

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/355382071>

# MODERN ASPECTS OF PULMONARY REHABILITATION IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC

Article in *Ukrainian Pulmonology Journal* · January 2021

DOI: 10.31215/2306-4927-2021-29-3-66-72

CITATIONS

0

READS

46

8 authors, including:



**K. P. Postovitenko**

25 PUBLICATIONS 40 CITATIONS

SEE PROFILE



**I.V. Baranova**

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya

15 PUBLICATIONS 1 CITATION

SEE PROFILE

# І. А. Ільюк, К. П. Постовітенко, І. В. Баранова, С. І. Лещенко, С. В. Шевчук, Л. П. Денищич, І. В. Куриленко, Н. М. Приходько СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЛЕГЕНЕВОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ В УМОВАХ ПАНДЕМІ COVID-19

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова  
ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України», м. Київ  
Науково-дослідний інститут реабілітації осіб з інвалідністю  
(навчально-науково-лікувальний комплекс) Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕГОЧНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

И. А. Ильюк, К. П. Постовитенко, И. В. Баранова, С. И. Лещенко, С. В. Шевчук, Л. П. Денищич, И. В. Куриленко, Н. Н. Приходько

Резюме

Хорошо известно, что пациенты, которые перенесли коронавирусную инфекцию нуждаются в реабилитационных мероприятиях для устранения последствий заболевания. Однако данные о методах медицинской реабилитации и их эффективность у таких больных ограничены, поскольку это заболевание является новым и недостаточно изученным. Считается, что медицинская реабилитация пациентов, которые перенесли COVID-19, должна быть комплексной и направлена на оптимизацию функциональных возможностей пациента, снижение стоимости лечения путем стабилизации и уменьшения системных проявлений болезни.

Данная статья посвящена проблеме легочной реабилитации в условиях пандемии COVID-19. Это направление медицины преследует важные цели — уменьшение симптомов заболевания, улучшение качества жизни и повышение физического и эмоционального участия пациента в повседневной жизни. В статье перечислены основные методы легочной реабилитации. Выбор правильных методик и персонализация реабилитационных программ с учетом индивидуальной клинической ситуации позволяет предотвратить появление функциональных нарушений и улучшить качество жизни пациентов после COVID-19.

**Ключевые слова:** COVID-19, легочная реабилитация, качество жизни.

Укр. пульмонолог. журнал. 2021;29(3):66–72:

І. А. Ільюк

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

Кафедра внутрішньої медицини №2

Доцент, кандидат мед. наук

Хмельницьке шосе 104, м. Вінниця, 21029, Україна

irynailiuk@gmail.com

## MODERN ASPECTS OF PULMONARY REHABILITATION IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC

I. A. Iliuk, K. P. Postovitenko, I. V. Baranova, S. I. Leshchenko, S. V. Shevchuk, L. P. Denyshchych, I. V. Kurilenko, N. M. Prykhodko

Abstract

It is well known that patients who have had a coronavirus infection need in rehabilitation measures to eliminate the consequences of the disease. However, the data about methods of medical rehabilitation and their effectiveness in such patients are limited, since this disease is new and insufficiently studied. It is believed that medical rehabilitation in COVID-19 convalescents should be comprehensive and aimed at optimizing the patient's functional capabilities, reducing the cost of treatment, by stabilizing and reducing the systemic manifestations of the disease.

This article is devoted to the problem of pulmonary rehabilitation in the context of the COVID-19 pandemic. This area of medicine pursues important goals - reducing the symptoms of the disease, improving the quality of life and increasing the patient's physical and emotional participation in daily life. The article lists the main methods of pulmonary rehabilitation. The choice the correct methods and personalization of rehabilitation programs, taking into account the individual clinical situation, can prevent the appearance of functional disorders and improve the quality of life of the patients after COVID-19.

**Key words:** COVID-19, pulmonary rehabilitation, quality of life.

Ukr. Pulmonol. J. 2020;29(3):66–72:

Irina Iliuk

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya

Associate Professor of Chair of Internal Medicine № 2

MD, PhD

104, Khmelnytske shose St., Vinnytsia, 21029, Ukraine

irynailiuk@gmail.com

Поява коронавірусної хвороби (COVID-19) і її швидке поширення в світі поставило перед фахівцями охорони здоров'я завдання, спрямовані на швидку діагностику, надання спеціалізованої медичної допомоги, реабілітацію та вторинну профілактику захворювання. Епідеміологічні дані, особливості клініки та лікування накопичуються і обговорюються фахівцями в режимі реального часу.

За даними метааналізу, проведеного Mo X., Jian W., Su Z. et al. (2020) при вивченні аутопсії 159 пацієнтів з гострим респіраторним дистрес-синдромом (ГРДС) виявлено, що патологічна сполучна тканина з'являється в легенях у 4 % осіб вже на першому тижні захворювання. У 47 % хворих на момент виписки з лікарні діагностувались порушення функції легень на ґрунті легеневого фіброзу, а в 61 % фіброзні зміни розвинулись через 3 тижні після початку COVID-19 [27].

Значне занепокоєння викликають випадки довготривалого перебігу захворювання та повільного повернення до звичайного способу життя. В літературі зустрічаються повідомлення про наявність «пост-COVID-19 синдрому» (post COVID-19 syndrome) — комплексу симптомів, які зберігаються через 12 і більше тижнів після перенесеної інфекції та які не можна пояснити альтернативними діагнозами [16, 29, 32].

Нещодавнє дослідження, проведене у Великобританії (n = 186000) виявило симптоми перенесеного COVID-19 у кожного п'ятого хворого через 5 тижнів та у кожного десятого хворого через 12 тижнів від початку захворювання [30]. Найбільш частими скаргами були слабкість, швидка втомлюваність, мінлива температура тіла, пітливість, міалгії, біль в грудній клітці та суглобах, сонливість, головний біль, запаморочення, когнітивні порушення (зниження уваги і пам'яті, поганий сон), втрата та/або зниження смаку та нюху, психоемоційні розлади (депресія і тривога), порушення функції шлунково-кишкового тракту (втрата апетиту, нудота, закрепи, що змінюються діареєю). У таких пацієнтів відмічалось зниження толерантності до фізичного навантаження.

