

Применение магнитотерапии высокой и низкой интенсивности в реабилитации пациентов с COVID-19: рандомизированное контролируемое пилотное исследование

Е.С. Силантьева

Клинический госпиталь «Лапино», группа компаний «Мать и дитя», Москва, Российская Федерация

Обоснование. Реабилитация пациентов после тяжелых пневмоний, ассоциированных с новой коронавирусной инфекцией, требует поиска эффективных инструментов восстановления нарушенных функций, в том числе методов аппаратной физиотерапии. **Цель исследования** — оценить эффективность применения высокоинтенсивного электромагнитного поля (ВИМП) в реабилитации пациентов после перенесенной пневмонии, ассоциированной с COVID-19. **Методы.** На амбулаторном этапе реабилитации после тяжелых пневмоний, ассоциированных с COVID-19, проведено обследование и лечение 40 пациентов. Все пациенты получили комплекс реабилитационных мероприятий, включая ежедневные сеансы лечебной гимнастики (№ 15) и процедуры магнитотерапии (№ 15). Пациенты были случайным образом рандомизированы на 2 группы: 20 пациентов в группе лечения, которые получали терапию ВИМП (аппарат BTL-6000 Super Inductive System), и 20 пациентов в группе контроля, получавшие низкоинтенсивную магнитотерапию (аппарат BTL-4000 Premium). **Результаты.** В ходе проводимой терапии ни один пациент не выбыл из исследования, не было выявлено нежелательных побочных эффектов и осложнений. Доказана высокая клиническая эффективность комплекса реабилитационных мероприятий, более выраженная в группе пациентов, получавших терапию ВИМП. Результаты подтверждены достоверной динамикой клинических показателей по данным валидного опросника и положительными изменениями данных спирометрии. **Заключение.** В комплексной реабилитации на амбулаторном этапе у пациентов после тяжелой пневмонии, ассоциированной с COVID-19, целесообразно использование ВИМП.

Ключевые слова: COVID-19, пневмония, магнитотерапия, высокоинтенсивное электромагнитное поле, физическая и реабилитационная медицина.

Для цитирования: 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. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab50236>

Поступила: 16.11.2020 **Принята:** 07.12.2020

Список сокращений

ВИМП — высокоинтенсивное электромагнитное поле
 КТ 1–4 — единый стандарт классификации вирусных пневмоний по степени тяжести CAPSQ (Community-Acquired Pneumonia Symptom Questionnaire) — опросник по симптомам внебольничной пневмонии
 FVC (forced vital capacity) — форсированная жизненная емкость легких
 FEV1 (forced expiratory volume in 1 second) — объем форсированного выдоха за одну секунду
 MGT (magnetic therapy) — низкоинтенсивная магнитотерапия
 SIS (super inductive system) — высокоинтенсивное электромагнитное поле

Обоснование

Появление и распространение новой коронавирусной инфекции диктует необходимость совершенствования медицинских мероприятий, включая этапы реабилитации после перенесенных тяжелых форм заболевания [1]. Установлено, что пневмонии, ассоциированные с SARS-CoV-2, у значительного числа пациентов протекают тяжело, зачастую с нарушением функции других жизненно важных органов и систем, стойкими расстройствами дыхательной функции легких, кислородтранспортной функции крови и сосудов. У реконвалесцентов формируется клиническая картина, обусловленная рядом резидуальных состояний, одним из которых является нарушение паттерна дыхания [2]. Особенно выраженные расстройства механики дыхательных движений развиваются после пребывания на искусственной вентиляции легких. Дисфункция диафрагмы, ослабление межреберных и других мышц, участвующих в дыхании, в условиях общей мышечной слабости

The Application of High Intensity and Low Intensity Magnetotherapy in Rehabilitation of Patients with COVID-19: A Randomized Controlled Pilot Study

E.S. Silantyeva

Clinical hospital “Lapino”, group of companies “Mother and Child”, Moscow, Russian Federation

