



Эффект механотерапии и виртуальной реальности на показатели сердечно-сосудистой деятельности и выраженность одышки у пациентов, перенесших COVID-19: проспективное рандомизированное исследование

Ансокова М.А.*, Марченкова Л.А., Юрова О.В., Фесюн А.Д., Князева Т.А., Вершинин А.А.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Потребность в разработке программы реабилитации пациентов с постковидным синдромом с сохраняющимися симптомами, в т.ч. со стороны кардиопульмональной системы, сохраняется.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследуемую выборку составили 120 пациентов от 40 до 70 лет с постковидным синдромом в период от 1 до 6 месяцев после перенесенной COVID-19, которые были рандомизированы на 2 группы. Основная группа (n = 60) получала новый комплекс медицинской реабилитации: занятия на роботизированном тренажере с биологической обратной связью (БОС) для тренировки мышц нижних конечностей Con-Trex, № 10; интерактивная балансотерапия «Стабилан 01-2», № 10; тренировки на реабилитационной интерактивной безмаркерной системе с технологией виртуальной реальности Nirvana, № 10. Группа контроля (n = 60) получала базовое лечение: специальный комплекс лечебной гимнастики, № 10; низкоинтенсивное лазерное излучение, № 10; спелеовоздействие, № 10; медицинский массаж на область грудной клетки, № 10. Перед началом и в конце курса реабилитации проводился клинический осмотр, сбор анамнеза, проведение кардиопульмонального тестирования и оценка выраженности одышки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В начале курса реабилитации у 90 % пациентов присутствовала одышка, наблюдались снижение пикового потребления кислорода и высокие значения частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического и диастолического артериального давления (АД) на пике нагрузки. Применение нового комплекса медицинской реабилитации у данных пациентов способствовало более значимому, чем при стандартном методе реабилитации, повышению кардиореспираторной выносливости, по данным кардиопульмонального тестирования: возросли максимально выполненная работа на 12,9 % и потребление кислорода первого вентилиационного порога — на 6,3 %, снизилось диастолическое АД на пике нагрузки в среднем на 7 мм рт. ст.; увеличилась доля пациентов с легкой степенью до 60 % и с отсутствием одышки до 26 %, уменьшилось число пациентов с одышкой средней степени до 13,3 %, тяжелой и очень тяжелой одышкой до 0 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Новый комплекс с применением технологий виртуальной реальности, роботизированной механотерапии с БОС и интерактивной балансотерапии может быть рекомендован в реабилитации пациентов с постковидным синдромом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: постковидный синдром, медицинская реабилитация, механотерапия, виртуальная реальность, кардиопульмональное тестирование.

Для цитирования / For citation: Ансокова М.А., Марченкова Л.А., Юрова О.В., Фесюн А.Д., Князева Т.А., Вершинин А.А. Эффект механотерапии и виртуальной реальности на показатели сердечно-сосудистой деятельности и выраженность одышки у пациентов, перенесших COVID-19: проспективное рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(2):136-145. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-136-145>. [Ansokova M.A., Marchenkova L.A., Yurova O.V., Fesyun A.D., Knyazeva T.A., Vershinin A.A. The Effect of Mechanotherapy and Virtual Reality on Cardiovascular Activity and the Severity of Shortness of Breath in Patients with Post COVID-19 Syndrome: A Prospective Randomized Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(2):136-145. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-136-145>. (In Russ.)]

*Для корреспонденции: Ансокова Марьяна Аркадьевна, E-mail: ansokovama@nmicrk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8888-6149>

Статья получена: 03.04.2023

Поступила после рецензирования: 07.04.2023

Статья принята к печати: 27.04.2023

The Effect of Mechanotherapy and Virtual Reality on Cardiovascular Activity and the Severity of Shortness of Breath in Patients with Post COVID-19 Syndrome: A Prospective Randomized Study

 Maryana A. Ansokova*,  Larisa A. Marchenkova,  Olga V. Yurova,  Anantoliy D. Fesyun,  Tatyana A. Knyazeva,  Alexey A. Vershinin

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. At present, there is an urgent need to develop modern rehabilitation programs for COVID-19 patients with long-lasting residual symptoms of the disease, primarily from the cardiopulmonary system.

AIM. To assess the impact of a comprehensive medical rehabilitation program using virtual reality technologies, robotic mechanotherapy with biofeedback and interactive balance therapy on the severity of hypoxic syndrome, shortness of breath and cardiovascular activity in patients who have undergone COVID-19 and have manifestations of post-COVID syndrome (long COVID).

MATERIAL AND METHODS. The study sample consisted of 120 patients aged 40 to 70 years who had suffered COVID-19 within 1–6 months prior to inclusion in the study and had manifestations of SPCN, who were randomized into 2 groups. In the main group (n = 60), a new complex of medical rehabilitation was prescribed against the background of basic treatment: 1) sessions on the robotic biofeedback simulator for lower limb muscle training Con-Trex, #10; 2) balance therapy (sensorimotor training) using the biofeedback simulator «Stabilan 01–2», #10; 3) training on the rehabilitation interactive markerless system with virtual reality technology Nirvana, #10. In the control group (n = 60) patients received only basic treatment: 1) a special complex of therapeutic gymnastics performed in the hall with a physical therapy instructor, № 10; 2) low-intensity laser radiation, № 10; 3) speleo-exposure, № 10; 4) medical massage on the chest area, № 10. Research methods included clinical examination, anamnesis collection and cardiopulmonary testing and assessment of dyspnea severity before the beginning of rehabilitation and immediately after its completion.