рантності до фізичних навантажень, на тлі яких спостерігалося швидке падіння рівня насичення крові киснем (SpO<sub>2</sub>), з'являлись тахікардія / аритмія, задишка, кашель та біль в грудній клітці, різко коливався артеріальний тиск (АТ) від гіпотонії до розвитку гіпертонічного кризу [15, 21, 29, 31].

Y. Huang et al., вивчаючи функцію органів дихання у реконвалесцентів виявили порушення дифузійної здатності легень у 52,6% та вентиляційні порушення в 56% пацієнтів [23].

За результатами дослідження Goërtz Y.M.J., et al. (2020), через 3 місяці після розвитку захворювання найчастішими скаргами серед реконвалесцентів були втома (95 %) та задишка (90 %) [22].

Вищевказані симптоми турбують навіть тих хворих, які мали легкий перебіг COVID-19, та істотно знижують якість їх життя [42]. Ці дані вказують на необхідність залучення всіх пацієнтів, незалежно від тяжкості перебігу COVID-19 та попередньої госпіталізації, в мультидисциплінарні програми реабілітації та спостереження за станом їх здоров'я не лише в медичних закладах, але й після виписки.

Методи реабілітації пацієнтів після перенесеного COVID-19 повинні бути комплексними і враховувати [6, 17, 37]:

- патологічні зміни в органах і системах, які спричинені тяжкістю хвороби і обсягом тканинного ураження;
- ятрогенні ураження, обумовлені побічною дією лікарських засобів (кардіотоксичність, гепатотоксичність) та/чи медичними маніпуляціями (трахеостомія, інтубація);
- вплив супутньої патології (коморбідність);
- психологічні особливості пацієнта.

Слід застосовувати індивідуальний посиндромний патогенетичний підхід, який реалізує максимальну ефективність кожної реабілітаційної методики в залежності від наявних у пацієнта патологічних змін [5, 17, 38]. Перед початком легеневої реабілітації необхідно оцінити загальний клінічний стан пацієнта, особливо функціональний, а саме функцію дихання та серцево-судинної системи, фізичну активність, нутритивний статус.

Особи, які перехворіли COVID-19 із наявними/тривалими порушеннями функції легень через 6–8 тижнів після виписки з лікарні, повинні пройти комплексну програму легеневої реабілітації, що відповідає встановленим міжнародним стандартам [10, 14, 34].

**Легенева реабілітація (ЛР)** — комплекс методів медичної реабілітації, який базується на ретельній оцінці стану хворого з вибором індивідуальної терапії, що дозволяє пацієнтові [12, 13, 25, 39]:

- підтримувати хорошу фізичну форму (фізіотерапія);
- через навчання змінити спосіб життя і поведінку для поліпшення фізичного і психологічного стану.

Існують два типи ЛР: 1) легеневі / дренажні комплекси (ЛДК); 2) дихальні / вентиляційні комплекси (ДБК). Метою ЛДК є відновлення мукоциліарного кліренсу за допомогою позалегенового вібраційного впливу та постурального дренажу; інтрапульмональної перкусії; оптимізації кашлю (хаффінг) і дихальної практики; вакуумного масажу та бронхоальвеолярного лаважу. В

свою чергу, ДБК застосовують для покращення роботи дихальних м'язів і нормалізації газообміну. Вони спрямовані на тренування дихальних м'язів, оптимізації фаз дихального циклу, поліпшення механічних властивостей легень, нормалізацію основних легеневих об'ємів [12, 41].

**Кардіо-респіраторні тренування** виконують з метою стимуляції крово-/лімфообігу в м'язах, відновлення вентиляційно-перфузійних можливостей легеневої тканини і підвищення толерантності до фізичних навантажень на пізніх етапах реабілітації. Для цього в якості основних методів застосовують лікувальну ходьбу, скандинавську ходьбу, теренкур, плавання стилем «брас» та велосипедні тренування.

**Масаж грудної клітки** сприяє зменшенню спазму дихальної мускулатури, відновленню рухливості грудної клітки і діафрагми, підвищенню еластичності легеневої тканини, активації крово- і лімфообігу, ліквідації застійних явищ у легенях і у зв'язку із загальним підсиленням кровообігу, покращує доставку газів кров'ю, прискоренню розсмоктування інфільтратів і ексудатів. Післядія методу проявляється в нормалізації кислотно-основного стану, у збільшенні еластичності легеневої тканини, прохідності бронхів і резервів дихання. Масаж грудної клітки з використанням таких прийомів, як підбирання, розростання і рублення, здатний рефлекторно поглиблювати дихання, збільшувати збільшувати інспіраторну ємність легень та покращувати вентиляцію легень, в результаті поліпшуючи функцію зовнішнього дихання.

На пізніх етапах медичної реабілітації хворих, які перенесли вірусну пневмонію, можна використовувати класичний лікувальний масаж, вакуумний (банковий) масаж і апаратний вібромасаж грудної клітини.

**Вправи з позитивним тиском в кінці видиху (ПТКВ).** При нестабільності дихальних шляхів позитивний тиск і висока швидкість повітряного потоку при маневрі форсованого видиху супроводжуються динамічної компресією повітроносних шляхів — передчасний експіраторний колапс, що викликає часткове «спорожнення» альвеол і затримку слизу в дрібних бронхах. Для запобігання даного стану, з метою збільшення рівномірності вентиляції легень при відсутності експіраторних тренажерів, допустимо використання найпростіших дихальних методик створення позитивного тиску в кінці видиху (ПТКВ) [31]. Для цієї мети найчастіше використовують еластичні предмети з малим опором, які можливо надути (медичні рукавички, повітряні кульки). Через небезпеку баротравми легень, маневр видиху повинен проводитися пацієнтом без значної участі допоміжної дихальної мускулатури. Недоліком методики визнається неконтрольований опір і його значна варіація в процесі видиху. Demchuk A.M. et al. (2020) ефективність таких дихальних ставлять під сумнів [18].