Background. Rehabilitation of patients after severe pneumonia associated with the new coronavirus infection requires the searching for effective tools to restore impaired functions, including methods of hardware physiotherapy. **Aims:** to evaluate the effectiveness of the application of high-intensity electromagnetic field (HIEF) in rehabilitation of patients after pneumonia associated with COVID-19. **Methods.** 40 patients were examined and treated at the outpatient stage of rehabilitation after severe pneumonia associated with COVID-19. All patients received a set of rehabilitation measures, including daily sessions of therapeutic exercises (No. 15) and magnetotherapy procedures (No. 15). Patients were randomly separated into 2 groups: 20 patients in the treatment group (TG) who received HIEF therapy (BTL-6000 Super Inductive System) and 20 patients in the control group (CG) who received low-intensity magnetotherapy (BTL-4000 Premium device). **Results.** During the course of therapy, there were no patients who dropped out of the study, and no undesirable side effects and complications were identified. The high clinical effectiveness of the complex of rehabilitation measures has been proven, more pronounced in the group of patients receiving HIEF therapy. The results were confirmed by reliable dynamics of clinical indicators according to the valid questionnaire and positive changes in spirometry data. **Conclusions.** Application of high-intensity electromagnetic field (HIEF) is advisable in complex outpatient rehabilitation of patients after severe pneumonia associated with COVID-19.

Keywords: COVID-19, pneumonia, magnetotherapy, high-intensity electromagnetic field, physical and rehabilitation medicine.

For citation: Silantyeva ES. The Application of High Intensity and Low Intensity Magnetotherapy in Rehabilitation of Patients with COVID-19: A Randomized Controlled Pilot Study. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2020;2(4):322–328. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab50236>

Received: 16.11.2020 **Accepted:** 07.12.2020

приводят к снижению параметров вентиляции, усугубляя нарушения, обусловленные специфическими изменениями легочной ткани.

На любом из этапов реабилитационных мероприятий важнейшую роль играет выполнение специальных дыхательных упражнений [3–5]. Кроме того, большое значение имеет применение физических методов лечения, в том числе различных видов электромагнитной стимуляции или магнитотерапии [6]. Лечебное применение низкоинтенсивной магнитотерапии оказывает сосудорасширяющее, бронхолитическое действие, уменьшает воспалительную реакцию [7–9]. При стимуляции высокоинтенсивным (1–2 Тл) электромагнитным полем (ВИМП), кроме того, активируется потенциал действия мотонейронов, что приводит к сокращению мышц [10–12]. Описана возможность ВИМП неинвазивно улучшать функцию дыхательной мускулатуры [13–15] и параметры легочной вентиляции [16–18].

Цель исследования — оценить эффективность применения высокоинтенсивного электромагнитного поля в реабилитации пациентов после перенесенной пневмонии, ассоциированной с COVID-19.

Методы

Дизайн исследования

Выполнено рандомизированное контролируемое пилотное исследование. В исследование были включены 40 пациентов, которые проходили программу реабилитации после пневмонии, ассоциированной с COVID-19 (3-й амбулаторный этап). Пациенты были случайным образом рандомизированы на 2 группы — 20 пациентов в группе лечения и 20 пациентов в группе контроля.

Критерии соответствия

Критерии включения: взрослый возраст пациента (≥ 18 лет); наличие SARS-CoV-2, подтвержденное лабораторными исследованиями; наличие двусторонней полисегментарной пневмонии, подтвержденной при компьютерной томографии не ниже средней степени тяжести (не менее КТ-2); снижение показателей внешнего дыхания, подтвержденное спирометрией.

Критерии исключения: повышение температуры тела $>37,5^{\circ}\text{C}$; отрицательная динамика данных компьютерной томографии и/или маркеров воспаления; отрицательная динамика электрокардио-

грамм на протяжении 2 предшествующих недель; высокие кардиологические риски; наличие тромбозов или нарушения гемокоагуляции, требующие дополнительной терапии; сатурация PO_2 (парциальное давление кислорода) $<95\%$; снижение PO_2 более чем на 4 пункта при физической нагрузке; наличие металлических имплантатов, кардиостимулятора или других внутренних электронных устройств, а также общие противопоказания к физиотерапии.

