

<https://doi.org/10.54500/2790-1203-2024-2-121-12-17>

УДК 616.23/25; 616.9

МРНТИ 76.29.35; 76.29.50

Обзорная статья

## Функциональное состояние респираторной системы после перенесенной COVID-19

[Батталова З.Ш.](#)<sup>1</sup>, [Латыпова Н.А.](#)<sup>2</sup>, [Бримкулов Н.Н.](#)<sup>3</sup>, [Камалбекова Г.М.](#)<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Магистрант кафедры семейной медицины №2, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан.

E-mail: [zaitunam.battalova@gmail.com](mailto:zaitunam.battalova@gmail.com)

<sup>2</sup> Заведующая кафедрой семейной медицины №2, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан.

E-mail: [nata77ru@yandex.ru](mailto:nata77ru@yandex.ru)

<sup>3</sup> Заведующий кафедрой семейной медицины последипломного образования, Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызстан. E-mail: [brimkulov@list.ru](mailto:brimkulov@list.ru)

<sup>4</sup> Доцент кафедры семейной медицины №2, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: [kgm.08@mail.ru](mailto:kgm.08@mail.ru)

### Резюме

Респираторные расстройства относятся к самым частым состояниям после перенесенной COVID-19 наряду с повышенной утомляемостью, бессонницей, депрессивными расстройствами, расстройством внимания и памяти. Частота респираторных расстройств после перенесенной COVID-19 в среднем составляет 35%.

**Цель обзора:** изучить в доступной литературе характеристику и длительность функциональных нарушений дыхания в постковидном периоде.

Исследованию постковидных нарушений посвящено множество работ, в том числе оценке функционального состояния дыхательной системы с использованием различных диагностических методов, функциональных тестов. Однако остается не ясным, сколько времени сохраняются нарушения респираторных параметров у пациентов, перенесших инфекцию COVID-19, и какие факторы влияют на их динамику.

**Ключевые слова:** COVID-19, постковидный синдром, респираторная функция, респираторные нарушения, исследование диффузионной способности легких по монооксиду, спирометрия.

Corresponding author: Zaitunam Battalova, Master's student of the Department of Family Medicine No.2, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

Postal code: Z10K8Y7

Address: Kazakhstan, Astana, Beibitshilik street 49A

Phone: +77014979907

E-mail: [zaitunam.battalova@gmail.com](mailto:zaitunam.battalova@gmail.com)

2024; 2 (121): 12-17

Received: 28-01-2024

Accepted: 07-03-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Виновником начала пандемии коронавирусной болезни 2019 года стал вирус SARS-CoV-2 (COVID-19) [1]. За время пандемии зафиксировано более чем 486 761 597 подтвержденных случаев инфицирования и 6 142 735 смертей во всем мире, в Казахстане число зараженных достигло 1 305 151 по состоянию на апрель 2022 года [1,2]. Коронавирус все еще не отступает, вирус мутирует и продолжает оставаться объектом активного изучения. Клинические проявления инфекции варьируют от бессимптомной и легкой формы до мультисистемных поражений и летальных исходов [3-6]. Являясь системным заболеванием, COVID-19 оказывал влияние на множество органов, с чем связано разнообразие жалоб пациентов во время болезни и в период реконвалесценции.

Учеными многих специальностей активно проводятся всесторонние исследования по изучению последствий COVID-19 на различные органы и системы. В ряде исследований описаны случаи сохранения некоторых симптомов после выздоровления и развитие «постковидного синдрома» [7,8]. Длительность данного синдрома варьирует от 3 до 12 месяцев и более

## Методология

Поиск проводился среди полнотекстовых публикаций, открытого доступа на английском и русском языках. Были использованы поисковые системы PubMed, ScienceDirect, Elsevier, Scopus, Cyberleninka, Google Scholar по ключевым словам: pulmonary functions, Long COVID, COVID-19 pneumonia, Lung Function. Всего было просмотрено 65 статей за 2020-2022 годы, из которых отобрано 45 авторов стран Восточной Азии, Европы, США, Южной Америки и России.