Дихальні вправи, які використовуються самостійно або в комплексах дихальної гімнастики, є широкодоступним методом нормалізації, відновлення або активації основних функцій зовнішнього дихання. Механізм дії дихальних вправ у хворих з пневмоніями, асоційованими з коронавірусною інфекцією полягає в наступному [6, 11]:

- залучається максимально необхідний об'єм легень, за рахунок чого поліпшується природна вентиляція, яка призводить до очищення легень і збільшення їх об'єму (приблизно на 10–30 %);

- сприяють максимальному насиченню крові киснем (за рахунок ефективного вентиляційно-перфузійного співвідношення в нижніх відділах легень) при мінімальних енерговитратах;

- діафрагма при русі здійснює масаж печінки та інших внутрішніх органів, покращуючи периферичний кровообіг і тонус судин (в тому числі в басейні портальної вени), сприяє активації травлення і поліпшенню функцій шлунково-кишкового тракту і надниркових залоз;

- зменшують м'язове напруження і відновлюють рухливість в нижній частині спини, в області тазу і живота, особливо у пацієнтів, які тривалий час перебувають в положенні лежачи чи сидячи;

- позитивно впливають на психоемоційний стан.

У 2020 році, в своїй роботі Liu Kai та ін. [24] повідомили про результати проспективного, експериментального дослідження, в якому приймали участь 72 пацієнти, з яких 36 пройшли легенеvu реабілітацію. Для тренування дихальних м'язів пацієнти використовували комерційний ручний пристрій опору (Threshold PEP; Philips Co.). Після 6 тижнів реабілітації були виявлені суттєві відмінності у FEV1 (L), FVC (L), FEV1/FVC %, DLCO % та 6-хвилинному тесті ходьби. Результати SF-36 були статистично значущими в межах групи, що отримувала реабілітаційні заходи та між двома групами. Дослідження показало, що легенева функція значно покращилася після 6 тижнів занять дихальними вправами. Причиною може бути те, що під час тренування дихальних м'язів залучаються міжреберні та м'язи черевної стінки, які відіграють важливу роль у підтримці дихальної функції.

Для тренування дихальних м'язів, збільшення рівномірності вентиляції легень застосовують звукову респіраторну гімнастику. Під час вправ з вимовою певних звуків і / або їх поєднань строго певним способом, вібрація голосових зв'язок передається на гладку мускулатуру бронхів / легень і грудну клітку, викликаючи розслаблення спазмованих м'язів. Від частоти вібрацій залежить сила повітряного потоку. Таку методику можливо використовувати для тренування дихальної мускулатури, а отже, і діафрагми [8].

З метою збільшення рівномірності вентиляції легень, формування правильного стереотипу дихання рекомендовано призначати респіраторну гімнастику (пранаяма). Під час даної вправи здійснюється «повне дихання» в поєднанні з формуванням правильного дихального стереотипу (категорія йогівської дихальної вправи «пранаяма»). Основою вправи є послідовна і максимально повна вентиляція різних ділянок легень з можливою нормалізацією вентиляційно-перфузійного співвідношення [1, 3]. Shukla M., Chauhan D., Raj R. провели дослідження, в якому порівнювали ефективність методик реабілітації хворих на COVID-19, а саме: анулом вілом пранаяму (AVP), капал бхаті пранаяму (KBP), діафрагмальні дихальні вправи (DBE) та дихання зі стиснутими губами. Було виявлено, що анулом вілом пранаяма

достовірно максимально знижує оцінку сприйнятого навантаження під час затримки дихання [30, 35].

**Метод «активного циклічного дихання»** застосовують з метою збільшення рівномірності вентиляції легень, стимуляції кашльового кліренсу при утрудненому відходженні харкотиння, розправлення ателектазів. Механізм дії базується на поєднанні трьох дихальних методик: «дихальний контроль», «контроль розширення грудної клітини», «форсований експіраторний маневр з хаффіном» [19].

*Дихальним контролем* називають метод діафрагмального контролю вдиху / видиху в спокійному темпі для розслаблення дихальних шляхів і м'язів, який є зв'язуючою основою між циклами активних дихальних технік.

*Контроль розширення грудної клітини* це техніка глибокого / повного повільного вдиху з короткочасною затримкою дихання (1–2 сек.) і наступним спокійним видихом, що дозволяє повітрю потрапити в найбільш дистальні відділи бронхіального дерева пацієнта. Більш того, дана методика підвищує повітряний потік периферичних дихальних шляхів, що істотно підвищує повітряні об'єми, мобілізує трахеобронхіальний секрет.

*Форсований експіраторний маневр з хаффіном* (ФЕМ-Х) представляє собою техніку 2-х послідовних форсованих (різких) видихів з відкритою голосовою щілиною і ротом, що імітують звук «ХА-А-А-А-ФА» (звідси назва «ХАФФІНГ»). Під час ФЕМ-Х можлива експекторація (відкашлювання) харкотиння, у зв'язку з чим дана техніка зазвичай завершує цикл дихальних методик. За даними Donadio M.V.F., Campos N.E., Vendrusculo F.M. et al. поліпшення аускультативних показників легень є показником ефективності методик активного циклічного дихання [19].

Хворим з пневмонією в період завершення активного запального процесу на ділянку проєкції патологічного вогнища в легені рекомендована **ультрависокочастотна терапія електричним полем (УВЧ-терапія)** [37]. Цей метод — лікувальне використання електричної складової змінного електромагнітного поля високої частоти (27,12 МГц). УВЧ-терапія сприяє зменшенню ексудації в тканинах, знижує їх набряклість, відновлює мікроциркуляцію. Під впливом електричного поля УВЧ посилюється місцевий фагоцитоз, утворюється лейкоцитарний вал, вогнище запалення відмежовується від здорових тканин. Можуть використовуватися апарати УВЧ з автоматичним настроюванням в резонанс генераторного і терапевтичного контурів.

