



## Опыт применения физических факторов в реабилитации пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19

Кульчицкая Д.Б.<sup>1</sup>, Фесюн А.Д.<sup>1</sup>, Самойлов А.С.<sup>2</sup>, Колбахова С.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup>Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

### Резюме

На сегодняшний день серьезной проблемой здравоохранения во всем мире стало новое коронавирусное заболевание, вызванное вирусом SARS-CoV-2 (также известным как COVID-19). К сожалению, до настоящего времени не существует конкретных лекарств для лечения этой инфекции. Известно, что COVID-19 вызывается бетакоронавирусом SARS-CoV-2, который поражает преимущественно клетки дыхательной и пищеварительной систем. Имеются научные данные об эффективности ряда физиотерапевтических методов при новой коронавирусной инфекции, что обосновывает их включение в комплексную реабилитацию на стационарном этапе.

**Цель.** Научное обоснование применения физических факторов в реабилитационных программах пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19.

**Материал и методы.** Были обследованы 60 пациентов (40 женщин и 20 мужчин), перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19. Время от начала заболевания составляло в среднем 2 месяца. В исследовании приняли участие пациенты с пневмонией — легкой и среднетяжелой степени. Пациенты были случайным образом распределены на 2 группы. Первая группа (30 человек) получала: низкоинтенсивную магнитотерапию на область грудной клетки, инфракрасную лазеротерапию на область корней легких, массаж грудной клетки, лечебную гимнастику и курс гипербарической оксигенации. Вторая группа (30 человек) получала: высокоинтенсивную магнитную стимуляцию дыхательной мускулатуры, инфракрасную лазеротерапию на область корней легких, массаж грудной клетки, лечебную гимнастику и курс гипербарической оксигенации.

**Результаты.** В результате проведенных реабилитационных программ наблюдалось улучшение самочувствия пациентов в обеих группах. Установлено уменьшение одышки, повышение физической активности, уменьшение и исчезновение болевых ощущений в области грудной клетки. Это подтверждалось значительной достоверной динамикой теста 6-минутной ходьбы и показателями лазерной доплеровской флоуметрии и спирометрии. Выявлена положительная динамика в параметре С — реактивного белка и тенденция к улучшению параметра Д — димера. Более значимыми были изменения в изучаемых параметрах у больных второй группы.

**Заключение.** Таким образом, анализируя полученные результаты, можно утверждать, что разработанные комплексные программы лечения пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19, приводят к клиническому улучшению у данной категории больных. Однако более существенные изменения изучаемых параметров отмечены в группе обследуемых, получавших комплексную программу, включавшую высокоинтенсивное электромагнитное поле.

**Ключевые слова:** пневмония COVID-19, лазерная терапия, магнитная терапия, гипербарическая оксигенация

**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:** Кульчицкая Д. Б., Фесюн А. Д., Самойлов А. С., Колбахова С. Н. Опыт применения физических факторов в реабилитации пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19. *Вестник восстановительной медицины*. 2022; 21 (1):17-23. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-17-23>

**Для корреспонденции:** Кульчицкая Детелина Борисова, e-mail: [deti\\_ku@mail.ru](mailto:deti_ku@mail.ru)

Поступила в редакцию: 02.12.2021

Поступила после рецензирования: 07.02.2022

Принята к печати: 13.02.2022

## Experience in the Use of Physical Factors in the Rehabilitation of Patients after Pneumonia Associated with COVID-19

Detelina B. Kulchitskaya<sup>1</sup>, Anatoliy D. Fesyun<sup>1</sup>, Alexander S. Samoylov<sup>2</sup>,  
Svetlana N. Kolbakhova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>A.I. Burnazyan State Scientific Center of the Russian Federation — Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

### Abstract

To date, a new coronavirus disease caused by the SARS-CoV-2 virus (also known as COVID-19) has become a serious public health problem worldwide. Unfortunately, there are no specific drugs for the treatment of this infection until now. It is known that COVID-19 is caused by the SARS-CoV-2 betacoronavirus, which mainly affects the cells of the respiratory and digestive systems. There are scientific data on the effectiveness of a number of physiotherapy methods for a new coronavirus infection, which justifies their inclusion in the complex rehabilitation within the in-patient stage.

**Aim.** This work aimed at the scientific justification of the physical factors use in the rehabilitation programs of patients after pneumonia associated with COVID-19.