Условия проведения

Исследование проведено на базе отделения реабилитации Клинического госпиталя «Лапино» группы компаний «Мать и дитя» (Москва, Россия).

Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с апреля по июнь 2020 г. Пациенты после пневмоний, ассоциированных с COVID-19, проходившие стационарное лечение в Клиническом госпитале «Лапино» в период 1-й волны пандемии, после завершения двухнедельного периода самоизоляции на протяжении 15 дней (15 ежедневных визитов) получали комплексную амбулаторную реабилитацию в соответствующем департаменте госпиталя.

Описание медицинского вмешательства

Перед началом лечения с целью исключения противопоказаний все пациенты проходили обследование: определение SARS-Cov-2 методом полимеразной цепной реакции; мультиспиральная компьютерная томография органов грудной полости; клинический, общий и биохимический анализ крови (включая высокочувствительный С-реактивный белок и интерлейкин 6), коагулограмма и D-димер; электрокардиография; консультация пульмонолога.

Комплексная реабилитация включала 15 ежедневных визитов. При этом пациенты обеих групп получали индивидуальное занятие дыхательной гимнастикой с инструктором лечебной физкультуры на протяжении 30 мин. Курс лечебной гимнастики составил 15 процедур. Непосредственно после занятия пациенты получали процедуры магнитотерапии.

Пациенты группы лечения проходили терапию с помощью ВИМП (BTL-6000 Super Inductive System, Великобритания), целью которой была стимуляция диафрагмы и межреберных мышц с последующим усилением кровообращения. Положение пациента — лежа на боку. Локализация воздействия: индуктор располагали на дорсальной стороне туловища (в области между 1–6-м ребром) последовательно справа и слева. Использовали программу «улучшение дыхания». Интенсивность терапии была установлена выше

уровня моторного порога, но в пределах комфортного для пациента диапазона, до появления двигательной реакции, усиливающей вдох (через день, № 8) и выдох (через день, № 7), последовательно справа и слева. Курс составил 15 процедур, ежедневно.

Пациенты контрольной группы с целью улучшения кровообращения получали низкоинтенсивную магнитотерапию (BTL-4000 Premium, Великобритания). Положение пациента — лежа на животе. Локализация воздействия: 2 независимых индуктора располагали на зону проекции нижних 2/3 легкого с обеих сторон. Продолжительность — 30 мин. Курс составил 15 процедур, ежедневно.

Исходы исследования

Все пациенты обеих групп завершили назначенный курс лечения. О побочных эффектах или возникновении боли не сообщали.

Методы регистрации исходов

Обследование больных начинали с опроса, включающего выяснение жалоб, предъявляемых пациентами; изучения анамнеза; общеклинического осмотра. Обследование включало комплекс современных и разрешенных к применению в лечебной практике клиничко-функциональных и инструментальных методов, в том числе до начала и непосредственно после завершения программы реабилитации все пациенты прошли оценку функции внешнего дыхания (спирометрия) (BTL Cardiopoint-Spiro, BTL Industries Ltd.) и заполнили опросный лист по симптомам внебольничной пневмонии CAPSQ (Community-Acquired Pneumonia Symptom Questionnaire) [19]. Полученные данные подвергались статистическому анализу.

Этическая экспертиза

Исследование проводили в соответствии с принципами Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice; GCP) и применимыми национальными нормами с соблюдением прав и обеспечением безопасности и благополучия участников исследования, которые находились под защитой этических принципов, сформулированных в Хельсинкской декларации. Перед началом исследования от каждого участника было получено добровольное письменное информированное согласие. Каждый участник исследования был письменно проинформирован о характере, продолжительности лечебно-реабилитационных мероприятий и ожидаемых результатах лечения.