RESULTS AND DISCUSSION. In the period from 1 to 6 months after COVID-19, 90.0 % of patients had dyspnea, as well as a decrease in peak oxygen consumption and high values of heart rate (HR), systolic and diastolic blood pressure (BP) at peak exercise. The application of a new complex of medical rehabilitation in patients with post-COVID disorder syndrome contributed to a more significant, than in the standard method of rehabilitation, increase in cardiorespiratory endurance, which is manifested in the increase in the maximum work performed by 12.9 % and oxygen consumption of the first ventilation threshold by 6.3 % and in the decrease in diastolic BP at peak load by an average of 7 mm Hg. according to cardiopulmonary testing, as well as an increase in the proportion of patients with mild (up to 60.0 %) or no dyspnoea (up to 26 %) and a decrease in the number of patients with moderate dyspnoea (up to 13.3 %), severe and very severe dyspnoea (up to 0 %). Most of the authors in their studies also note a high frequency of shortness of breath, along with such manifestations of post-COVID-19 syndrome as general weakness, poor exercise tolerance.

CONCLUSION. A new comprehensive medical rehabilitation program using virtual reality technologies, robotic mechanotherapy with biofeedback and interactive balance therapy are recommended to reduce the severity of hypoxic syndrome and dyspnea and improve cardiovascular performance in patients with post-COVID syndrome.

KEYWORDS: post-COVID syndrome, rehabilitation, mechanotherapy virtual reality, cardiopulmonary testing.

For citation: Ansokova M.A., Marchenkova L.A., Yurova O.V., Fesyun A.D., Knyazeva T.A., Vershinin A.A. The Effect of Mechanotherapy and Virtual Reality on Cardiovascular Activity and the Severity of Shortness of Breath in Patients with Post COVID-19 Syndrome: A Prospective Randomized Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(2):136-145. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-136-145> (In Russ.).

***For correspondence:** Maryana A. Ansokova, E-mail: ansokovama@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8888-6149>

Received: 03.04.2023

Revised: 07.04.2023

Accepted: 27.04.2023

ВВЕДЕНИЕ

Проявления новой коронавирусной инфекции (COVID-19), которая стала ведущей глобальной проблемой во всем мире в 2020–2022 гг., могут присутствовать у пациентов в течение нескольких месяцев после фактического выздоровления. Этот симптомокомплекс остаточных нарушений COVID-19 классифицируется как постковидный синдром.

Исследование, проведенное авторами из Испании на выборке пациентов, перенесших COVID-19, показало высокую частоту остаточных явлений новой коронавирусной инфекции (около 50 %) через 10–14 недель после начала заболевания, среди которых преобладали общая слабость, утомляемость, одышка, неврологические жалобы, а также высокий уровень стресса [1]. По данным Halpin et al. (2021), наиболее частым симптомом у паци-

ентов, перенесших COVID-19, являются общая слабость, одышка, психологический стресс и снижение качества жизни [2]. Carvalho-Schneider et al. (2020) показали, что в течение двух месяцев после выздоровления две трети из 150 взрослых пациентов с легким или среднетяжелым течением COVID-19 отмечали сохраняющиеся жалобы, в основном на потерю обоняния, вкуса, одышку или общую слабость [3].

Согласно опубликованным данным, у пациентов со среднетяжелым и тяжелым течением COVID-19 после выписки из стационара могут сохраняться такие симптомы, как одышка, в том числе и при незначительной физической активности, мышечная слабость и другие нарушения [4, 5]. Кроме этого, у данных пациентов резко снижается толерантность к физической нагрузке и качество жизни в целом [4].

ЦЕЛЬ

Оценить влияние комплексной программы медицинской реабилитации с применением технологий виртуальной реальности, роботизированной механотерапии с биологической обратной связью и интерактивной балансотерапии на выраженность гипоксического синдрома, одышки и показатели сердечно-сосудистой деятельности у пациентов, перенесших COVID-19 и имеющих проявления постковидного синдрома.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России в рамках приоритетной темы НИР № НИОКРТР 121121600137–9.

Исследуемую выборку составили 120 пациентов в возрасте от 40 до 70 лет (38 мужчин и 82 женщины) в период от 1 до 6 месяцев после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 до включения в исследование, имеющие проявления постковидного синдрома.

Критерии не включения в исследование:

- отказ подписать информированное согласие на участие в научном исследовании;
- все заболевания, в том числе инфекционные, в острой стадии, хронические заболевания в стадии обострения;
- злокачественные новообразования в анамнезе;
- все заболевания, при которых больные не способны к самостоятельному передвижению и самообслуживанию и нуждаются постоянно в специальном уходе;
- острое нарушение мозгового кровообращения, острый инфаркт миокарда в течение последних 6 месяцев;
- недостаточность кровообращения, класс III–IV по NYHA, и (или) стенокардия напряжения, III–IV ФК;
- доброкачественные новообразования, нуждающиеся в уточнении диагноза и в динамическом наблюдении;
- беременность;
- лактация;
- психические заболевания с симптомами острого психического расстройства, шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства, болезнь Альцгеймера, деменция, выраженные расстройства поведения и социальной адаптации. Все формы наркомании и хронический алкоголизм;
- судорожные припадки и их эквиваленты, умственная отсталость, патологическое развитие личности с вы-

раженными расстройствами поведения и социальной адаптации;

- некомпенсированная артериальная гипертензия.