Критерии включения: полнотекстовые статьи, в которых исследовано и описано функциональное

## Респираторные нарушения раннего постковидного периода (до 3 месяцев)

Анализируя результаты исследований, проведенных в раннем восстановительном периоде до 3 месяцев после COVID-19 в Голландии (2020), Бельгии (2021) и в Китае (2020), выявлено, что распространенность нарушений DLCO варьировала от 47,2 % до 71,7%, показатель общей емкости легких (ОЕЛ) был ниже нормы у 21,2%-25% участников. Показатели DLCO и ОЕЛ коррелировали с тяжестью болезни, и были значительно снижены в группе с тяжелой пневмонией, что говорит о более выраженном нарушении объема легких в тяжелых случаях [24,25]. Значения объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) в функциональных тестах легких были также достоверно снижены в группе с тяжелой формой COVID-19 ( $p=0,004$  и  $p=0,001$  соответственно). Кроме того, показано, что у пациентов с рестриктивными нарушениями продолжительность госпитализации и средний возраст были значительно выше [26]. В бельгийском исследовании выраженность рестриктивных нарушений у пациентов с тяжелой степенью пневмонии также коррелировала с лечением в отделении в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) (10% против 0,7%;  $p=0,001$ ) и инвазивной вентиляцией легких [27]. В Китайском ретроспективном исследовании, по данным спирографии имелось незначительное снижение объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1)/форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ)

[9-11]. Частота постковидного синдрома составляет 53,1%-82,2% [12,13]. Преобладающими жалобами пациентов в постковидном периоде были: усталость 17,5%-72,0%, бессонница и депрессивные состояния 23%, дизосмия и дисгевзия 11%, рассеянность внимания у 19,9% и расстройство памяти 18,9% [14-17].

Наряду с ними, COVID-19 поражал респираторную систему, вызывая такие клинические проявления как одышка (43,4%), дискомфорт в грудной клетке (21,7%), кашель (2%) [18,19]. Ряд исследований показал сохранение респираторных жалоб в постковидном периоде в среднем у 35% переболевших [20-23]. Поражение легких чаще всего и являлось причиной госпитализации пациентов. Учитывая высокую распространенность респираторных симптомов при COVID-19, представляет интерес оценка характеристики и длительности функциональных нарушений дыхания в постковидном периоде.

**Цель обзора:** изучить в доступной литературе характеристику и длительность функциональных нарушений дыхания в постковидном периоде.

состояние респираторной системы с помощью спирометрии, теста 6 минутной ходьбы, шкалы одышки mMRC (Modified Medical Research Council) и Борга, а также исследование параметров газообмена в постковидном периоде в динамике (Diffusing Capacity of the Lungs For Carbon Monoxide - DLCO).

Критерии исключения: краткие отчеты, газетные статьи, исследования, где рассматривали острый период COVID-19, осложнения со стороны других органов и систем, лечение, течение инфекции у детей и беременных.

у 43,9% пациентов, незначительное снижение ФЖЕЛ и ОФВ1 у 8,7%, умеренное снижение показателей ФЖЕЛ отмечено у 1,8% пациентов. Рестриктивные нарушения выявлялись у 3,49%-12,3% участников, нарушения обструктивного характера у 3,49%-10,5% пациентов. Помимо этого, сохранялось снижение силы дыхательной мускулатуры больше, чем у половины испытуемых. При проведении теста 6-минутной ходьбы, пациенты после тяжелой степени пневмонии прошли меньшее расстояние, чем пациенты после пневмонии легкой степени, что говорит о снижении толерантности к нагрузке [28,29]. В то же время, в исследовании, проведенном в Париже в 2020 году, с участием 50 пациентов, через 30 дней после заболевания не было обнаружено корреляционной связи показателей ФЖЕЛ, общая емкость легких (ОЕЛ) и DLCO со степенью тяжести пневмонии, но была выявлена зависимость DLCO от возраста. Рестриктивные нарушения вентиляционной способности легких и сниженный диффузионный паттерн имелись у 54% пациентов [30]. Также, в исследовании, проведенном в Саудовской Аравии в 2021 году, спустя 2-6 месяца после COVID-19, у пациентов обнаружены лишь аномалия ФЖЕЛ, ОФВ1, пиковой объемной скорости выдоха, остальные тесты на легочную функцию не имели значимых отличий. Исследование включало 20 пациентов, имевших пневмонию в остром периоде и 30 здоровых добровольцев.

В группе перенесших пневмонию, нарушение легочной функции по рестриктивному типу сохранялись у 50%, снижение DLCO у 35% участников, тогда как в контрольной группе он был снижен у 23,3% [31].