Статистический анализ

Все полученные результаты обрабатывали с помощью программы Microsoft Office Excel (2010) и паке-

та прикладных статистических программ для медико-биологических исследований STATISTICA 10,0/W RUS. Для анализа количественных переменных применяли метод однофакторного дисперсионного анализа и критерий Манна–Уитни; анализ категориальных переменных проводили при помощи критерия χ^2 Пирсона. Результаты статистического анализа представлены как $M \pm SD$, где M — среднее, SD — стандартное отклонение. Достоверность отличий (p) внутри группы, полученных за период наблюдения, оценивали с помощью Т-критерия Вилкоксона. Различия считались достоверными при $<0,05$.

Результаты

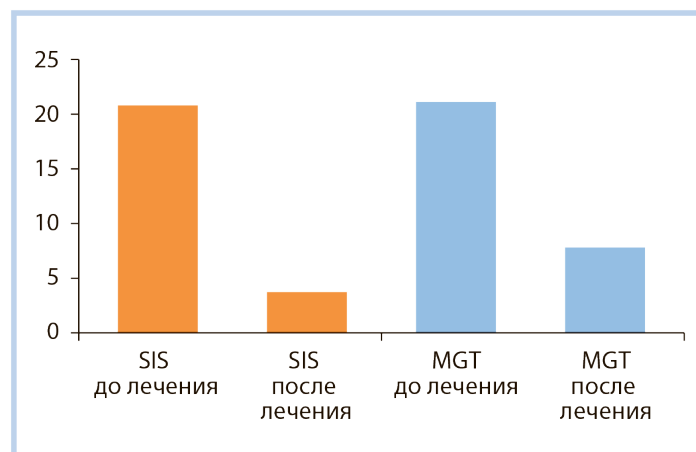
Объекты (участники) исследования

Было обследовано всего 40 пациентов. Основная группа (группа лечения; $n=20$) — 16 мужчин, 4 женщины, средний возраст $56,6 \pm 11,9$ года. Контрольная группа ($n=20$) — 14 мужчин, 6 женщин, средний возраст $57,9 \pm 11,8$ года. В составе комплексной реабилитации пациенты группы лечения получали терапию ВИМП (аппарат BTL-6000 Super Inductive System), пациенты контрольной группы — низкоинтенсивную магнитотерапию (аппарат BTL-4000 Premium). По возрасту, сопутствующим заболеваниям, тяжести перенесенной пневмонии и результатам предшествующего реабилитационным мероприятиям обследования пациенты в изучаемых группах были статистически однородны.

Основные результаты исследования

Программа реабилитации привела к улучшению самочувствия пациентов в обеих группах, что подтверждено значительной достоверной динамикой

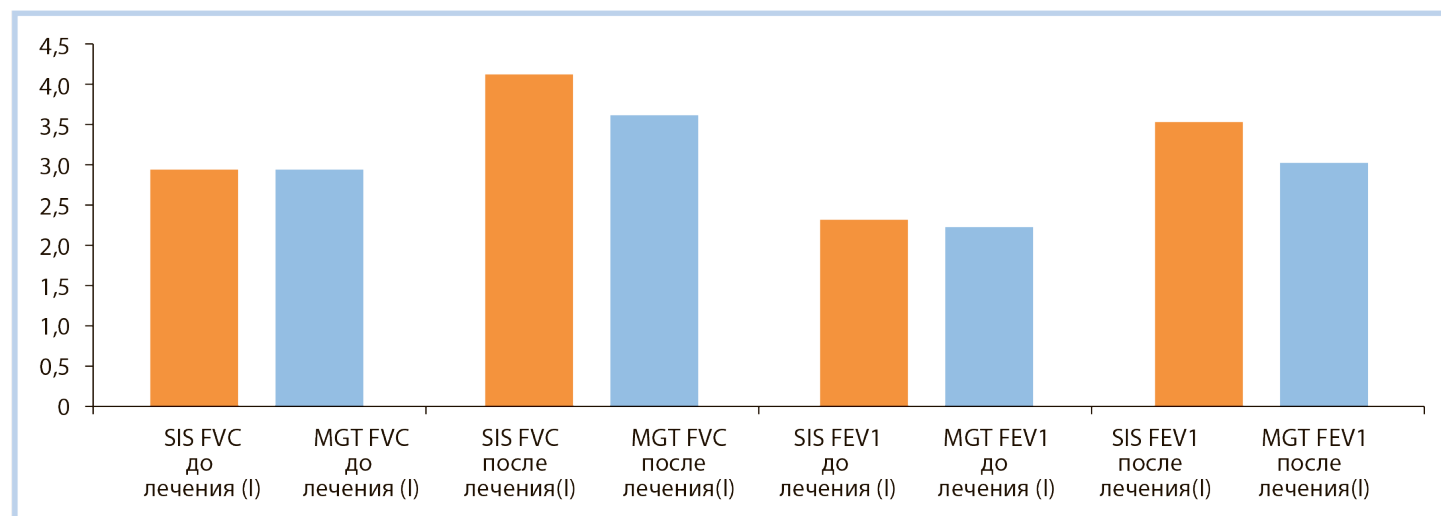
Рис. 1. Результаты анкетирования (CAPSQ)