Традиційно використовується для лікування захворювань легень **лазеротерапія** (ЛТ) [3, 7] у вигляді впливу низькоінтенсивного (інфрачервоного) лазерного випромінювання. Біологічна відповідь організму на дію лазерного опромінення реалізується у стимуляції клітинного та гуморального імунітету, покращенні мікроциркуляції, позитивному впливі на низку біохімічних процесів — від згортання крові до обміну речовин. Експерименти *in vitro* та на лабораторних тваринах довели кореляцію між зменшенням запальних процесів, як абактеріального, так і бактеріального, вірусного та грибкового походження після серії місцевих опроміню-

вань лазером низької потужності. Збільшення кількості Т-лімфоцитів, зростання їх імунomodulatory властивостей особливо після курсу внутрішньо- та надвеного застосування пояснює імунотенезивний вплив ЛТ. Отже, під впливом низькоінтензивного лазерного опромінення спостерігається зниження адгезивної здатності тромбоцитів. Поліпшення оксигенації тканин організму відбувається за рахунок підвищення транспортування еритроцитами молекул кисню. Вплив на основні патогенетичні ланки запального процесу пояснюють протизапальний ефект ЛТ [20].

Таким чином, дане випромінювання покращує мікроциркуляцію в легеневої тканині, послаблює спазм гладкої мускулатури бронхів (зменшує обструктивний компонент зовнішнього дихання), надає місцеву і загальну імуностимуляцію, посилює дію антибіотиків шляхом збільшення концентрації їх в легеневої тканині за рахунок інтенсифікації тканинного кровотоку.

Вперше дані застосування ЛТ при короно-вірусної інфекції були опубліковані у *American Journal of Case Reports* у серпні 2020 року. Доктор Sigman S. A. із колегами (США) представив історію хвороби 57-річного хворого на COVID-19 асоційовану пневмонію. Особливість проведеного лікування полягала у застосуванні фотобіомодуляційної терапії (низькоінтенсивної ЛТ). Слід відмітити, що повне клінічне одужання, зникнення рентгенологічних ознак ураження легень та нормалізація лабораторних показників у пацієнта після проведення короткострокового курсу фотобіомодуляційної терапії було відмічене вже через 3 тижні від початку захворювання, що є вдвічі швидше ніж середні очікувані строки (6–8 тижнів) [36].

Mokmeli S. та Vetrici M. (2020) власноруч розробили протоколи лікування хворих на COVID-19 з детальним визначенням зон та режимів лазеротерапевтичного впливу в залежності від стадії захворювання та рівнів ураження дихальної системи. Науковці обґрунтовано довели можливість використання фотобіомодуляційної терапії (ЛТ) в комплексному лікуванні хворих з ураженням легень вже на гострому, госпітальному етапі, підкреслили, що метод є безпечним, без вікових обмежень, не вимагає значних фінансових втрат та не викликає зайвого медикаментозного навантаження [28].

Одним з методів реабілітації хворих на COVID-19 є **ультрафіолетове опромінення** — лікувальне застосування ультрафіолетового випромінювання довжиною хвилі 400–180 нм. Еритемні дози УФ-випромінювання мають виражену протизапальну, десенсибілізуючу і знеболювальну дію. Протизапальна дія відбувається за рахунок підвищення фагоцитарної активності лейкоцитів, а вплив інфрачервоними променями сприяє активації периферичного кровообігу, стимуляції фагоцитозу, розсмоктуванню інфільтратів і дегідратації тканин, особливо при підгострій і хронічній стадії запалення [5].

В реабілітації хворих на COVID-19 слід застосовувати **низькочастотну магнітотерапію** [3, 7] — лікувальне застосування магнітної складової змінного електромагнітного поля низької частоти. Даний метод призначають при наявності залишкових явищ в легенях, для зменшен-

ня набряку і поліпшення альвеолярного кровотоку, стимуляції обмінних процесів у вогнищі запалення.

**Високочастотну магнітотерапію (індуктотермію)** рекомендують використовувати при реабілітації пацієнтів з центральними і прикореневими пневмоніями [1, 3, 5, 6, 7]. Такий вплив підсилює мікроциркуляцію і лімфовідтік, зменшує бронхоспазм, покращує виділення мокротиння і вентиляційно-дренажну функцію бронхів. Індуктотермія підвищує обмін речовин, розслаблює гладкі і поперечно-смугасті м'язи, має протизапальну і антисептичну дію. Російські фахівці відмічають, що позитивному ефекту в лікуванні пацієнтів з коронавірусною пневмонією сприяє використання апаратів для проведення магніто-вібротерапії *Easy Terza Serie*®, а також високоінтенсивної магнітотерапії [11].

Системні методи озонотерапії у медичній практиці широко використовувались у Європі до пандемії COVID-19 як додаткова медична процедура. У науковій медичній базі існують посилення на застосування різних методик із киснево-озонованою сумішшю в лікуванні гострих та хронічних запальних процесів. Крім того, автори більшості статей висвітлюють факт прямого впливу озону на реплікацію вірусів, що поєднується з антиоксидантним та протизапальним ефектами. Особливість COVID-19 інфекції полягає у неконтрольованій активації та проліферації Т-лімфоцитів та макрофагів, значним ендотеліальним ураженням, що призводить до формування мікротромбів та в кінцевому сенсі — до летальних наслідків. Як правило, лабораторні зміни проявляються у високому рівні трансаміназ, значному збільшенні рівня ферриту, що викликає внутрішньосудинну гіперкоагуляцію. Одна з головних ролей у формуванні цитокінового шторму належить інтерлейкіну-6 (IL-6), який стимулює активність В-лімфоцитів. У свою чергу, цитокіновий шторм також стимулює синтез протеїнів гострої фази, що реалізується гіпертермією та ураженням центральної нервової системи. Зростання рівня інтерлейкіну-6 (IL-6) спостерігається при запальних захворюваннях, інфекціях, аутоімунних процесах, кардіоваскулярних захворюваннях та деяких формах раку.

