



Оригинальная статья / Original article

УДК: 616.001+616.08

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-55-63>

Ортостатическая гипотензия и методика ее коррекции у пациентов с травматической цервикальной миелопатией

Бушков Ф. А.¹, Разумов А. Н.², Сичинава Н. В.²

¹АО «Реабилитационный центр «Преодоление», Москва, Россия

²Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

Резюме

Цель. Изучить встречаемость ортостатической гипотензии, а также разработать методику ее коррекции у пациентов после спинальной травмы на шейном уровне.

Материал и методы. В исследование вошло 120 пациентов с двигательным уровнем C_5-C_8 с давностью спинальной травмы более 1 года, которые были разделены на 3 сопоставимые по демографическим параметрам группы. 1-я группа (контрольная) получала стандартную терапию (лечебную физкультуру, физиотерапию, социально-бытовую адаптацию, лечебный массаж), 2-я группа получала стандартную терапию и постоянное ношение абдоминального бандажа в течение дня, 3-я группа получала реабилитацию, идентичную 2 группе совместно с низкоинтенсивной лазеротерапией по рефлекторно-сегментарной методике. Оценка результатов выполнялась в начале (T_1), в конце (T_2) после 30-дневного курса реабилитации, в оценке состояния вегетативной нервной системы применялась вариабельность ритма сердца, суточный мониторинг артериального давления (АД), тилт тест с одномоментным углом наклона ложементов на 70 гр, проба с глубоким дыханием; двигательная система оценивалась с помощью международного неврологического стандарта оценки ASIA, двигательной субшкалы Functional Independence Measure (FIM_m).

Результаты и обсуждение. У 35% пациентов по результатам обследования была выявлена ортостатическая гипотензия, при этом субъективные проявления во время тилт-теста отмечались только лишь 22% пациентов. При первичном обследовании различий между группами по вегетативным и функциональным показателям обнаружено не было. В результате реабилитации динамика по неврологическим показателям (стандарт ASIA) отсутствовала во всех группах, прирост функциональных показателей составил в контрольной группе по FIM_m $6 \pm 5,4$ баллов, в 2–3 группах по $6 \pm 4,6$ и $7 \pm 4,5$ баллов соответственно, различия между группами статистически незначимые ($F=0,51$; $p=0,42$). Изменения вегетологических показателей по окончании реабилитации были обнаружены во всех группах, за исключением среднего систолического артериального давления в ночное время в группе 1 и 2. При выполнении межгруппового сравнения по окончании реабилитации динамика изменений по всем показателям оказалась выше в 2 и 3 группах: снижение систолического артериального давления (САД) в тилт-тесте составило $4 \pm 2,8$ и $5 \pm 3,2$ мм рт. ст., прирост инспираторно-экспираторного коэффициента (RR_{max}/RR_{min}) $0,5 \pm 0,08$ и $0,7 \pm 0,10$ ед., прирост дневного среднего САД $5 \pm 1,1$ и $8 \pm 1,4$ мм рт. ст. в группах 2 и 3 соответственно, против $2 \pm 1,9$ мм рт.ст. (тилт-тест) и $0,2 \pm 0,05$ ед. (RR_{max}/RR_{min}), $3 \pm 0,9$ мм рт.ст. (прирост САД) в 1 группе. В 3 группе значение и прирост RR_{max}/RR_{min} ($1,21 \pm 0,11$; $1,23 \pm 0,13$; $1,27 \pm 0,15$ соответственно 1, 2 и 3 группы) и среднего дневного САД (105 ± 3 ; 108 ± 3 ; 110 ± 4 мм рт. ст. соответственно 1, 2 и 3 группы) был выше.

Заключение. В позднем периоде спинальной травмы ортостатическая гипотензия встречается у трети пациентов, имея у большинства пациентов нетяжелое течение; предложенная методика коррекции проявлений ортостатической гипотензии, состоящая из ношения абдоминального бандажа и применения низкоинтенсивного лазерного излучения на кардиорефлекторные зоны (длина волны 905 нм, частота излучения 50 Гц), показала свою предварительную эффективность. В основе данного улучшения, вероятно, находится улучшение регуляторной функции парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: тетраплегия, ортостатическая гипотензия, реабилитация

Источник финансирования: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

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

Для цитирования: Бушков Ф. А., Разумов А. Н., Сичинава Н. В. Ортостатическая гипотензия и методика ее коррекции у пациентов с травматической цервикальной миелопатией. *Вестник восстановительной медицины*. 2022; 21 (1):55–63. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-55-63>

Для корреспонденции: Бушков Федор Анатольевич., e-mail: bushkovfedor@mail.ru

Поступила в редакцию: 15.08.2021

Поступила после рецензирования: 15.02.2022

Принята к печати: 18.02.2022

Orthostatic Hypotension Management in Patients with Traumatic Cervical Myelopathy

Fedor A. Bushkov¹, Alexander N. Razumov², Nino V. Sichinava²

¹Center «Overcoming», Moscow, Russian Federation

²Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine Rehabilitation, Moscow, Russian Federation

Abstract

Aim. To study the incidence and severity of orthostatic hypotension and develop a method for its correction in patients after spinal cord injury (SCI) at the cervical level.

Material and methods. The study included 120 patients after spinal cord injury at cervical level with tetraplegia C₅–C₈ motor levels since injury more than 1 year divided into 3 groups comparable in terms of demographic, neurological and functional parameters. The group 1 (control) received standard therapy (exercise therapy, modalities, ergotherapy, massage), the group 2 received standard therapy and permanent wearing of an abdominal bandage during the day, the group 3 received rehabilitation identical to the group 2 in conjunction with low-intensity laser therapy (reflex-segmental technique). Evaluation of the results was carried out at the beginning (T1), at the end (T2) after a 30-day rehabilitation course; in assessing the state of the ANS used heart rate variability, ABPM, tilt test, deep breathing test; the motor system was assessed using the international neurological assessment standard — ASIA Impairment Scale, the FIM motor subscale (FIM_m).