**Material and methods.** 60 patients (40 women and 20 men) who had suffered from COVID-19 pneumonia were examined. The time from the onset of the disease was on average 2 months. The study involved patients with mild and moderate pneumonia. The patients were randomly divided into 2 groups. The first group (30 patients) received low-intensity magnetic therapy for the chest area, infrared laser therapy for the lung roots, chest massage, therapeutic gymnastics and a course of hyperbaric oxygenation. The second group (30 patients) received high-intensity magnetic stimulation of the respiratory muscles, infrared laser therapy on the lung roots, chest massage, therapeutic gymnastics and a course of hyperbaric oxygenation.

**Results.** As a result of the conducted rehabilitation programs, there was an improvement in the well-being of patients in both groups. There was a decrease in shortness of breath, an increase in physical activity, a decrease and disappearance of pain in the chest area. This was confirmed by a significant reliable dynamics of the 6-minute walk test and the laser Doppler flowmetry parameters and spirometry. Positive dynamics in the C — reactive protein parameter and a tendency to improve the D — dimer parameter were revealed. The changes in the studied parameters were more significant in patients of the second group.

**Conclusion.** Thus, analyzing the results obtained, it can be argued that the developed comprehensive treatment programs for patients who have suffered pneumonia associated with COVID-19 lead to clinical improvement in this category of patients. However, more significant changes in the studied parameters were noted in the group of patients that received a comprehensive program that included a high-intensity electromagnetic field.

**Keywords:** COVID-19 pneumonia, laser therapy, magnetic therapy, hyperbaric oxygenation

**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:** Kulchitskaya D. B., Fesyun A. D., Samoylov A. S., Kolbakhova S. N. Experience in the Use of Physical Factors in the Rehabilitation of Patients after Pneumonia Associated with COVID-19. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (1):17-23. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-17-23>

**For correspondence:** Detelina B. Kulchitskaya, e-mail: deti\_ku@mail.ru

**Received:** Dec 02, 2021

**Revised:** Feb 12, 2022

**Accepted:** Feb 12, 2022

### Введение

На сегодняшний день серьезной проблемой здравоохранения во всем мире стало новое коронавирусное заболевание, вызванное вирусом SARS-CoV-2 (также известным как COVID-19) [1–3]. К сожалению, до настоящего времени не существует конкретных лекарств для лечения этой инфекции. Атипичная пневмония распространилась по всему миру. Известно, что COVID-19 вызывается бетакоронавирусом SARS-CoV-2, который поражает преимущественно клетки дыхательной и пищеварительной систем [4]. Наиболее частым является поражение легочной ткани, которое приводит к развитию тяжелых осложнений, в том числе острого респираторного дистресс-синдрома. Существуют публикации, в которых авторы

отмечают, что у 36% пациентов, перенесших SARS пневмонию, осложненную острым респираторным дистресс синдромом, даже спустя 6 месяцев наблюдалось снижение легочных объемов [5].

По данным других исследований, у всех пациентов, перенесших COVID-19, спустя 6 месяцев установлено снижение толерантности к физической нагрузке во всех возрастных группах, ниже возрастных норм (тест 6-минутной ходьбы) [6]. Следует подчеркнуть, что у значительной части пациентов, перенесших пневмонию, было выявлено снижение силы дыхательной мускулатуры, отмечалось выраженное ограничение физической активности, снижение работоспособности и качества жизни. Все вышеизложенное предполагает необходимость ранней медицинской реабили-

тации данной категории пациентов. На сегодняшний день существует не так много исследований по изучению эффективности медицинской реабилитации пациентов, конкретно перенесших COVID-19, однако современная медицина располагает богатым опытом в реабилитации и санаторно-курортном лечении пациентов с заболеваниями органов дыхания. Общеизвестно, что методы физиотерапии обладают широкими лечебно-реабилитационными возможностями. Доказано их противовоспалительное, десенсибилизирующее, трофико-регенераторное действие. Природные и преформированные физические факторы улучшают процессы микроциркуляции и оксигенации, способствуют активации важнейших адаптивных систем организма, оказывают иммунокорректирующее действие [7]. На сегодняшний день имеются научные данные об эффективности ряда физиотерапевтических методов при новой коронавирусной инфекции, что обосновывает их включение в комплексную реабилитацию на стационарном этапе [8–12].

