



Метод прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле для кардиореабилитации пациентов после проведения коронарного шунтирования

Невзорова Е.В.,¹ Бреев Ю.С.,¹ Засядько К.И.,² Шакула А.В.³

¹Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

²Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Цель. Разработать метод прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле для кардиореабилитации пациентов на раннем послеоперационном этапе после проведения коронарного шунтирования. Оценить риски развития осложнений сердечно-сосудистой системы (ССС) при использовании метода.

Материал и методы. Обследованы 44 пациента (10 женщин в возрасте от 50 до 73 лет и 34 мужчин в возрасте от 40 до 71 года) с ишемической болезнью сердца, перенёвших коронарное шунтирование. Для кардиореабилитации использовали гипоксические газовые смеси, подаваемые пациенту для дыхания через кислородную маску в комбинации с низкоинтенсивными тренировками на тредмиле «ReaTerra». Для оценки рисков развития осложнений ССС при применении метода использовали программно-аппаратный комплекс осциллометрического анализатора параметров сердечного выброса и артериального давления АПКО-8-РИЦ. Рассчитывали индексы Робинсона, коэффициент выносливости, вегетативный индекс Кердо, индекс адаптационного потенциала ССС. После завершения программы кардиореабилитации исследуемые заполняли опросник SF – 36 Health Status Survey.

Результаты. Исследования показали, что применение метода кардиореабилитации восстанавливало уровень артериального давления и ритм сердечных сокращений, увеличивало индекс вегетативного равновесия Кердо. Индекс Робинсона характеризовал оптимальную работу ССС, коэффициент выносливости характеризовал выносливость ССС как удовлетворительную. Адаптационный потенциал ССС соответствовал физиологическим значениям нормы, деятельность сердца оценивалась как экономичная и эффективная, что свидетельствовало об удовлетворительной адаптации пациентов к тренировочному процессу при применяемой методике. У пациентов после курса тренировки по данным опросника физический и психологический компоненты здоровья были качественно выше, чем до тренировки.

Заключение. Метод прерывистой нормобарической гипоксической тренировки в комбинации с низкоинтенсивными тренировками на тредмиле у пациентов на раннем послеоперационном этапе после проведения коронарного шунтирования показал высокую эффективность при заболеваниях ССС, способствуя активизации адаптационно-приспособительных, гемодинамических саногенетических механизмов, обеспечивая стимулирование реабилитационного потенциала у лиц разных возрастных групп, не увеличивая риск развития осложнений ССС.

Ключевые слова: коронарное шунтирование, кардиореабилитация, сердечно-сосудистая система, нормобарическая гипоксическая низкоинтенсивная тренировка, тредмил

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: Невзорова Е.В., Бреев Ю.С., Засядько К.И., Шакула А.В. Метод прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле для кардиореабилитации пациентов после проведения коронарного шунтирования. *Вестник восстановительной медицины*. 2021; 20 (3): 45-52. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-3-45-52>

Для корреспонденции: Невзорова Елена Владимировна, e-mail: nevzorova@yandex.ru

Статья получена: 02.02.2021

Статья принята к печати: 09.06.2021

Method of Intermittent Normobaric Hypoxic Low-intensity Treadmill Training for Cardiac Rehabilitation of Patients after Coronary Artery Bypass Grafting

Elena V. Nevzorova¹, Yuri S. Breev¹, Konstantin I. Zasyadko², Aleksander V. Shakula³

¹Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation

²Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shanskiy, Lipetsk, Russian Federation

³National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

Abstract

Aim. To develop a method of intermittent normobaric hypoxic low-intensity treadmill training for cardiac rehabilitation of patients in the early postoperative stage after coronary artery bypass grafting. To assess the risks cardiovascular system (CVS) complications in using the method.

Material and methods. The study involved 44 patients (10 women aged 50 to 73 years and 34 men aged 40 to 71 years) with coronary heart disease who underwent coronary artery bypass grafting. For cardiac rehabilitation, hypoxic gas mixtures were used, supplied to the patient for breathing through an oxygen mask in combination with low-intensity training on the ReaTerra treadmill. To assess the risks of CVS complications when applying the method, we used the APKO-8-RIC oscillometric analyzer for cardiac output and blood pressure parameters. The Robinson indices, endurance coefficient, Kerdo vegetative index, CVS adaptive potential index were calculated. Upon completion of the cardiac rehabilitation program, the subjects completed the SF – 36 Health Status Survey.

Results. Studies have shown that the use of the cardiac rehabilitation method restored the level of blood pressure and heart rate, increased the Kerdo index of autonomic balance/ The Robinson index characterized the optimal work of the CVS, the endurance coefficient characterized the CVS endurance as satisfactory. The adaptive potential of the CVS corresponded to the physiological values of the norm, the activity of the heart was assessed as economical and effective, which testified to the satisfactory adaptation of patients to the training process with the applied method. According to the questionnaire, physical and psychological components of health in patients after a training course were qualitatively higher than before training.