Позитивний біологічний вплив озонованої аутогемотерапії включає зменшення тканинної гіпоксії та гіперкоагуляції, модуляцію імунної відповіді через супресію медіаторів запалення, покращення фагоцитарної активності та зниження вірусної реплікації

Введена киснево-озонована суміш покращує мікроциркуляцію та доставку кисню до ішемізованих тканин. Низка біохімічних ефектів призводить до зниження коагуляції, що є загальним симптомом у хворих на COVID-19. Озон здатний здійснювати модуляцію та контроль над рівнем цитокінів та зменшувати активність інтерлейкінів IL-1, IL-6 and TNF- $\alpha$ , які грають головну роль у розвитку запалення, в тому числі і при вірусному ураженні легень.

Tascini C., Sermann G., Pagotto A., et al. (2020) опублікували дані ретроспективного контрольованого дослідження застосування аутогемотерапії киснево-озонованою сумішшю у 60 хворих на пневмонію легкого та середнього ступеня важкості, асоційованою з коронавірусною інфекцією, які потребували госпіталізації.

Використання внутрішньовенного введення озону відбувалось на госпітальному етапі. Результатом проведеного дослідження виявились швидка регресія клінічних симптомів, позитивні об'єктивні, лабораторні, інструментальні зміни та скорочення термінів лікування. Клінічне покращення після проведення внутрішньовенного введення озонотерапії спостерігалося у 53 % хворих проти 33 % у хворих контрольної групи. У 7 % пацієнтів у період або після застосування озонотерапії мали місце ускладнення, що було кращим показником, ніж у групі порівняння (17 %) [40].

Серед методів реабілітації хворих на COVID-19 має місце переривчаста нормобарична гіпокситерапія (методика «гірське повітря») — немедикаментозний метод профілактики, лікування і реабілітації, який використовується для тренування кардіореспіраторної системи в умовах дихання людини повітряною сумішшю, збідненою киснем (15–10 %) [2]. При курсовій гіпокситерапії (10–20 процедур) значно підвищується стійкість організму до різних патогенних факторів зовнішнього і внутрішнього середовища завдяки його попереднього тренування до кисневої недостатності (гіпоксії). Протипоказаннями до проведення процедур є захворювання в гострій фазі, активний інфекційний процес, підвищення температури тіла і декомпенсація хронічних захворювань [11].

Реабілітаційні заходи, особливо пов'язані з відновленням дренажної функції, неможливі без використання спеціальних медичних приладів — дихальних тренажерів, які дозволяють істотно підвищити ефективність маніпуляції і комплаєнс пацієнта до неї. Значної популярності сьогодні набувають дихальні тренажери, які створюють позитивний тиск в кінці видиху (Positive Expiratory Pressure (PEP) або ПЕП) [4, 33]. Механізм дії базується на фізіологічних ефектах усунення альвеолярних колапсів, збільшенні часу «альвеолярної відкритості», підвищенні колатеральної вентиляції / кровотоку. Основними показаннями до проведення PEP-терапії є [26, 33]:

- «зворотнє» харкотиння, що не реагує на спонтанне відкашлювання;
- легеневі захворювання з гіперсекрецією/накопиченням секрету, успішно ліковані методом постурально-го дренажу (включаючи маніпуляції на грудній клітці);

• необхідність усунення «повітряної пастки» і ателектазу легень;

• оптимізація розподілу аерозолів при бронхорозширюючій терапії

Дихання через такий тренажер сприяє розширенню дихальних шляхів і кращому відходженню харкотиння під час кашлю, поліпшенню функції центральних і периферичних дихальних шляхів, запобіганню або зменшенню наявних ателектазів. Показанням до застосування PEP-тренажерів є хронічний бронхіт, муковісцидоз, вроджені захворювання легень, що супроводжуються затримкою і накопиченням бронхіального секрету; бронхіальна астма, ателектази, бронхоектази [4].

Хоча про наявність абсолютних протипоказань до проведення терапії в режимі позитивного тиску в кінці видиху автори-розробники тренажера «Трешолд ПЕП» не повідомляють, слід ретельно зважити доцільність її проведення в наступних випадках: нездатність пацієнта переносити збільшення роботи дихання; підвищення внутрішньочерепного тиску > 20 мм рт. ст.; нестабільність гемодинаміки; нещодавні травми або хірургічні втручання в ділянці обличчя, ротової порожнини або черепа; гострі синусити; носові кровотечі; хірургічні втручання на стравоході; активне кровохаркання; нудота, відома або підозрювана перфорація барабанної перетинки чи інша патологія середнього вуха; бульозна емфізема і пневмоторакс в анамнезі [4, 33].

З іншого боку, в літературі існують поодинокі повідомлення, які свідчать, про неефективність застосування даних тренажерів при COVID-19 (за винятком осіб з діагностованими до захворювання бронхіальною астмою або ХОЗЛ) [9]. Це пояснюється тим, що при розвитку пневмонії, пов'язаної з коронавірусною інфекцією, обструкція дихальних шляхів і харкотиння, як правило, у таких пацієнтів відсутні, кашель з'являється у відповідь на ураження альвеол, а не в результаті гнійного бронхіту.