Целью нашей работы явилось научное обоснование применения физических факторов в реабилитационных программах пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19.

#### Материал и методы

Были обследованы 60 пациентов (40 женщин и 20 мужчин), перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19. Время от начала заболевания составляло в среднем 2 месяца. Средний возраст женщин — 56 лет, мужчин — 53 года. В исследовании приняли участие пациенты с пневмонией: легкой степени (КТ-1 от 0 до 25%) — 14 человек и среднетяжелой степени (КТ-2 от 25 до 50%) — 46 человек. По шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ) средняя оценка составляла  $-3,01 \pm 0,3$  балла.

Всем пациентам до и после курса лечения проводили тест 6-минутной ходьбы, общий и биохимический анализ крови, включая высокочувствительный С-реактивный белок и Д-димер, электрокардиографию, пульсоксиметрию, изучали состояние микроциркуляции легких. Использовали шкалу реабилитационной маршрутизации (ШРМ) и опросник по симптомам внебольничной пневмонии CAPSQ. Спирометрию осуществляли с помощью «Спиротест УСПЦ — 1», который позволяет определять такие параметры как форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) и объем форсированного выдоха за 1-ю секунду выдоха (ОФВ1).

**Критерии включения:** наличие SARS-CoV-2, подтвержденное лабораторными исследованиями; возраст 45–60 лет; наличие полисегментарной пневмонии (легкой и среднетяжелой степени), подтвержденной при компьютерной томографии.

**Критерии исключения:** тяжелая степень пневмонии, повышение температуры тела больше 38 °С; отрицательная динамика данных маркеров воспаления; отрицательная динамика электрокардиограммы.

**Критерии невключения:** отсутствие реабилитационного потенциала; оценка по ШРМ 4 и 5 баллов, по тесту с 6-минутной ходьбой 150–300 м.

Пациенты были случайным образом распределены на 2 группы. *Первая группа* — контрольная (30 человек). Пациенты данной группы получали низкоинтенсивную магнитотерапию на область грудной клетки, инфракрасную лазеротерапию на область корней легких, массаж грудной клетки, лечебную гимнастику и курс гипербарической оксигенации ГБО в режиме изопрессии. *Вторая* — основная группа (30 человек).

Больные данной группы получали высокоинтенсивную магнитную стимуляцию дыхательной мускулатуры, инфракрасную лазеротерапию на область корней легких, массаж грудной клетки, лечебную гимнастику и курс ГБО в режиме изопрессии.

Низкоинтенсивную магнитотерапию применяли на область проекции корней легких (на уровне 4–7 грудных позвонков). Использовали два цилиндрических индуктора с магнитной индукцией 35 мТл. Применяли пульсирующее магнитное поле, непрерывный или прерывистый режимы работы, продолжительность воздействия составляла по 10–12 мин на каждое из 2 полей, на курс 10 ежедневных процедур.

Лазерную терапию проводили с помощью матричного излучателя, используя инфракрасное излучение в импульсном режиме. Методика контактная, стабильная, ИМ 20 Вт, ЧСИ 80 Гц. Воздействие осуществлялось на область паравертебральных зон — по три (справа и слева) на уровне Th 4–Th 8 и область надплечий (поля Кренига). Время экспозиции на одно поле — 64–128 секунд (при общей продолжительности процедуры не более 10 мин.). Поля чередуют по дням, на курс лечения 10 ежедневных процедур.

Высокоинтенсивная магнитная стимуляция дыхательной мускулатуры проводилась на область проекции корней легких (на уровне 4–7 грудных позвонков), последовательно справа и слева. Магнитная индукция 200 мТл, модуляция частоты 15 Гц–75 Гц–2 Гц. Воздействовали по 8 мин. на каждое из 2 полей. Общее время воздействия составляло 16 мин. На курс 10 ежедневных процедур.

Курс гипербарической оксигенации состоял из 10 ежедневных процедур продолжительностью около 60 мин. Параметры избыточного давления от 1,2 до 1,4 АТА. Массаж грудной клетки проводили ежедневно на курс 10 ежедневных процедур.