После завершения обследования 120 участников исследования были распределены методом простой рандомизации на 2 группы — основную ($n = 60$) и контрольную ($n = 60$).

В основную группу были включены 60 пациентов, которым на фоне базового лечения был назначен новый комплекс медицинской реабилитации: 1) занятия на роботизированном тренажере с биологической обратной связью для тренировки мышц нижних конечностей Con-Trex, № 10; 2) балансотерапия (сенсомоторная тренировка) с использованием тренажера с биологической обратной связью «Стабилан 01–2», № 10; 3) тренировки на реабилитационной интерактивной безмаркерной системе с технологией виртуальной реальности Nirvana, № 10.

В группу контроля были включены также 60 пациентов, получавших только базовое лечение, идентичное таковому в основной группе: 1) специальный комплекс лечебной гимнастики, выполняемой в зале с инструктором ЛФК, № 10; 2) низкоинтенсивное лазерное излучение, № 10; 3) спелеовоздействие, № 10; 4) медицинский массаж на область грудной клетки, № 10.

Методы исследования включали в себя клинический осмотр, сбор анамнеза заболевания, а также проведение кардиопульмонального тестирования и оценку выраженности одышки перед началом реабилитации и сразу после ее завершения.

Оценка степени физической выносливости проводилась с помощью спироэргометрии на диагностической системе для нагрузочного кардиопульмонального тестирования COSMED Quark CPET (Италия). Кардиопульмональное тестирование — определение параметров газообмена, объема потребляемого кислорода, выделяемого углекислого газа в единицу времени, минутной вентиляции легких и других вентиляционных параметров при постоянном мониторинге клинической реакции пациента на физическую нагрузку, гемодинамический ответ (АД) и изменения ЭКГ. По результатам нагрузочного тестирования каждому пациенту подбирался индивидуальный режим ежедневных аэробных тренировок на велотренажере. Начальная интенсивность тренинга составляла 50 % пиковой частоты сердечных сокращений (ЧСС), достигнутой при максимальном потреблении кислорода во время кардиопульмонального тестирования. Интенсивность нагрузки постепенно возрастала к 70 % пикового ЧСС к концу реабилитационной программы.

Основными исследуемыми параметрами кардиопульмонального тестирования были: максимально выполненная работа, которая измерялась в метаболических единицах (MET); пиковое потребление кислорода на высоте нагрузки — в мл/мин*кг; потребление кислорода первого вентиляционного порога (аэробный порог — начало аэробно-анаэробного перехода) — в мл/мин*кг; потребление кислорода второго вентиляционного порога (декомпенсация метаболического ацидоза — конец аэробно-анаэробного перехода) — в мл/мин*кг; артериальное давление в покое и на пике нагрузки — в мм рт. ст.; частота сердечных сокращений (ЧСС) на пике нагрузки — в числе ударов в минуту.

Для оценки выраженности и динамики одышки у пациентов использовали шкалу одышки Медицинского исследовательского совета MRS (Medical Research Council Scale), которая сопоставляет появление дыхательного дискомфорта с той степенью физической нагрузки, которую способен выполнить больной в условиях повседневной деятельности.

Статистический анализ данных проведен в программе Microsoft STATISTICA 10.0. с учетом того, что все показатели не подчинялись закону нормального распределения переменных, данные представляли в виде медианы и второго и третьего квартилей — Me [Q1; Q3]. Для сравнения независимых выборок использовали непараметрический критерий Манна — Уитни с поправкой Бонферрони, зависимых выборок — непараметрический критерий Вилкоксона. Статистическая оценка различия распределений величин проводилась с использованием критерия хи-квадрат Пирсона. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основная и контрольная группы, сформированные по результатам скрининга путем рандомизации в соотношении 1:1, статистически равнозначные по гендерному соотношению, возрасту, длительности заболевания, выраженности симптомов постковидного синдрома (табл. 1). В основную группу вошли 60 пациентов (16 мужчин и 44 женщины) в возрасте от 41 до 70 лет, средний возраст 60,5 [51,0–69,5] года, проходящие лечение с использованием нового комплекса медицинской реабилитации. Группу контроля составили 22 мужчины и 38 женщин в возрасте от 46 до 69 лет, средний возраст 58,9 [51,0–67,5] года, получающих базовое лечение, идентичное базовому лечению в основной группе.