Results and discussion. The quantity of 35% of patients have orthostatic hypotension while subjective manifestations during the tilt test was seen only in 22% of patients. At the initial examination, there were no differences between the groups in terms of vegetative and functional status. There were no changes in neurological status in all groups, functional activity increased by 6 ± 5.4 points in the control group (FIM_m), and 6 ± 4.6 and 7 ± 4.5 points in 2 and 3 groups, respectively without any the statistical differences between the groups ($F = 0.51$; $p = 0.42$) at the end of rehabilitation. There were positive changes in vegetative parameters in all groups, with the exception of the mean night systolic blood pressure (SBP) between the 1 and 2 groups. Intergroup comparison have shown positive changes in all vegetative parameters that was higher in the 2 and 3 groups: decreasing drop of SBP during tilt test was 4 ± 2.8 and 5 ± 3.2 mm Hg, increase in inspiratory-expiratory index (RR_{max} / RR_{min}) 0.5 ± 0.08 and 0.7 ± 0.10 units, increase in daytime mean SBP (ABPM) 5 ± 1.1 and 8 ± 1.4 mm Hg respectively in groups 2 and 3, against 2 ± 1.9 mm Hg and 0.2 ± 0.05 units, 3 ± 0.9 mm Hg in the group 1. In group 3, the value and increase in RR_{max} / RR_{min} (1.21 ± 0.11 ; 1.23 ± 0.13 ; 1.27 ± 0.15 , respectively, in 1, 2 and 3 groups), mean daytime SBP (105 ± 3 ; 108 ± 3 ; 110 ± 4 mm Hg, respectively in 1, 2, and 3 groups) was higher in the group 3.

Conclusion. Orthostatic Hypotension (OH) occurred in one third of patients in the late period after SCI at the cervical level, the method of OH management that included daytime abdominal bandage wearing and using low-intensity laser radiation (905 nm, 50 Hz) on the cardioreflex zones has shown its preliminary effectiveness.

Keywords: tetraplegia, orthostatic hypotension, rehabilitation

Acknowledgments: The study had no sponsorship.

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

For citation: Bushkov F. A., Razumov A. N., Sichinava N. V. Orthostatic Hypotension Management in Patients with Traumatic Cervical Myelopathy. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (1):55-63. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-55-63>

For correspondence: Fedor A. Bushkov, e-mail: bushkovfedor@mail.ru

Received: Aug 15, 2021

Revised: Feb 15, 2022

Accepted: Feb 18, 2022

Введение

Ортостатическая гипотензия (ОГ) — это снижение систолического артериального давления (САД) на 20 мм рт. ст. и диастолического АД на 10 мм рт. ст. через 3 минуты после перехода из горизонтального в вертикальное положение независимо от наличия клинических симптомов [1]. Не все эпизоды ОГ сопровождаются клиническими симптомами, из которых к наиболее частым у пациентов с травматической цервикальной миелопатией (ТЦМ) относятся слабость, головокружение, транзиторное нарушение слуха и зрения [2].

A Ilman [3] показала, что в остром периоде спинальной травмы ОГ встречается у 82% пациентов с ТЦМ. У 74% пациентов ОГ возникает во время занятий ЛФК (перемещения из положения «лежа» в положение «сидя» или «стоя»), сопровождается клиническими симптомами у 59% пациентов и только у 43% пациентов ограничивают реабилитацию. По мнению P. Cariga [4] в более поздние сроки на фоне ЛФК у 57% пациентов обнаруживается ОГ, сопровождающаяся субъективными проявлениями лишь у 25% пациентов. Одним из механиз-

мов, лежащих в основе этой диссоциации, является вариабельность ауторегуляции мозгового кровотока пациентов с ТЦМ, который у ряда пациентов при вертикализации может снижаться на 20% [5].

К механизмам, объясняющим развитие ОГ, относятся: снижение симпатической эфферентной активности от преганглионарных нейронов, изменение барорефлекторной чувствительности, снижение уровня адреналина и норадреналина в сыворотке крови, денервационная атрофия преганглионарных симпатических нейронов с развитием аксонального спрутинга и образованием новых «неоптимальных» синоптических связей, банальная детренированность сердечно-сосудистой системы [2, 6].

В единственном систематическом обзоре, рассматривавшем лечение ОГ у пациентов с ТЦМ, включено 8 статей, касающихся фармакологического лечения, и 21 статья — нефармакологического лечения. Нефармакологическое лечение ОГ включает методики: компрессии нижних конечностей (уровень давления от 30 мм рт. ст.), применение абдоминального бандажа, использование функциональной электростимуляции

на нижние конечности в момент вертикализации на ортостоле. В то же время фармакологическая коррекция подразумевает применение симпатикотропных медицинских препаратов, таких как мидодрин, L-NAME, эрготамин, флудрокортизон (флоринеф); L-DOPS (дроксидопа) [7].

При этом известно, что низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) с длиной волны 808 нм успешно применяется в нейрореабилитации. Его основные эффекты изучены в реабилитации инсульта, ЧМТ, нейродегенеративных заболеваниях. Имеются данные, что НИЛИ улучшает регенерацию периферических нервов, увеличивает объем аксонального прорастания и аксональную плотность поврежденного спинного мозга [8]. Основные биологические эффекты НИЛИ базируются на клеточном уровне, за счет абсорбции лазерного излучения 4-хроморофов митохондрии, с последующим дополнительным образованием АТФ. В отечественной литературе НИЛИ широко применяется по паравертебральной или сегментарно-рефлекторной методике для коррекции вегетативного дисбаланса при различных нозологиях [9].

Таким образом, целью нашей работы была разработка эффективной методики нефармакологической коррекции ортостатической гипотензии.

Материал и методы

В проспективное исследование вошло 120 пациентов с травматической цервикальной миелопатией с развитием тетраплегии (AIS A), поступивших на реабилитацию в реабилитационный центр (РЦ).

Критерии включения в исследование были следующие: давность травмы более 1 года, возраст пациента от 18 до 50 лет, способность сидеть в кресло-коляске в течение 3 часов подряд.

Критерии не включения: тяжелые суставные контрактуры, выраженный мышечный гипертонус, выраженные пролежни на пятках и ягодичной области, выраженные урологические нарушения, внесение в реабилитационный план мероприятий по изменению

способа отведения мочи, нарушение синусового ритма или прием кардиотропных препаратов.