Лечебная гимнастика включала общеразвивающие упражнения умеренной интенсивности и специальные дыхательные упражнения, направленные на развитие равномерного, ритмичного дыхания с тренировкой углубленного вдоха и удлиненного выдоха, диафрагмального дыхания, укрепление дыхательной мускулатуры (путем создания сопротивления дыханию при вдохе и выдохе с помощью дыхательных тренажеров) и увеличение экскурсии и жизненной емкости легких. Занятия проводились индивидуальным методом ежедневно курсом из 10 процедур.

Оценку состояния микроциркуляции (МЦ) легких осуществляли с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) от аппарата «ЛАКК-1» (НПП «Лазма», Россия). Исследования проводили на коже проекции корней легких в горизонтальном положении после предварительной адаптации к температуре в помещении 20–22 °С. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием методов вариационной статистики на основании компьютерной программы STATISTICA 6.0, достоверность различий определяли с помощью критерия Стьюдента. Все пациенты в изучаемых группах по возрасту, сопутствующим заболеваниям, тяжести перенесенной пневмонии были статистически однородны.

#### Результаты

До курса лечения большинство пациентов предъявляли жалобы на одышку, плохой сон, на болевые ощущения в области грудной клетки, усталость. Результаты теста 6 минутной ходьбы показали, что у 94% пациентов пройденное расстояние составляло  $315 \pm 27$  метров.

C — реактивный белок в среднем по группам был в пределах  $15,1 \pm 0,7$  мг/л. D- димер у 27% пациентов был повышен до  $745,1 \pm 0,7$  мкг/л. При поступлении сатурация была от 90 до 99% (в среднем 96%).

По данным лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) установлен спастический — застойный тип микроциркуляции. Выявлена выраженная эндотелиальная дисфункция, застойные явления в капиллярных и веноулярных звеньях микроциркуляторного русла, повышенный миогенный и нейрогенный тонус артериол.

В результате проведенных реабилитационных программ наблюдалось улучшение самочувствия пациентов в обеих группах. Используя опросник по симптомам внебольничной пневмонии CAPSQ, установлено уменьшение одышки у пациентов первой группы с  $4,2 \pm 0,8$  до  $0,9 \pm 0,1$  балла ( $p < 0,001$ ), а у обследуемых второй группы — с  $4,2 \pm 0,7$  до  $0,7 \pm 0,1$  балла ( $p < 0,001$ ). Выявлено снижение болевых ощущений в области грудной клетки с  $3,9 \pm 0,4$  до  $1,2 \pm 0,1$  балла ( $p < 0,001$ ) и с  $3,9 \pm 0,3$  до  $1,0 \pm 0,1$  балла ( $p < 0,001$ ) соответственно по группам. Аналогичные достоверные изменения наблюдались и с такими жалобами, как усталость ( $p < 0,001$ ) и плохой сон ( $p < 0,001$ ). После комплексного лечения установлена значительная достоверная динамика теста 6-минутной ходьбы, который изменился с  $315 \pm 27$  метров до  $487 \pm 24$  метров ( $p < 0,001$ ) и до  $518 \pm 21$  метров соответственно по группам (табл. 1).

Анализ данных спирометрии после курсового лечения выявил достоверные изменения показателей ФЖЕЛ и ОФВ1. Так, показатель ФЖЕЛ% изменился с  $72,8 \pm 3,4\%$  до  $85,1 \pm 3,8\%$  ( $p < 0,05$ ) и до  $87,2 \pm 3,0\%$  ( $p < 0,01$ ) соответственно по группам, а показатель ОФВ1% — с  $62,1 \pm 4,3\%$  до  $77,5 \pm 4,5\%$  ( $p < 0,05$ ) и до  $81,7 \pm 3,2\%$  ( $p < 0,001$ ) соответственно по группам.

Выявлена положительная динамика в параметре C-реактивного белка, которая проявлялась в его снижении с  $15,1 \pm 0,7$  мг/л до  $10,1 \pm 0,5$  мг/л ( $p < 0,001$ ) и до  $9,1 \pm 0,4$  мг/л ( $p < 0,001$ ) соответственно по группам. Установлена и тенденция к улучшению и параметра D-димера. При выписке сатурация была от 94 до 99% (в среднем 97%). Более значимыми были изменения изучаемых параметров у больных второй группы.