Conclusion. The method of intermittent normobaric hypoxytherapy in combination with low-intensity treadmill training in patients at the early postoperative stage after coronary bypass grafting has shown high effectiveness in CVS diseases, contributing to the activation of adaptive, hemodynamic sanogenetic mechanisms, providing stimulation of rehabilitation potential in individuals of different age groups and does not increase the risk of CVS complications.

Keywords: coronary artery bypass grafting, cardiac rehabilitation, cardiovascular system, normobaric hypoxic low-intensity training, treadmill

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: Nevzorova E.V., Breev Yu.S., Zasyadko K.I., Shakula A.V. Method of Intermittent Normobaric Hypoxic Low-intensity Treadmill Training for Cardiac Rehabilitation of Patients after Coronary Artery Bypass Grafting. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021; 20 (3): 45-52. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-3-45-52>

For correspondence: Elena V. Nevzorova, e-mail: vnevorova@yandex.ru

Received: Feb 02, 2021

Accepted: Jun 09, 2021

Введение

Научное обоснование и разработка эффективных методов профилактики и лечения пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) является одной из приоритетных и актуальных задач здравоохранения, поскольку эта категория болезней занимает одно из главных мест в структуре заболеваемости и временной нетрудоспособности в категории населения молодого трудоспособного и профессионально подготовленного возраста. Важно особенно отметить, что возможные осложнения ССЗ могут приводить к инвалидизации пациентов и требовать проведения комплекса мероприятий по медицинской и медико-психологической реабилитации за счет государственного бюджета, средств ведомственных и региональных учреждений здравоохранения [1-10]. Доказано положительное влияние кардиореабилитационных программ на показатели гемостаза и процесс атерогенеза, психологическое состояние больных и контроль модифицируемых факторов риска, что приводит к снижению частоты госпитализаций и развития сер-

дечно-сосудистых осложнений [11]. Реабилитационный комплекс, состоящий из усовершенствованных (интервальных) циклических кардиотренировок и факторов, восстанавливающих метаболизм ишемизированного миокарда больных ССЗ, позволяет повысить эффективность кардиореабилитационных мероприятий за счет улучшения метаболических процессов в организме [12].

В течение последних лет получил достаточно широкое распространение метод прерывистой нормобарической гипоксической стимуляции, который применяется в стационарных лечебно-профилактических и реабилитационных учреждениях как один из перспективных методов лечения и реабилитации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. По результатам экспериментальных исследований установлено, что метод путем дыхания газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода обеспечивает развитие в организме гипоксии, дозированной по глубине и времени. В свою очередь, это обеспечивает увеличение резервных возможностей и физической работоспособности за счёт улучшения

микроциркуляции, процессов обмена и нормализации гомеостаза [13,14].

Адаптационный эффект гипоксического воздействия изучался также у людей старшего возраста с хронической ишемией и гипоксией. Показано, в результате эффекта гипоксического воздействия значительно возросло количество коллатеральных сосудов в миокарде, что способствовало оптимизации работы сердечно-сосудистой системы [15–19]. Достаточно часто используют метод гипоксической стимуляции в профессиональном спорте в разных странах мира в виде тренировок в горной местности и применения азотных палаток. Выявлено, что лучший спортивный результат показывали спортсмены, которые тренировались с помощью гипоксической стимуляции, где сохранялся принцип дозированной нагрузки. Объясняется это тем, что при использовании метода гипоксической тренировки дозированно увеличивается интенсивность кровообращения, активизируется выработка гемоглобина и эритропоэтина, что позволяет в течение короткого времени обеспечить достаточный функциональный резерв и получить прирост выносливости и работоспособности [20–23].

Другим традиционным методом кардиореабилитации является использование различных программ физических тренировок, которые позволяют пациенту восстановить физический потенциал, вернуться к обычной трудовой, бытовой и социальной деятельности. Положительное влияние физической реабилитации обусловлено оптимизацией физиологических и психологических функций организма: повышением тонуса парасимпатической нервной системы, активизацией вариабельности сердечного ритма, снижением уровня личностной тревоги, депрессивных расстройств, повышением стрессоустойчивости и социальной интеграции.

В большинстве литературных источников описываются комбинированные методы кардиореабилитации, при которых метод прерывистой нормобарической гипокситерапии используется с другими физическими методами воздействия: физиолечение, рефлексотерапия, массаж. Однако, в доступной литературе не удалось найти материалов по обоснованию комплексных программ кардиореабилитации, предусматривающих сочетанное применение метода прерывистой нормобарической гипокситерапии в комбинации с физическими тренировками у пациентов, которые перенесли коронарное шунтирование. В связи с этим, представляется целесообразным научное обоснование и практическая апробация методических подходов к кардиореабилитации больных, перенесших коронарное шунтирование, с использованием метода прерывистой нормобарической гипокситерапии в комбинации с физическими тренировками, что и послужило основанием для проведения настоящего исследования.

Цель исследования

Научное обоснование и разработка технологии прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной физической тренировки на тредмиле для кардиореабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда, и оценка рисков развития осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС) при использовании этого метода.

Основными задачами являлись изучение влияния прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле на организм больных, перенесших инфаркт миокарда, по показателям сердечно-сосудистой системы, психофизиологического статуса, а также разработка технологии прерывистой

нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле для кардиореабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда и коронарное шунтирование.

