

# Роль функционального исследования системы дыхания в оценке эффективности медицинской реабилитации пациентов, перенесших COVID-19

О.И. Савушкина<sup>1,2</sup>, А.А. Зайцев<sup>1</sup>, М.М. Малашенко<sup>1</sup>, А.В. Черняк<sup>2</sup>,  
И.Ц. Кулагина<sup>1</sup>, С.А. Чернов<sup>1</sup>, Е.В. Крюков<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Главный военный клинический госпиталь им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт пульмонологии ФМБА России, Москва

<sup>3</sup> Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

## The role of functional research of the respiratory system in assessing the effectiveness of rehabilitation of patients after COVID-19

O. Savushkina<sup>1,2</sup>, A. Zaytsev<sup>1</sup>, M. Malashenko<sup>1</sup>, A. Chernyak<sup>2</sup>,  
I. Kulagina<sup>1</sup>, S. Chernov<sup>1</sup>, E. Kryukov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> The Main Military Hospital by Academician NN Burdenko, Moscow

<sup>2</sup> Research Institute of Pulmonology, FMBA of Russia, Moscow

<sup>3</sup> Military Medical Academy by SM Kirov, St. Petersburg

© Коллектив авторов, 2021 г.

### Резюме

COVID-19 — заболевание, проявления которого варьируют от бессимптомного до общих системных проявлений, включая тяжелое интерстициальное поражение легких. **Цель исследования:** оценить динамику функциональных показателей системы дыхания, одышки, качества жизни в процессе медицинской реабилитации (МР) в ранний восстановительный период после COVID-19. **Материалы и методы.** Выполнено обсервационное описательное исследование. Обследовано 30 пациентов, медиана возраста 46 лет, большинство составляли мужчины (90%). Медиана аномалий компьютерной томографии (КТ) в остром периоде — 52,5%. Перед МР у большинства больных имелись поствоспалительные изменения в легких. Медиана первичных функциональных исследований системы дыхания, включающих спирометрию, бодиплетизмографию, диффузионный тест — 15 дней

после выписки из инфекционного стационара. Также оценивались выраженность одышки по шкале mMRC и качество жизни по шкале EQ-VAS. Индивидуальные программы МР составлены с учетом анамнеза, клинической картины, результатов легочных функциональных тестов (ЛФТ). **Результаты.** Перед МР в среднем все параметры ЛФТ находились в пределах нормальных значений, за исключением нарушения диффузионной способности легких (ДСЛ) (83% случаев). Вместе с тем у 12 (40%) выявлен рестриктивный, у 3 (10%) — обструктивный, у 1 — смешанный тип вентиляционных нарушений. Выраженность одышки составляла 1–2 балла, качество жизни было снижено (75 баллов из 100). После МР выявлено статистически значимое увеличение ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ, СОС<sub>25–75%</sub>, трансфер-фактора СО и альвеолярного объема (АО). Среднее увеличение ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, трансфер-фактора СО и АО составило 4,5%долж. (150 мл), 6,4%долж.

(270 мл), 7%долж. (323 мл), 5,5%долж. (1,7 мл/мин на мм рт.ст.) и 5,8%долж. (380 мл) соответственно. Также выявлены статистически значимое снижение степени одышки, улучшение качества жизни пациентов. **Вывод.** Улучшение показателей легочной вентиляции и ДСЛ, уменьшение одышки, улучшение качества жизни свидетельствуют об эффективности МР после COVID-19.

**Ключевые слова:** COVID-19, медицинская реабилитация, легочные функциональные тесты

### Summary

COVID-19 is a disease with manifestations ranging from asymptomatic to interstitial pneumonia associated with severe acute respiratory syndrome. **The aim** of the study isto assess the dynamics of the parameters of the pulmonary functional tests (PFTs), dyspnea, quality of life in the process of medical rehabilitation (MR) in the early recovery period after COVID-19. **Materials and methods.** An observational descriptive study was performed. 30 patients were examined, median age 46 years, males (90%). The median of computed tomography (CT) abnormalities in the acute period was 52.5%. Before MR most patients