У большинства пациентов после курсового лечения наблюдалась положительная динамика показателей ЛДФ. Было установлено устранение эндотелиальной дисфункции, что выражалось в увеличении показателей  $A\alpha/3 \sigma \times 100\%$  на 30% ( $p < 0,05$ ) и на 63% ( $p < 0,001$ ) соответственно по группам. Выявлено достоверное

увеличение изначально сниженных амплитуд нейрогенных и миогенных колебаний в общем уровне флуксуометрии. Вышеуказанные изменения сопровождались улучшением кровенаполнения в капиллярном русле — показатель  $A\alpha/3 \sigma \times 100\%$  изменился с  $9,2 \pm 0,5$  до  $8,0 \pm 0,4$  ( $p < 0,05$ ) и до  $7,5 \pm 0,3$  ( $p < 0,001$ ) соответственно по группам. Уменьшились застойные явления в веноулярном звене. Эти изменения были более выражены у пациентов второй группы (табл. 2).

После лечения выявлено уменьшение ограниченной жизнедеятельности (по ШРМ) на 31,3% у пациентов первой группы (до лечения  $3,01 \pm 0,3$  балла, после лечения  $2,1 \pm 0,2$  балла —  $p < 0,01$ ), во второй группе — на 50,0% (до лечения  $3,0 \pm 0,3$  балла, после  $1,5 \pm 0,2$  балла —  $p < 0,001$ ).

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно утверждать, что разработанные комплексные программы лечения пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19, приводят к клиническому улучшению у данной категории больных. Однако более существенные изменения изучаемых параметров отмечены в группе обследуемых, получавших комплексную программу, включавшую высокоинтенсивное электромагнитное поле.

### Заключение

Новое коронавирусное заболевание, вызванное вирусом SARS-CoV-2, представляет серьезный вызов для современной медицины. До сих пор отсутствует специфическое лечение COVID-19. В связи с тем, что пандемия развивается стремительно и несмотря на тот факт, что на сегодняшний день не в полной мере изучены все звенья в патогенезе коронавирусной инфекции, существует необходимость создания реабилитационных программ для вышеуказанной категории больных. По данным некоторых исследований, патофизиологические и патологические изменения, вызванные коронавирусной инфекцией, включают легочную гипертензию, очаговое кровоизлияние, микрососудистый стаз и тромбоз легочных артерий [13]. В современной медицинской литературе доказано, что применение низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении хронического воспаления дыхательных путей ослабляет воспалительный процесс легких за счет снижения процента нейтрофилов, эозинофилов и Т-лимфоцитов [14].

В отечественной литературе представлены публикации, в которых отмечается, что применение низкоинтенсивного магнитного поля у пациентов с хрониче-

**Таблица 1.** Тест 6-минутной ходьбы

**Table 1.** 6-minute walk test

Группы / Groups	Расстояние, пройденное в течении 6 минут, м / Distance walked within 6 minutes, m
Первая группа до курса / the first group before the course	$315 \pm 27$ метров / meters
Первая группа после курса / the first group after the course	$487 \pm 24$ метра*** / meters
Вторая группа до курса / the second group before the course	$314 \pm 27$ метров / meters
Вторая группа после курса / the second group after the course	$518 \pm 21$ метр*** / meters

**Примечание:** Достоверность результатов по сравнению с исходными значениями: \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,01$ , \*\*\* —  $p < 0,001$

**Note:** The reliability of the results compared to the initial values: \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,01$ , \*\*\* —  $p < 0,001$

**Таблица 2.** Динамика показателей ЛДФ у пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19 до и после курса лечения**Table 2.** Dynamics of LDF indicators in patients with pneumonia associated with COVID-19 before and after the course of treatment

Исследуемый показатель / The studied indicator	Первая группа / Group 1		Вторая группа / Group 2	
	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment
Показатель микроциркуляции ПМ, перфузионные единицы / Microcirculation index PM, perfusion units	3,12 ± 0,1	4,0 ± 0,4*	3,1 ± 0,1	4,5 ± 0,3***
Аэ/3 σ x 100% Эндотелиальные ритмы / Endothelial rhythms	6,3 ± 0,7	8,2 ± 0,7*	6,2 ± 0,7	10,3 ± 0,4***
Ан/3 σ x 100%. Нейрогенные ритмы / Neurogenic rhythms	10,6 ± 0,6	12,9 ± 0,5**	10,7 ± 0,6	13,6 ± 0,5***
Ам/3σ x 100%. Миогенные ритмы / Myogenic rhythms	9,7 ± 0,4	10,9 ± 0,4*	9,6 ± 0,6	12,9 ± 0,5***
Ад/3 σ x 100%. Дыхательные ритмы / Respiratory rhythms	12,1 ± 0,6	10,1 ± 0,5**	12,2 ± 0,6	9,0 ± 0,4***
Ас/3 σ x 100%. Сердечные ритмы / Heart rhythm	9,2 ± 0,5	8,0 ± 0,4*	9,1 ± 0,5	7,5 ± 0,3***