Критерии исключения: острые или обострение хронических инфекционных или соматических заболеваний.

Комплексная оценка состояния пациентов проводилась при поступлении, на 2–3 сутки с начала курса реабилитации (Т1), по окончании курса реабилитации (Т2).

Тяжесть СМТ оценивалась с помощью международного стандарта оценки чувствительных и двигательных нарушений ASIA (2003), с выделением двигательного уровня (ДУ), степени полноты повреждения спинного мозга (ПП) и расчётом суммарного двигательного балла для верхней конечности (ASIA_{рука}) [10]. Степень функциональной независимости оценивалась с помощью двигательного раздела шкалы Functional Independence Measure (FIM), которая включает 13 двигательных заданий, объединённых в 4 домена: самообслуживание (6 активности), трансфер (3 активности), тазовые органы (2 активности), мобильность (2 активности) [11].

Углубленную оценку состояния ВНС проводили с помощью электрокардиографа «Поли-Спектр 8-EX» (ООО «Нейрософт», Россия). Последовательно в условиях относительного покоя проводилась запись ЭКГ в 12 стандартных отведениях в течение 10 сек., ручное измерение систолического артериального давления (САД), запись вариабельности сердечного ритма (ВРС) в течение 5 минут, далее проводилась проба с глубоким управляемым дыханием (6 дыхательных циклов в течение 1 минуты), затем проводился одномоментный тилт-тест (перевод ложемент ортостола с подъемом головного конца на 60°) с записью ВРС в течение 6 минут и измерением САД на 3 минуте. При проведении спектрального анализа ВРС при частоте дыхания менее 9 движений в минуту выполнялась ручная коррекция частотного диапазона нормализованной доли низкочастотной составляющей (LF_n) (рис. 1) [12].

Также в комплексную оценку ВНС входило исследование суточного профиля АД (СМАД). СМАД выпол-

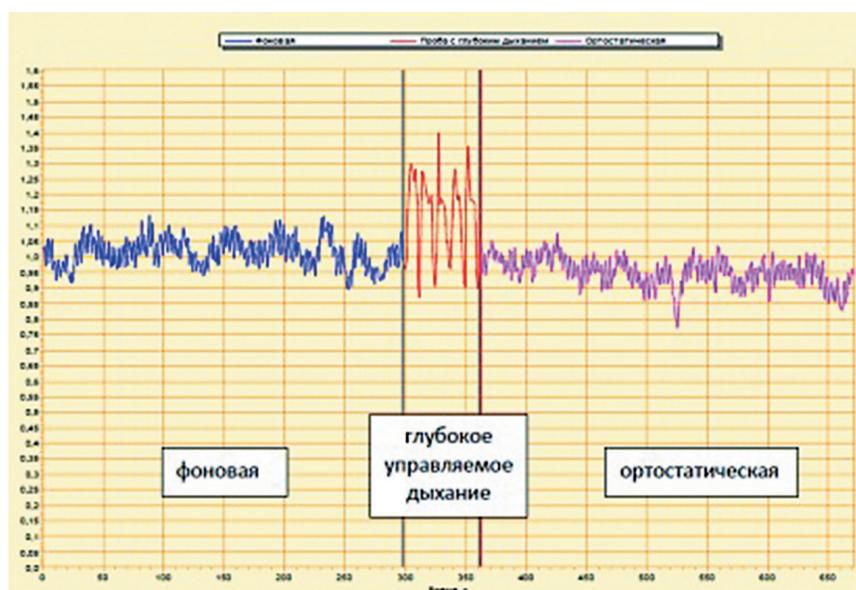


Рис. 1. Ритмограммы комплексного вегетативного обследования

Примечание: синим – ВРС в покое, красным — дыхательная проба, малиновым — ортопроба

Fig.1. Summary rhythmograms of the complex vegetative examination

Note: Blue — HRV at rest, red — deep breathing test, red — tilt-up test

нялся с помощью портативного суточного монитора «Shiller BR-102 plus» и стандартного программного обеспечения фирмы «Shiller» (Medilog Darwing), анализ записей выполнялся в ручном режиме. Запись систолического и диастолического АД выполнялась с периодичностью в 30 мин, начало и окончание СМАД в 10–11 часов утра, ночной период начинался – с 22 часов, манжета располагалась не на доминантной руке. Также пациентами или ухаживающими за ними лицами велся «дневник», в котором отмечались виды физической активности, симптомы ОГ, вегетативной дизрефлексии, время дефекации, катетеризации или мочеиспускания. Согласно имеющимся представлениям, повышение САД выше 20 мм рт.ст. от базового уровня расценивались как эпизоды проявления вегетативной дизрефлексии [13], а падение расценивалось как проявление артериальной гипотензии или ортостатической гипотензии, дифференцировать которое позволял «дневник» наблюдений.

Для оценки субъективной тяжести протекания ОГ во время выполнения тилт-теста, а также в течение дня выполнялся мониторинг субъективных симптомов ОГ с помощью заполнения субъективной шкалы тяжести ортостатической гипотензии self-Perceived Presyncope Score (PPS). Шкала PPS количественно оценивает такие симптомы, как: головокружение, тошнота, слабость, потемнение в глазах, используя следующие градации (баллы): 0 — нет симптомов; 1 — легкие симптомы, 2 — умеренные симптомы; 3 — тяжелые симптомы; 4 — обморок. Нами использовались следующие критерии прекращения тилт-теста: систолическое АД менее 60 мм рт.ст., значения шкалы PPS 3 и более баллов [14]. Отдельно рассчитывался субъективный индекс выраженности ОГ, в котором симптомы ОГ за сутки, когда выполнялся СМАД, усреднялись и ранжировались пациентом согласно шкале PPS.