had post-inflammatory changes in the lungs. The medians of primary PFTs including spirometry, body plethysmography, diffusion test 15 days after discharge from hospital. The severity of dyspnea (mMRC) and quality of life (QoL, EQ-VAS) were also evaluated. Individual MR programs were designed taking into account case history, clinical picture, PFTs data. **Results.** Before MR, on average, all PFTs parameters were within the normal range, except for impaired lung diffusion capacity (83% of cases). 12 (40%) had restrictive, 3 (10%) — obstructive, and 1 — mixed type of ventilation disorders. The severity of dyspnea was 1–2, QoL was reduced. After MR, a statistically significant increase in SVC, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/SVC, MMEF<sub>25–75%</sub>, transfer factor CO (DLCO) and alveolar volume (VA) was revealed. The average increase in SVC, FVC, FEV<sub>1</sub>, DLCO and VA was 4.5% (150 ml), 6,4% (270 ml), 7% (323 ml), 5,5% (1.7 ml/min/mmHg) and 5.8% (380 ml), respectively. There was also a statistically significant reduction in dyspnea, and an improvement in QoL. **Conclusion.** Improvement in lung function, reduction of dyspnea, improvement in QoL indicates the effectiveness of MR after COVID-19.

**Key words:** COVID-19, rehabilitation, pulmonary functional tests

### Введение

COVID-19 — это новое инфекционное заболевание, спектр проявления которого варьирует от бессимптомного до общих системных проявлений, включая тяжелое интерстициальное поражение легких, ассоциированное с тяжелым острым респираторным синдромом. Повреждение легких является одной из основных причин госпитализации в связи с COVID-19. Разумно предположить, что у пациентов после лечения в стационаре по поводу COVID-19 могут быть выявлены в первую очередь функциональные нарушения системы дыхания, для коррекции которых требуются терапевтические и реабилитационные вмешательства в период реконвалесценции. Вместе с тем, учитывая системные проявления COVID-19, такие как поражение миокарда, которое наблюдается примерно у 30% госпитализированных пациентов, тромбоемболические осложнения, обуславливающие неблагоприятный прогноз заболевания, опорно-двигательные осложнения, которые могут являться причиной усталости, мышечной слабости и полиневропатии, следует иметь в виду, что большинству пациентов после COVID-19 потребуются комплексная программа медицинской реабилитации (МР) [1–3]. Однако исследований, посвященных последствиям перенесенного COVID-19 и их коррекции, все еще недостаточно.

Известно, что в основе патогенеза развития осложнений при COVID-19 лежат ДВС-синдром и тромбоваскулит. Не вызывает сомнений утверждение, что своевременная МР, инициировать которую целесообразно в течение 30 дней после окончания острой фазы заболевания [4], может улучшить прогноз и качество жизни пациентов, перенесших COVID-19 [5].

С точки зрения функционального состояния системы дыхания при проведении анализа чувствительности в рамках метаанализа R. Torres-Castro и соавт. [6] показали, что в период реконвалесценции после COVID-19 распространенность нарушения диффузионной способности легких (ДСЛ) составляет 39% [доверительный интервал (ДИ) 24–56%;  $p < 0,01$ ; индекс гетерогенности ( $I^2$ ) 86%], рестриктивных вентиляционных нарушений — 15% (ДИ 9–22%;  $p = 0,03$ ;  $I^2 = 59\%$ ), обструкции дыхательных путей (ДП) — 7% (ДИ 4–11%;  $p = 0,31$ ;  $I^2 = 16\%$ ). В этой связи исследование ДСЛ является ключевым фактором в долгосрочном прогнозе состояния здоровья пациентов, перенесших COVID-19.

### Цель исследования

Целью настоящего исследования было оценить динамику функциональных показателей системы дыхания, а также одышки и качества жизни в процессе медицинской реабилитации в ранний восстановительный период течения COVID-19.

## Материалы и методы исследования

Выполнено обсервационное описательное исследование. Полное обследование завершили 30 пациентов, которые прошли курс лечения в Ковидном центре Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко. Медиана продолжительности лечения в инфекционном стационаре составила 15 (интерквартильный размах (QR) 13–20) дней. В группе с медианой возраста 46 (QR 42–57) лет, большинство были мужчины (27 пациентов, 90%), из них 16 (53%) — некурящие, 14 (47%) — бывшие курильщики. Тринадцать (43%) пациентов имели в анамнезе сопутствующие заболевания, такие как артериальная гипертензия (6 случаев, 20%), сахарный диабет (2 случая, 7%), по 1 пациенту имели бронхиальную астму, саркоидоз органов дыхания, псориаз, гломерулонефрит и варикозное расширение вен. У всех пациентов было установлено поражение легких различной степени тяжести, вызванное новой коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2. Медиана аномалий компьютерной томографии высокого разрешения (КТ) в остром периоде заболевания составила 52,5% (КТ 3). В то же время у 15 пациентов поражение легких составило менее 50% (КТ 1-2), у остальных 15 — более 50% (КТ 3–4).