**Примечание:** Достоверность различий — P — до и после воздействий; \* — P<0,05; \*\* — P<0,01; \*\*\* — P<0,001

**Note:** Reliability of P differences before and after treatment \* — <0,05, \*\* — <0,01, \*\*\* — <0,001

ческими неспецифическими заболеваниями легких, приводит к улучшению их общего состояния и значительному уменьшению одышки [15]. Доказано противовоспалительное, сосудорасширяющее и бронхолитическое действие низкочастотной магнитотерапии, а также выраженное положительное влияние высокоинтенсивного импульсного магнитного поля на функциональную активность дыхательной мускулатуры [16]. Встречаются работы, в которых научно подтверждено, что гипербарическая оксигенация является универсальным патогенетическим методом ликвидации всех форм гипоксии и повышения адаптационных возможностей организма [17]. В связи с вышеизложенным, нами разработаны реабилитационные программы для пациентов, перенесших пневмонию COVID-19. В них были включены физические факторы с достоверно доказанным противовоспалительным, антиагрегантным и бронхолитическим эффектами.

Анализ полученных данных свидетельствует, что в результате курсового применения предложенных реабилитационных программ наблюдается клиническое улучшение в изучаемых группах больных. Однако более значимые результаты выявлены в группе обследуемых, получавших комплексную программу, включавшую высокоинтенсивное электромагнитное поле. Именно у пациентов этой группы установлены более существенные изменения показателей теста 6-минутной ходьбы, спирометрии, улучшение параметра S-реактивного белка и симптомов по опроснику внебольничной пневмонии CAPSQ. Также выявлено существенное положительное влияние на функцию эндотелия и миогенного тонуса артериол.

Все вышеизложенное свидетельствует, что предложенные реабилитационные программы являются патогенетически оправданными для пациентов, перенесших пневмонию COVID-19.

## Список литературы

1. Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Respiratory Rehabilitation Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Cardiopulmonary Rehabilitation Group of Chinese Society of Physical Medicine and Rehabilitation. [Recommendations for respiratory rehabilitation of coronavirus disease 2019 in adult]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases. 2020; 43(4): 308–314.
2. Battaglini D., Robba C., Caiffa S., Ball L., Brunetti I., Loconte M., Giacobbe D. R., Vena A., Patroniti N., Bassetti M., Torres A., Rocco P. R., Pelosi P. Chest physiotherapy: An important adjuvant in critically ill mechanically ventilated patients with COVID-19. Respiratory Physiology & Neurobiology. 2020; (282): 103529 p.
3. Barker-Davies R.M., O'Sullivan O., Senaratne K.P.P. et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. British Journal of Sports Medicine. 2020; (54): 949–959.
4. Demeco A., Marotta N., Barletta M. et al. Rehabilitation of patients post-COVID-19 infection: a literature review. Journal of International Medical Research. 2020; 48(8): 1–10. <https://doi.org/10.1177/0300060520948382>
5. Chen S., Lu H., Liu Z., Yuan W. Comment on "Central Nervous System Involvement by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2)". Journal of Medical Virology. 2020; 92(9): 1399–1400. <https://doi.org/10.1002/jmv.25991>