При анализе основных клинических характеристик не было выявлено значимых различий между группами пациентов по возрасту, показателям массы тела, роста, ИМТ, длительности заболевания и госпитализации, а также степени тяжести перенесенной новой коронавирусной инфекции ($p > 0,05$). Доля пациентов, госпитализированных по поводу COVID-19, также была равнозначна. По тяжести заболевания (установленной по данным компьютерной томографии (КТ)) группы распределялись следующим образом: 9 (15 %) в основной и 7 (11,7 %) пациентов в контрольной группе перенесли COVID-19 легкой степени тяжести, $p = 0,605$; 19 (31,7 %) и 18 (30 %) соответственно — средней степени тяжести, $p = 0,846$; 18 (30 %) и 20 (33,3 %) — тяжелой степени тяжести, $p = 0,700$; 14 (23,3 %) и 15 (25 %) — очень тяжелой степени тяжести соответственно, $p = 0,835$. Пневмонию перенесли 21,7 и 18,3 % пациентов соответственно, $p = 0,657$. При анализе особенностей проявлений постковидного синдрома пациенты чаще всего отмечали общую слабость (35 % в основной группе и 31,7 % — в контрольной, $p = 0,704$) и потерю обоняния (28,3 и 26,7 % соответственно, $p = 0,842$) (табл. 1).

Как видно из табл. 2, исходно все показатели кардиопульмонального тестирования в исследуемых группах значимо не различались ($p > 0,05$) (табл. 2). Следует от-

метить, что минимально необходимые значения пикового потребления кислорода на высоте нагрузки для обеспечения активной повседневной жизни составляют в среднем от 15 до 18 мл/мин*кг кислорода [6]. В связи с этим можно заключить, что в обеих группах пациентов, перенесших COVID-19, медиана пикового потребления кислорода на высоте нагрузки была ниже оптимальной — 14,9 мл/мин*кг кислорода в основной группе и 14,7 мл/мин*кг кислорода — в контрольной ($p = 0,809$). Также у пациентов обеих групп перед началом реабилитации наблюдались достаточно высокие значения ЧСС на пике физической нагрузки, систолического АД в покое и на пике нагрузки, диастолического АД в покое и на пике нагрузки, что говорит о значительном снижении общей выносливости. Показатели максимально выполненной физической работы составили 5,4 [4,17; 6,97] MET и 4,8 [3,9; 5,07] MET в основной и контрольной группе соответственно ($p = 0,120$) (табл. 2). Следует отметить, что выявленные изменения данного показателя у пациентов, перенесших COVID-19, сходны с таковыми в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта [7].

Исследование кардиореспираторных показателей в основной и контрольной группах в динамике показало, что после завершения реабилитации достоверно значимое ($p < 0,05$) увеличение пикового потребления кислорода на высоте нагрузки максимальной выполненной работы и потребления кислорода первого вентиляционного порога наблюдалось в обеих группах, однако значения последних двух показателей в основной группе были значимо выше, чем в контрольной группе. Так, максимально выполненная работа в основной группе возросла в динамике на 12,9 %, $p = 0,001$ против 3,03 % в контрольной, $p = 0,042$, и на 12-й день после начала лечения была на 25,3 % выше, чем в контроле, $p = 0,006$. Динамика потребления кислорода первого вентиляционного порога составила соответственно +6,3 %, $p = 0,022$ и +5,0 %, $p = 0,049$, $p = 0,016$ через 12 дней (табл. 2).

Существенная динамика показателей диастолического АД наблюдалась только в основной группе: снижение в покое в среднем на 5 мм рт. ст., $p = 0,044$, на пике нагрузки — в среднем на 7 мм рт. ст., $p = 0,003$. После завершения реабилитации в основной группе медиана диастолического АД была ниже, чем в контроле, как в покое, $p = 0,01$, так и на пике нагрузки, $p = 0,037$. Достоверно значимой динамики ЧСС и систолического АД в покое и на пике нагрузки выявлено не было, однако уровень систолического АД в покое в основной группе после завершения реабилитации был в среднем на 3 мм рт. ст. ниже, чем в контроле, $p = 0,02$ (табл. 2).

Исходная оценка показателей одышки по шкале MRS показала, что в период от 1 до 6 месяцев после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 одышка присутствует у 90,0 % (108/120) пациентов, причем в большинстве случаев — 55,8 % (67/120) — она имеет среднюю степень тяжести (рис. 1).

Полученные нами данные о частоте одышки превышают данные, представленные в зарубежных работах. Хотя общая слабость, плохая переносимость физических

Таблица 1. Исходные клинико-возрастные характеристики исследуемых групп
Table 1. Initial clinical and age characteristics of the studied groups