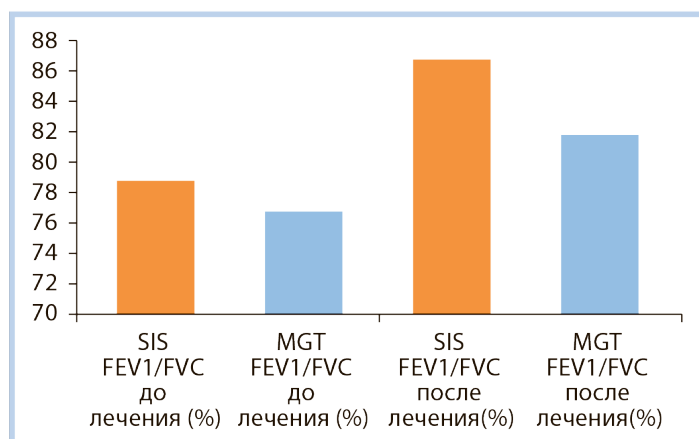
Примечание. CAPSQ (Community-Acquired Pneumonia Symptom Questionnaire) — опросник по симптомам внебольничной пневмонии; SIS (super inductive system) — группа лечения высокоинтенсивным (1–2 Тл) электромагнитным полем; MGT (magnetic therapy) — низкоинтенсивная магнитотерапия в группе контроля.

кой показателей специализированного опросника по симптомам внебольничной пневмонии ($p < 0,001$). Положительной клинической динамике сопутствовали позитивные изменения спирометрических параметров в обеих группах ($p < 0,05$). Сравнение результатов лечения между группами продемонстрировало значимые достоверные отличия (в баллах) по симптомам внебольничной пневмонии (рис. 1) и по данным спирометрии ($p < 0,05$). Так, в группе лечения достигнуто улучшение FVC на 12,4%, FEV1 на 16,3% (рис. 2) и FEV1/FVC на 4% соответственно (рис. 3),

Рис. 2. Результаты спирометрии



Примечание. SIS FVC / SIS FEV1 — показатели форсированной жизненной емкости легких / объема форсированного выдоха за одну секунду на фоне лечения высокоинтенсивным (1–2 Тл) электромагнитным полем; MGT FVC / MGT FEV1 — показатели форсированной жизненной емкости легких / объема форсированного выдоха за одну секунду на фоне низкоинтенсивной магнитотерапии в группе контроля.

Рис. 3. Результаты спирометрии

Примечание. SIS (super inductive system) — группа лечения высокоинтенсивным (1–2 Тл) электромагнитным полем; MGT (magnetic therapy) — низкоинтенсивная магнитотерапия в группе контроля; FVC/ FEV1 — показатели форсированной жизненной емкости легких / объема форсированного выдоха за одну секунду.

превышающее аналогичные показатели спирометрии в группе контроля, где FVC (forced vital capacity) — форсированная жизненная емкость легких (объем воздуха, выдыхаемого при максимально быстром и сильном выдохе); FEV1 (forced expiratory volume in 1 sec) — объем форсированного выдоха за 1 сек (объем воздуха, выдохнутого в течение первой секунды форсированного выдоха).