Все пациенты при поступлении на реабилитационное лечение, длившееся в течение 30 дней, проходили неврологическое и вегетативное обследование, после чего методом простой рандомизации делились на 3 группы (контрольную и две экспериментальные) по 40 человек в каждой. По окончании реабилитации выполнялось повторное вегетативное обследование, при этом 5 (4%) пациентов выпало из исследования по независящим от нас причинам. Контрольная группа (группа 1) получала базовую программу реабилитации по традиционной схеме (ЛФК, физиотерапевтическое лечение (ФТЛ), поочередный массаж верхних и нижних конечностей, психологическое сопровождение, социально-бытовая адаптация); ФТЛ включала в себя курсовое применение переменного магнитного поля на аппарате «Magnetomed 2000», методика продольная, излучатели располагаются на шейный и поясничный отделы позвоночника (частота 10–100 Гц, мощность 50 мТл), и аппаратная интермиттирующая прессотерапия на нижние конечности на аппарате «Pressomed 2900» длительностью 20 минут, по 10 процедур. Все пациенты на занятиях ЛФК получали общие постуральные упражнения, состоящие из дробных вертикализаций в тренажере-вертикализаторе или на ортостоле по 20 минут, 3 раза в неделю, который сопровождался инструментальным мониторингом.

В экспериментальной группе (№ 1) (группа 2) пациентам помимо базовой программы назначалось постоянное ношение абдоминального брюшного бандажа шириной 15–20 см (с натяжением «-10» см от первоначальной окружности талии) при высаживании

и перемещении в кресло-коляске в течение дня на все время пребывания в ПЦ. В экспериментальной группе (№ 2) (группа 3) пациенты получали аналогичное лечение экспериментальной группы (№ 1) (группа 2), которое дополнялось курсовым применением инфракрасного лазерного излучения (НИЛИ) (аппарат «Lasemed 2000», длина волны 905 нм, частота излучения 50 Гц) на область сердца и крупных сосудов, всего 5 зон (область верхушечного толчка, паравертебрально на уровне Th1-Th3 позвонков (преганглионарные нейроны), зона пульсации сонной артерии слева и справа (синокаротидный узел), длительность воздействия составляла 1 минута на рефлекторную зону, ежедневно, № 20.

Инструментальный мониторинг вертикализации включал в себя измерение АД каждые 3 минуты или при появлении субъективных симптомов ОГ (головокружение, слабость, нарушение зрения, снижение слуха), при этом падение САД более 60 мм рт.ст., выраженные субъективные симптомы ОГ (3 и более баллов по PPS), которые являлись критерием прекращения пассивной вертикализации. Вертикализация возобновлялась через 2–5 минуты после нормализации состояния по PPS (1 и менее балла) и приближении показателей САД к начальному уровню (рис 2).

Полученные результаты обрабатывались методами статистического анализа при помощи статистического пакета Statistica 13.3 (StatSoft Russia, Россия). В большинстве наблюдений наблюдалась нормальность распределения признаков (метод построения гистограмм, W-критерий Шапиро-Уилка, $W=0,97-1,05$; $p>0,05$). Гомоседастичность дисперсии оценивалась с помощью критерия Левена ($p>0,05$; во всех группах), межгрупповая дисперсия оценивалась с помощью критерия Фишера (F-критерий), апостериорные множественные сравнения выполнялись с помощью критерия Тьюки (Т-критерий), изменения показателей в начале и по окончании реабилитации оценивались с помощью критерия Стьюдента (S-критерий). Данные представлены в виде среднего и среднеквадратического отклонения, медианы и интерквартильного размаха. Многомерный анализ данных осуществлялся с помощью корреляционного (критерий Пирсона), факторного анализа. Уровень статистической значимости был принят: $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

Распределение всех пациентов ($n=120$) по возрасту показало доминирование пациентов 20–30 лет, возраста которых 29 (20,0; 48,0) и мужского пола (88/120). Давность СМТ составила 2 (1,0;5,0) года; по неврологическому статусу распределились: полное двигательное повреждение (тип А, В) было диагностировано у 94 (78%) пациентов, двигательный уровень C_4-C_6 сегменты спинного мозга — у 85 (71%). У 42 (35%) пациентов по результатам обследования была выявлена ОГ, при этом субъективные проявления во время тилт-теста (PPS 2 и > баллов) отмечались только лишь у 26 (22%) пациентов.

Вегетологическое обследование включало: 1) ВРС в покое, результаты: $TP = 2265 \pm 1214 \text{ мс}^2$; $LF 40 \pm 15,4$; $LF_n / HF_n = 0,7 \pm 0,37 \text{ ед}$; $VLF = 30 \pm 18,4\%$; частота дыхательных движений = $13 \pm 3,3/\text{мин}$; ЧСС в покое $58 \pm 8,1 \text{ уд/мин}$; 2) определение инспираторно-экспираторного коэффициента ($RR_{\text{макс}} / RR_{\text{мин}}$) в пробе с ГУД, который составил $1,19 \pm 0,113$; 3) измерение САД в покое, составило: $92 \pm 14,5 \text{ мм рт.ст.}$; в ортостатической пробе $75 \pm 21,9 \text{ мм рт.ст.}$, а также его ортостатическое снижение (САД покой — САД тилт тест) — $17 \pm 6,4 \text{ мм рт.ст.}$; 4) результаты ВРС в тилт-тесте: $TP = 3465 \pm 1711,9 \text{ мс}^2$, VLF



Рис. 2. Виды ортостатического тренинга

Примечание: Слева — вертикализация пациента на поворотном столе, справа — вертикализация в тренажере вертикализаторе Easy-Stand

Fig. 2. Examples of orthostatic training

Note: Left — patient's verticalization on the tilt table, right — patient's verticalization in the Easy-Stand trainer

$= 70 \pm 17,5\%$, $HF_n/LF_n = 2,1 \pm 1,43$ ед.; ЧСС тилт-тесте $= 77 \pm 12,8$ уд/мин.