Параметры / Parameters		Основная группа / Main group, n = 60	Контрольная группа / Control group, n = 60	p
Мужчины / женщины / Male / female, n (%)		16 / 44 (26,7 / 73,3)	22 / 38 (36,7 / 63,3)	0,248
Возраст, лет / Age, years Me [Q1;Q3], min-max		60,5 [51,0–69,5] (41,0–70,0)	58,9 [51,0–67,5] (46,0–69,0)	0,089
Вес, кг / Weight, kg Me [Q1; Q3] (min-max)		84,3 [72,0–95,0] (51,0–128,0)	78,8; [67,5–91,5] (54,0–120,0)	0,077
Рост, см / Height, cm Me [Q1; Q3] (min-max)		167,4 [162,0–172,0] (152,0–194,0)	168,5 [160,0–175,0] (149,0–202,0)	0,067
Индекс массы тела, кг/м ² / Body Mass index, kg/m ² Me [Q1; Q3] (min-max)		30,0 [25,5–34,9] (18,8–51,2)	27,4 [23,1–31,5] (19,2–46,5)	0,065
Распределение пациентов по тяжести заболевания по КТ / Distribution of patients according to the severity of the disease by computed tomography, n (%)	легкая / easy	9 / 60 (15 %)	7 / 60 (11,7 %)	0,605
	средняя / average	19 / 60 (31,7 %)	18 / 60 (30 %)	0,846
	тяжелая / heavy	18 / 60 (30 %)	20 / 60 (33,3 %)	0,700
	очень тяжелая / very heavy	14 / 60 (23,3 %)	15 / 60 (25 %)	0,835
Длительность заболевания, дни / Duration of the disease, days Me [Q1; Q3] (min-max)		14,5 [11,0–16,5]; (10–24)	12,1 [10,0–14,0] (8–19)	0,068
Доля пациентов, госпитализированных по поводу COVID-19 / The proportion of patients hospitalized for COVID-19, n (%)		16 / 60 (26,7 %)	15 / 60 (25,0 %)	0,838
Длительность госпитализации, дни / Duration of hospitalization, days Me [Q1; Q3] (min-max)		1,0 [0–5,5] (0–117,0)	1,0 [0–6,0] (0–19,0)	0,094
Основные проявления постковидного синдрома / The main manifestations of post-COVID syndrome, n (%)	бессимптомно / asymptomatic	6 / 60 (10 %)	4 / 60 (6,7 %)	0,533
	потеря обоняния / loss of sense of smell	17 / 60 (28,3 %)	16 / 60 (26,7 %)	0,842
	лихорадка / fever	4 / 60 (6,7 %)	5 / 60 (8,3 %)	0,745
	пневмония / pneumonia	11 / 60 (18,3 %)	11 / 60 (18,3 %)	1,0
	общая слабость / general weakness	21 / 60 (35,0 %)	19 / 60 (31,7 %)	0,704
	другие проявления / other manifestations	1 / 60 (1,7 %)	2 / 60 (3,3 %)	0,622

нагрузок и одышка, по мнению большинства авторов, являются самыми распространенными проявлениями постковидного синдрома [8], тем не менее частота одышки специалистами оценивается на уровне 29,0–43,4 % [9,10], снижение жизненной емкости легких — на уровне 25–50 % [11–14]. Очевидно, столь высокая частота присутствия одышки у пациентов в нашем исследовании обусловлена тяжестью перенесенной новой коронавирусной инфекции большинством из них: 55,8 % (67/120) наших пациентов перенесли COVID-19 в тяже-

лой или очень тяжелой форме, по данным КТ, 30,8 % (37/120) — в среднетяжелой форме (табл. 1).

Как видно из табл. 3, до начала реабилитации соотношение пациентов с различной степенью тяжести одышки в группах достоверно значимо не различалась. Так, в основной группе на тяжелую и очень тяжелую одышку равнозначно указали по 8,3 % пациентов, тогда как в контрольной группе очень тяжелую одышку отмечали 6,7 % (p = 0,745 в сравнении с основной группой), тяжелую — 15,0 % (p = 0,394). На одышку средней степени тяжести

Таблица 2. Динамика показателей сердечно-сосудистой деятельности, по данным кардиопульмонального тестирования
Table 2. Dynamics of indicators of cardiovascular activity according to cardiopulmonary testing

Параметры / Parameters	Основная группа / Main group, n = 60		Контрольная группа / Control group, n = 60		Достоверность отличий между группами / reliability of differences between groups	
	Исходно / Initially	После реабилитации / After rehabilitation	Исходно / Initially	После реабилитации / After rehabilitation	p	p повт. / again
Максимальная выполненная работа (MET) / Maximum work performed (MET)	5,4 [4,17; 6,97]	6,2 [5,1; 7,2]	4,8 [3,9; 5,075]	4,95 [4; 5,675]	0,001	0,006
Пиковое потребление кислорода на высоте нагрузки, мл/мин*кг / Peak oxygen consumption at load height, ml/min*kg	14,9 [13,2; 18,8]	16,55 [13,9; 19,98]	14,7 [11,1; 23,35]	15,9 [11,125; 24,925]	0,000	0,700
ЧСС на пике физической нагрузки, уд/мин / Heart rate at the peak of physical activity, beats/min	128 [120; 142,75]	121 [117,7; 141,7]	128 [124,25; 140,75]	130 [122; 143,75]	0,318	0,284
Потребление кислорода первого вентиляционного порога (начало аэробно-анаэробного перехода), мл/мин*кг / Oxygen consumption of the first ventilation threshold (beginning of aerobic-anaerobic transition), ml/min*kg	12,0 [9,75; 13,8]	12,8 [10,8; 14,4]	11,5 [9,825; 12,7]	12,1 [10,04; 13,5]	0,022	0,016
Систолическое АД в покое, мм рт. ст. / Systolic blood pressure at rest, mmHg	133 [115; 133]	125 [120; 134]	135 [116; 144]	130 [120; 130]	0,588	0,02
Диастолическое АД в покое, мм рт. ст. / Diastolic blood pressure at rest, mmHg	90 [90; 100]	85 [85; 95]	90 [90; 90]	90 [90; 95]	0,044	0,01
Систолическое АД на пике нагрузки, мм рт. ст. / Systolic blood pressure at peak load, mmHg	180 [170; 187,5]	172,5 [170; 19]	180 [170; 190]	180 [177; 189,7]	0,951	0,160
Диастолическое АД на пике нагрузки, мм рт. ст. / Diastolic blood pressure at peak load, mmHg	95 [86; 99]	88 [78; 91]	99 [95; 102]	94 [89; 97]	0,003	0,037