Материал и методы

В исследовании использовали авторский метод «Нормобарическая гипоксическая низкоинтенсивная тренировка». Метод осуществляли с использованием гипоксических газовых смесей. Смесь газа содержала сниженное количество кислорода и азота. Смесь подавалась для дыхания через кислородную маску. Продолжительность сеанса была от 20 до 30 минут в соответствии с методическими рекомендациями «Интервальная гипоксическая тренировка» (1992), утверждёнными на Международном рабочем совещании в области гипоксии (1992).

Метод прерывистой нормобарической гипокситерапии использовали в комбинации с низкоинтенсивными тренировками на тредмиле «ReaTerra» с возможностью проведения эргометрического тестирования, разгрузки веса с помощью страховочных ремней, а также программирования индивидуального уровня нагрузки с учетом подготовленности, возраста и пола пациента. Реабилитационная беговая дорожка представляет собой конструкцию с подвижным полотном для бега. Предусмотрена возможность изменять скорость, направление движения, угол подъема конструкции. Дорожка имеет биологическую обратную связь по частоте сердечных сокращений. Пульс измеряется при помощи нагрудного датчика ЧСС, поддерживающего беспроводную передачу данных [23]. Важно подчеркнуть, что аппарат входит в стандарт оснащения отделений и центров медицинской реабилитации, определенный в приказе Минздрава России №1705н от 29.12.2012 «О порядке организации медицинской реабилитации», (Приказ №1705н: Приложение №3 (п.19), Приложение №9 (п.28), Приложение №12 (п.39), Приложение №15 (п.18), Приложение №21 (п.19)).

Исследование проводили на базе ГБУЗ «Тамбовская областная клиническая больница им. В.Д. Бабенко» и ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина» (лаборатории немедикаментозной оптимизации человека) в период с 2019 по 2020 годы и включало в себя 44 пациента (10 женщин в возрасте от 50 до 73 лет и 34 мужчин в возрасте от 40 до 71 года) с ишемической болезнью сердца, перенесших коронарное шунтирование. Критерии исключения из исследования: пациенты с аневризмой левого желудочка; нарушением ритма сердца; с заболеванием опорно-двигательного аппарата. Схема процедур кардиореабилитации включала гипокситерапию (8 циклов; общая продолжительность сеанса 30 минут; курсовое лечение составляло 10–15 сеансов) и тренировки на беговой дорожке с интенсивностью 2 МЕТ ежедневно, начиная с четвертых суток после операции и до дня выписки из стационара.

У всех обследуемых было изучено функциональное состояние организма по показателям сердечно-сосудистой системы. Применялся метод компьютерной осциллометрии. Использовали программно-аппаратный комплекс осциллометрического анализатора параметров сердечного выброса и артериального давления АПКО-8-РИЦ. Оценивались параметры ССС: артериальное давление (АД), диастолическое артериальное давление (ДАД), систолическое артериальное давление (САД), среднее артериальное давление (СрАД), пульсовое давление (ПД), частота сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем кровообращения (МОК), ударный объем крови (УОК), сердечный индекс (СИ). Рассчитывались индексы

Таблица 1 Динамические показатели CCC ($M \pm m$; $n=84$)
Table 1. Dynamic indicators of CVS ($M \pm m$; $n = 84$)

Показатель / Indicator	Этапы исследования / Study stages	
	До тренировки / Before training	После тренировки / After training
Систолическое артериальное давление (мм. рт. ст.) / Systolic blood pressure (mmHg.)	145, 0 \pm 0,01	132,5 \pm 0,01 *
Диастолическое артериальное давление (мм. рт. ст.) / Diastolic blood pressure (mmHg.)	82, 1 \pm 0,01	70, 2 \pm 0,01 *
Среднее артериальное давление (мм. рт. ст.) / Average arterial pressure (mmHg.)	67, 2 \pm 0,01	63,3 \pm 0,01 *
Пульсовое давление (мм. рт. ст.) / Pulse pressure (mmHg.)	24, 4 \pm 0,01	18,2 \pm 0,01 *
Частота сердечных сокращений (уд/мин) / Heart rate (bpm)	90, 3 \pm 0,01	80,2 \pm 0,01 *
Ударный объем крови (мл) / Stroke blood volume (ml)	74,0 \pm 0,02	68,5 \pm 0,04
Минутный объем кровообращения (л/м) / Minute blood circulation (l / m)	6,0 \pm 0,01	4,0 \pm 0,3

Примечание: P – коэффициент достоверности различий: * при $p < 0,01$; M – среднее значение параметра; m – ошибка среднего отклонения
Note: P – coefficient of reliability of differences: * at $p < 0.01$; M is the average value of the parameter; m – error of mean deviation

Таблица 2. Показатели вегетативного индекса Кердо, индекса Робинсона, коэффициента выносливости, адаптационного потенциала $M \pm m$; $n=84$, балл

Table 2. Indicators of Kerdo vegetative index, Robinson index, endurance coefficient, adaptive potential $M \pm m$; $n = 84$, score