Для уменьшения числа анализируемых переменных и выявления наиболее информативных параметров, характеризующих состояние ВНС, был выполнен факторный анализ параметров, полученных с помощью ВРС и кардиоваскулярных тестов. В результате анализа было выделено 4 группы факторов (метод вращения веримакс). 1 группа факторов объясняла 22%, 2—19%, 3—13%, 4—8% общей дисперсии. Фактор 1 содержит переменные с высоко значимыми нагрузками: параметры ВРС в покое LF_n (ФН 0,89) и LF_n/HF_n (ФН 0,92), ЧСС (ФН 0,76); фактор 2 — содержит значимые нагрузки для переменных: снижение САД (ФН = 0,85), доля VLF% в ортопробе (ФН=0,70), фактор 3 — переменные — мощность спектра ВРС в покое ТРа (ФН=0,69), фактор 4 — переменную систолическое АД в покое (ФН = 0,85). Это позволило выделить нормализованный симпато-вагальный индекс (LF_n/HF_n) в покое, снижение систолического АД в ортопробе, как основные показатели, эквивалентные активности симпатического отдела ВНС. В свою очередь, активность парасимпатического отдела ВНС, известным коррелятом которой является выраженность синусовой аритмии, изучалась в пробе с ГУД и была представлена в виде экспираторно-инспираторного коэффициента (RR_{max}/RR_{min}).

При анализе СМАД были получены низкие значения уровня АД: суточного $103 \pm 6/60 \pm 4$, дневного $103 \pm 5/63 \pm 2$, ночного $101 \pm 5/56 \pm 3$ мм рт. ст. Обращает на себя внимание относительно высокая суточная вариабельность САД ($CV=10 \pm 3,2$ мм рт ст), недостаточное ночное снижение САД $2 \pm 0,8$ мм рт ст. (рис. 3). Индекс ОГ составил $1 \pm 0,5$ балла.

При сравнении между собой контрольной (группа 1) и обеих экспериментальных групп (группа 2 и 3) перед началом реабилитации статистически значимых различий по возрасту, полу, неврологическому статусу, функциональным возможностям, вегетологическим па-

раметрам, встречаемости ОГ между группами выявлено не было (табл. 1–2).

В результате реабилитации динамика по неврологическим показателям отсутствовала во всех группах, прирост функциональных показателей составил в контрольной группе по FIM_m $6 \pm 5,4$ баллов, в группах 2 и 3 — по $6 \pm 4,6$ и $7 \pm 4,5$ баллов соответственно, различия между группами статистически незначимые ($F=0,51$; $p=0,42$).

Изменения вегетологических показателей по окончании реабилитации было обнаружено во всех группах (S-критерий), за исключением среднего САД в ночное время в 1 и 2 группах (табл. 2). При выполнении межгруппового сравнения по окончании реабилитации динамика изменений по всем показателям оказалась выше в экспериментальных группах: снижение САД в тилт-тесте составило $4 \pm 2,8$ мм рт. ст. и $5 \pm 3,2$ мм рт. ст., прирост RR_{max}/RR_{min} $0,5 \pm 0,08$ и $0,7 \pm 0,10$ ед., прирост дневного среднего САД $5 \pm 1,1$ мм рт. ст. и $8 \pm 1,4$ мм рт. ст. в 2 и 3 группах соответственно, против: снижение САД в тилт-тесте $2 \pm 1,9$ мм рт. ст., RR_{max}/RR_{min} $0,2 \pm 0,05$ ед. и прирост дневного среднего САД $3 \pm 0,9$ мм рт. ст. в 1 группе. В ходе реабилитации изменения нормализованного симпатовагального индекса (LF_n/HF_n) не имели значимых межгрупповых различий, однако по ее окончании были отмечены межгрупповые различия между 1 и 2, 3 группами ($0,8 \pm 0,27$ против $0,9 \pm 0,29$ и $0,9 \pm 0,32$ ед. соответственно) в пользу экспериментальных групп.

При этом значение и прирост показателей инспираторно-экспираторного коэффициента (RR_{max}/RR_{min}), среднего дневного САД оказался статистически значимо выше в группе 3, что указывает на достижение более выраженных адаптационных изменений ВНС в экспериментальной группе № 2 с одновременным применением абдоминального бандажа и НИЛИ. Следует обратить внимание на субъективные показатели ортостатической толерантности, которые также претерпели статистически значимые изменения в результате реабилитации: PPS вырос на $0,7 \pm 23$ и $0,8 \pm 26$; индекс ОГ вырос на $0,6 \pm 0,28$ и $0,8 \pm 0,31$ баллов в 2 и 3 груп-

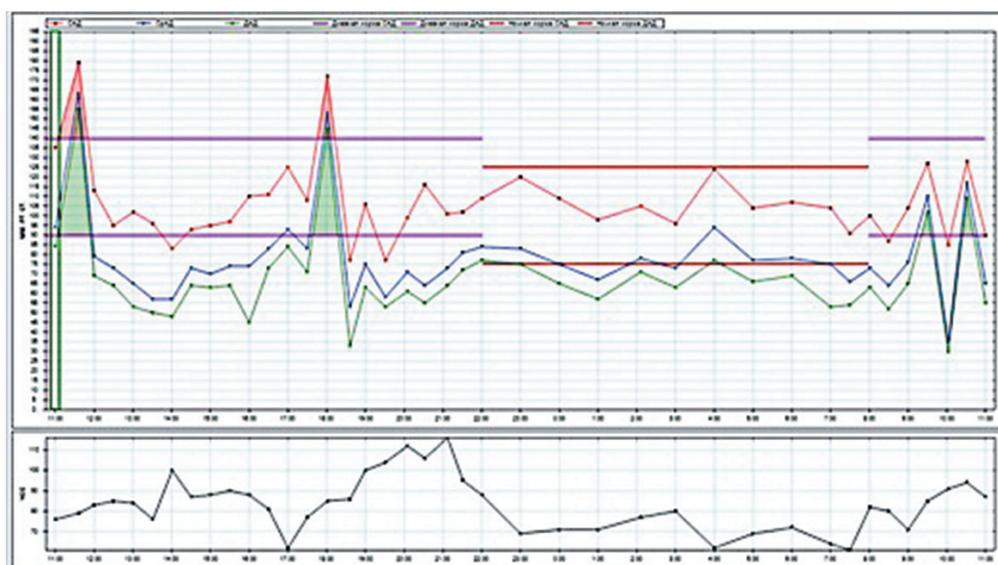


Рис. 3. СМАД пациента с тетраплегией

Примечание: График изменения САД пациента с неврологическим уровнем C7, полное повреждение (ASIA A), у которого выявлено 7 эпизодов ВД (из них 2 эпизода с подъёмом АД до 190/110 мм рт. ст.), связанное с катетеризацией мочевого пузыря

Fig.3. ABPM patient with cervical tetraplegia

Note: Graph of changes in SBP patient with a C7 complete tetraplegia, who had 7 episodes of AD (including 2 episodes with level of blood pressure up to 190/110 mm Hg associated with bladder catheterizations)

пах в сравнении с 1 группой (0,5±0,19 и 0,4±0,17 баллов соответственно). Нужно отметить, что различия между экспериментальными группами (2 и 3 группы) по субъективным показателям были обнаружены только по индексу ОГ.