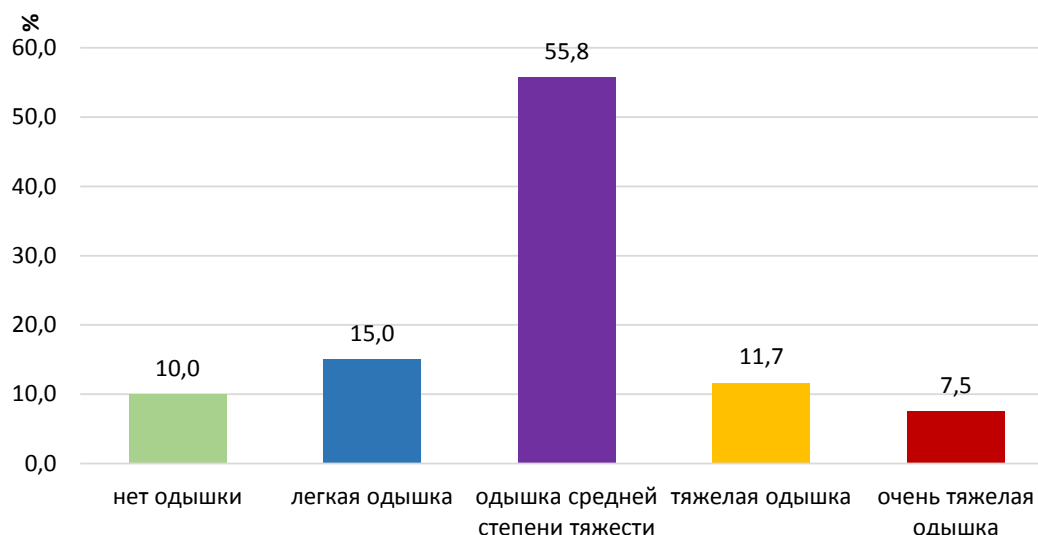


Рис. 1. Распространенность одышки различной степени тяжести в сроки от 1 до 6 месяцев после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19

Fig. 1. Prevalence of dyspnea of varying severity in the period from 1 to 6 months after new coronavirus infection COVID-19

указали 61,7 % пациентов в основной группе и 50 % — в контрольной ($p = 0,206$), на легкую степень — 13,3 % и 16,7 % пациентов соответственно ($p = 0,621$). Проявлений одышки не отмечали только 8,3 % и 11,7 % пациентов в основной и контрольной группах ($p = 0,562$) (табл. 3).

В динамике после завершения курса реабилитации отмечалось улучшение показателей одышки по шкале MRS в обеих группах. Так, у пациентов основной группы после проведения реабилитационной программы от-

сутствовала одышка тяжелой и очень тяжелой степени (0 % в каждом случае, $p = 0,029$, по сравнению с исходным уровнем для каждой степени тяжести), а доля лиц с одышкой средней степени одышки снизилась (с 61,7 % до 13,3 %, $p < 0,001$). При этом значительно увеличилась доля пациентов, у которых одышка отсутствует (с 8,3 % до 26,7 %, $p = 0,009$) или присутствует в легкой степени (с 13,3 % до 60,0 %, $p < 0,001$) (табл. 3).

В контрольной группе, в отличие от основной, после завершения реабилитации доли пациентов с одышкой

Таблица 3. Динамика тяжести одышки у пациентов

Table 3. Dynamics of the severity of dyspnea in patients

		Основная группа / Main group, n = 60			Контрольная группа / Control group, n = 60			Достоверность отличий между группами / Reliability of differences between groups	
Степень / Degree	Тяжесть / Severity	Исходно / Initially, n (%)	Повторно / Again, n (%)	p	Исходно n (%)	Повторно / Again, n (%)	p	p исход. / p initially	p повт. / p again
0	Нет / No	5 / 60 (8,3)	16 / 60 (26,7)	0,009	7/60 (11,7)	20/60 (33,3)	0,005	0,562	0,550
1	Легкая / Easy	8 / 60 (13,3)	36 / 60 (60,0)	0,000	10 / 60 (16,7)	15/60 (25,0)	0,369	0,621	0,000
2	Средняя / Average	37 / 60 (61,7)	8 / 60 (13,3)	0,000	30/60 (50,0)	20/60 (33,3)	0,095	0,206	0,017
3	Тяжелая / Heavy	5 / 60 (8,3)	0 / 60 (0,0)	0,029	9/60 (15,0)	5/60 (8,3)	0,274	0,394	0,029
4	Очень тяжелая / Very heavy	5 / 60 (8,3)	0 / 60 (0,0)	0,029	4/60 (6,7)	0/60 (0,0)	0,059	0,745	1,0

Примечание: значения частот приведены в виде n/n (%), анализ различий в группах произведен по формуле хи-квадрат Пирсона.