Исследование, проведенное на полуострове Юкатан в сроке до 3-х месяцев после болезни, в 2021 году включало 186 пациентов, разделенных

### Респираторные нарушения в период от 3 до 6 месяцев после COVID-19

Большая часть исследований проведена в период от 3 до 6 месяцев наблюдения. В работах, проведенных в Норвегии (2021), Испании (2021), Китае (2020) и в Бельгии (2021) через 3 месяца выявлены нарушения функции легких у 25,45% пациентов, снижены показатели ОЕЛ (7,27%), ОФВ1 (8,8%-25%), ФЖЕЛ (4,7-24%), нарушение DLCO (16,36-57%) и функционального состояния малых дыхательных путей (12,73%). Было выявлено, что сниженные показатели ОФВ1 (76,9% против 51,2%,  $p = 0,005$ ) и ФЖЕЛ (76,3% против 51,6%,  $p = 0,008$ ) наблюдались преимущественно у лиц мужского пола [33-35]. Остаточные изменения на компьютерной томографии (КТ) коррелировали с аномалией DLCO. Тест 6-минутной ходьбы был менее 80% прогнозируемого у 22% пациентов в группе со средней и тяжелой степенью тяжести течения [36]. У пациентов, пролеченных ОПИТ и в обычной палате, распространенность одышки была одинакова. Показатели функциональных легочных тестов в группе, пролеченных в ОПИТ не были ниже. Однако распространенность изменений на КТ у них была значительно выше, изменения в легочной ткани все еще имелись у 70,91% пациентов [37,38].

Результаты итальянского исследования 2020 года, выполненного через 4 месяца после острого периода, отличались тем, что больший удельный вес в исследуемой группе составили мужчины, лица старшего возраста с коморбидными состояниями. Всего участвовало 379 пациентов, разделенных на две группы: перенесшие COVID-19 без пневмонии и с пневмонией. Среди всех участников, одышку при физической нагрузке отметили 42,7%, боль в грудной клетке 11,9% пациентов. У пациентов имевших поражение легких в остром периоде уровень сатурации в покое и во время теста 6-минутной ходьбы был ниже, чем у пациентов без пневмонии [39]. Авторы предполагают, что возможно нет необходимости в рутинной оценке состояния респираторной системы пациентов, без клинических и радиологических симптомов поражения легких во время острого периода COVID-19.

Другое исследование проведено в Санкт-Петербурге (2020) с участием 31 пациента, 84% были мужчинами. Получены результаты: через 1,5 месяца после инфекции 77% пациентов имели умеренное снижение DLCO, остальные показатели легочной функции были в пределах нормальных значений. Через 4 месяца сниженный показатель DLCO сохранялся у 58%. После сравнительного анализа показателей легочной функции во время первого и второго визита было обнаружено статистически значимое увеличение показателей ФЖЕЛ, ОФВ1, ОЕЛ, DLCO, а также уменьшение соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ и остаточного объема легких к общей емкости легких после контрольного визита. Таким образом, у пациентов спустя 4-месяца после COVID-19, имелась статистически значимая положительная динамика

на группы с персистирующей одышкой и без нее. В группе с персистирующей одышкой имелось снижение показателей ФЖЕЛ, ОФВ1, DLCO, показатели по шкале Борга 0-10 на выявление одышки и усталости были более выраженными. Нарушения рестриктивного типа в группе с персистирующей одышкой имелись у 47% участников, тогда как в группе без одышки они были у 33% пациентов [32].

показателей вентиляционной способности легких и показателей DLCO [40].

В исследовании, проведенном Belen Safont et al. (2021), участвовало 313 пациентов, разделенных на группы после COVID-19 средней степени тяжести и тяжелой степени, получавших респираторную поддержку в остром периоде. Через 3 месяца показатель DLCO был снижен у 54,6% участников, через 6 месяцев оставался сниженным у 47% участников, а также по шкале mMRC 35,46% участников имели один и более баллов спустя 6 месяцев после болезни. Значения DLCO и ФЖЕЛ были значимо снижены в группе после тяжелого COVID-19, однако, через 6 месяцев эти показатели улучшились. Выяснено, что критическое течение COVID-19 в последующем не явилось предиктором аномалии DLCO [41].

