

Оценка эффективности медицинской реабилитации пациентов, перенесших COVID-19, на основе изучения функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем

О.В.Каменская¹, И.Ю.Логинова¹ ✉, А.С.Клиноква¹, А.М.Чернявский¹, Т.А.Берген¹, А.Р.Таркова¹,
О.В.Гришин², М.И.Воевода², В.В.Ломиворотов¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации: 630055, Россия, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»: 630117, Россия, Новосибирск, ул. Тимакова, 2

Резюме

Целью исследования являлась оценка эффективности медицинской реабилитации (МР) пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19), на основе изучения функциональных возможностей (ФВ) сердечно-сосудистой системы (ССС) и системы внешнего дыхания (СВД). **Материалы и методы.** В исследование были включены пациенты ($n = 70$), перенесшие пневмонию, обусловленную COVID-19, и выполнившие программу МР с сентября по декабрь 2020 г. До включения в программу МР у всех пациентов проводились легочные функциональные тесты (ЛФТ), включая оценку диффузионной способности легких (ДСЛ), кардиопульмональное нагрузочное тестирование, мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) органов грудной клетки, эхокардиографию, оценку качества жизни (КЖ) по данным вопросника SF-36 и выраженности одышки в соответствии со шкалой выраженности одышки (*Modified Medical Research Council* – mMRC). Оценка эффективности МР проводилась по динамике показателей ЛФТ, толерантности к физической нагрузке (ТФН) и уровню КЖ. **Результаты.** При включении в исследование у 46 % пациентов сохранялись участки поражения легочной ткани по данным МСКТ, что сопровождалось снижением ДСЛ (67 (55–79) %_{долж.}), одышкой 1,6 (1,0–3,0) балла по шкале mMRC; показатели ТФН и КЖ при этом составляли средние значения. При комплексной сердечно-легочной (КСЛ) МР в течение 12–14 дней в условиях специализированного стационара значительно улучшились параметры легочной вентиляции и газообмена, пикового потребления кислорода и резервные возможности кардиореспираторной системы. Факторами, лимитирующими улучшение легочного газообмена, явились старший возраст пациентов и повышенное давление в системе легочной артерии. Отмечено положительное влияние реабилитации как на физический, так и на психоэмоциональный компоненты КЖ. **Заключение.** Показаны безопасность и высокая эффективность КСЛ МР с оценкой динамики параметров кислородного метаболизма и ФВ СССР и дыхательной системы у пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19; новая коронавирусная инфекция; медицинская реабилитация.

Конфликт интересов. Конфликт интересов авторами не заявлен.

Финансирование. Работа выполнена в рамках внутреннего клинического исследования Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Этическая экспертиза. Протокол исследования (№ 691-ки от 25.08.20) одобрен Локальным этическим комитетом Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Добровольное информированное согласие подписано всеми участниками перед включением в исследование.

Ограничения исследования. Ограничениями исследования являются относительно малое число наблюдений и, соответственно, отсутствие рандомизации. Предполагается, что дальнейший набор пациентов и изучение данного вопроса позволит авторам провести более тщательный анализ клинико-функциональных и социальных факторов, влияющих на эффективность медицинской реабилитации пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам отделений реабилитации Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации и Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины».

Для цитирования: Каменская О.В., Логинова И.Ю., Клиноква А.С., Чернявский А.М., Берген Т.А., Таркова А.Р., Гришин О.В., Воевода М.И., Ломиворотов В.В. Оценка эффективности медицинской реабилитации пациентов, перенесших COVID-19, на основе изучения функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем. *Пульмонология*. 2021; 31 (6): 710–717. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-710-717

Assessment of the effectiveness of medical rehabilitation after COVID-19 based on the functional capacity of the cardiovascular and respiratory systems

Oksana V. Kamenskaya¹, Irina Yu. Loginova¹ ✉, Asya S. Klinkova¹, Alexander M. Chernyavsky¹,
Tatiana A. Bergen¹, Alexandra R. Tarkova¹, Oleg V. Grishin², Michail I. Voevoda², Vladimir V. Lomivorotov¹

- ¹ Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Ministry of Health of the Russian Federation: ul. Rechkunovskaya 15, Novosibirsk, 630055, Russia
- ² Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine”: ul. Timakova 2, Novosibirsk, 630117, Russia