Результаты группы лечения. Сравнение показателей опросника CAPSQ до и непосредственно после лечения продемонстрировало существенные достоверные изменения ($p < 0,001$) — $20,8 \pm 7,0$ и $3,7 \pm 3,9$ баллов соответственно.

Анализ данных спирометрии в динамике лечения выявил достоверные ($p < 0,001$) изменения показателей FVC, FEV1 и их соотношения (FEV1/FVC). Показатели FVC до терапии составляли $2,9 \pm 0,8$ л, или $73,5 \pm 10,3\%$, после лечения — $4,1 \pm 1,1$ л, или $102,8 \pm 11,8\%$. Общее улучшение составило 29,3%. Показатели FEV1 до лечения составляли $2,3 \pm 0,6$ л, или $69,4 \pm 8,7\%$, после лечения — $3,5 \pm 0,9$ л, или $107,1 \pm 14,4\%$. Общее улучшение составило 37,7%. Сравнение соотношения FEV1/FVC (%) до и после лечения также было достоверно значимым ($p < 0,001$) — $78,6 \pm 6,9$ л, или $98,9 \pm 9,0\%$, и $86,6 \pm 5,8$ л, или $109,3 \pm 9,1\%$, соответственно. Улучшение составило 10,4%.

Результаты контрольной группы. В группе контроля произошедшие в динамике лечения изменения параметров анкетирования и спирометрии были однонаправленны с группой лечения, но менее значительны. Однако достоверные различия показало сравнение баллов опросника CAPSQ ($21,2 \pm 6,9$

и $7,8 \pm 3,7$ баллов до и после лечения соответственно) и сравнение данных оценки функции внешнего дыхания ($p < 0,001$). Так, при сравнении FVC, FEV1 и их соотношения до и после вмешательства получены следующие результаты: FVC до лечения — $2,9 \pm 0,8$ л, $67,6 \pm 10,2\%$, после лечения — $3,6 \pm 0,7$ л, $84,5 \pm 6,8\%$, общее улучшение — 16,9%; FEV1 до лечения — $2,2 \pm 0,6$ л, $66,0 \pm 11,4\%$, после лечения — $3,0 \pm 0,6$ л, $87,4 \pm 7,9\%$, общее улучшение — 21,4%; FEV1/FVC (%) до терапии — $76,6 \pm 5,4\%$, $96,2 \pm 6,0\%$, после лечения — $81,7 \pm 3,7\%$, $102,6 \pm 3,9\%$, общее улучшение — 6,4%.

Обсуждение

Резюме основного результата исследования

Согласно полученным данным, применение комплексной реабилитации на амбулаторном этапе у пациентов после тяжелой (не менее КТ-2) полисегментарной пневмонии, ассоциированной с COVID-19, приводит к значительному клиническому улучшению и восстановлению параметров функции внешнего дыхания. Включение в программу реабилитации инновационного метода терапии — высокоинтенсивного электромагнитного поля — повышает эффективность реабилитационных мероприятий.

Обсуждение основного результата исследования

Динамическое наблюдение за пациентами исследуемых групп продемонстрировало достоверные, положительно направленные различия клинических показателей, подтвержденных данными анкетирования и параметров спирометрии, изученных до и после лечения. Важно подчеркнуть, что при сравнении между группами были выявлены достоверные значительные различия в степени достигнутого эффекта. Так, клиническая динамика и динамика показателей функции внешнего дыхания была существенно более выражена в группе лечения.