Показатели / Indicators	Этапы / Stages	
	До тренировки / Before training	После тренировки / After training
Индекс Кердо / Kerdo index	10,0 \pm 1,3	13,0 \pm 1,2*
Индекс Робинсона / Robinson index	110,0 \pm 2,3	84,0 \pm 2,4*
Коэффициент выносливости / Endurance rate	15,5 \pm 1,0	14,0 \pm 1,2*
Адаптационный потенциал CCC / Adaptive potential of CVS	2,5 \pm 0,3	2,0 \pm 0,9*

Примечание: P – коэффициент достоверности различий: * при $p < 0,01$; M – среднее значение параметра; m – ошибка среднего отклонения
Note: P – coefficient of reliability of differences: * at $p < 0.01$; M is the average value of the parameter; m – error of mean deviation

Робинсона, коэффициент выносливости, вегетативный индекс Кердо; индекс адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы.

После завершения программы кардиореабилитации исследуемые заполняли опросник SF – 36 «Health Status Survey». Данный опросник используется для определения качества жизни и даёт информацию об общем уровне удовлетворённости сторонами жизни, на который влияет состояние здоровья. Опросник включает 36 вопросов. Вопросы разбиты на восемь различных шкал, которые характеризуют два показателя: физический и психический компоненты здоровья. Шкалы опросника: 1. физическое функционирование, 2. ролевая деятельность, 3. телесная боль, 4. общее здоровье, 5. жизнеспособность, 6. социальное функционирование, 7. эмоциональное состояние, 8. психическое здоровье.

Статистическую обработку материалов проводили с использованием общепринятых методик из программного пакета «Statistica 10.0».

Результаты

В результате выполненных исследований установлено, что сочетанное действие прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле способствует повышению неспецифической реактивности, активации процессов адаптации, повышению физической и психоэмоциональной устойчивости и является оптимизирующим для кардиореабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда. Результаты исследования представлены в таблицах 1, 2 и рисунке 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение авторской методики «Прерывистой нормобарической гипокситерапии» оказывает активирующее влияние на сердечно-сосудистую систему пациентов, перенесших инфаркт миокарда. Это проявляется увеличением функциональных резервных возможностей пациента, нормализацией уровня артериального давления и ритма сердечных сокращений после выполнения заданной физической нагрузки на тредмиле «ReaTerra»

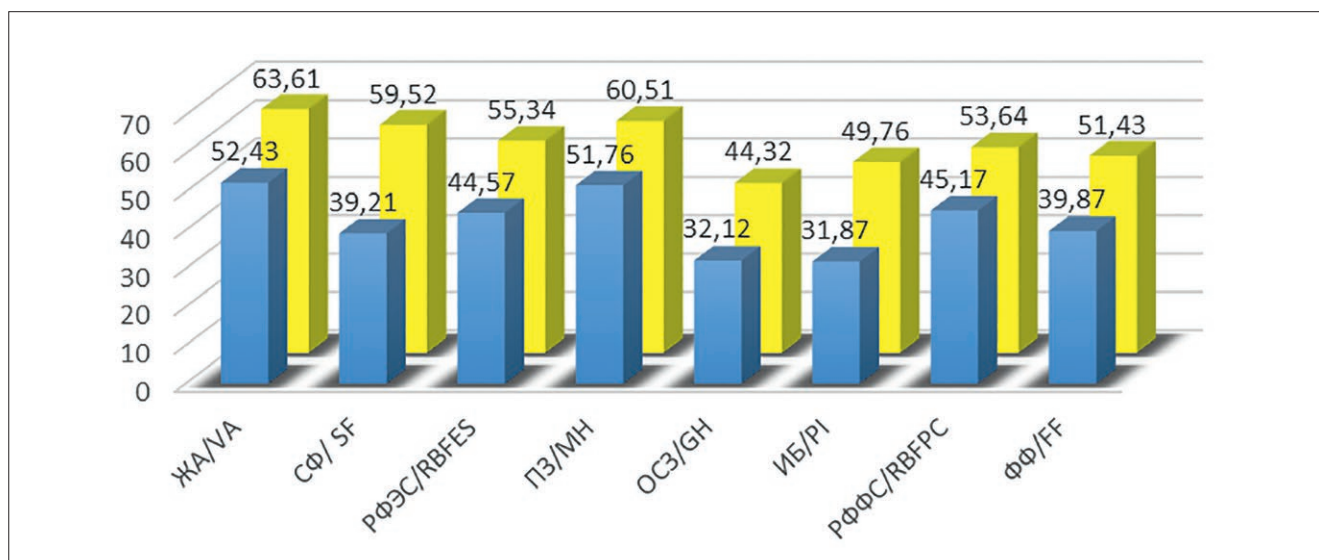


Рис. 1. Показатели опросника SF-36 для пациентов по группам

Примечание: ФФ – физическое функционирование; РФФС – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием; ИБ – интенсивность боли; ОСЗ – общее состояние здоровья; ПЗ – психическое здоровье; РФЭС – ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием; СФ – социальное функционирование; ЖА – жизненная активность

Fig. 1. Indicators of the SF-36 questionnaire for patients by groups

Note: FF – physical functioning; RBFPC – role-based functioning due to the physical condition; PI – pain intensity; GH – general health; MH – mental health; RBFES – role-based functioning due to emotional state; SF – social functioning; VA – vital activity.