Таким чином, сучасна медицина має у своєму розпорядженні широкий арсенал методів реабілітації пост-COVID-19 хворих. Більш того, вибір правильних методик реабілітації і персоналізація реабілітаційних програм з урахуванням індивідуальної клінічної ситуації дозволяє уникнути та запобігти функціональних порушень і відновити якість життя даних пацієнтів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов ВВ, Кляпчук ВВ, Неханевич ОБ, та ін. Фізична реабілітація, спортивна медицина: підручник для студ. вищих мед. навч. закладів. Дніпропетровськ: Журфонд. 2014;456 с.
2. Березовський ВА, Левашов МИ. Введение в оротерапию. Изд. 2е, перераб. и доп. Киев: АПГ. 2000;76 с.
3. Грігус ІМ. Фізична реабілітація в пульмонології: навчальний посібник. Вид. 2-ге, виправлене. Рівне: НУВГП. 2018;258 с.
4. Дыхательный тренажер Трешолд ПЭП. Режим доступа: <http://www.doctor-al.ru/sale/dykhatelnye-trenazhery/trenazhyer-dykhatelnyy-threshold-pep2910068/>
5. Дюсупова АА, Жунусов ЕТ, Беляева ТМ, и др. Основные принципы реабилитации при пневмонии, вызванной коронавирусной инфекцией. Семей: НАО «Медицинский университет Семей». 2020;46 с.
6. Крюков ЕВ, Савушкина ОИ, Малащенко ММ, и др. Влияние комплексной медицинской реабилитации на функциональные показатели системы дыхания и качество жизни у больных, перенесших COVID-19. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2020;(78):84–91. DOI: 10.36604/1998-5029-2020-78-84-91.
7. Магльованій А, Мухін В, Магльована Г. Основи фізичної реабілітації. Львів. 2006;150с.
8. Малявин АГ, Бабак СЛ, Горбунова МВ. Респираторная реабилитация пост-COVID-19 пациентов. Архив внутренней медицины. 2021;1(1):2–33. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-1-22-33.

## REFERENCES

1. Abramov VV, Klapchuk VV, Nekhaneyev OB, et al. *Fizichna reabilitatsiia, sportywna medytsyna: pidruchnyk dlia stud. vyshchykh med. navch. zakladiv* (Physical rehabilitation, sports medicine: a textbook for students. higher honey. textbook institutions). Dnipropetrovsk: Zhurfond. 2014;456 p.
2. Berезovskiy VA, Levashov MI. *Vvedenie v oroterapiyu* (Introduction to orotherapy). Izd. 2 e, pererab. i dop. Kiev: APG. 2000;76 p.
3. Grigus IM. *Fizichna reabilitatsiia v pulmonologii: navchalnyi posibnyk* (Physical rehabilitation in pulmonology: a textbook). Vyd. 2-he, vypravlene. Rive: NUVHP. 2018;258 p.
4. *Dyhatelnyy trenazher Treshold PEHP* (Threshold PEP breathing simulator). Available at: <http://www.doctor-al.ru/sale/dykhatelnye-trenazhery/trenazhyer-dykhatelnyy-threshold-pep2910068/>
5. Dyusupova AA, Zhunusov ET, Belyaeva TM, et al. *Osnovnye principy reabilitatsii pri pnevmonii, vyzvannoy koronavirusnoy infekciej* (Basic principles of rehabilitation for pneumonia caused by coronavirus infection). Semej: NAO «Medicinskij universitet Semej». 2020;46 s.
6. Kryukov EV, Savushkina OI, Malashenko MM, et al. *Vliyaniye kompleksnoy medicinskoj reabilitatsii na funktsionalnye pokazateli sistemy dykhaniya i kachestvo zhizni u bolnykh, perenessikh COVID-19* (Influence of complex medical rehabilitation on functional indicators of respiratory system and quality of life at the patients who transferred COVID-19). *Byulleten fiziologii i patologii dykhaniya*. 2020;(78):84-91. DOI: 10.36604/1998-5029-2020-78-84-91.
7. Mahlovanyi A, Mukhin V, Mahlovana H. *Osnovy fizichnoi reabilitatsii* (Fundamentals of physical rehabilitation). Lviv. 2006;150 p.