Abstract

Aim. To assess the effectiveness of medical rehabilitation after pneumonia associated with the novel coronavirus infection (COVID-19), based on the study of functional capacity of the cardiovascular system and the external respiratory system. **Methods.** The study included 70 patients who had COVID-19 pneumonia and underwent a medical rehabilitation program from September to December 2020. Before being included in the rehabilitation program, all patients underwent pulmonary function tests (PFT), including an assessment of the lungs diffusion capacity, cardiopulmonary exercise testing, multispiral computed tomography (MSCT) of the chest, echocardiography, an evaluation of the quality of life according to the SF-36 questionnaire and the severity of shortness of breath on the mMRC scale. The effectiveness of rehabilitation was evaluated against the changes in PFT parameters, exercise tolerance, and quality of life. **Results.** At the enrollment, 46% of patients retained lung tissue lesions shown by MSCT and accompanied by a decrease in the lung diffusion capacity (67 (55 – 79%) of predicted value), dyspnea of 1.6 (1.0 – 3.0) points according to mMRC scale, moderate level of exercise tolerance and quality of life. Complex cardiopulmonary rehabilitation for 12 – 14 days in a specialized hospital led to a significant improvement in the parameters of pulmonary gas exchange and ventilation, peak oxygen consumption, and an increase in the reserve capacity of the cardiorespiratory system. The factors limiting the improvement of pulmonary gas exchange were the older age of the patients and the increased pressure in the pulmonary artery system. The positive influence of rehabilitation on both the physical and psycho-emotional components of the quality of life was noted. **Conclusion.** Complex cardiopulmonary rehabilitation with the assessment of changes in the oxygen metabolism parameters and functional capacity of the cardiovascular and respiratory systems has shown to be safe and highly effective in the studied group of patients who have had COVID-19 pneumonia.

Key words: COVID-19; new coronavirus infection; medical rehabilitation.

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

Funding. The work was carried out as part of an internal clinical study of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin under the Ministry of Health of the Russian Federation.

Ethical review. The research protocol was approved by the Local Ethics Committee of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin under the Ministry of Health of the Russian Federation (protocol No.691-ki dated 25.08.20). All participants signed voluntary informed consent prior to enrollment in the study.

Limitations of the study. The limitations of the study include the relatively small number of observations and, accordingly, the lack of randomization. It is assumed that further recruitment of patients and the study of this issue will allow the authors to conduct a more thorough analysis of the clinical, functional, and social factors that affect the effectiveness of medical rehabilitation after COVID-19 pneumonia.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the staff of the rehabilitation departments of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin under the Ministry of Health of the Russian Federation and the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine”.

For citation: Kamenskaya O.V., Loginova I.Yu., Klinkova A.S., Chernyavsky A.M., Bergen T.A., Tarkova A.R., Grishin O.V., Voevoda M.I., Lomivorotov V.V. Assessment of the effectiveness of medical rehabilitation after COVID-19 based on the functional capacity of the cardiovascular and respiratory systems. *Pul'monologiya*. 2021; 31 (6): 710–717 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-710-717

Пандемия новой коронавирусной инфекции, вызванной коронавирусом 2-го типа (*Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus-2 – SARS-CoV-2*), при которой развивается острый респираторный синдром, поставила множество задач перед современной системой здравоохранения [1–3]. В 2020 г. в Российской Федерации зарегистрированы > 4 млн случаев COVID-19, из них > 100 тыс. – летальных [2]. Наиболее распространенным клиническим проявлением COVID-19 является двусторонняя пневмония с тяжелой альтерацией ткани легких в виде диффузного альвеолярного повреждения с микроангиопатией [3–5]. Кроме поражения дыхательной системы, описано повреждающее действие COVID-19 на сердечно-сосудистую, центральную и периферическую нервную системы, желудочно-кишечный тракт, почки и т. д. [6, 7]. После выписки из стационара у выживших пациентов длительно сохраняются нарушения функции внешнего дыхания, независимо от исходной тяжести состояния, имеются данные о длительной сохраняющейся легочной гипоперфузии и развитии отсроченных тромбоэмболических осложнениях [5–9].

Постинфекционное повреждение тканей и органов пациентов, перенесших COVID-19, приводит к формированию значимой медико-социальной проблемы – снижению физической работоспособности и трудоспособности значительной части населения,

что свидетельствует о необходимости своевременной и эффективной медицинской реабилитации (МР).

В настоящее время достоверная профессиональная информация о МР после COVID-19 ограничена ввиду новизны и уникальности явления пандемии. По мнению специалистов, шаблонное применение общепринятых методов МР после перенесенных респираторных заболеваний при COVID-19 может быть небезопасным или неэффективным [3].

Целью исследования явилась оценка эффективности комплексной сердечно-легочной (КСЛ) МР пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19, на основе изучения функциональных возможностей (ФВ) сердечно-сосудистой системы (ССС) и СВД.

Материал и методы

В исследовании приняли участие пациенты ($n = 70$), перенесшие пневмонию, обусловленную COVID-19, и направленные на 2-й этап МР в специализированные стационары и отделения реабилитации с сентября по декабрь 2020 г.