с возможностью проведения эргометрического тестирования. По данным литературы известно, что кратковременная гипоксия представляет собой особый вид физиологической нагрузки, оказывающей целенаправленное действие тренирующего характера. При данной нагрузке развивается кратковременная функциональная гипоксия тканей, которая вызывает стимулирование развития адапционных процессов. Под влиянием умеренной гипоксии происходит возбуждение клеток головного мозга, увеличивается количество эритроцитов в крови, содержание кислорода и активизируется кровообращение, в том числе и на уровне микроциркуляторного русла. Необходимым условием эффективности применения данного метода является постепенное увеличение нагрузки с целью дозирования гипоксических тренировок. При таком методическом подходе обеспечиваются условия для плавной адаптации организма к новым условиям и повышения индивидуальной устойчивости к гипоксии и другим стресс-факторам.

Полученные данные об увеличении индекса вегетативного равновесия Кердо после гипоксической тренировки свидетельствуют о сдвиге вегетативного тонуса в сторону симпатического преобладания, что подтверждает феномен мобилизации функциональных резервов организма. Показатели индекса Робинсона, зарегистрированные после тренировки, показали положительную динамику свидетельствовали об экономичной и эффективной сократительной функции миокарда, характеризовали оптимальную работу системы кровообращения и функциональные резервные возможности организма. Важно подчеркнуть, что показатель коэффициента выносливости после тренировки соответствовал стандартным физиологическим значениям и определял удовлетворительный уровень выносливости сердечно-сосудистой системы. Свидетельством удовлетворительной адаптации пациентов к тренировочному процессу в процессе использования методики служит адаптационный потенциал системы кровообращения пациентов после тренировки, который находился в пределах значения

физиологической нормы и оценивал деятельность сердца как экономичная и эффективная.

При анализе результатов, полученных по методике оценки качества жизни и состояния человека (физического, психологического, эмоционального и социального статусов) установлено, что после курса тренировки у пациентов физический и психологический компоненты здоровья были качественно выше, чем до тренировки. Наиболее выраженное различие компонентов наблюдалось по шкале социального функционирования (34,1%), гораздо меньше были изменения по шкале ролевого функционирования (15,8%), которое может быть связано с физическим состоянием пациентов. По анализу результатов опросника SF-36 было установлено существенное улучшение показателей качества жизни, что свидетельствует о высокой клинической эффективности разработанной технологии медицинской реабилитации, позволяющей прогнозировать возможность увеличения продолжительности жизни у пациентов после коронарного шунтирования. Важный клинический результат на раннем послеоперационном этапе после проведения коронарного шунтирования состоит в том, что использование метода прерывистой нормобарической гипоксической терапии в комбинации с низкоинтенсивными тренировками на тредмиле у пациентов не увеличивает риск развития осложнений сердечно-сосудистой системы, не вызывает значительного повышения артериального давления и частоты сердечных сокращений, по сравнению с исходным состоянием в покое.

Заключение

В результате проведенных исследований научно обоснован, впервые апробирован и адаптирован метод проведения кардиореабилитации с использованием прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле. Получены и уточнены ранее неизвестные данные о влиянии прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле на психологический статус и

основные функциональные системы организма пациентов, перенесших инфаркт миокарда и коронарное шунтирование. Установлено увеличение резервных возможностей организма, активизирующее влияние на сердечно-сосудистую систему и доказана высокая эффективность предложенного метода кардиореабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда.

Полученные материалы свидетельствуют о практической значимости метода кардиореабилитации с использованием прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле, по-

ложительно влияющего на состояние физиологических систем и функциональных возможностей пациентов, перенесших инфаркт миокарда. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать метод в качестве восстановительного и корригирующего средства для медицинской реабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда, а также позволяют его использовать в качестве нового способа оздоровительно-профилактического воздействия в условиях лечебно-профилактических и санаторно-курортных организаций.