Исследования в Китае (2020), Швеции (2021) и Великобритании (2021) с участием 390, 60 и 283 пациентов соответственно, выполнены в период от 2х до 6 месяцев после заражения. Так, DLCO < 80% был у 22-87% пациентов, значение DLCO варьировало от 44% до 62% от прогнозируемого, нарушение чаще наблюдалось у лиц женского пола, у пациентов старше 60 лет и у тех, кто получал инвазивную вентиляцию легких в остром периоде. Показатель DLCO коррелировал с уровнем С-реактивного белка, связи с уровнем D-димера обнаружено не было [42-44]. Некоторые исследования не выявили значительных нарушений функции внешнего дыхания. Например, Оксфордское исследование 2021 года, в котором функциональные тесты проводились через 2 и 6 месяцев после болезни, продемонстрировало снижение только показателей ОФВ1 и ФЖЕЛ в основной группе, остальные значения оставались в пределах нормы. Основную группу составляли 58 пациентов после COVID-19 средней и тяжелой степени тяжести, в контрольной группе 30 добровольцев не болевших COVID-19, того же возраста и пола, что и основная группа. Через 6 месяцев значение ОФВ1 было такое же, как и в контрольной группе ( $P=0,10$ ), однако ФЖЕЛ оставался немного ниже ( $P=0,024$ ), DLCO был снижен у 52% пациентов. У пациентов, имевших пневмонию в остром периоде, DLCO был значительно ниже, чем у пациентов без пневмонии (77% против 91%,  $P=0,009$ ) [45].

В Хельсинском исследовании (2021) также большинство участников не имели аномалий ОФВ1/ФЖЕЛ, отсутствовали обструктивные нарушения. Обнаружено умеренное снижение ОФВ1 у 10% пациентов, невыраженное повышение оксида азота в выдыхаемом воздухе у 39% участников. Воспалительные процессы и нарушения функций в малых дыхательных путях через 3 и 6 месяцев от начала инфекции не обнаружены [46].

## Респираторные нарушения в течение 12 месяцев после COVID-19

В доступной литературе обнаружено всего 4 исследования функционального состояния респираторной системы в течение 12 месяцев после болезни и ни одного с продолжительностью более 1 года. Наибольшее количество наблюдений было в испанском исследовании (2022), включающем 305 участников. Выявлено наличие нарушений у 31,4% после тяжелой и у 27,7% пациентов после средней степени тяжести COVID-19. Факторами риска, связанными с аномалией DLCO через 12 месяцев, были возраст, прогнозируемый уровень ОФВ<sub>1</sub> и наличие одышки при очередных наблюдениях [47]. Исследование Steinbeis F. et al. (2021), включало 180 пациентов. Участников с снижением DLCO показатели ФЖЕЛ улучшились за 12 месяцев с 61,32% до 71,82%, ОЕЛ с 68,92% до 76,95%, DLCO с 60,18% до 68,98% от прогнозируемых значений. Несмотря на это, спустя 12 месяцев одышка все еще сохранялась у 43,48% пациентов. Показатели DLCO, ФЖЕЛ коррелировали с тяжестью заболевания, но при этом, связи обструктивных нарушений с тяжестью заболевания не наблюдалось [48]. В исследовании Xiaojun Wu et al. (2020) включавшем 135 пациентов после тяжелой COVID-19, пациенты были обследованы через 3, 6, 9 и 12 месяцев. Выраженным нарушением, обнаруженным в результате исследования, явилось снижение DLCO.

Через 3 месяца показатель DLCO составлял 77% от прогнозируемого значения, через 6 месяцев 76% и через 12 месяцев 88% от прогнозируемого значения. Многомерная логистическая регрессия выявила, что вероятность аномалии DLCO была связана с женским полом [49].

Исследование функционального состояния респираторной системы через 12 месяцев также проведено в Ухане (2021) с участием 254 пациентов. В основной группе пациенты после COVID-19, в контрольной - добровольцы не болевшие COVID-19. Снижение значений ОФВ коррелировало с уровнем ФЖЕЛ. После анализа собранных данных медиана ОЕЛ, ФЖЕЛ, DLCO увеличивалась до 6 месяцев, без последующей динамики между 6 и 12 месяцами. Доля пациентов, имевших одышку, по шкале mMRC 1 или более, немного увеличилась с 26% при визите в 6 месяцев до 30% при 12-месячном визите. Однако, отмечалась статистически значимая динамика со стороны теста 6-минутной ходьбы, когда в 12 месяцев показатели у 12% участников были ниже нормы, по сравнению с 14% в 6 месяцев ( $p=0,033$ ). Через 12 месяцев сниженный DLCO имелся у 23% пациентов из группы со средней степенью тяжести, и у 31%- 54% в группе с тяжелым и критическим течением [50].