Note: the frequency values are given in the form of n/n (%), the analysis of differences in the groups is carried out according to the formula Pearson square.

различной степени тяжести существенно не изменились: частота одышки очень тяжелой степени тяжести при повторном обследовании составила 0 % ($p = 0,059$ по сравнению с частотой до лечения), тяжелой степени — 8,3 % ($p = 0,274$), средней степени — 33,3 % ($p = 0,095$), легкой степени — 25,0 % ($p = 0,369$). В контрольной группе достоверно значимо изменилось (увеличилось) только число пациентов, у которых симптомы одышки отсутствуют (с 11,7 % до 33,3 %, $p = 0,005$). Следует отметить, что после завершения курса реабилитации в основной группе, по сравнению с контрольной, была выше доля пациентов с легкой степенью одышки (60,0 % против 25,0 % соответственно, $p = 0,0003$) и ниже — доля пациентов со средней степенью одышки (13,3 % против 33,3 % соответственно, $p = 0,017$) и тяжелой одышкой (0 % против 8,3 %, соответственно, $p = 0,029$) (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в период от 1 до 6 месяцев после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 у 90,0 % пациентов присутствует одышка, а также наблюдается снижение пикового потребления кислорода, высокие значения ЧСС, систолического и диастолического АД на пике нагрузки, что свидетель-

ствует о значительном снижении общей выносливости. Применение нового комплекса медицинской реабилитации с включением технологий механотерапии и виртуальной реальности у пациентов с постковидным синдромом способствует более значимому, чем при стандартном методе реабилитации, повышению кардиореспираторной выносливости, что проявляется в возрастании максимально выполненной работы на 12,9 % и потребления кислорода первого вентиляционного порога на 6,3 % и в снижении диастолического АД на пике нагрузки в среднем на 7 мм рт. ст., по данным кардиопульмонального тестирования, а также в увеличении доли пациентов с легкой степенью (до 60,0 %) или отсутствием одышки (до 26 %) и в уменьшении числа пациентов с одышкой средней степени (до 13,3 %), тяжелой и очень тяжелой одышкой (до 0 %). Следовательно, новая комплексная программа медицинской реабилитации с применением технологий виртуальной реальности, роботизированной механотерапии с биологической обратной связью и интерактивной балансотерапии может быть рекомендована для снижения выраженности гипоксического синдрома и одышки и улучшения показателей сердечно-сосудистой деятельности у пациентов, перенесших COVID-19 и имеющих проявления постковидного синдрома.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Ансокова Марьяна Аркадьевна, младший научный сотрудник отдела соматической реабилитации репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: ansokovama@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8888-6149>

Марченкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, заведующая отделом соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, главный научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: marchenkovala@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Юрова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по образовательной и научной деятельности, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: yurovaov@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>

Фесюн Анатолий Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры организации здравоохранения и санаторно-курортного дела, и.о. директора, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: fesyunad@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

Князева Татьяна Александровна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: knyazevata@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3384-5205>

Вершинин Алексей Анатольевич, врач кардиолог, врач функциональной диагностики, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: vershininaa@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5734-9903>

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: Ансокова М.А. — набор исследуемого материала, статистическая обработка и анализ данных, обзор и анализ публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; формулирование выводов; Марченкова Л.А. — значимое участие в разработке концепции и дизайна исследования, проверка критически важного содержания статьи, научная редакция текста рукописи, формулирование выводов; Фесюн А.Д., Юрова О.В. — значимое участие в разработке концепции и дизайна исследования, финальное утверждение рукописи для публикации; Князева Т.А. — анализ полученных данных, редактирование текста; Вершинин А.А. — проведение кардиопульмонального тестирования, интерпретация полученных результатов.

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Конфликт интересов. Фесюн А.Д., Марченкова Л.А., Ансокова М.А., Вершинин А.А. являются соавторами (правообладателями) патента на изобретение 2782499 С1, 28.10.2022 (заявка № 2022121831 от 11.08.2022), при разработке которого использованы результаты исследования. Фесюн А.Д. — и.о. директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии», президент Национальной ассоциации экспертов по санаторно-курортному лечению,

главный редактор журнала «Вестник восстановительной медицины». Юрова О.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответ-

ствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Проведение исследования одобрено решением локального этического комитета ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (протокол № 10, 28.11.2022).

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

ADDITIONAL INFORMATION

Maryana A. Ansokova, Junior Researcher of the Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology. E-mail: ansokovama@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8888-6149>

Larisa A. Marchenkova, Dr.Sci (Med.), Head of Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health department, Chief Researcher, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: marchenkovala@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Olga V. Yurova, Dr.Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Science and Professional Education, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: yurovaov@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>

Anatoliy D. Fesyun, Dr.Sci. (Med.), Professor of Department of Healthcare Planning and Health Resort Management, Acting Director, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: fesyunad@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

Tatyana A. Knyazeva, Dr.Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: knyazevata@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3384-5205>

Alexey A. Vershinin, Cardiologist, Doctor of Functional Diagnostics, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: vershininaa@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5734-9903>