Список литературы

1. Воскобойникова И.П. Реабилитация больных, перенесших инсульт, в условиях поликлиники. Справочник врача общей практики. 2017; (2): 18-28.
2. Аронов Д.М. Комплексная программа реабилитации больных ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования в условиях поликлинического кардиореабилитационного отделения: клинические эффекты третьего этапа реабилитации. Кардиология. 2017; (3): 10-19.
3. Hartley A., Marshall D.C., Saliccioli J.D., Sikkel M.B., Maruthappu M., Shalhoub J. Trends in mortality from ischemic heart disease and cerebrovascular disease in Europe: 1980 to 2009. *Circulation*. 2016; 133(20): 1916-1926.
4. Conraads V.M., Deaton C., Piotrowicz E., Santaularia N., Tierney S., Piepoli M.F., Pieske B., Schmid J.P., Dickstein K., Ponikowski P.P., Jaarsma T. Adherence of heart failure patients to exercise: barriers and possible solutions: a position statement of the Study Group on Exercise Training in Heart Failure of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *European Journal of Heart Failure*. 2012; 14(5): 451-458. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfs048>
5. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., Wickramasinghe K., Rayner M, Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016. *European Journal of Heart Failure*. 2016; 37(42): 3232-3245.
6. Лидерман Е.М. Применение системы стратегических показателей в организации медикореабилитационных центров регионального уровня (теоретико-методологический анализ). Менеджер здравоохранения. 2017; (3): 9-16.
7. Лямина Н.П., Наливаева А.В. Обоснованные подходы в повышении эффективности реабилитационно-профилактических программ у пациентов после инфаркта миокарда с низкой физической активностью. Кардиология. 2017; (1): 86-89.
8. Иванова Г.Е., Мельникова Е.В., Шмонин А.А., Вербицкая Е.В., Аронов Д.М., Белкин А.А., Беляев А.Ф., Бодрова Р.А., Бубнова М.Г., Буйлова Т.В., Мальцева М.Н., Мишина И.Е., Нестерин К.В., Никифоров В.В., Прокопенко С.В., Сарана А.М., Стаховская Л.В., Суворов А.Ю., Хасанова Д.Р., Цыкунов М.Б., Шамалов Н.А., Яшков А.В. Пилотный проект «Развитие системы медицинской реабилитации в Российской Федерации»: предварительные результаты реализации на первом и втором этапах медицинской реабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2017; 2(78): 10-15.
9. Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Мельникова Е.В., Иванова Г.Е. Базовые принципы медицинской реабилитации, реабилитационный диагноз в категориях МКФ и реабилитационный план. Вестник восстановительной медицины. 2017; 2(78): 16-22.
10. Щегольков А.М., Овчинников Ю.В., Анушкин А.А., Горнов С.В. Медицинская реабилитация больных ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования с учетом их адаптационного потенциала. Вестник восстановительной медицины. 2018; 5(87): 8-15.
11. Мишина И.Е., Сарана А.М., Михайловская Т.В., Иванова Г.Е. Принципы назначения аэробных физических тренировок при проведении амбулаторной кардиореабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2020; 97(3): 83-95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-83-95>
12. Князева Т.А., Никифорова Т.И., Еремушкин Е.М., Стяжкина Е.М., Чукина И.М. Повышение эффективности кардиореабилитации включением методов метаболической адаптации к ишемии миокарда. Вестник восстановительной медицины. 2019; (3): 34-39.
13. Дубовик Т.А., Рачок Л.В. Влияние гипокситерапии на течение хронической сердечной недостаточности у пациентов с ишемической кардиомиопатией. Евразийский кардиологический журнал. 2017; (3): 32 с.
14. Карамова И.М. Реабилитация больных ишемической болезнью сердца с применением управляемой нормобарической гипокситерапии. *CardioСоматика*. 2017; 8(1): 40-41.
15. Heslop-Marshall K., Baker C., Carrick-Sen D. et al. Randomised controlled trial of cognitive behavioural therapy in COPD. *European Respiratory Journal Open Research*. 2018; (4): 00094-2018. <https://doi.org/10.1183/23120541.00094-2018>
16. Hill K., Dolmage T. E., Woon L., Coutts D., Goldstein R., Brooks D. Comparing peak and submaximal cardiorespiratory responses during field walking tests with incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology*. 2012; (17): 278-284. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2011.02089.x>
17. Лебедева О.Д. Применение новых диагностических и лечебных немедикаментозных технологий в реабилитации больных распространенными неинфекционными заболеваниями. *Физиотерапевт*. 2017; (1): 10-16.
18. Куимов А.Д., Москаленко И.В. Кардиореабилитация: новый взгляд на старые проблемы. *Сибирское медицинское обозрение*. Красноярск. 2014; 1(85): 5-11.
19. Verwijmeren L., Noordzij P.G., Daeter E.J. et al. Preoperative determinants of quality of life a year after coronary artery bypass grafting: a historical cohort study. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2018; V.13(1): 118 p.
20. Thomas R.J., Balady G., Banka G. et al. 2018 ACC/AHA clinical performance and quality measures for cardiac rehabilitation. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018; V.71(16): 1814-1837.
21. Maddison R., Rawstorn J.C., Stewart R.A.H. et al. Effects and costs of real-time cardiac telerehabilitation: randomised controlled non-inferiority trial. *Heart*. 2019; V.105(2): 122-129.
22. Ritchey M.D., Maresh S., McNeely J. et al. Tracking cardiac rehabilitation participation and completion among medicare beneficiaries to inform the efforts of a national initiative. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2020; V.13(1): e005902.
23. Невзорова Е.В., Бреев Ю.С., Лутцев А.Б., Македонская М.В. Разработка технологии прерывистой нормобарической гипоксической низкоинтенсивной тренировки на тредмиле для кардиореабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда. *Медицина и физическая культура: наука и практика*. 2019; 1(3): 7-15.