Критериями включения в исследование являлись перенесенная пневмония, вызванная COVID-19, завершение периода постинфекционной изоляции, возраст старше 18 лет. Критерии исключения – острые

или хронические заболевания в стадии обострения, опорно-двигательные и психические нарушения, препятствующие проведению нагрузочного тестирования. Исследование проведено в соответствии с принципами надлежащей клинической практики (*Good Clinical Practice*) и одобрено Локальным этическим комитетом (Протокол № 691-ки от 25.08.20). Перед включением в исследование всеми участниками подписано добровольное информированное согласие.

При включении в исследование до проведения реабилитационных мероприятий у всех пациентов проводился комплекс диагностических процедур – легочные функциональные тесты (ЛФТ), спирография и оценка диффузионной способности легких (ДСЛ), кардиопульмональное нагрузочное тестирование (КПНТ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) органов грудной клетки, эхокардиография (ЭхоКГ), пульсоксиметрия, оценка качества жизни (КЖ) по данным вопросника SF-36, оценка по шкале выраженности одышки (*Modified Medical Research Council* – mMRC).

Программа КСЛ МР продолжительностью 12–14 дней проводилась в условиях стационарных отделений реабилитации квалифицированным персоналом в соответствии с действующими рекомендациями [3]. В программу МР были включены индивидуальные и групповые аэробные тренировки на открытом воздухе и / или в помещении, респираторная терапия, психологическая поддержка, консультирование по вопросам питания и сопутствующей патологии. Выбор интенсивности / начального уровня и частоты процедур были адаптированы в соответствии с индивидуальными физиологическими параметрами кислородного метаболизма и ФВ ССС и системы внешнего дыхания (СВД) пациента, полученными при включении в исследование.

Программа аэробных нагрузок состояла преимущественно из контролируемой ходьбы или занятий на велоэргометре с мониторингом жизненно важных параметров и включала 5–7 тренировок в неделю. Темп ходьбы рассчитывался, исходя из индивидуальных результатов КПНТ по формуле, приведенной в работе [10]. Критериями прекращения или снижения интенсивности нагрузки являлись достижение 40–50 % субмаксимальной частоты сердечных сокращений, снижение артериальной сатурации < 90 %, субъективные жалобы, оцениваемые по модифицированной 10-балльной шкале *Borg* CR10 > 3 балла на начальном этапе МР и 4–6 балла – на завершающем.

Респираторная МР заключалась в обучении пациентов методам дыхательной гимнастики, проведении комплекса контролируемого диафрагмального дыхания, динамических дыхательных упражнений и тренировки инспираторных мышц. По показаниям применялись ингаляционная терапия и методики постурального дренажа. Мероприятия проводились ежедневно (1–2 раза в сутки), длительность выполнения комплекса составляла 5–10 мин на начальном этапе МР с увеличением до 30–40 мин.

Психологические мероприятия включали информационно-разъяснительную работу, когнитивно-

поведенческие и телесно-ориентированные и дыхательные техники, обучение пациентов методикам аутотренинга.

Оценка эффективности МР осуществлялась непосредственно перед выпиской из стационара, у всех пациентов повторно проводились ЛФТ, КПНТ, оценка КЖ и выраженности одышки. Повторно МСКТ и ЭхоКГ не проводились.

ЛФТ проводились на оборудовании *MasterScreen Pneumo* (*Jaeger*, Германия) по стандартным методикам. Для оценки ДСЛ применялся метод «однократного вдоха». КПНТ проводилось с использованием велоэргометра и газоанализатора *Oxycon Pro* (*Jaeger*, Германия) с параллельной регистрацией электрокардиограммы, мониторингом артериального давления и сатурации. В протокол КПНТ были включены этапы регистрации изучаемых параметров в покое, разогрева (3 мин вращения педалей при минимальной нагрузке), период непрерывно возрастающей нагрузки, период восстановления. Исходный уровень нагрузки выбирался индивидуально, в зависимости от возраста, пола и антропометрических параметров пациента. Критерий прекращения этапа нагрузки – неспособность пациента поддерживать заданную скорость после наступления анаэробного порога, несмотря на мотивацию, либо появление неблагоприятных событий (критерии раннего прекращения теста) [11].

Статистический анализ полученных результатов проведен с использованием пакета статистических программ *Statistica* 6.1. Количественные переменные представлены как медиана и межквартильный интервал (медиана (*Me*) – Q_{25} – Q_{75}). Качественные признаки приведены как абсолютное значение и доля от общего числа наблюдений (n (%)). Зависимости между непрерывными количественными переменными исследовались с применением корреляция Спирмена, результаты представлены как коэффициент корреляции (r). Для сравнения величин до и после процедур МР применялись критерий Уилкоксона или точный критерий Фишера. Во всех случаях статистическая значимость устанавливалась при вероятности ошибки 1-го типа < 5 %.

Результаты

Исходная характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в табл. 1.