6. Veronese S., Sbarbati A. Chemosensory Systems in COVID-19: Evolution of Scientific Research. *ACS Chemical Neuroscience*. 2021; 12(5): 813–824. <https://doi.org/10.1021/acscchemneuro.0c00788>
7. Фесюн А.Д., Лобанов А.А., Рачин А.П. Вызовы и подходы к медицинской реабилитации пациентов, перенесших осложнения COVID-19. *Вестник восстановительной медицины*. 2020; 3(97): 3–13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-3-13>
8. Heldman B., Kerkhoff G., Struppler A., Havel P., Jahn T. Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation Alleviates Tactile Extinction. *NeuroReport*. 2020; (11): 3193–3198.
9. Силантьева Е.С. Применение магнитотерапии высокой и низкой интенсивности в реабилитации пациентов с COVID-19: рандомизированное контролируемое пилотное исследование. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020; 2(4): 322–328. <https://doi.org/10.36425/rehab50236>
10. Novelli G., Biancolella M., Mehrian-Shai R. et al. COVID-19 update: the first 6 months of the pandemic. *Human Genomics*. 2020; (14): 48 p.
11. Righetti R.F., Onoue M. A., Politi F. V.A., Teixeira D. T., Souza P. N., Kondo C. S., Moderno E. V., Moraes I. G., Maida A. L.V., Pastore Junior L., Silva F. D., Brito C. M.M., Baia W. R.M., Yamaguti W. P. Physiotherapy Care of Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) — A Brazilian Experience. *Clinics (Sao Paulo)*. 2020; (75): e2017.
12. Rivera-Lillo G., Torres-Castro R., Fregonezi G., Vilaró J., Puppo H. Challenge for Rehabilitation After Hospitalization for COVID-19. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2020; 101(8): 1470–1471.
13. He Z. Pericytes Within a Pulmonary Neurovascular Unit in Coronavirus Disease 2019 Elicited Pathological Changes. *Current Neurovascular Research*. 2020; 17(5): 784–792. <https://doi.org/10.2174/1567202617666201222112639>
14. Rigonato-Oliveira N.C., de Brito A. A., Vitoretto L. B. et al. Effect of Low-Level Laser Therapy (LLLT) in Pulmonary Inflammation in Asthma Induced by House Dust Mite (HDM): Dosimetry Study. *International Journal of Inflammation*. 2019; 2019: 3945496. <https://doi.org/10.1155/2019/3945496>
15. Герасименко М.Ю., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б. Магнитотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах. *Клинические рекомендации*. 2015: 47 с.
16. Lin V.W., Hsiao I. N., Zhu E., Perkasch I. Functional magnetic stimulation for conditioning of expiratory muscles in patients with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001; 82(2): 162–166. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.18230>
17. Neuman T., Thoom S. *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*. Philadelphia, PA: Elsevier. 2008: 768 p.