### Выводы

Анализ данных литературы позволяет сделать следующие выводы:

1. Длительность исследований функциональных параметров дыхания в постковидном периоде ограничена 12 месяцами, длительных наблюдений более 1 года не обнаружено.
2. Распространенность нарушений DLCO в период до 3 месяцев варьировала от 18,5% до 84,2%, от 3 до 6 месяцев DLCO был снижен у 16,36–57%, через 12 месяцев у 23–54%.
3. Показатель DLCO коррелировал с уровнем С-реактивного белка, возрастом и восстанавливался дольше остальных показателей функции внешнего дыхания.
4. Рестриктивные нарушения были обнаружены у 3,49–54% участников в виде снижения ОЕЛ и ЖЕЛ, показатели коррелировали со степенью тяжести COVID-19.
5. Обструктивные нарушения выявлялись у незначительного количества пациентов, от 3,49% до 10,5% случаев и не коррелировали с тяжестью

одышки в постковидном периоде и с рестриктивными нарушениями.

6. Тест 6-минутной ходьбы оказался сниженным у 14% через 6 месяцев и статистически значимо улучшился к 12 месяцам. Пациенты после тяжелой формы COVID-19 прошли меньшую дистанцию, чем пациенты после нетяжелой формы, что говорит о снижении толерантности к нагрузке.

Таким образом, исследования по оценке функции внешнего дыхания у пациентов, перенесших COVID-19, не многочисленны, период наблюдения в них не превышает 6-12 месяцев, результаты разноречивы из-за малого количества участников, что определяет необходимость продолжить исследования в данном направлении.

**Вклад авторов:** Все авторы в равной мере принимали участие в поиске, проведении анализа литературных источников и написании разделов статьи.

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Финансирование:** отсутствует

### Литература

1. WHO. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Website. [Cited 26 Dec 2023]. Available from URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/>
2. Информация о заболеваемости коронавирусной инфекцией в РК на 01.04.2022 год. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Веб-сайт. [Дата обращения: 26 Дек. 2023]. Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/press/news/details/349074?lang=ru>
3. Informacija o zboleваемости koronavirusnoj infekcij v RK na 01.04.2022 god. Ministerstvo zdravoohranenija Respubliki Kazahstan (Information on the incidence of coronavirus infection in the Republic of Kazakhstan as of 01.04.2022. Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan) [in Russian]. Веб-сайт. [Data obrashhenija: 26 Dek. 2023]. Rezhim dostupa: <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/press/news/details/349074?lang=ru>
3. Hui D.S., Azhar E.I., Kim Y.J. Middle East respiratory syndrome coronavirus: risk factors and determinants of primary, household, and nosocomial transmission. *Lancet Infect Dis.* 2018; 18(8): e217-e227. [Crossref]
4. Ahmed H., Patel K., Greenwood D.C. Long-term clinical outcomes in survivors of severe acute respiratory syndrome and Middle East respiratory syndrome coronavirus outbreaks after hospitalisation or ICU admission: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2020; 52(5): jrm00063. [Crossref]