References

1. Voskobojnikova I.P. Reabilitaciya bol'nyh, perenneshih insul't, v usloviyah polikliniki [Rehabilitation of stroke patients in the conditions of the clinic. General Practitioner's Handbook] *Spravochnik vracha obshchej praktiki*. 2017; (2): 18-28 (In Russ.).
2. Aronov D.M. Kompleksnaya programma reabilitatii bol'nyh ishemicheskoy boleznyu serdca posle koronarnogo shuntirovaniya v usloviyah poliklinicheskogo kardioreabilitacionnogo otdeleniya: klinicheskie efekty tret'ego etapa reabilitatii [Comprehensive rehabilitation program for patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery in the conditions of the polyclinic cardio-rehabilitation department: clinical effects of the third stage of rehabilitation]. *Kardiologiya*. 2017;(3): 10-19 (In Russ.).

3. Hartley A., Marshall D.C., Saliccioli J.D., Sikkil M.B., Maruthappu M., Shalhoub J. Trends in mortality from ischemic heart disease and cerebrovascular disease in Europe: 1980 to 2009. *Circulation*. 2016; 133(20): 1916-1926.
4. Conraads V.M., Deaton C., Piotrowicz E., Santaularia N., Tierney S., Piepoli M.F., Pieske B., Schmid J.P., Dickstein K., Ponikowski P.P., Jaarsma T. Adherence of heart failure patients to exercise: barriers and possible solutions: a position statement of the Study Group on Exercise Training in Heart Failure of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *European Journal of Heart Failure*. 2012; 14(5): 451-458. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfs048>
5. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., Wickramasinghe K., Rayner M., Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016. *European Journal of Heart Failure*. 2016; 37(42): 3232-3245.
6. Liderman E.M. Primenenie sistemy strategicheskikh pokazatelej v organizacii medikoreabilitacionnyh centrov regional'nogo urovnya (teoretiko-metodologicheskij analiz) [The application of the strategic indicators system in the organization of regional-level medical rehabilitation centres (theoretical and methodological analysis)]. *Menedzher zdavoohraneniya*. 2017; (3): 9-16 (In Russ.).
7. Lyamina N.P. Obosnovannye podhody v povyshenii effektivnosti reabilitacionnoprofilakticheskikh programm u pacientov posle infarkta miokarda s nizkoj fizicheskoj aktivnost'yu [Reasonable approaches in improving the effectiveness of rehabilitation-preventive programs in patients after myocardial infarction with low physical activity]. *Kardiologiya*. 2017; (1): 86-89 (In Russ.).
8. Ivanova G.E., Melnikova E.V., Shmonin A.A., Verbitskaya E.V., Aronov D.M., Belkin A.A., Belyaev A.F., Bodrova R.A., Bubnova M.G., Builova T.V., Maltseva M.N., Mishin I.E., Mishina Nesterin K.V., Nikiforov V.V., Prokopenko S.V., Saran A.M., Stakhovskaya L.V., Suvorov A.Y., Khasanova D.R., Tsykunov M.B., Shmalov N.A., Yashkov A.V. Pilotniy proekt «Razvitie sistemi medicinskoj reabilitacii v Rossijskoj Federacii»: predvaritelnye rezultaty realizacii na pervom i vtorem etapach medicinskoj reabilitacii [Pilot project "Development of the medical rehabilitation system in the Russian Federation": preliminary results of the implementation in the first stage of the medical rehabilitation]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 2(78): 10-15 (In Russ.).
9. Shmonin A.A., Maltseva M.N., Melnikova E.V., Ivanova G.E. Bazovye principy medicinskoj reabilitacii, reabilitacionnuy diagnost v kategoriyach MKF I reabilitacionnuy plan [Basic Principles of Medical Rehabilitation, Rehabilitation Diagnosis in the IFF categories and Rehabilitation Plan]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 2(78): 16-22 (In Russ.).
10. Shchegolkov A.M., Ovchinnikov Y.V., Anuchkin A.A., Gornov S.V. Medicinskaya reabilitaciya bolnich ishemicheskoy boleznju serdca posle koronarnogo shuntirovaniya s uchetom ich adaptacionnogo potenciala [Medical rehabilitation of patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery taking into account their adaptive potential]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2018; 5(87): 8-15 (In Russ.).
11. Mishina I.E., Saran A.M., Mikhailovsky T.V., Ivanova G.E. Principu naznacheniya aerobnich fizicheskikh trenirovok pri provedenii ambulatornoy kardioreabilitacii [Principles of appointment of aerobic physical training during outpatient cardio rehabilitation]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2020; 97(3): 83-95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-83-95> (In Russ.).
12. Knyazeva T.A., Nikiforova T.I., Yeremushkin M.A., Styzhnina E.M., Chukina I.M. Povishenie effektivnosti kardioreabilitacii vklucheniem metodov metabolicheskoy adaptacii k ishemii miokarda [Increased the effectiveness of cardio-rehabilitation by incorporating methods of metabolic adaptation to myocardial ischemia]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2019; (3): 34-39 (In Russ.).
13. Dubovik T.A. Vliyaniye gipoksiterapii na techenie hronicheskoy serdechnoj nedostatocnosti u pacientov s ishemicheskoy kardiomiopatiej [Effect of hypoxiatherapy on chronic heart failure in patients with coronary cardiomyopathy]. *Evrziskij kardiologicheskij zhurnal*. 2017; (3): 32 p. (In Russ.).
14. Karamova I.M. Reabilitaciya bol'nyh ishemicheskoy boleznju serdca s primeneniem upravlyaej normobaricheskoy gipoksiterapii [Rehabilitation of patients with coronary heart disease with the use of controlled normobaric hypoxotherapy]. *CardioSomatika*. 2017; 8(1): 40-41 (In Russ.).
15. Heslop-Marshall K., Baker C., Carrick-Sen D. et al. Randomised controlled trial of cognitive behavioural therapy in COPD. *European Respiratory Journal Open Research*. 2018; (4): 00094-2018. <https://doi.org/10.1183/23120541.00094-2018>
16. Hill K., Dolmage T.E., Woon L., Coutts D., Goldstein R., Brooks D. Comparing peak and submaximal cardiorespiratory responses during field walking tests with incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology*. 2012; (17): 278-284. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2011.02089.x>
17. Lebedeva O.D. Primenenie novyh diagnosticheskikh i lechebnyh nemedikamentoznyh tekhnologij v reabilitacii bol'nyh rasprostranennymi neinfekcionnymi zabolevaniyami [The use of new diagnostic and therapeutic non-drug technologies in the rehabilitation of patients with common noncommunicable diseases]. *Fizioterapevt*. 2017; (1): 10-16 (In Russ.).
18. Kuimov A.D., Moskalenko I.V. Kardioreabilitaciya: novyj vzglyad na starye problemy [Cardiorehabilitation: A new look at old problems]. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie*. 2014; 1(85): 5-11 (In Russ.).
19. Verwijmeren L., Noordzij P.G., Daeter E.J. et al. Preoperative determinants of quality of life a year after coronary artery bypass grafting: a historical cohort study. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2018; V.13(1): 118 p.
20. Thomas R.J., Balady G., Banka G. et al. 2018 ACC/AHA clinical performance and quality measures for cardiac rehabilitation. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018; V.71(16): 1814-1837.
21. Maddison R., Rawstorn J.C., Stewart R.A.H. et al. Effects and costs of real-time cardiac telerehabilitation: randomised controlled non-inferiority trial. *Heart*. 2019; V.105(2): 122-129.
22. Ritchey M.D., Maresh S., McNeely J. et al. Tracking cardiac rehabilitation participation and completion among medicare beneficiaries to inform the efforts of a national initiative. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2020; V.13(1): e005902.
23. Nevzorova E.V., Breev Yu.S., Luttsev A.B., Macedonian M.V. Razrabotka tekhnologii pruvistoy normobaricheskoy gipoksicheskoy nizkointensivnoy trenirovki na tredmle dlya kardioreabilitacii pacientov, pepeneshich infarkt miokarda [Development of the technology of intermittent normobaric hypoxic low-intensity low-intensity training on treadmill for cardio-rehabilitation of patients who have suffered myocardial infarction]. *Medicina i fizicheskaya kultura: nauka i praktika*. 2019; 1(3): 7-15 (In Russ.).