Все пациенты изучаемой группы перенесли двустороннюю полисегментарную пневмонию, ассоциированную с COVID-19. Клиническая картина заболевания характеризовалась лихорадкой ≥ 3 суток, общей слабостью, одышкой. В связи с нарастанием одышки (частота дыхательных движений > 25 в минуту), снижением артериальной сатурации до 80–90 % и / или снижением артериального давления все пациенты были госпитализированы в стационар. В схему лечения COVID-19 были включены противовирусные, антикоагуляционные, муколитические и жаропонижающие препараты. В связи с высоким риском микст-инфекции применялась эмпирическая антибактери-

Таблица 1
Исходная характеристика пациентов, включенных в исследование (Me (Q₂₅–Q₇₅); n (%))Table 1
Baseline characteristics of the enrolled patients (Me (Q₂₅–Q₇₅); n (%))

Параметр	Значение для пациентов исследуемой группы (n = 70)
Возраст, годы	51 (41–58)
Мужской пол	36 (51,4)
Индекс массы тела, кг / м ²	27 (24–31)
Курящие (в т. ч. прекратившие < 1 года назад)	14 (20,0)
Госпитализация с пневмонией, ассоциированной с COVID-19	
Двусторонняя пневмония	70 (100)
Длительность госпитализации, сутки	18 (14–25)
Длительность пребывания в ОРИТ, сутки	5 (1–7)
Потребность в неинвазивной вентиляции легких	3 (4,3)
Сопутствующая патология	
Ишемическая болезнь сердца	3 (4,3)
Гипертоническая болезнь	10 (14,3)
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе	1 (1,4)
Сахарный диабет 2-го типа	6 (8,6)
Нарушения ритма сердца	1 (1,4)
Хроническая обструктивная болезнь легких	5 (7,1)
Хроническая болезнь почек > С2 по критериям KDIGO-2012	4 (5,7)
Предшествующие хирургические вмешательства	14 (20,0)

Примечание: МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) – Инициатива по улучшению глобальных исходов заболеваний почек.

альная терапия. В 12 (17 %) случаях в связи с тяжестью состояния потребовался перевод в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), из них в 3 случаях применялась неинвазивная вентиляция легких. После получения двукратного отрицательного результата теста на наличие SARS-CoV-2, выполненного методом полимеразной цепной реакции, и купирования симптомов инфекционного заболевания пациенты были выписаны из стационара и направлены для получения МР.

Период от выписки из стационара до включения в данное исследование в среднем составил 26 (12–42) суток. Результаты комплексной оценки состояния сердечно-сосудистой и респираторной систем до и после программы МР представлены в табл. 2.

При включении пациентов в программу МР обращало на себя внимание то, что у 46 % обследованных сохранялись участки поражения легочной ткани по данным МСКТ, сопровождавшиеся нарушениями функции дыхания. Наблюдалось значительное снижение ДСЛ, обструктивный ($n = 3$) и смешанный ($n = 10$) паттерн дыхания.

Исходно низкая ДСЛ ассоциирована с более длительным пребыванием в ОРИТ во время госпитализации при COVID-19 ($r = -0,49$; $p < 0,05$), объемом поражения легочной ткани по данным МСКТ ($r = -0,60$; $p < 0,05$), артериальной сатурацией ($r = 0,68$; $p < 0,05$) и другими параметрами ЛФТ.

Толерантность к физической нагрузке (ТФН) в общей группе пациентов соответствовала среднему уровню. Пиковое потребление кислорода (ППК)

в общей группе составило 16 (13–20) мл / мин / кг, уровень < 14 мл / мин / кг зарегистрирован у 8 (11 %) пациентов. При включении пациентов в программу МР показана достоверная взаимосвязь уровня ППК с сократительной способностью миокарда левого желудочка ($r = 0,63$; $p < 0,05$) и ДСЛ ($r = 0,56$; $p < 0,05$). Наиболее частыми причинами, при которых лимитируется физическая работоспособность, явились выраженная одышка, гипертоническая реакция на нагрузку, нарушения ритма сердца, которые купировались самостоятельно в восстановительном периоде.

По данным ЭхоКГ значимого снижения сократительной способности миокарда, анатомических нарушений камер и клапанного аппарата сердца не зарегистрировано.

При выполнении программы МР 1 пациент выбыл из исследования. Неблагоприятных явлений во время процедур и при наблюдении пациентов не зарегистрировано.

Несмотря на сравнительно короткий период МР (12–14 дней), зарегистрированы положительные изменения как в субъективных ощущениях пациентов, так и параметров легочной вентиляции и газообмена, ТФН (см. табл. 2). Наиболее значимо МР оказала влияние на динамику ДСЛ, ППК и выраженности одышки.