На момент начала МР у большинства пациентов имелись остаточные поствоспалительные изменения в легких (КТ 1), обусловленные COVID-19. Медиана первичных функциональных исследований системы дыхания, включающих спирометрию, бодиплетизмографию и диффузионный тест, составила 15 (QR 6–29) дней после выписки из инфекционного стационара. Кроме того, оценивались выраженность одышки по шкале mMRC (Modified medical research council) и качество жизни по визуальной аналоговой шкале EQ-VAS.

Индивидуальные программы медицинской реабилитации (ИПМР) были составлены с учетом анамнеза и клинической картины каждого пациента и были направлены на продолжение улучшения вентиляции легких, газообмена, дренажной функции бронхов, ускорение процессов рассасывания зон отека и/или уплотнения легочной ткани, профилактику возникновения ателектазов, спаечного процесса, преодоления стресса, нормализацию сна, повышение уровня неспецифической резистентности организма. Лечебно-реабилитационные вмешательства включали фармакологическую терапию (прежде всего кортикостероиды) по медицинским показаниям, дыхательную гимнастику, физиотерапию, а именно: массаж грудной клетки с коррекцией мышечных триггеров и миофасциальным релизом дыхательных мышц, галотерапию, магнитную терапию, инфракрасную лазерную терапию (далее лазеротерапия), электростимуляцию мышц. С учетом

возможного формирования фиброза легочной ткани и плевродиафрагмальных спаек в ИПМР были включены процедуры фонофореза гидрокортизона [7, 8].

Индивидуальные программы МР составлялись с учетом результатов функционального исследования системы дыхания. Так, при изменении ДСЛ назначалась лазеротерапия с целью улучшения микроциркуляции легочной ткани, уменьшения агрегации тромбоцитов, повышения тромборезистентности, уменьшения проницаемости сосудов и экссудации противовоспалительного действия. Лазеротерапия активно сочеталась с назначением низкочастотной магнитотерапии с целью активации локального кровоснабжения и метаболизма, торможения выброса гистамина и других факторов воспаления из тучных клеток и базофилов, повышения содержания гепарина в крови и тканях, улучшения локального транскапиллярного обмена. При рестриктивном типе вентиляционных нарушений в ИПМР были включены такие процедуры, как массаж грудной клетки с коррекцией мышечных триггеров и миофасциальным релизом дыхательных мышц, при обструкции дыхательных путей (ДП) — импульсные синусоидально-модулированные токи (СМТ) на грудную клетку [7, 8].

Количество различных физиотерапевтических процедур составило 4–5 в день (продолжительность физиотерапии колебалась от 6 до 14 дней), по окончании которых спирометрия, бодиплетизмография, диффузионный тест, а также оценка степени одышки и качества жизни были выполнены повторно.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Спирометрия, бодиплетизмография и диффузионный тест были выполнены на оборудовании Master-Screen (Viasys Healthcare/Erich Jager, Германия) с учетом отечественных и зарубежных требований к их проведению [9–11]. Диффузионную способность легких исследовали по монооскиду углерода (СО) методом однократного вдоха с задержкой дыхания с использованием RGA анализатора быстрого реагирования [12].

Проанализированы такие функциональные показатели, как спокойная жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>), ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ, СОС<sub>25–75</sub> — средняя объемная скорость форсированного выдоха на уровне 25–75% ФЖЕЛ (СОС<sub>25–75</sub>), а также общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ) и его отношение к ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ), функциональная остаточная емкость легких (ФОЕЛ), общее бронхиальное сопротивление (Raw<sub>общ</sub>) методом бодиплетизмографии. Кроме того, при проведении диффузионного теста анализировались трансфер-фактор СО (DLCO),

его отношение к альвеолярному объему (АО) — константа Крога (КК) и АО.

При анализе функциональных показателей системы дыхания должные значения вычисляли по формулам Европейского сообщества стали и угля (ECCS, 1993) [13] в зависимости от пола, роста и возраста пациента. Результаты выражали в процентах от должного значения (%долж.): фактическое значение/должное значение  $\times 100\%$ .