Сегодня не вызывает сомнения эффективность физических упражнений на этапе реабилитации пациентов после тяжелой пневмонии, ассоциированной с COVID-19. Однако дисфункция дыхательной мускулатуры, в том числе приобретенная слабость диафрагмы, требуют кропотливой индивидуальной работы квалифицированного персонала по нервно-мышечному переучиванию, восстановлению оптимального паттерна дыхательных движений. Появление неинвазивной технологии, направленно индуцирующей сокращение собственно диафрагмы и других мышечных групп, участвующих в акте дыхания, создает условия для быстрой реабилитации этих сложно управляемых отделов скелетной мускулатуры. Возможность улучшения функции внешнего дыхания путем стиму-

ляции дыхательной мускулатуры была показана при использовании ВИМП у пациентов с неврологическими заболеваниями. Результаты нашего исследования показали исключительную эффективность ВИМП для респираторной реабилитации пациентов после тяжелой пневмонии, ассоциированной с COVID-19.

Ограничения исследования

Насколько известно автору, это первое исследование, в котором предполагается, что ВИМП можно использовать для улучшения параметров вентиляции у пациентов после тяжелой пневмонии, ассоциированной с COVID-19. Согласно результатам данного пилотного исследования, мы предполагаем, что ВИМП можно и нужно интегрировать в реабилитацию таких пациентов. При этом наиболее востребованной данная технология будет у тяжелой категории больных, у которых дисфункция дыхательной мускулатуры выражена в наибольшей степени. Данное пилотное исследование обеспечивает основу, на которой могут быть построены исследования ВИМП в течение более длительных периодов времени и на примерах других групп пациентов, чтобы дополнительно определить его клиническую эффективность.

Список литературы / References

1. Иванова Г.Е., Шмонин А.А., Мальцева М.Н., и др. Реабилитационная помощь в период эпидемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 на первом, втором и третьем этапах медицинской реабилитации // *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. — 2020. — Т. 2. — № 2. — С. 98–117. [Ivanova GE, Shmonin AA, Maltseva MN, et al. Rehabilitation care during the new COVID-19 coronavirus infection epidemic at first, second and third medical rehabilitation phases. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2020;2(2):98–117. (In Russ).] doi: 10.36425/rehab34148.
2. Временные методические рекомендации. *Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)*. Версия 6 (28.04.2020) (утв. Минздравом России). [Vremennye metodicheskie rekomendatsii. *Profilaktika, diagnostika i lechenie novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19)*. Versiya 6 (28.04.2020) (utv. Minzdravom Rossii). (In Russ).]
3. Bartlo P, Bauer N. *Pulmonary rehabilitation post-acute care for Covid-19 (PACER)*. Available from: https://youtu.be/XjY_7O3Qpd8.
4. Wytrychowski K, Hans-Wytrychowska A, Piesiak P, et al. Pulmonary rehabilitation in interstitial lung diseases: A review of the literature. *Adv Clin Exp Med*. 2020; 29(2):257–264. doi: 10.17219/acem/115238.
5. Tingbo L, Hongliu C, Yu C, et al. Handbook of COVID-19 prevention and treatment. Zhejiang University School of Medicine; 2020.
6. Иванова Г.Е., Баландина И.Н., Бахтина И.С., и др. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. — 2020. — Т. 2. — № 2. — С. 140–189. [Ivanova GE, Balandina IN, Bakhtina IS, et al. Medical rehabilitation at a new coronavirus infection (COVID-19). *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2020; 2(2):140–189. (In Russ).] doi: 10.36425/rehab34231.
7. *Физическая и реабилитационная медицина: национальное руководство* / Под ред. Г.Н. Пономаренко. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — 688 с. [*Fizicheskaya i rehabilitatsionnaya meditsina: natsional'noe rukovodstvo*. Ed. by G.N. Ponomarenko. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 688 p. (In Russ).]
8. Куликов А.Г., Ярустовская О.В., Герасименко М.Ю., и др. *Применение общей магнитотерапии в клинической практике*. Учебное пособие. — М., 2017. — 52 с. [Kulikov AG, Yarustovskaya OV, Gerasimenko MYu, et al. *Primenenie obshchei magnitoterapii v klinicheskoi praktike*. Uchebnoe posobie. Moscow; 2017. 52 p. (In Russ).]
9. Герасименко М.Ю., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., и др. *Магнитотерапия в лечебно-реабилитационных*

Заключение

ВИМП — неинвазивный, высокоэффективный лечебный метод, который хорошо переносится больными после тяжелой COVID-19-пневмонии, не требует высоких трудозатрат и расходных материалов. В комплексной реабилитации на амбулаторном этапе ни один пациент после тяжелой пневмонии, ассоциированной с COVID-19, не выбыл из исследования, не было выявлено нежелательных побочных эффектов и осложнений. Доказана высокая клиническая эффективность данного метода.