В исследованной группе больных частота ОГ составляла 35%, не было отмечено тяжелых случаев ее протекания, а симптомы ОГ наблюдались лишь у 22%, что указывает на ее бессимптомное течение у 13% пациентов. Известно, что ОГ может возникать непредсказуемо и длиться в течение нескольких дней, практически полностью лишая пациента способности находиться в положении «сидя», прогрессируя с годами; так порядка 13% пациентов с давностью ТЦМ более 2 лет нуждаются в лечении ОГ [15]. Одним из возможных предикторов развития и тяжелого течения ОГ может являться исследование кожной симпатической реакции в виде вызванного кожного симпатического потенциала (ВКСП) [16], позволяющая оценить состояние спинальных и периферических невралных симпатических проводников, при этом полнота повреждения, оцененная по ASIA, может не совпадать с полнотой повреждения симпатических волокон [2].

Поиск нефармакологических способов повышения ортостатической толерантности в нашей работе проходил с изучением воздействия трех факторов: 1) систематические физические и ортостатические упражнения, 2) воздействие абдоминального бандажа на висцеральную модуляцию и повышение активности сокращения диафрагмы, 3) локальное воздействие НИЛИ на рефлексогенные барорефлекторные зоны, миокард и прегангионарные симпатические нейроны.

Лазеротерапия на область крупных сосудов (фото-модификация крови) традиционно применяется в реабилитации ОИМ, нарушениях ритма сердца, опираясь на ее антиагрегантный, антиангиальный механизмы, способность усиливать адаптационные реакции организма [9]. При этом известно, что лазеротерапия также может оказывать влияние на активность парасимпатического отдела ВНС [17].

Важно отметить, что суточный профиль АД у обследованных пациентов не соответствует «базовому» уровню артериальной гипотонии, который в среднем составляет у данной категории пациентов 90/60 мм рт.ст., что обусловлено разными условиями их измерения, наличием эпизодов вегетативной дизрефлексии, выполнением различных маневров на реабилитационных занятиях, проявлениями ортостатической гипотонии.

Таблица 1. Данные групп по демографии и двигательному статусу

Table 1. Demography and motor status parameters of groups

Пациенты / Patients	Возраст/ age	Давность СМТ / Remoteness of SCI	Пол (м/ж) / Gender(m/f)	ДУ / ML C ₄ -C ₆ / C ₇ -D ₁	ПП/СИ АВ/CD	ASIA _{рука} / ASIA _{arm}	FIM _м	ОГ / OG
Группа 1 Group 1	28(22,0;48,0)	3(2,0;6,0)	30/10	28/12	32/8	22± 8,2	40± 21,0	15
Группа 2 Group 2	29 (20,0; 40,0)	3 (1,0; 5,0)	29/11	29/11	31/9	23± 9,1	41 ±19,0	13
Группа 3 Group 3	29 (20,0; 40,0)	2 (1,0; 7,0)	29/11	28/12	31/9	24± 7,6	42 ±20,0	14

Таблица 2. Изменения состояния вегетативной нервной системы в результате реабилитации
Table 2. Changes in autonomic nervous system status during rehabilitation

Группы/ Groups	LF _n /HF _n	Δ САД тилт/ Δ SBP tilt	RR _{max} / RR _{min}	PPS, (баллы)/ PPS (score)	Индекс ОГ / OG index	САД день/ SBP day	САД ночь / SBP night
Группа 1 в начале / Group 1 before	0,7±0,39	18± 6,7	1,19±0,13	2,3±0,9	1,5± 0,4	102±4	100±5
Группа 1 в конце / Group 1 after	0,8 ±0,27	16,0± 7,5	1,21±0,11	1,8±1,1	1,1± 0,3	105 ±3	101± 3
Группа 2 в начале / Group 2 before	0,7± 0,32	17± 6,5	1,18 ±0,11	2,2±0,8	1,4 ±0,5ц	103±5	101±4
Группа 2 в конце / Group 2 after	0,9± 0,29	13± 7,3	1,23± 0,13	1,5±1,1	0,8± 0,4	108± 3	100 ±4
Группа 3 в начале / Group 3 before	0,7± 0,37	17 ±6,1	1,20± 0,12	2,3± 0,9	1,5± 0,6	102 ±5	101±4
Группа 3 в конце / Group 3 after	0,9± 0,32	12± 7,2	1,27± 0,15	1,5± 1,3	0,7± 0,35	110± 4	99± 3
p(F) в начале / p(F) before	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
F/p в конце/ F/p after	21/0,00	152/0,00	116/0,00	98/0,00	26/0,00	212/0,00	6/0,01
T/ в конце	P ₁ -P ₂ =0,01; P ₁ -P ₃ =0,02	P ₁ -P ₂ =0,00; P ₁ -P ₃ =0,00	P ₁ -P ₂ =0,00; P ₁ -P ₃ =0,00; P ₂ -P ₃ =0,00	P ₁ -P ₂ =0,00; P ₁ -P ₃ =0,00	P ₁ -P ₂ =0,00; P ₁ -P ₃ =0,00; P ₂ -P ₃ =0,03	P ₁ -P ₂ =0,00; P ₁ -P ₃ =0,00; P ₂ -P ₃ =0,00	P ₁ -P ₃ =0,01

Примечание: LF_n/HF_n — нормализованный симпто-вагальный индекс, Δ САД тилт- падение систолического АД в тилт-тесте, RR_{max}/RR_{min} — инспираторно-экспираторный коэффициент, PPS — шкала self-Perceived Presyncope Score во время тилт-теста, САД — среднее систолического АД днем, ночью (СМАД); F — критерий Фишера, T — критерий Тьюки

Note: LF_n/HF_n — normalized sympatovagal index, Δ SBP tilt — changes in systolic blood pressure (SBP) in the tilt test, RR_{max}/RR_{min} — inspiratory-expiratory coefficient, PPS -self-Perceived Presyncope Score, OG — orthostatic hypotension; F — Fisher's test, T — Tukey's test

тензии. При этом у пациентов с ОГ известен феномен компенсаторной никтурии и артериальной гипертензии в ночное время, когда пациент находится в горизонтальном положении [6, 18].

