rate Recovery and Risk of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. J Am Heart Assoc. 2017; 6(5): 55–71. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.005505>

5. Jarczok M., Weimer K., Braun C. et al. Heart rate variability in the prediction of mortality: A systematic review and meta-analysis of healthy and patient populations. *Neurosci Biobehav Rev.* 2022; 143: 104–121. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104907>
6. Fang S., Wu Y., Tsai P. Heart Rate Variability and Risk of All-Cause Death and Cardiovascular Events in Patients with Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Cohort Studies. *Biol Res Nurs.* 2020; 22(1): 45–56. <https://doi.org/10.1177/1099800419877442>
7. Schneider M., Schwerdtfeger A. Autonomic dysfunction in posttraumatic stress disorder indexed by heart rate variability: a meta-analysis. *Psychol Med.* 2020; 50(12): 1937–1948. <https://doi.org/10.1017/S003329172000207X>
8. El-Malahi O., Mohajeri D., Bäuerle A. et al. The Effect of Stress-Reducing Interventions on Heart Rate Variability in Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life (Basel).* 2024; 14(6): 749–765. <https://doi.org/10.3390/life14060749>
9. Liao I., Chen S., Wang M. et al. Effects of Massage on Blood Pressure in Patients with Hypertension and Prehypertension: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Cardiovasc Nurs.* 2016; 31(1): 73–83. <https://doi.org/10.1097/JCN.0000000000000217>
10. Lu X., Kassab G. Integrins mediate mechanical compression-induced endothelium-dependent vasodilation through endothelial nitric oxide pathway. *J Gen Physiol.* 2015; 146(3): 221–232. <https://doi.org/10.1085/jgp.201411350>
11. Beardsley C., Škarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther.* 2015; 19(4): 747–58. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007>
12. Cheatham S., Stull K. Roller massage: Comparison of three different surface type pattern foam rollers on passive knee range of motion and pain perception. *J Bodyw Mov Ther.* 2019; 23(3): 555–560. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.002>
13. Wiewelhove T., Döweling A., Schneider C. et al. Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. *Front Physiol.* 2019; 10: 376–391. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>
14. Ketelhut S., Oechslein L., Zehnder C. et al. Acute self-myofascial release modulates cardiac autonomic function and hemodynamic parameters at rest and reduces cardiovascular stress reaction. *Eur J Appl Physiol.* 2024; 124(5): 1535–1545. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05382-2>
15. Максумова Н.В. Оценка вегетативного тонуса и уровня адаптации на основании комплексного анализа показателей вариабельности ритма сердца. *Практическая медицина.* 2015; 3(88): 46–51. [Maksumova N.V. Assessment of vegetative tone and adaptation level based on a comprehensive analysis of heart rate variability indicators. *Practical Medicine.* 2015; 3(88): 46–51 (In Russ.).]
16. Вейн А.М. Опросник для выявления признаков вегетативных изменений. Электронный ресурс. Доступно на: https://psychiatry-test.ru/?post_type=wpt_test&p=755 (Дата обращения: 10.12.2020) [Vein A.M. Questionnaire for identifying signs of vegetative changes. Electronic resource. Available at: https://psychiatry-test.ru/?post_type=wpt_test&p=755 (Accessed: 10.12.2020) (In Russ.).]
17. Research Randomizer. Available at: <https://www.randomizer.org/> (Accessed: 10.03.2021).
18. Karvonen M., Kentala E., Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957; 35(3): 307–315.
19. Nes B., Janszky I., Wisløff U. et al. Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT fitness study. *Scand J Med Sci Sports.* 2013; 23(6): 697–704. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x>
20. Thong I., Jensen M., Miró J. et al. The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? *J Scand J Pain.* 2018; 18(1): 99–107. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0012>
21. Amekran Y., Damoun N., Taiek N. et al. Effects of aerobic training on heart rate variability in healthy adults: A systematic review. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche.* 2023; 182: 432–443.
22. Manresa-Rocamora A., Ribeiro F., Sarabia J. et al. Exercise-based cardiac rehabilitation and parasympathetic function in patients with coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Auton Res.* 2021; 31(2): 187–203. <https://doi.org/10.1007/s10286-020-00687-0>
23. Pearson M., Smart N. Exercise therapy and autonomic function in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Heart Fail Rev.* 2018; 23(1): 91–108. <https://doi.org/10.1007/s10741-017-9662-z>
24. Picard M., Tauveron I., Magdasy S. et al. Effect of exercise training on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus patients: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 202; 16(5): 125–143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251863>
25. Kato M., Nihei Green F., Hotta K. et al. The Efficacy of Stretching Exercises on Arterial Stiffness in Middle-Aged and Older Adults: A Meta-Analysis of Randomized and Non-Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(16): 564–583. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165643>
26. Ma D., Li C., Shi W. et al. Benefits From Different Modes of Slow and Deep Breathing on Vagal Modulation. *IEEE J Transl Eng Health Med.* 2024; 12: 520–532. <https://doi.org/10.1109/JTEHM.2024.3419805>
27. Lastova K., Nordvall M., Walters-Edwards M. et al. Cardiac Autonomic and Blood Pressure Responses to an Acute Foam Rolling Session. *J Strength Cond Res.* 2018; 32(10): 2825–2830. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002562>
28. Delaney J., Leong K., Watkins A. et al. The short-term effects of myofascial trigger point massage therapy on cardiac autonomic tone in healthy subjects. *J Adv Nurs.* 2002; 37(4): 364–371. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2002.02103.x>
29. Kopec T. Acute effects of a single-session of full-body foam rolling on heart rate variability. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork.* 2022; 15(4): 18–25. <https://doi.org/10.3822/ijtmb.v15i4.739>
30. Okamoto T., Masuhara M., Ikuta K. Acute effects of self-myofascial release using a foam roller on arterial function. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2014; 28(1): 69–73. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829480f5>
31. Jay K., Sundstrup E., Søndergaard S. et al. Specific and cross over effects of massage for muscle soreness: randomized controlled trial. *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9(1): 82–91.
32. Aboodarda S., Spence A., Button D. Pain pressure threshold of a muscle tender spot increases following local and non-local rolling massage. *BMC musculoskeletal disorders.* 2015; 16: 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0729-5>