Увеличение показателя ДСЛ зарегистрировано у 37 (54 %) пациентов и в среднем по группе составило 7 (0,5–20,0) %, прирост ППК зарегистрирован у 44 (64 %) больных и в среднем по группе составил 9 (1,4–15,7) %. При анализе факторов, оказываю-

Таблица 2
Результаты комплексной оценки состояния сердечно-сосудистой и респираторной систем пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19, до и после медицинской реабилитации (Me (Q₂₅–Q₇₅))

Table 2
The results of a comprehensive assessment of the cardiovascular and respiratory systems in patients with COVID-19 pneumonia before and after the medical rehabilitation program (Me (Q₂₅–Q₇₅))

Параметр	Включение в исследование	Окончание программы МР	p
	n = 70	n = 69	
Жизненная емкость легких, % _{доп.}	96 (84–109)	100 (89–111)	0,087
Форсированная жизненная емкость легких, % _{доп.}	95 (84–101)	99 (91–108)	0,135
Объем форсированного выдоха за 1-ю секунду, % _{доп.}	98 (86–101)	105 (90–107)	0,064
Общая емкость легких, % _{доп.}	86 (77–93)	88 (81–102)	0,164
Диффузионная способность легких, % _{доп.}	67 (55–79)	74 (64–85)	0,034
Пороговая мощность нагрузки, Вт	112 (80–125)	120 (100–150)	0,105
Достижение анаэробного порога, n (%)	64 (91,4)	69 (100)	0,355
Пиковое потребление кислорода, мл / мин / кг	16 (13–20)	18 (16–21)	0,031
Градиент V _E / V _{CO2}	30,5 (28,0–38,1)	29,6 (27,3–32,5)	0,057
Дыхательный коэффициент	1,08 (1,05–1,11)	1,08 (1,05–1,14)	0,451
Артериальная сатурация в покое, %	96 (95–98)	97 (96–98)	0,327
Объем поражения легочной ткани по данным МСКТ, %	39 (25–50)	–	–
Фракция выброса левого желудочка, %	62 (60–67)	–	–
Фракционное изменение площади правого желудочка, %	49 (41–54)	–	–
Среднее давление в легочной артерии, мм рт. ст.	21 (17–23)	–	–
Оценка по mMRC, баллы	1,6 (1,0–3,0)	1,1 (0,0–2,0)	0,021

Примечание: МР – медицинская реабилитация; V_E / V_{CO2} – соотношение показателей минутного объема дыхания и продукции углекислого газа; МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография; mMRC (Modified Medical Research Council Dyspnea Scale) – шкала оценки одышки с помощью модифицированного вопросника Британского медицинского исследовательского совета.

Таблица 3
Социальный статус и качество жизни пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19, до и после медицинской реабилитации (Me (Q₂₅–Q₇₅))

Table 3
Social status and quality of life of patients with COVID-19 pneumonia before and after the medical rehabilitation program (Me (Q₂₅–Q₇₅))

Параметр	Включение в исследование	Окончание программы МР
	n = 70	n = 69
Социальный статус, n (%)		
Работающие:	38 (54)	69 (100)
• с сохранением прежних условий труда	31 (44)	60 (87)
Временно нетрудоспособные	32 (46)	0
Неработающие	0	0
Компонент КЖ (вопросник SF-36), баллы:		
• физический	48 (40–55)	54 (50–63)
• психоэмоциональный	51 (44–58)	54 (51–63)

Примечание: МР – медицинская реабилитация; КЖ – качество жизни.

щих влияние на динамику ДСЛ и ППК, значимая ассоциация продемонстрирована следующими факторами. Выявлена взаимосвязь возраста ($r = -0,50$; $p < 0,05$) и уровня среднего давления в легочной артерии ($r = -0,69$; $p < 0,05$) с динамикой ДСЛ, тогда как на динамику ППК ни один из анализируемых факторов влияния не оказал, что, вероятно, требует дальнейшего изучения.

При оценке социального статуса и КЖ до и после МР показано (табл. 3), что до госпитализации

в инфекционный стационар все пациенты являлись работоспособными. После выписки из стационара у 46 % из них сохранялась нетрудоспособность. После окончания программы МР все пациенты вернулись к трудовой деятельности, в 87 % случаев – к прежним условиям труда, в 13 % – к условиям с меньшей физической нагрузкой либо к менее квалифицированному труду. МР оказала благоприятное влияние как на физический, так и психоэмоциональный компонент КЖ ($p = 0,002$ и $p = 0,011$ соответственно).

Обсуждение

Рост количества пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19, диктует необходимость своевременного проведения у них МР [3, 12]. Полученные в данном исследовании результаты свидетельствуют о том, что стационарная КСЛ МР может безопасно и эффективно применяться в когорте лиц, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19, при условии тщательного анализа ФВ ССС и СВД пациентов до включения в программу МР.