К недостаткам работы следует отнести отсутствие отсроченного наблюдения за полученными изменениями в ВНС. Важно подчеркнуть, что часть пациентов с высоким уровнем повреждения, имея более низкие двигательные возможности, пользуется электрической креслом-коляской, нуждается в выраженном уходе за собой, и не может совершать достаточную двигательную активность, способную индуцировать какие-либо адаптационные изменения в ВНС [19]. Другим недостатком является отсутствие сравнения предложенной методики с аналогичными методиками физической реабилитации: компрессия нижних конечностей (уровень давления от 30 мм рт ст), применение ФЭС на мышцы нижних конечностей в момент вертикализации [7], а также с приемом фармакологических агентов.

Заключение

Ортоstaticкая гипотензия встречается у трети пациентов с травматической цервикальной миелопатией, при этом проявления ортоstaticческой гипотензии наблюдались только у каждого пятого пациента, редко имея тяжелое течение в позднем периоде спинальной травмы. Предложенная методика комплексной нефармакологической коррекции ортоstaticческой гипотензии, включающая в себя постоянное ношение абдоминального бандажа в положении «сидя» в кресло-коляске, применение низкоинтенсивного лазерного облучения (905 нм) на рефлекторные паравертебральные зоны и миокард на фоне традиционной физической реабилитации, показала свою клиническую эффективность за счет нормализации регуляторной функции парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, а также, возможно, за счет увеличения резидуальной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Список литературы

- Freeman R., Wieling W., Axelrod F.B., Benditt D.G., Benarroch E., Biaggioni I. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome. *Clinical Autonomic Research*. 2011; (21): 69–72. <https://doi.org/10.1007/s10286-011-0119-5>
- Claydon V.E., Steeves J.D., Krassioukov A. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: understanding clinical pathophysiology. *Spinal Cord*. 2006; 44(6): 341–51. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101855>
- Illman A., Stiller K., Williams M. The prevalence of orthostatic hypotension during physiotherapy treatment in patients with an acute spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2000; (38): 741–747. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101089>

4. Cariga P., Ahmed S., Mathias C. J., Gardner B. P. The prevalence and association of neck (coat hanger) pain and orthostatic (postural) hypotension in human spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2002; (40): 77–82. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101089>
5. Phillips A. A., Krassioukov A. V., Ainslie P. N., Warburton D. E. R. Perturbed and spontaneous regional cerebral blood flow responses to changes in blood pressure after high-level spinal cord injury: the effect of midodrine. *Journal of Applied Physiology*. 2014; 116(6): 645–53. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01090.2013>
6. Popa C., Popa F., Grigorean V. T., Onose G., Sandu A. M., Popescu M., Burnei G., Strambu V., Sinescu G. Vascular dysfunctions following spinal cord injury. *Journal of Medicine and Life*. 2010; 3(3): 275–85.
7. Krassioukov A., Eng J. J., Warburton D. E., Teasell R. A systematic review of the management of orthostatic hypotension after spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009; 90(5): 876–85. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.01.009>
8. Hashmi J. T., Huang Y. Y., Osmani B. Z., Sharma S. K., Naeser M. A., Hamblin M. R. Role of Low-Level Laser Therapy in Neurorehabilitation. *PM&R: the Journal of Injury, Function and Rehabilitation*. 2010; 2(12): 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.013>
9. Поддубная О. А. Низкоинтенсивная лазеротерапия в клинической практике (Часть 1). Вестник восстановительной медицины. 2020; № 6 (100): 92–99. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-100-6-92-99>
10. ASIA and ISCoS International Standards Committee. The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)-What's new? *Spinal Cord*. 2019; 57(10): 815–817. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0350-9>
11. Harvey L. A., Glinsky J. V., Chu J. Do any physiotherapy interventions increase spinal cord independence measure or functional independence measure scores in people with spinal cord injuries? A systematic review. *Spinal Cord*. 2021; 59(7): 705–715. <https://doi.org/10.1038/s41393-021-00638-0>
12. Бушков Ф. А. Ортостатическая гипотензия при посттравматической шейной миелопатии. Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2019; 119(6): 9–13. <https://doi.org/10.17116/jnevro20191190619>
13. Hubli M., Krassioukov A. V. Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Spinal Cord Injury: Clinical Practicability. *Journal of Neurotrauma*. 2014; 31(9): 789–797. <https://doi.org/10.1089/neu.2013.3148>
14. Chao C. Y., Cheing G. L. The effects of lower extremity functional electric stimulation on the orthostatic responses of people with tetraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005; 86(7): 1427–33. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.12.033>
15. Frisbie J. H., Steele D. J. R. Postural hypotension and abnormalities of salt and water metabolism in myelopathy patients. *Spinal Cord*. 1997; (35): 303–307. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100436>
16. Berger M. J., Hubli M., Krassioukov A. V. Sympathetic skin responses and autonomic dysfunction in spinal cord injury. *Journal of Neurotrauma*. 2014; 31(18): 1531–9. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3373>
17. Machado C., Machado Y., Chinchilla M., Machado Y., Foyaca-Sibat H. Assessing the Autonomic Effect of Vagal Nerve Stimulation with Low Level Lasers by Heart Rate Variability. *The Internet Journal of Neurology*. 2019; 21(1): 1–6. <https://doi.org/10.5580/IJN.54164>
18. Goh M. Y., Millard M. S., Wong E. C. K. et al. Comparison of diurnal blood pressure and urine production between people with and without chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2018; (56): 847–855. <https://doi.org/10.1038/s41393-018-0081-3>
19. Gee C. M., Williams A. M., Sheel A. W., Eves N. D., West C. R. Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardio-pulmonary function and exercise capacity. *The Journal of Physiology*. 2019; 597(14): 3673–3685. <https://doi.org/10.1113/JP277943>