Статистическая обработка данных проводилась с применением программы Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Для оценки нормальности распределения переменных был использован критерий Шапиро–Уилка. Количественные переменные, которые были распределены по нормальному закону, представлены в виде средних значений (M) и стандартного отклонения от среднего (SD), распределение которых отличалось от нормального — в виде значений медиан (Me) и интерквартильного размаха (QR), номинативные переменные — количеством пациентов (n). Сравнение показателей двух групп проводили с применением непараметрического Т-критерия Вилкоксона для зависимых выборок. Корреляционный анализ выполнен с использованием ранговой корреляции Спирмена. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты исследования

Результаты проведенного исследования представлены в табл. 1–3.

До начала МР в среднем все параметры легочных функциональных тестов находились в пределах нормальных значений, за исключением нарушения ДСЛ (в 83% случаев), которая составила 64%долж. Вместе с тем у 12 (40%) пациентов выявлен рестриктивный тип вентиляционных нарушений (ОЕЛ  $< 80\%$ долж.,

ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ  $> 70\%$ ), у 3 (10%) — обструкция ДП (ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ  $< 70\%$ , ОЕЛ  $> 80\%$ долж.), и у 1 пациента — смешанный тип нарушения вентиляции (ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ  $< 70\%$  и ОЕЛ  $< 80\%$ долж.). Выраженность одышки — от легкой до умеренной степени, качество жизни было снижено и составило 75 баллов из 100.

При повторных обследованиях, которые проводились с интервалом в 8 (QR 6–12) дней, было выявлено статистически значимое увеличение ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ, СОС<sub>25–75</sub>, трансфер-фактора СО и АО. Среднее увеличение ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, трансфер-фактора СО и АО составило 4,5%долж. (150 мл), 6,4%долж. (270 мл), 7%долж. (323 мл), 5,5%долж. (1,7 мл/мин/мм рт.ст.) и 5,8%долж. (380 мл) соответственно. Кроме того, выявлено статистически значимое снижение степени одышки и улучшение качества жизни пациентов.

## Обсуждение результатов

Более года весь мир борется с новым инфекционным заболеванием COVID-19, каждый день пандемии которого приносит новые сюрпризы, новые загадки, новые вызовы. Вначале основная задача заключалась в том, чтобы выяснить пути распространения вируса SARS-CoV-2, варианты лечения COVID-19, возможности профилактики заражения новой коронавирусной инфекцией. Был достигнут значительный прогресс в отношении лечения COVID-19, предотвращения цитокинового шторма. Однако остаются вопросы, касающиеся долгосрочных последствий COVID-19. Так, обратил на себя внимание странный феномен: у значительного числа людей, перенесших острую стадию COVID-19, симптомы, такие как одышка, утомляемость, нарушение сна, тревога и депрессия и ряд других, сохраняются в течение несколько недель или даже месяцев после выписки из инфекционного стационара.

Таблица 1

### Демографическая характеристика пациентов, выраженность одышки и качество жизни до и после медицинской реабилитации

Показатель	До медицинской реабилитации, Me (QR)	После медицинской реабилитации, Me (QR)	p
Пол, мужчины, абс. число (%)	27 (90)		–
Возраст, лет	46 (42–57)		–
Рост, м	176,5 (171–182)		–
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	30,2 (26,4–32,7)		–
Некурящие/экс-курильщики, абс. число (%)	16 (53)/14 (47)		–
Одышка, mMRC, баллы	1,5 (1–2)	1 (0–2)	$< 0,001$
Качество жизни, EQ-VAS, баллы	75 (60–80)	90 (75–95)	$< 0,001$

Примечание: данные представлены как медиана (нижний квартиль–верхний квартиль).

Таблица 2

**Показатели спирометрии и диффузионного теста до и после медицинской реабилитации**

Параметр	До медицинской реабилитации, M±SD	После медицинской реабилитации, M±SD	p
ЖЕЛ, %долж.	86±23	90±21	0,001
ФЖЕЛ, %долж.	88±23	92±22	<0,001
ОФВ <sub>1</sub> , %долж.	88±21	94±19	<0,001
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ, %	79±10	82±6	0,02
СОС <sub>25-75</sub> , %долж.	88±24	98±23	0,002
Трансфер-фактор СО, %долж.	64±22	69±23	<0,001
КК, %долж.	88±17	88±15	0,76
АО, %долж.	74±20	80±20	<0,001

Примечание: данные представлены как среднее значение ± стандартное отклонение. ЖЕЛ — жизненная емкость легких; ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> — объем форсированного выдоха за первую секунду; СОС<sub>25-75</sub> — средняя объемная скорость форсированного выдоха на уровне 25–75% ФЖЕЛ; КК — константа Крога; АО — альвеолярный объем.