Известно, что пациенты, перенесшие пневмонию, обусловленную COVID-19, после выписки из стационара и возвращения к обычной жизнедеятельности сталкиваются с нарушениями функции внешнего дыхания, ограничениями физической работоспособности, социального и психоэмоционального функционирования [13]. Так, практически у 50 % наблюдаемых при включении в исследование сохранялись участки поражения легочной ткани по данным МСКТ, что сопровождалось соответствующими нарушениями газообменной функции легких, а также жалобами и снижением уровня КЖ.

При проведении своевременных реабилитационных мероприятий может значительно улучшиться прогноз [14, 15]. Программы МР для пациентов респираторного и сердечно-сосудистого профилей состоят из серии научно обоснованных и клинически эффективных процедур восстановления здоровья [3, 10, 16, 17]. Особое внимание при этом уделяется индивидуальным схемам повышения аэробной выносливости, основанным на предреабилитационных физиологических параметрах [13]. Целесообразность физического аспекта МР основана на доказательной базе многочисленных исследований и отражена в рекомендациях мировых профессиональных сообществ [16, 17].

Особенностью проведенного исследования явилась комплексная оценка ФВ ССС и дыхательной систем пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19, до и после МР. Выявлено, что у большинства пациентов после МР отмечено улучшение газообменной функции легких, что привело к уменьшению выраженности одышки. Следует отметить, что факторами, лимитирующими улучшение ДСЛ, явились более старший возраст пациентов и повышенное давление в системе легочной артерии, вероятно, обусловленное сопутствующей патологией. Повышение аэробной выносливости организма, безусловно, является одним из важнейших эффектов МР, при этом продемонстрировано улучшение ТФН, значимое повышение ППК, повышение резервных возможностей кардиореспираторной системы в ответ на 12–14-дневный комплекс реабилитационных мероприятий.

Заключение

Таким образом, проведение программы КСЛ МР в условиях специализированного стационара оказало благоприятное влияние на выраженность одышки, динамику показателей ЛФТ и ТФН, социальное функционирование и, соответственно, КЖ пациентов.

Благодаря полученным данным объективно оценена эффективность реабилитационных мероприятий и создана фундаментальная основа для дальнейшего изучения.

Показана безопасность и высокая эффективность КСЛ МР с оценкой динамики параметров кислородного метаболизма и ФВ ССС и СВД в изучаемой группе пациентов, перенесших пневмонию, обусловленную COVID-19.

Список сокращений

ДСЛ – диффузионная способность легких
 КЖ – качество жизни
 КПНТ – кардиопульмональное нагрузочное тестирование
 КСЛ МР – комплексная сердечно-легочная медицинская реабилитация
 ЛФТ – легочные функциональные тесты
 МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
 ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии
 ППК – пиковое потребление кислорода
 СВД – система внешнего дыхания
 ССС – сердечно-сосудистая система
 ТФН – толерантность к физической нагрузке
 ФВ – функциональные возможности
 ЭхоКГ – эхокардиография
 KDIGO (*Kidney Disease: Improving Global Outcomes*) – Инициатива по улучшению глобальных исходов заболеваний почек
 V_E / V_{CO_2} – соотношение показателей минутного объема дыхания и продукции углекислого газа.

Литература

1. Авдеев С.Н., Царева Н.А., Мерзоева З.М. и др. Практические рекомендации по кислородотерапии и респираторной поддержке пациентов с COVID-19 на дореанимационном этапе. *Пульмонология*. 2020; 30 (2): 151–163. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163.
2. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19): Situation Report – 189. Available at: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200727-covid-19-sitrep-189.pdf?sfvrsn=b93a6913_2 [Accessed: July 27, 2020].
3. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации: Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 10 (08.02.2021). Доступно на: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/054/588/original/Временные_МР_COVID-19_%28v.10%29-08.02.2021_%281%29.pdf [Дата обращения: 02.04.2021].
4. Levy J., Léotard A., Lawrence C. et al. A model for a ventilator-weaning and early rehabilitation unit to deal with post-ICU impairments following severe COVID-19. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* 2020; 63 (4): 376–378. DOI: 10.1016/j.rehab.2020.04.002.
5. Yang X., Yu Y., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir. Med.* 2020; 8 (5): 475–481. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5.
6. Carfi A., Bernabei R., Landi F. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA*. 2020; 324 (6): 603–605. DOI: 10.1001/jama.2020.12603.
7. Guo T., Fan Y., Chen M. et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19).