Информация об авторах:

Невзорова Елена Владимировна, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, профессор кафедры медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, Медицинский институт Тамбовского государственного университета имени Г.П. Державина.

E-mail: evnevorova@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3229-0738>

Бреев Юрий Сергеевич, аспирант кафедры общественного здоровья и здравоохранения, Медицинский институт Тамбовского государственного университета имени Г.П. Державина.

E-mail: breev.yuriy68@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0235-8914>

Засядько Константин Иванович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры социальной педагогики и социальной работы, Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского.

E-mail: aviazas@rambler.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3336-3081>

Шакула Александр Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, старший научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

E-mail: shakula-av@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9952-9630>

Вклад авторов:

Невзорова Е.В. – организация и руководство клинической, научной работой, отбор больных для проведения исследований; Бреев Ю.С. – непосредственный отбор больных, ежедневное наблюдение и обследование больных, контроль за состоянием больных в течение курса тренировки, статистическая обработка результатов; Засядько К.И. – участие в обработке и анализе полученных результатов; Шакула А.В. – обсуждение результатов и интерпретация литературных данных по теме работы.

Information about authors:

Elena V. Nevzorova, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Department of Medical Biology with the Course of Infectious Diseases, Professor of the Department of Medical Biology with the Course of Infectious Diseases, Medical Institute of the Tambov State University named after G.R. Derzhavin.

E-mail: evnevorova@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3229-0738>

Yuri S. Breev, Post-Graduate Student, Department of Health and Safety, Medical Institute of the Tambov State University named after G.R. Derzhavin.

E-mail: breev.yuriy68@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0235-8914>

Konstantin I. Zasyadko, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Social Pedagogy and Social Work, Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shanskiy.

E-mail: aviazas@rambler.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3336-3081>

Alexander V. Shakula, Dr. Sci. (Med.), Professor, Senior Researcher in the Department of Physiotherapy and Balneology, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: shakula-av@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9952-9630>

Contribution: Evzorova E.V. – organization and management of clinical, scientific work, selection of patients for research; Breev Yu.S. – direct selection of patients, daily observation and examination of patients, monitoring of patients during the course of training, statistical processing of results; Zasyadko K.I. – participation in the processing and analysis of the results; Shakula A.V. – discussion of the results and interpretation of literary data on the topic of work.