5. Chan J.F, Yuan S, Kok K.H., et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet*. 2020; 395(10223): 514-523. [\[Crossref\]](#)
6. Elrobaa I. H., New K. J. COVID-19: Pulmonary and Extra Pulmonary Manifestations. *Frontiers in public health*, 2021; 9: 711616. [\[Crossref\]](#)
7. Yelin D, Wirtheim E., Vetter P, et al. Long-term consequences of COVID-19: research needs. *The Lancet. Infectious diseases*, 2020; 20(10): 1115–1117. [\[Crossref\]](#)
8. Lam M.H., Wing Y.K., Yu M.W., et al. Mental morbidities and chronic fatigue in severe acute respiratory syndrome survivors: long-term follow-up. *Arch Intern Med*. 2009; 169(22): 2142-7. [\[Crossref\]](#)
9. Greenhalgh T, Knight M., A'Court C., et al. Management of post-acute covid-19 in primary care. *BMJ*. 2020; 370: m3026. [\[Crossref\]](#)
10. Белоцерковская Ю.Г., Романовских А.Г., Смирнов И.П. Долгий COVID-19 // *Consilium Medicum*. 2021. - №23 (3). - С. 261-268. [\[Crossref\]](#)
11. Belocerkovskaja Ju.G., Romanovskih A.G., Smirnov I.P., Sinopal'nikov A.I. Dolgij COVID-19 (Long COVID-19) [in Russian]. *Consilium Medicum*. 2021; 23 (3): 261–268. [\[Crossref\]](#)
12. Xiong Q., Xu M., Li J., Liu Y., et al. Clinical sequelae of COVID-19 survivors in Wuhan, China: a single-centre longitudinal study. *Clinical microbiology and infection*, 2021; 27(1): 89-95. [\[Crossref\]](#)
13. Petersen M. S., Kristiansen M. F., Hanusson K. D., Danielsen M. E., et al. Long COVID in the Faroe Islands: a longitudinal study among nonhospitalized patients. *Clinical infectious diseases*, 2021; 73(11): e4058-e4063. [\[Crossref\]](#)
14. Nasserie T., Hittle M., Goodman S.N. Assessment of the Frequency and Variety of Persistent Symptoms Among Patients With COVID-19: A Systematic Review. *JAMA Netw Open*. 2021; 4(5): e2111417. [\[Crossref\]](#)
15. Crook H., Raza S., Nowell J., et al. Long covid-mechanisms, risk factors, and management. *BMJ*. 2021;374:n1648. [\[Crossref\]](#)
16. Mahmud R., Rahman M.M., Rassel M.A., et al. Post-COVID-19 syndrome among symptomatic COVID-19 patients: A prospective cohort study in a tertiary care center of Bangladesh. *PLOS ONE*, 2021; 16(4): e0249644. [\[Crossref\]](#)
17. Pavli A., Theodoridou M., Maltezou H.C. Post-COVID Syndrome: Incidence, Clinical Spectrum, and Challenges for Primary Healthcare Professionals. *Arch Med Res*. 2021; 52(6): 575-581. [\[Crossref\]](#)
18. Woo M. S., Malsy J., Pöttgen J., Seddiq Zai S., et al. Frequent neurocognitive deficits after recovery from mild COVID-19. *Brain Communications*, 2020; 2(2): fcaa205. [\[Crossref\]](#)
19. Augustin M., Schommers P., Stecher M., et al. Post-COVID syndrome in non-hospitalised patients with COVID-19: a longitudinal prospective cohort study. *Lancet Reg Health Eur*. 2021; 6: 100122. [\[Crossref\]](#)
20. Carfi A., Bernabei R., Landi F. Gemelli Against COVID-19 Post-Acute Care Study Group. Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19. *JAMA*. 2020; 324(6): 603-605. [\[Crossref\]](#)
21. Armange L., Bénézit F., Picard L., et al. Prevalence and characteristics of persistent symptoms after non-severe COVID-19: a prospective cohort study. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2021; 40(11): 2421-2425. [\[Crossref\]](#)
22. Bastola A., Nepal R., Shrestha B., et al. Persistent Symptoms in Post-COVID-19 Patients Attending Follow-Up OPD at Sukraraj Tropical and Infectious Disease Hospital (STIDH), Kathmandu, Nepal. *Trop Med Infect Dis*. 2021; 6(3): 113. [\[Crossref\]](#)
23. Kayaaslan B., Eser F., Kalem A.K., et al. Post-COVID syndrome: A single-center questionnaire study on 1007 participants recovered from COVID-19. *J Med Virol*. 2021; 93: 6566- 6574. [\[Crossref\]](#)
24. Lemhöfer C., Sturm C., Loudovici-Krug D. et al. The impact of Post-COVID-Syndrome on functioning – results from a community survey in patients after mild and moderate SARS-CoV-2-infections in Germany. *J Occup Med Toxicol*, 2021; 16: 45. [\[Crossref\]](#)
25. van der Sar-van der Brugge S, Talman S, Boonman-de Winter L, et al. Pulmonary function and health-related quality of life after COVID-19 pneumonia. *Respir Med*. 2021; 176: 106272. [\[Crossref\]](#)
26. Mo X., Jian W., Su Z., et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur Respir J*. 2020;55(6):2001217. [\[Crossref\]](#)
27. Okan S., Okan F., Yücesoy F. D. Evaluation of pulmonary function and exercise capacity after COVID-19 pneumonia." *Heart & lung : the journal of critical care*, 2022; 54: 1-6. [\[Crossref\]](#)
28. Smet J., Stylemans D., Hanon S., et al. Clinical status and lung function 10 weeks after severe SARS-CoV-2 infection. *Respir Med*. 2021;176: 106276. [\[Crossref\]](#)
29. Huang Y, Tan C., Wu J. et al. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir Res*, 2020; 21: 163. [\[Crossref\]](#)
30. Liao X., Wang Y., He Z., et al. Three-Month Pulmonary Function and Radiological Outcomes in COVID-19 Survivors: A Longitudinal Patient Cohort Study. In *Open forum infectious diseases*, 2021; 8(9): ofaa540. [\[Crossref\]](#)
31. Frija-Masson J., Debray M.P., Gilbert M., et al. Functional characteristics of patients with SARS-CoV-2 pneumonia at 30 days post-infection. *Eur Respir J*. 2020; 56(2): 2001754. [\[Crossref\]](#)
32. Salem A.M., Al Khathlan N., Alharbi A.F., et al. The Long-Term Impact of COVID-19 Pneumonia on the Pulmonary Function of Survivors. *Int J Gen Med*. 2021; 14: 3271-3280. [\[Crossref\]](#)
33. Cortés-Telles A., López-Romero S., Figueroa-Hurtado E., et al. Pulmonary function and functional capacity in COVID-19 survivors with persistent dyspnoea. *Respir Physiol Neurobiol*. 2021; 288: 103644. [\[Crossref\]](#)
34. Lerum T.V., Aaløkken T.M., Brønstad E., et al. Dyspnoea, lung function and CT findings 3 months after hospital admission for COVID-19. *Eur Respir J*. 2021; 57(4): 2003448. [\[Crossref\]](#)
35. Sibila O., Albacar N., Perea L., et al. Lung Function sequelae in COVID-19 Patients 3 Months After Hospital Discharge. *Arch Bronconeumol*. 2021; 57: 59-61. [\[Crossref\]](#)
36. Froidure A., Mahsouli A., Liistro G., et al. Integrative respiratory follow-up of severe COVID-19 reveals common functional and lung imaging sequelae. *Respir Med*. 2021; 181:106383. [\[Crossref\]](#)
37. Van den Borst B., Peters J.B., Brink M., et al. Comprehensive Health Assessment 3 Months After Recovery From Acute Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis*. 2021;73(5): e1089-e1098. [\[Crossref\]](#)
38. Zhao Y.M., Shang Y.M., Song W.B., et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological

characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *EClinicalMedicine*. 2020; 25: 100463. [\[Crossref\]](#)

38. Méndez R, Latorre A, González-Jiménez P, et al. Reduced Diffusion Capacity in COVID-19 Survivors. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;18(7):1253-1255. [\[Crossref\]](#)

39. Anastasio F, Barbuto S, Scarnecchia E, et al. Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life. *Eur Respir J*. 2021; 58(3): 2004015. [\[Crossref\]](#)

40. Саушкіна О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В., и другие. Динамика функционального состояния системы дыхания через 4 месяца после перенесенного COVID-19 // Пульмонология. 2021. - № 31 (5).- С. 580–587. [\[Crossref\]](#)

Savushkina O.I., Chernjak A.V., Krjukov E.V., Aseeva N.A., Zajcev A.A. Dinamika funkcional'nogo sostojanija sistemy dyhanija cherez 4 mesjaca posle perenesennogo COVID-19 (Dynamics of the functional state of the respiratory system 4 months after COVID-19) [in Russian]. *Pul'monologija*. 2021; 31 (5): 580–587. [\[Crossref\]](#)

41. Safont B, Tarraso J, Rodriguez-Borja E, et al. Lung Function, Radiological Findings and Biomarkers of Fibrogenesis in a Cohort of COVID-19 Patients Six Months After Hospital Discharge. *Arch Bronconeumol*. 2022; 58(2):142-149. [\[Crossref\]](#)

42. Huang C, Huang L, Wang Y, et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet*. 2021 Jan 16;397(10270):220-232. [\[Crossref\]](#)

43. Ekblom E, Frithiof R, Öi E, Larson I. M., et al. Impaired diffusing capacity for carbon monoxide is common in critically ill Covid-19 patients at four months post-discharge. *Respiratory medicine*, 2021; 182: 106394. [\[Crossref\]](#)

44. Robey R.C., Kemp K, Hayton P, et al. Pulmonary Sequelae at 4 Months After COVID-19 Infection: A Single-Centre Experience of a COVID Follow-Up Service. *Adv Ther*. 2021; 38(8): 4505-4519. [\[Crossref\]](#)