- JAMA Cardiol.* 2020; 5 (7): 811–818. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.1017.
8. Mo X., Jian W., Su Z. et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur. Respir. J.* 2020; 55 (6): 2001217. DOI: 10.1183/13993003.01217-2020.
 9. Patelli G., Paganoni S., Besana F. et al. Preliminary detection of lung hypoperfusion in discharged COVID-19 patients during recovery. *Eur. J. Radiol.* 2020; 129: 109121. DOI: 10.1016/j.ejrad.2020.109121.
 10. Бубнова М.Г., Аронов Д.М., Бойцов С.А. Методические рекомендации: Обеспечение физической активности граждан, имеющих ограничения в состоянии здоровья. *КардиоСоматика.* 2016; 7 (1): 5–50. DOI: 10.26442/cs45189.
 11. Guazzi M., Arena R., Halle M. et al. 2016 Focused Update: Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation.* 2016; 133 (24): e694–711. DOI: 10.1161/cir.0000000000000406.
 12. Stein J., Visco C.J., Barbuto S. Rehabilitation medicine response to the COVID-19 pandemic. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2020; 99 (7): 573–579. DOI: 10.1097/phm.0000000000001470.
 13. Yan H., Ouyang Y., Wang L. et al. Effect of respiratory rehabilitation training on elderly patients with COVID-19: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine.* 2020; 99 (37): e22109. DOI: 10.1097/md.00000000000022109.
 14. Rooney S., Webster A., Paul L. Systematic review of changes and recovery in physical function and fitness after severe acute respiratory syndrome-related coronavirus infection: implications for COVID-19 rehabilitation. *Phys. Ther.* 2020; 100 (10): 1717–1729. DOI: 10.1093/ptj/pzaa129.
 15. Hermann M., Pekacka-Egli A.M., Witassek F. et al. Feasibility and efficacy of cardiopulmonary rehabilitation after COVID-19. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2020; 99 (10): 865–869. DOI: 10.1097/phm.0000000000001549.
 16. Кардиоваскулярная профилактика 2017: Российские национальные рекомендации. *Российский кардиологический журнал.* 2018; (6): 7–122. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122.
 17. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P. et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2013; 128 (8): 873–934. DOI: 10.1161/cir.0b013e31829b5b44.
- Поступила: 07.06.21**
Принята к печати: 14.10.21
- ## References
1. Avdeev S.N., Tsareva N.A., Merzhoeva Z.M. et al. [Practical guidance for oxygen treatment and respiratory support of patients with COVID-19 infection before admission to intensive care unit]. *Pul'monologiya.* 2020; 30 (2): 151–163. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163 (in Russian).
 2. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19): Situation Report – 189. Available at: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200727-covid-19-sitrep-189.pdf?sfvrsn=b93a6913_2 [Accessed: July 27, 2020].
 3. Ministry of Health of the Russian Federation. [The Temporary Guidelines: Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 10 (02.08.2021)]. Available at: <https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/054/588/>
 4. Levy J., Léotard A., Lawrence C. et al. A model for a ventilator-weaning and early rehabilitation unit to deal with post-ICU impairments following severe COVID-19. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* 2020; 63 (4): 376–378. DOI: 10.1016/j.rehab.2020.04.002.
 5. Yang X., Yu Y., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir. Med.* 2020; 8 (5): 475–481. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5.
 6. Carfi A., Bernabei R., Landi F. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA.* 2020; 324 (6): 603–605. DOI: 10.1001/jama.2020.12603.
 7. Guo T., Fan Y., Chen M. et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol.* 2020; 5 (7): 811–818. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.1017.
 8. Mo X., Jian W., Su Z. et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur. Respir. J.* 2020; 55 (6): 2001217. DOI: 10.1183/13993003.01217-2020.
 9. Patelli G., Paganoni S., Besana F. et al. Preliminary detection of lung hypoperfusion in discharged COVID-19 patients during recovery. *Eur. J. Radiol.* 2020; 129: 109121. DOI: 10.1016/j.ejrad.2020.109121.
 10. Бубнова М.Г., Аронов Д.М., Бойцов С.А. [Methodic recommendations: Maintaining physical activity of those with limitations in health]. *КардиоСоматика.* 2016; 7 (1): 5–50. DOI: 10.26442/cs45189 (in Russian).
 11. Guazzi M., Arena R., Halle M. et al. 2016 Focused Update: Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation.* 2016; 133 (24): e694–711. DOI: 10.1161/cir.0000000000000406.
 12. Stein J., Visco C.J., Barbuto S. Rehabilitation medicine response to the COVID-19 pandemic. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2020; 99 (7): 573–579. DOI: 10.1097/phm.0000000000001470.
 13. Yan H., Ouyang Y., Wang L. et al. Effect of respiratory rehabilitation training on elderly patients with COVID-19: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine.* 2020; 99 (37): e22109. DOI: 10.1097/md.00000000000022109.
 14. Rooney S., Webster A., Paul L. Systematic review of changes and recovery in physical function and fitness after severe acute respiratory syndrome-related coronavirus infection: implications for COVID-19 rehabilitation. *Phys. Ther.* 2020; 100 (10): 1717–1729. DOI: 10.1093/ptj/pzaa129.
 15. Hermann M., Pekacka-Egli A.M., Witassek F. et al. Feasibility and efficacy of cardiopulmonary rehabilitation after COVID-19. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2020; 99 (10): 865–869. DOI: 10.1097/phm.0000000000001549.
 16. [Cardiovascular prevention 2017: National guidelines]. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal.* 2018; (6): 7–122. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122 (in Russian).
 17. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P. et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2013; 128 (8): 873–934. DOI: 10.1161/cir.0b013e31829b5b44.