Источник финансирования

Исследование и публикации статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов

Автор прочел и одобрил финальную версию до публикации.

- и профилактических программах. Клинические рекомендации. — М.: Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии, 2015. — 47 с. [Gerasimenko MYu, Konchugova TV, Kulchitskaya DB, et al. *Magnitoterapiya v lechebno-reabilitatsionnykh i profilakticheskikh programmakh*. Klinicheskie rekomendatsii. Moscow: Rossiiskii nauchnyi tsentr meditsinskoi reabilitatsii i kurortologii; 2015. 47 p. (In Russ).]
10. Ушаков А.А. *Практическая физиотерапия*. 2-е изд., испр. и доп. — М.: МИА, 2009. — 602 с. [Ushakov AA. *Prakticheskaya fizioterapiya*. 2nd revised and updated. Moscow: MIA; 2009. 602 p. (In Russ).]
11. Каплан М.А., Казанцев Ю.И., Попучиев В.В. *Клиническое применение импульсного магнитного поля высокой интенсивности*. — М., 2006. [Kaplan MA, Kazantsev YuI, Popuchiev VV. *Klinicheskoe primenenie impul'snogo magnitnogo polya vysokoi intensivnosti*. Moscow; 2006. (In Russ).]
12. Markov MS. Expanding use of pulsed electromagnetic field therapies. *Electromagn Biol Med*. 2007;26(3):257–274. doi: 10.1080/15368370701580806.
13. Lin VW, Hsiao IN, Zhu E, Perkash I. Functional magnetic stimulation for conditioning of expiratory muscles in patients with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):162–166. doi: 10.1053/apmr.2001.18230.
14. Lin VW, Hsieh C, Hsiao IN, Canfield J. Functional magnetic stimulation of expiratory muscles: a noninvasive and new method for restoring cough. *J Appl Physiol* (1985). 1998;84(4):1144–1150. doi: 10.1152/jappl.1998.84.4.1144.
15. Singh H, Magruder M, Bushnik T, Lin VW. Expiratory muscle activation by functional magnetic stimulation of thoracic and lumbar spinal nerves. *Crit Care Med*. 1999;27(10):2201–2205. doi: 10.1097/00003246-199910000-00022.
16. Hemingway A, Bors E, Hobby RP. An investigation of the pulmonary function in paraplegics. *J Clin Invest*. 1958;37(5):773–782. doi: 10.1172/JCI103663.
17. Roth EJ, Lu A, Primack S, et al. Ventilatory function in cervical and high thoracic spinal cord injury. Relationship to level of injury and tone. *Am J Phys Med Rehabil*. 1997;76(4):262–267. doi: 10.1097/00002060-199707000-00002.
18. Uijl SG, Houtman S, Folgering HT, Hopman MT. Training of the respiratory muscles in individuals with tetraplegia. *Spinal Cord*. 1999;37(8):575–579. doi: 10.1038/sj.sc.3100887.
19. Lamping DL, Schroter S, Marquis P and all. The community-acquired pneumonia symptom questionnaire: a new, patient-based outcome measure to evaluate symptoms in patients with community-acquired pneumonia. *Chest*. 2002; 122:920–929. doi: 10.1378/chest.122.3.920

Информация об авторе

Силантьева Елена Сергеевна, д.м.н. [Elena S. Silantyeva, MD, PhD]; адрес: 143081, МО, Одинцовский район, 1-е Успенское шоссе, д. 111 [address:

1st Uspenskoe highway, 111, Moscow region, 143081, Russia]; e-mail: essdoktor@yandex.ru
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7667-3231>