45. Cassar M.P, Tunnicliffe E.M., Petousi N, et al. Symptom Persistence Despite Improvement in Cardiopulmonary Health - Insights from longitudinal CMR, CPET and lung function testing post-COVID-19. *EClinicalMedicine*. 2021; 41: 101159. [\[Crossref\]](#)

46. Lindahl A, Reijula J, Malmberg L.P. et al. Small airway function in Finnish COVID-19 survivors. *Respir Res*, 2021; 22: 237. [\[Crossref\]](#)

47. Vargas Centanaro G., Calle Rubio M, Álvarez-Sala Walther J.L., et al. Long-term Outcomes and Recovery of Patients who Survived COVID-19: LUNG INJURY COVID-19 Study. *Open Forum Infect Dis*. 2022; 9(4): ofac098. [\[Crossref\]](#)

48. Steinbeis F, Thibeault C, Doellinger F, et al. Severity of respiratory failure and computed chest tomography in acute COVID-19 correlates with pulmonary function and respiratory symptoms after infection with SARS-CoV-2: An observational longitudinal study over 12 months. *Respir Med*. 2022; 191: 106709. [\[Crossref\]](#)

49. Wu X, Liu X, Zhou Y, et al. 3-month, 6-month, 9-month, and 12-month respiratory outcomes in patients following COVID-19-related hospitalisation: a prospective study. *Lancet Respir Med*. 2021;9(7):747-754. [\[Crossref\]](#)

50. Huang L, Yao Q, Gu X, et al. 1-year outcomes in hospital survivors with COVID-19: a longitudinal cohort study. *Lancet*. 2021;398(10302):747-758. [\[Crossref\]](#)

## COVID-19 инфекциясынан кейінгі тыныс алу жүйесінің функционалды жағдайы

[Батталова З.Ш.](#)<sup>1</sup>, [Латыпова Н.А.](#)<sup>2</sup>, [Бримкулов Н.Н.](#)<sup>3</sup>, [Камалбекова Г.М.](#)<sup>4</sup>

### Түйіндеме

COVID-19 инфекциясынан кейін жиі кездесетін симптомдарға тыныс алудың бұзылуы, тез шаршау, ұйқысыздық, депрессиялық бұзылыстар, назар мен есте сақтау қабілетінің бұзылуы жатады. Жалпы COVID-19 инфекциясынан кейін тыныс алудың бұзылуының жиілігі орташа есеппен 35% құрайды екен.

Шолудың мақсаты: қолжетімді әдебиет көздері арқылы COVID-19 инфекциясынан кейінгі кезеңде тыныс алудың функционалды бұзылыстарының сипаттамалары мен ұзақтығын зерттеу.

COVID-19 инфекциясынан кейін түрлі органдар мен жүйелердің қызметіндегі бұзылыстарды зерттеу үшін көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілген. Сондай-ақ, диагностикалық әдістер мен функционалды сынақтар қолдану арқылы, тыныс алу жүйесінің функционалды жағдайы бағаланған. Алайда, COVID-19 инфекциясын бастан кешкен науқастарда тыныс алу параметрлерінің бұзылуы қанша уақытқа дейін созылатыны және оның динамикасына қандай факторлар әсер ететіні әлі белгісіз.

Түйін сөздер: COVID-19, COVID-19 кейінгі синдром, тыныс алу қызметі, тыныс алу бұзылыстары, монооксид бойынша өкпенің диффузиялық қабілетін зерттеу, спирометрия.

## Functional State of the Respiratory System after COVID-19

[Zaitunam Battalova](#)<sup>1</sup>, [Natalya Latypova](#)<sup>2</sup>, [Nurlan Brimkulov](#)<sup>3</sup>, [Gulnara Kamalbekova](#)<sup>4</sup>

### Abstract

Respiratory disorders are among the most frequent conditions after COVID-19, along with increased fatigue, insomnia, depressive disorders, attention and memory disorders. The incidence of respiratory disorders after COVID-19 is on average 35%.

The objective of the review is to study the characteristics and duration of functional respiratory disorders in the post-COVID period in the available literature.

Many works have been devoted to the study of post covid disorders, including the assessment of the functional state of the respiratory system using various diagnostic methods, functional tests. However, it remains unclear how long respiratory disorders persist in patients who have had COVID-19 infection, and what factors influence their dynamics.

Keywords: COVID-19, post-covid syndrome, respiratory function, respiratory disorders, diffusing capacity of the lungs for carbon monoxide, spirometry.