Таблица 3

**Показатели бодиплетизмографии до и после медицинской реабилитации**

Параметр	До медицинской реабилитации, Me (QR)	После медицинской реабилитации, Me (QR)	p
ОЕЛ, %долж.	89 (69–96)	84,5 (72–94)	0,1
ФОЕЛ, %долж.	77 (68–101)	80 (74–93)	0,6
ООЛ, %долж.	83,5 (74–107)	85 (66–101)	0,2
ООЛ/ОЕЛ, %	96,5 (87–105)	88 (81–98,5)	0,020
Raw <sub>общ.</sub> , кПа/л в секунду	0,24 (0,2–0,29)	0,23 (0,21–0,29)	0,4

Примечание: данные представлены как медиана (нижний квартиль-верхний квартиль). ОЕЛ — общая емкость легких; ФОЕЛ — функциональная остаточная емкость легких; ООЛ — остаточный объем легких.

Вследствие этого появилось новое понятие — *постковидный синдром*. Поскольку новый коронавирус SARS-CoV-2 относится к семейству уже известных коронавирусов, таких как SARS-CoV и MERS и имеет большое генетическое сходство с обоими этими патогенами, есть основания полагать, что и последствия заболеваний, обусловленных этими вирусами, будут схожи. Основным функциональным осложнением после перенесенных SARS-CoV и MERS было нарушение ДСЛ, выявленное у 35% пациентов через 6 [14] и у 23,7% пациентов через 12 мес после госпитализации по поводу SARS-CoV [15]. Вместе с тем J.C. Ngai и соавт. выявили нарушение ДСЛ у 52% пациентов, а также снижение качества жизни у большинства обследованных пациентов через 24 мес после SARS-CoV [16].

Согласно нашему собственному исследованию частота нарушения ДСЛ, рестриктивный тип вентиляционных нарушений и обструкция ДП на 48-й день от

начала COVID-19 составили 52; 11,4 и 4,5% соответственно [17], что согласуется с данными Y. Huang и соавт. — 52,6; 12,3 и 10,5% соответственно [18].

Однако в настоящем исследовании частота выявления функциональных нарушений системы дыхания была выше, что связано с тем, что на МР были направлены в первую очередь пациенты с более тяжелым течением COVID-19, а также с сопутствующими заболеваниями, прежде всего с сахарным диабетом 2-го типа и сердечно-сосудистой патологией.

Поскольку нарушение ДСЛ в стадии реконвалесценции COVID-19 является в том числе следствием фибротических изменений легочной ткани, то ИПМР пациентов, перенесших COVID-19, должны быть направлены в том числе на предотвращение развития фиброза легких. Основным функциональным показателем, который позволяет отслеживать в динамике это осложнение, является параметр DLCO. Оценка его



величины играет большую роль в разработке ИПМР и определения их эффективности.

Мы осознаем, что наше исследование ограничено небольшим объемом выборки и является описательным. Однако выделить группу сравнения на данном этапе проведения исследования не представилось возможным, поскольку МР пациентов, перенесших COVID-19, является обязательным этапом их лечения согласно «Временным методическим рекомендациям по медицинской реабилитации пациентов при новой коронавирусной инфекции COVID-19» Министерства здравоохранения Российской Федерации [8].

## Вывод

Наше исследование показало, что пациенты, перенесшие COVID-19, нуждаются в терапевтических и реабилитационных вмешательствах для улучшения функционального состояния системы дыхания и качества жизни. Полученное статистически значимое улучшение показателей легочной вентиляции и диффузионной способности легких, а также уменьшение одышки и улучшение качества жизни пациентов свидетельствуют об эффективности медицинской реабилитации пациентов после COVID-19.