## References

1. Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Respiratory Rehabilitation Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Cardiopulmonary Rehabilitation Group of Chinese Society of Physical Medicine and Rehabilitation. [Recommendations for respiratory rehabilitation of coronavirus disease 2019 in adult]. *Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases*. 2020; 43(4): 308–314.
2. Battaglioli D., Robba C., Caiffa S., Ball L., Brunetti I., Loconte M., Giacobbe D. R., Vena A., Patroniti N., Bassetti M., Torres A., Rocco P. R., Pelosi P. Chest physiotherapy: An important adjuvant in critically ill mechanically ventilated patients with COVID-19. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2020; (282): 103529 p.
3. Barker-Davies R.M., O’Sullivan O., Senaratne K.P.P. et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *British Journal of Sports Medicine*. 2020; (54): 949–959.
4. Demeco A., Marotta N., Barletta M. et al. Rehabilitation of patients post-COVID-19 infection: a literature review. *Journal of International Medical Research*. 2020; 48(8): 1–10. <https://doi.org/10.1177/0300060520948382>
5. Chen S., Lu H., Liu Z., Yuan W. Comment on “Central Nervous System Involvement by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2)”. *Journal of Medical Virology*. 2020; 92(9): 1399–1400. <https://doi.org/10.1002/jmv.25991>
6. Veronese S., Sbarbati A. Chemosensory Systems in COVID-19: Evolution of Scientific Research. *ACS Chemical Neuroscience*. 2021; 12(5): 813–824. <https://doi.org/10.1021/acscchemneuro.0c00788>
7. Fesyun A.D., Lobanov A. A., Rachin A. P. Vyzovy i podhody k medicinskoj reabilitacii pacientov, perenessih oslozhnenija COVID-19 [Challenges and approaches to medical rehabilitation of patients with COVID-19 complications]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2020; 3(97): 3–13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-3-13> (In Russ.).
8. Heldman B., Kerkhoff G., Struppler A., Havel P., Jahn T. Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation Alleviates Tactile Extinction. *NeuroReport*. 2020; (11): 3193–3198.
9. Silant’eva E. S. Primenenie magnitoterapii vysokoj i nizkoj intensivnosti v reabilitacii pacientov s COVID-19: randomizirovanoe kontroliruemoje pilotnoe issledovanie [The use of high and low intensity magnetotherapy in the rehabilitation of patients with COVID-19: a randomized controlled pilot study]. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation*. 2020; 2(4): 322–328. <https://doi.org/10.36425/rehab50236> (In Russ.).
10. Novelli G., Biancolella M., Mehrian-Shai R. et al. COVID-19 update: the first 6 months of the pandemic. *Human Genomics*. 2020; (14): 48 p.
11. Righetti R.F., Onoue M. A., Politi F. V.A., Teixeira D. T., Souza P. N., Kondo C. S., Moderno E. V., Moraes I. G., Maida A. L.V., Pastore Junior L., Silva F. D., Brito C. M.M., Baia W. R.M., Yamaguti W. P. Physiotherapy Care of Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) — A Brazilian Experience. *Clinics (Sao Paulo)*. 2020; (75): e2017.
12. Rivera-Lillo G., Torres-Castro R., Fregonezi G., Vilaró J., Puppo H. Challenge for Rehabilitation After Hospitalization for COVID-19. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2020; 101(8): 1470–1471.
13. He Z. Pericytes Within a Pulmonary Neurovascular Unit in Coronavirus Disease 2019 Elicited Pathological Changes. *Current Neurovascular Research*. 2020; 17(5): 784–792. <https://doi.org/10.2174/1567202617666201222112639>
14. Rigonato-Oliveira N.C., de Brito A. A., Vitoretto L. B. et al. Effect of Low-Level Laser Therapy (LLLT) in Pulmonary Inflammation in Asthma Induced by House Dust Mite (HDM): Dosimetry Study. *International Journal of Inflammation*. 2019; 2019: 3945496. <https://doi.org/10.1155/2019/3945496>
15. Gerasimenko M. Yu., Konchugova T. V., Kul’chickaya D. B. Magnitoterapija v lecebno-reabilitacionnyh i profilakticheskijh programmah [Magnetotherapy in medical rehabilitation and preventive programs]. *Clinical Recommendations*. 2015: 47 p. (In Russ.).
16. Lin V.W., Hsiao I. N., Zhu E., Perkasch I. Functional magnetic stimulation for conditioning of expiratory muscles in patients with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001; 82(2): 162–166. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.18230>
17. Neuman T., Thoom S. *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*. Philadelphia, PA: Elsevier. 2008: 768 p.

**Информация об авторах:**

**Кульчицкая Детелина Борисовна**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

E-mail: deti\_ku@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

**Фесюн Анатолий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, и.о. директора Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

E-mail: fad68@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**Самойлов Александр Сергеевич**, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор, Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9241-7238>

**Колбахова Светлана Николаевна**, кандидат медицинских наук, заведующая кафедрой восстановительной медицины, физиотерапии Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования, Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0191-5272>

**Вклад авторов:**

Колбахова С. Н. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, статистическая обработка; Кульчицкая Д. Б., Колбахова С. Н. — анализ полученных данных, написание текста; Фесюн А. Д., Самойлов А. С. — редактирование.

**Information about the authors:**

**Detelina V. Kulchitskaya**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: deti\_ku@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

**Anatoliy D. Fesyun**, Dr. Sci. (Med.), Acting Director, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: fad68@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**Alexander S. Samoilo**v, Dr. Sci. (Med.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, General Director, A. I. Burnazyan State Scientific Center of the Russian Federation — Federal Medical Biophysical Center.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9241-7238>

**Svetlana N. Kolbakhova**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Restorative Medicine and Physiotherapy, Medico-Biological University of Innovation and Continuing Education, A. I. Burnazyan State Scientific Center of the Russian Federation — Federal Medical Biophysical Center.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0191-5272>

**Contribution:**

Kolbakhova S. N. — the concept and design of the study, collection of material, statistical processing; Kulchitskaya D. B., Kolbakhova S. N. — analysis of the data obtained, text writing; Fesyun A. D., Samoilo A. S. — editing.