9. Мещерякова НН, Белевский АС, Кулешов АВ. Легочная реабилитация пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию COVID-19 (клинические примеры). Пульмонология. 2020;30(5):715–722. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-715-722.
10. Протокол надання реабілітаційної допомоги пацієнтам з коронавірусною хворобою (COVID-19) та реконвалесцентам. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 20.04.2021, № 771. 60 с.
11. Стариков СМ, Юдин ВЕ, Калашников СВ, и др. Физическая реабилитация больных пневмонией, ассоциированной с коронавирусной инфекцией (COVID-19): учебное пособие. М.: Издательство «Перо». 2020;75 с
12. Abdullahi A. Safety and Efficacy of Chest Physiotherapy in Patients With COVID-19: A Critical Review. *Front Med (Lausanne)*. 2020;7:454. DOI: 10.3389/fmed.2020.00454.
13. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002;166(4):518–624. DOI: 10.1164/rccm.166.4.518.
14. American Thoracic Society, Assembly on Pulmonary Rehabilitation «Guidance for re-opening pulmonary rehabilitation programs». 2020.
15. 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.
16. Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*. 2020;395(10223):507–513. DOI: 10.1016/S0140-6736(20) 30211-7.
17. 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 COVID-19 in adults (in Chinese). *Chin J Tuberc Respir Dis*. 2020;43:308.
18. Demchuk A, Chatburn R. Performance Characteristics of Positive Expiratory Pressure Devices. *Respir Care*. 2020;resp.08150. DOI: 10.4187/respcare.08150.
19. Donadio MVF, Campos NE, Vendrusculo FM, et al. Respiratory physical therapy techniques recommended for patients with cystic fibrosis treated in specialized centers. *Braz J Phys Ther*. 2019;S1413-3555(19)30062-30070. DOI: 10.1016/j.bjpt.2019.11.003.
20. Enwemeka CS, Bumah VV, Masson-Meyers DS. Light as a potential treatment for pandemic coronavirus infections: a perspective. *J Photochem Photobiol B*. 2020;207:111891.
21. Ferraro F, Calafiore D, Dambruoso F, et al. COVID-19 related fatigue: Which role for rehabilitation in post-COVID-19 patients? A case series *J Med Virol*. 2021;93:1896–1899. DOI: 10.1002/jmv.26717.
22. Goëtz Y, Herck MV, Jeannet M, Delbressine J, et al. Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome? *ERJ Open Research*. 2020;6:00542-2020. DOI: 10.1183/23120541.00542-2020.
23. Huang Y, Tan C, Wu J, et al. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir. Res.* 2020;21(1). Article number: 163. DOI:10.1186/s12931-020-01429-6.
24. Liu Kai, Zhang Weitong, Yang Yadong, et al. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: a randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020;39:101166. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101166>.
25. Lu-Lu Yang, Ting Yang. Pulmonary rehabilitation for patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) Chronic Diseases and Translational Medicine. 2020;6(2):79–86. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.05.002>.
26. Mcllwaine M, Button B, Nevitt SJ. Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;11:CD003147. doi: 10.1002/14651858.CD003147.pub5.
27. Mo X, Jian W, Su Z, et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *European Respiratory Journal*. 2020;55(6):2001217. DOI:10.1183/13993003.01217-2020.
28. Mokmeli S, Vetrici M. Low level laser therapy as a modality to attenuate cytokine storm at multiple levels, enhance recovery, and reduce the use of ventilators in COVID-19. *Can J Respir Ther*. 2020;56:1–7.
29. National Institute for Health and Care Excellence, Royal College of General Practitioners, Healthcare Improvement Scotland SIGN. COVID-19 rapid guideline: managing the longterm effects of COVID-19. London: National Institute for Health and Care Excellence, 2020. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng188> (18 Dec. 2020).
30. Office for National Statistics. The prevalence of long COVID symptoms and COVID-19 complications. Available from: <https://www.ons.gov.uk/news/statements-and-letters/the-prevalence-of-long-covid-symptoms-and-covid-19-complications>. (16 Dec 2020).
31. Osadnik CR, McDonald CF, Miller BR, et al. The effect of positive expiratory pressure (PEP) therapy on symptoms, quality of life and incidence of re-exacerbation in patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease — a multicentre, randomised controlled trial. *Thorax*. 2014;69(2):137–143. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2013-203425.
32. Perrin R, Riste L, Hann M, et al. Into the looking glass: Post-viral syndrome post COVID-19. *Med Hypotheses*. 2020;144:110055. DOI: 10.1016/j.mehy.2020.110055.
33. Rochester A, Chatwin M. Devices and techniques to aid physiotherapy in respiratory patients. European Respiratory society. Available at: <http://www.ersbuyersguide.org/articles/previous-issues/20122013/item/physiotherapy-aids>
34. Quality Standards for Pulmonary Rehabilitation in Adults, 2014. British Thoracic Society, London. Available at: <https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/clinical-information/pulmonary-rehabilitation/bts-quality-standards-for-pulmonary-rehabilitation-in-adults>.
35. Shukla M, Chauhan D, Raj R. Breathing exercises and pranayamas to decrease perceived exertion during breath-holding while locked-down due to COVID-19 online randomized study. *Complement Ther Clin Pract*. 2020;41:101248. DOI: 10.1016/j.ctcp.2020.101248.
36. Sigman SA, Mokmeli S, Vetrici MA. Adjunct low level laser therapy (LLLT) in a morbidly obese patient with severe COVID-19 pneumonia: A case report *Can J Respir Ther*. 2020;56:52–56. DOI: 10.29390/cjrt-2020-022.
37. Singh SJ, Barradell AC, Greening NJ, et al. British Thoracic Society survey of rehabilitation to support recovery of the post-COVID-19 population. *BMJ Open*. 2020;10(12):e040213. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-040213.
38. Smits M, Staal JB, van Goor H. Could Virtual Reality play a role in the rehabilitation after COVID-19 infection? *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020;6(1):e000943. DOI: 10.1136/bmjsem-2020-000943.
8. Malyavin AG, Babak SL, Gorbunova MV. *Respiratornaya reabilitatsiya post-COVID-19 pacientov* (Respiratory rehabilitation of post-COVID-19 patients). *Arkhiv i QUOT; vnutrennej mediciny*. 2021;1(1):2–33. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-1-1-22-33.
9. Meshcheryakova NN, Belevskij AS, Kuleshov AV. *Legochnaya reabilitatsiya pacientov, perenesshikh koronavirusnuyu infekciju COVID-19 (klinicheskie primery)* (Pulmonary rehabilitation of patients with coronavirus infection COVID-19 (clinical examples)). *Pulmonologiya*. 2020;30(5):715–722. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-715-722.
10. *Protokol nadannia reabilitatsiinoi dopomogy patsientam z koronavirusnoiu khvoroboyu (COVID-19) ta rekonvalentsentam. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 20.04.2021 № 771* (Protocol for the provision of rehabilitation care to patients with coronavirus disease (COVID-19) and convalescents. Decree of the Ministry of Health of Ukraine dated 20.04.2021, № 771). 60 p.
11. Starikov SM, Yudin VE, Kalashnikov SV, et al. *Fizicheskaya reabilitatsiya bolnykh pnevmonij, assotsirovannoj s koronavirusnoj infekciej (COVID-19): uchebnoe posobie* (Physical rehabilitation of patients with pneumonia associated with coronavirus infection (COVID-19): a textbook). M.: Izdatelstvo «PerO». 2020;75 p.
12. Abdullahi A. Safety and Efficacy of Chest Physiotherapy in Patients With COVID-19: A Critical Review. *Front Med (Lausanne)*. 2020;7:454. DOI: 10.3389/fmed.2020.00454.
13. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002;166(4):518–624. DOI: 10.1164/rccm.166.4.518.
14. American Thoracic Society, Assembly on Pulmonary Rehabilitation «Guidance for re-opening pulmonary rehabilitation programs». 2020.
15. 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.
16. Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*. 2020;395(10223):507–513. DOI: 10.1016/S0140-6736(20) 30211-7.
17. 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 COVID-19 in adults (in Chinese). *Chin J Tuberc Respir Dis*. 2020;43:308.
18. Demchuk A, Chatburn R. Performance Characteristics of Positive Expiratory Pressure Devices. *Respir Care*. 2020;resp.08150. DOI: 10.4187/respcare.08150.
19. Donadio MVF, Campos NE, Vendrusculo FM, et al. Respiratory physical therapy techniques recommended for patients with cystic fibrosis treated in specialized centers. *Braz J Phys Ther*. 2019;S1413-3555(19)30062-30070. DOI: 10.1016/j.bjpt.2019.11.003.
20. Enwemeka CS, Bumah VV, Masson-Meyers DS. Light as a potential treatment for pandemic coronavirus infections: a perspective. *J Photochem Photobiol B*. 2020;207:111891.
21. Ferraro F, Calafiore D, Dambruoso F, et al. COVID-19 related fatigue: Which role for rehabilitation in post-COVID-19 patients? A case series *J Med Virol*. 2021;93:1896–1899. DOI: 10.1002/jmv.26717.
22. Goëtz Y, Herck MV, Jeannet M, Delbressine J, et al. Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome? *ERJ Open Research*. 2020;6:00542-2020. DOI: 10.1183/23120541.00542-2020.
23. Huang Y, Tan C, Wu J, et al. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir. Res.* 2020;21(1). Article number: 163. DOI:10.1186/s12931-020-01429-6.
24. Liu Kai, Zhang Weitong, Yang Yadong, et al. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: a randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020;39:101166. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101166>.
25. Lu-Lu Yang, Ting Yang. Pulmonary rehabilitation for patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) Chronic Diseases and Translational Medicine. 2020;6(2):79–86. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.05.002>.
26. Mcllwaine M, Button B, Nevitt SJ. Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;11:CD003147. doi: 10.1002/14651858.CD003147.pub5.
27. Mo X, Jian W, Su Z, et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *European Respiratory Journal*. 2020;55(6):2001217. DOI:10.1183/13993003.01217-2020.
28. Mokmeli S, Vetrici M. Low level laser therapy as a modality to attenuate cytokine storm at multiple levels, enhance recovery, and reduce the use of ventilators in COVID-19. *Can J Respir Ther*. 2020;56:1–7.
29. National Institute for Health and Care Excellence, Royal College of General Practitioners, Healthcare Improvement Scotland SIGN. COVID-19 rapid guideline: managing the longterm effects of COVID-19. London: National Institute for Health and Care Excellence, 2020. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng188> (18 Dec. 2020).
30. Office for National Statistics. The prevalence of long COVID symptoms and COVID-19 complications. Available from: <https://www.ons.gov.uk/news/statements-and-letters/the-prevalence-of-long-covid-symptoms-and-covid-19-complications>. (16 Dec 2020).
31. Osadnik CR, McDonald CF, Miller BR, et al. The effect of positive expiratory pressure (PEP) therapy on symptoms, quality of life and incidence of re-exacerbation in patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease — a multicentre, randomised controlled trial. *Thorax*. 2014;69(2):137–143. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2013-203425.
32. Perrin R, Riste L, Hann M, et al. Into the looking glass: Post-viral syndrome post COVID-19. *Med Hypotheses*. 2020;144:110055. DOI: 10.1016/j.mehy.2020.110055.
33. Rochester A, Chatwin M. Devices and techniques to aid physiotherapy in respiratory patients. European Respiratory society. Available at: <http://www.ersbuyersguide.org/articles/previous-issues/20122013/item/physiotherapy-aids>
34. Quality Standards for Pulmonary Rehabilitation in Adults, 2014. British Thoracic Society, London. Available at: <https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/clinical-information/pulmonary-rehabilitation/bts-quality-standards-for-pulmonary-rehabilitation-in-adults>.
35. Shukla M, Chauhan D, Raj R. Breathing exercises and pranayamas to decrease perceived exertion during breath-holding while locked-down due to COVID-19 online randomized study. *Complement Ther Clin Pract*. 2020;41:101248. DOI: 10.1016/j.ctcp.2020.101248.
36. Sigman SA, Mokmeli S, Vetrici MA. Adjunct low level laser therapy (LLLT) in a morbidly obese patient with severe COVID-19 pneumonia: A case report *Can J Respir Ther*. 2020;56:52–56. DOI: 10.29390/cjrt-2020-022.