Received: June 07, 2021

Accepted for publication: October 14, 2021

Информация об авторах / Author Information

Каменская Оксана Васильевна – д. м. н., заведующая лабораторией клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-66; e-mail: o_kamenskaya@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8488-0858>)

Oksana V. Kamenskaya, Doctor of Medicine, Head of Laboratory of clinical physiology, Department of Anesthesiology and Intensive Care, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-66; e-mail: o_kamenskaya@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8488-0858>)

Логинова Ирина Юрьевна – к. б. н., старший научный сотрудник лаборатории клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-66; e-mail: i_loginova@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3219-0107>)

Irina Yu. Loginova, Candidate of Biology, Senior Researcher, Laboratory of clinical physiology, Department of Anesthesiology and Intensive Care, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-66; e-mail: i_loginova@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3219-0107>)

Клиноква Ася Станиславовна — к. м. н., научный сотрудник лаборатории клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-66; e-mail: a_klinkova@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2845-930X>)

Asya S. Klinkova, Candidate of Medicine, Researcher, Laboratory of clinical physiology, Department of Anesthesiology and Intensive Care, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-66; e-mail: a_klinkova@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2845-930X>)

Чернявский Александр Михайлович — д. м. н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-40; e-mail: a_cherniavsky@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>)

Alexander M. Chernyavsky, Doctor of Medicine, Professor, Director, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-40; e-mail: a_cherniavsky@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>)

Берген Татьяна Андреевна — к. м. н., заведующая отделом лучевой и инструментальной диагностики Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-66; e-mail: bergen_t@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1530-1327>)

Tatiana A. Bergen, Candidate of Medicine, Head of the Department of radiation and instrumental diagnostics, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-66; e-mail: bergen_t@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1530-1327>)

Таркова Александра Романовна — к. м. н., научный сотрудник отдела лучевой и инструментальной диагностики Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства

здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-66; e-mail: a_tarkova@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4291-6047>)

Alexandra R. Tarkova, Candidate of Medicine, Researcher of the Department of radiation and instrumental diagnostics, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-66; e-mail: a_tarkova@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4291-6047>)

Гришин Олег Витальевич — д. м. н., главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»; тел.: (913) 018-78-84; e-mail: ovgrishin@frcfm.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5348-6927>)

Oleg V. Grishin, Doctor of Medicine, Leading Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine"; tel.: (913) 018-78-84; e-mail: ovgrishin@frcfm.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5348-6927>)

Воевода Михаил Иванович — д. м. н., профессор, академик Российской академии наук, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»; тел.: (383) 335-97-74; e-mail: director@frcfm.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9425-413X>)

Michail I. Voevoda, Doctor of Medicine, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Director, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine"; tel.: (383) 335-97-74; e-mail: director@frcfm.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9425-413X>)

Ломиворотов Владимир Владимирович — д. м. н., профессор, член-корр. Российской академии наук, руководитель научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н.Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (383) 347-60-66; e-mail: vv_lomivorotov@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8591-6461>)

Vladimir V. Lomivorotov, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center named after Academician E.N.Meshalkin, Healthcare Ministry of Russian Federation; tel.: (383) 347-60-66; e-mail: vv_lomivorotov@meshalkin.ru (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8591-6461>)

Участие авторов

Каменская О.В. — концепция и дизайн исследования

Логинова И.Ю. — обработка материала, написание текста

Клиноква А.С. — сбор материала, статистическая обработка результатов

Чернявский А.М. — рецензирование статьи, утверждение окончательного варианта рукописи

Берген Т.А. — сбор и обработка материала

Таркова А.Р. — сбор и обработка материала

Гришин О.В. — сбор и обработка материала, рецензирование статьи

Воевода М.И. — рецензирование статьи, утверждение окончательного варианта рукописи

Ломиворотов В.В. — концепция и дизайн исследования, рецензирование статьи

Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации, несут ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors Contribution

Kamenskaya O.V. — research concept and design

Loginova I.Yu. — material processing, text writing

Klinkova A.S. — collection of the material, statistical processing of the results

Chernyavsky A.M. — reviewing the article, approving the final version of the manuscript

Bergen T.A. — collection and processing of the material

Tarkova A.R. — collection and processing of the material

Grishin O.V. — collection and processing of the material, reviewing the article

Voevoda M.I. — review of the article, approval of the final version of the manuscript

Lomivorotov V.V. — research concept and design, article review

All authors made a significant contribution to the search and analytical work and the preparation of the article, read and approved the final version before publication, and accepted responsibility for the integrity of all parts of the article.