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: Ansokova M.A. — a set of research material, statistical processing and data analysis, review and analysis of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript; formulation of conclusions; Marchenkova L.A. — significant participation in the development of the concept and design of the study, verification of the critical content of the article, scientific revision of the text of the manuscript, formulation of conclusions; Fesyun A.D., Yurova O.V. — significant participation in the development of the concept and design of the study, the final approval of the manuscript for publication; Knyazeva T.A. — analysis of the received data, text editing; Vershinin A.A. — cardiopulmonary testing, interpretation of the results obtained.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. Fesyun A.D., Marchenkova L.A., Noskova M.A., Vershinin A.A. are authors (copyright holders) of the patent for the invention 2782499 C1, 10/28/2022. (Application No. 2022121831 dated 08/11/2022), in the development of which the results of the study were used. Fesyun A.D. — Acting Director of the National Medical Research Centre for Rehabilitation and Balneology, President of the National Association of Experts in Spa Treatment, Editor-in-Chief of the Bulletin of Rehabilitation Medicine. O.V. Yurova — Deputy Editor-in-Chief of the Bulletin of Rehabilitation Medicine. Other authors declare that there is no conflict of interest related to the research and 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 2013 Declaration of Helsinki. The study was approved by the Local Ethics Committee of National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology (Protocol No. 10, 11.28.2022).

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

Список литературы / References

1. Moreno-Pérez O., Merino E., Leon-Ramírez J.M., Andres M., Ramos J.M., Arenas-Jiménez J., Asensio S., Sanchez R., Ruiz-Torregrosa P., Galan I., Scholz A., Amo A., González-de-la-Aleja P., Boix V., Gil J. COVID19-ALC research group. Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: A Mediterranean cohort study. *Journal of Infection*. 2021; 82(3): 378–383. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.01.004>.
2. Halpin S.J., McIvor C., Whyatt G., Adams A., Harvey O., McLean L., Walshaw C., Kemp S., Corrado J., Singh R., Collins T., O'Connor R.J., Sivan M. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: A cross-sectional evaluation. *Journal of Medical Virology*. 2021; 93(2): 1013–1022. <https://doi.org/10.1002/jmv.26368>.
3. Carvalho-Schneider C., Laurent E., Lemaignan A., Beaufrils E., Bourbao-Tournois C., Laribi S., Flament T., Ferreira-Maldent N., Bruyère F., Stefik K., Gaudy-Graffin C., Grammatico-Guillon L., Bernard L. Follow-up of adults with noncritical COVID-19 two months after symptom onset. *Clinical Microbiology and Infection*. 2021; 27(2): 258–263. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.09.052>.
4. Wang D., Hu B., Hu C., Zhu F., Liu X., Zhang J. et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus — infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020; (323): 1061–1069. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>.
5. Анварбекова Ы.А., Узакон О.Ж. Эффективность реабилитации больных COVID-19 с использованием методов традиционной китайской медицины. *Медицина Кыргызстана*. 2020; (4): 25–8. [Anvarbekovna Y.A., Uzakov O.J. Effectiveness of rehabilitation of COVID-19 patients using methods of traditional Chinese medicine. *Medicine of Kyrgyzstan*. 2020; (4): 25–8 (In Russ.).]
6. Billinger S.A., Arena R., Bernhardt J., Eng J.J., Franklin B.A., Johnson C.M. et al. (2014) Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors: A Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2014; (45): 2532–2553. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000022>.

7. Vershinin A.A., Belyaeva I.A., Martynov M.Yu., Pekhova Y.G., Rachin A.P., Fesyun A.D., Gusev E.I. New Assessment of Overall Tolerance in the Rehabilitation of Patients in the Early Recovery Period of Ischemic Stroke. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(3): 81–95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-3-81-95>.
8. Guedj E., Campion J.Y., Dudouet P. et al. 18F-FDG brain PET hypometabolism in patients with long COVID. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2021; (48): 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00259-021-05215-4>.
9. Carfi A., Bernabei R., Landi F. et al. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA*. 2020; (324): 603–5. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12603>.
10. Tenforde M.W., Kim S.S., Lindsell C.J. et al. Symptom duration and risk factors for delayed return to usual health among outpatients with COVID-19 in a multistate health care systems network: United States, March — June 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*. 2020; (69): 993–8. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6930e1>.
11. Flora Cornish, Elisabeth A. Stelson. Concerns regarding a suggested long COVID paradigm. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2023; 11(4): e34. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(23\)00095-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(23)00095-4).
12. Venturelli S., Benatti S.V., Casati M. et al. Surviving COVID-19 in Bergamo province: a post-acute outpatient re-evaluation. *Epidemiology & Infection*. 2021; (149): e32. <https://doi.org/10.1017/s0950268821000145>.
13. Wong M.C., Huang J., Wong Y.Y., Wong G.L. et al. Epidemiology, Symptomatology, and Risk Factors for Long COVID Symptoms: Population-Based, Multicenter Study. *JMIR Public Health and Surveillance*. 2023; (9): e42315. <https://doi.org/10.2196/42315>.
14. Zhao Hong-Mei, Xie Yu-Xiao, Wang Chen. Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with COVID-19. *Chinese Medical Journal*. 2020; 133(13): 1595–1602. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000000848>.