39. Smondack P, Gravier F, Prieur G, et al. Physiotherapy and COVID-19. From intensive care unit to home care-An overview of international guidelines. *Rev Mal Respir.* 2020;37(10):811-822. French. DOI: 10.1016/j.rmr.2020.09.001.
40. Tascini C, Sermann G, Pagotto A, et al. Blood ozonization in patients with mild to moderate COVID-19 pneumonia: a single centre experience, 2020. *Intern Emerg Med.* <https://doi.org/10.1007/s11739-020-02542-6>.
41. Wang T, Chau B, Lui M, et al. Physical Medicine Rehabilitation and Pulmonary Rehabilitation for COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020;99(9):769-774. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001505.
42. Vaes AW, Machado FVC, Meys R, et al. Care Dependency in Non-Hospitalized Patients with COVID-19. *J Clin Med.* 2020;9:2946. DOI: 10.3390/jcm9092946.
37. Singh SJ, Barradell AC, Greening NJ, et al. British Thoracic Society survey of rehabilitation to support recovery of the post-COVID-19 population. *BMJ Open.* 2020;10(12):e040213. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-040213.
38. Smits M, Staal JB, van Goor H. Could Virtual Reality play a role in the rehabilitation after COVID-19 infection? *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2020;6(1):e000943. DOI: 10.1136/bmjsem-2020-000943.
39. Smondack P, Gravier F, Prieur G, et al. Physiotherapy and COVID-19. From intensive care unit to home care-An overview of international guidelines. *Rev Mal Respir.* 2020;37(10):811-822. French. DOI: 10.1016/j.rmr.2020.09.001.
40. Tascini C, Sermann G, Pagotto A, et al. Blood ozonization in patients with mild to moderate COVID-19 pneumonia: a single centre experience, 2020. *Intern Emerg Med.* <https://doi.org/10.1007/s11739-020-02542-6>.
41. Wang T, Chau B, Lui M, et al. Physical Medicine Rehabilitation and Pulmonary Rehabilitation for COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020;99(9):769-774. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001505.
42. Vaes AW, Machado FVC, Meys R, et al. Care Dependency in Non-Hospitalized Patients with COVID-19. *J Clin Med.* 2020;9:2946. DOI: 10.3390/jcm9092946.