References

1. Freeman R., Wieling W., Axelrod F. B., Benditt D. G., Benarroch E., Biaggioni I. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome. *Clinical Autonomic Research*. 2011; (21): 69–72. <https://doi.org/10.1007/s10286-011-0119-5>
2. Claydon V. E., Steeves J. D., Krassioukov A. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: understanding clinical pathophysiology. *Spinal Cord*. 2006; 44(6): 341–51. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101855>
3. Illman A., Stiller K., Williams M. The prevalence of orthostatic hypotension during physiotherapy treatment in patients with an acute spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2000; (38): 741–747. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101089>
4. Cariga P., Ahmed S., Mathias C. J., Gardner B. P. The prevalence and association of neck (coat hanger) pain and orthostatic (postural) hypotension in human spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2002; (40): 77–82. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101089>
5. Phillips A. A., Krassioukov A. V., Ainslie P. N., Warburton D. E. R. Perturbed and spontaneous regional cerebral blood flow responses to changes in blood pressure after high-level spinal cord injury: the effect of midodrine. *Journal of Applied Physiology*. 2014; 116(6): 645–53. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01090.2013>
6. Popa C., Popa F., Grigorean V. T., Onose G., Sandu A. M., Popescu M., Burnei G., Strambu V., Sinescu G. Vascular dysfunctions following spinal cord injury. *Journal of Medicine and Life*. 2010; 3(3): 275–85.
7. Krassioukov A., Eng J. J., Warburton D. E., Teasell R. A systematic review of the management of orthostatic hypotension after spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009; 90(5): 876–85. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.01.009>
8. Hashmi J. T., Huang Y. Y., Osmani B. Z., Sharma S. K., Naeser M. A., Hamblin M. R. Role of Low-Level Laser Therapy in Neurorehabilitation. *PM&R: the Journal of Injury, Function and Rehabilitation*. 2010; 2(12): 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.013>
9. Поддубная О. А. Низкоинтенсивная лазеротерапия в клинической практике (Часть 1) [Low level laser therapy in clinic practices (Part 1)]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2020; 6(100): 92–99. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-100-6-92-99> (In Russ.).
10. ASIA and ISCoS International Standards Committee. The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)-What's new? *Spinal Cord*. 2019; 57(10): 815–817. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0350-9>
11. Harvey L. A., Glinsky J. V., Chu J. Do any physiotherapy interventions increase spinal cord independence measure or functional independence measure scores in people with spinal cord injuries? A systematic review. *Spinal Cord*. 2021; 59(7): 705–715. <https://doi.org/10.1038/s41393-021-00638-0>
12. Bushkov F. A. [Orthostatic hypotension in patients with posttraumatic cervical myelopathy]. *S. S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2019; 119(6): 9–13. <https://doi.org/10.17116/jnevro20191190619> (In Russ.).
13. Hubli M., Krassioukov A. V. Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Spinal Cord Injury: Clinical Practicability. *Journal of Neurotrauma*. 2014; 31(9): 789–797. <https://doi.org/10.1089/neu.2013.3148>
14. Chao C. Y., Cheing G. L. The effects of lower extremity functional electric stimulation on the orthostatic responses of people with tetraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005; 86(7): 1427–33. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.12.033>
15. Frisbie J. H., Steele D. J. R. Postural hypotension and abnormalities of salt and water metabolism in myelopathy patients. *Spinal Cord*. 1997; (35): 303–307. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100436>
16. Berger M. J., Hubli M., Krassioukov A. V. Sympathetic skin responses and autonomic dysfunction in spinal cord injury. *Journal of Neurotrauma*. 2014; 31(18): 1531–9. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3373>
17. Machado C., Machado Y., Chinchilla M., Machado Y., Foyaca-Sibat H. Assessing the Autonomic Effect of Vagal Nerve Stimulation with Low Level Lasers by Heart Rate Variability. *The Internet Journal of Neurology*. 2019; 21(1): 1–6. <https://doi.org/10.5580/IJN.54164>
18. Goh M. Y., Millard M. S., Wong E. C. K. et al. Comparison of diurnal blood pressure and urine production between people with and without chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2018; (56): 847–855. <https://doi.org/10.1038/s41393-018-0081-3>
19. Gee C. M., Williams A. M., Sheel A. W., Eves N. D., West C. R. Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardio-pulmonary function and exercise capacity. *The Journal of Physiology*. 2019; 597(14): 3673–3685. <https://doi.org/10.1113/JP277943>

Информация об авторах:

Бушков Федор Анатольевич, кандидат медицинских наук, врач по лечебной физкультуре, АО «Преодоление». E-mail: bushkovfedor@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3001-0985>

Разумов Александр Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ; президент, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения Москвы. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5389-7235>

Сичинава Нино Владимировна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения Москвы. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7732-6020>

Вклад авторов:

Бушков Ф. А. — сбор и статистическая обработка материала, написание статьи; Разумов А.Н — концепция и дизайн исследования; Сичинава Н. В. — редактирование, анализ полученных данных.

Information about the authors:

Fedor A. Bushkov, Cand. Sci. (Med), Doctor of Physical Exercise Therapy, Center “Overcoming”. E-mail: bushkovfedor@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3001-0985>

Alexander N. Razumov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, President, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine Rehabilitation. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5389-7235>

Nino V. Sichinava, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine Rehabilitation. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7732-6020>

Contribution:

Bushkov F. A. — collection and statistical processing of the materials, writing an article; Razumov A. N. — concept and design of the study; Sichinava N. V. — editing, analysis of the received data.