## Список литературы

1. Frota A.X., Vieira M.C., Soares C.C.S., da Silva P.S. et al. Functional capacity and rehabilitation strategies in COVID-19 patients: current knowledge and challenges. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 2021; 54: e07892020. doi: 10.1590/0037-8682-0789-2020.
2. Torres-Castroa R., Solis-Navarroa L., Sitjà-Rabert M., Vilaró J. Functional Limitations Post-COVID-19: A Comprehensive Assessment Strategy. *Arch. Bronconeumol.* 2021; 57 (S1): 7–8. doi: 10.1016/j.arbres.2020.07.025.
3. Rivera-Lillo G., Torres-Castro R., Fregonezi G. et al. Challenge for Rehabilitation After Hospitalization for COVID-19. *ACRM.* 2020; 101: 1470–1472. doi: 10.1016/j.apmr.2020.04.013.
4. Barker-Davies R.M., O'Sullivan O., Senaratne K.P.P. et al. The Stanford Hall consensus statement for postCOVID-19 rehabilitation. *Br. J. Sports Med.* 2020; 54: 949–959. doi: 10.1136/bjsports-2020-102596.
5. Liu K., Zhang W., Yang Y. et al. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complement Ther. Clin. Pract.* 2020; 39: 101166. doi: 10.1016/j.ctcp.2020.101166.
6. Torres-Castro R., Vasconcello-Castilloa L., Alsina-Restoy X. et al. Respiratory function in patients post-infection by COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pulmonology* 2020; S2531-0437 (20)30245-2. doi: 10.1016/j.pulmoe.2020.10.013.
7. Физиотерапия: национальное руководство. Под ред. Г.Н. Пonomarenko. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014; 864 [Physiotherapy: national guidelines. Pod red. G.N. Ponomarenko. M.: GEOTAR-Media, 2014; 864 (In Russ.)].
8. Временные методические рекомендации «Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции COVID-19» версия 2 от 31.07.2020. [https://www.edu.rosminzdrav.ru/fileadmin/user\\_upload/specialists/COVID-19/dop-materials/VMR\\_medreabilitacija\\_COVID\\_versija2.pdf](https://www.edu.rosminzdrav.ru/fileadmin/user_upload/specialists/COVID-19/dop-materials/VMR_medreabilitacija_COVID_versija2.pdf) [Temporary guidelines «Medical rehabilitation for a new coronavirus infection COVID-19» version 2 of 07/31/2020. URL: [https://www.edu.rosminzdrav.ru/fileadmin/user\\_upload/specialists/COVID-19/dop-materials/VMR\\_medreabilitacija\\_COVID\\_versija2.pdf](https://www.edu.rosminzdrav.ru/fileadmin/user_upload/specialists/COVID-19/dop-materials/VMR_medreabilitacija_COVID_versija2.pdf) (In Russ.)].
9. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю. и др. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии. *Пульмонология* 2014; (6): 11–24 [Chuchalin A.G., Aysanov Z.R., Chikina S.Yu., Chernyak A.V., Kalmanova E.N. Federal guidelines of Russian Respiratory Society on spirometry. *Pulmonologiya* 2014; (6): 11–24 (In Russ.). doi: 10.18093/0869-0189-2014-06-11-24.
10. Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R. et al. ATS/ERS Task Force. Standardization of Spirometry 2019 Update An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2019; 200 (8): e70–e88. doi: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
11. Wanger J., Clausen J.L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur. Respir. J.* 2005; 26 (3): 511–522. doi: 10.1183/09031936.05.00035005.
12. Graham B.L., Brusasco V., Burgos F. et al. 2017 ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. *Eur. Respir. J.* 2017; 49: pii: 1600016. doi: 10.1183/13993003.00016-2016.
13. Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 5–40.
14. Ng C.K., Chan J.W.M., Kwan T.L. et al. Six month radiological and physiological outcomes in severe acute respiratory syndrome (SARS) survivors. *Thorax* 2004; 59: 889–891. doi: 10.1136/thx.2004.023762.
15. Hui D.S., Wong K.T., Ko F.W. et al. The 1-Year Impact of Severe Acute Respiratory Syndrome on Pulmonary Function, Exercise Capacity, and Quality of Life in a Cohort of Survivors. *CHEST* 2005; 128: 2247–2261. doi: 10.1378/chest.128.4.2247.
16. Ngai J.C., Ko F.W., Ng S.S. et al. The long-term impact of severe acute respiratory syndrome on pulmonary function, exercise capacity and health status. *Respirology* 2010; 15: 543–550. doi: 10.1111/j.1440-1843.2010.01720.x.
17. Савушкина О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В. и др. Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19. *Медицинский алфавит* 2020; (25). Современная функциональная диагностика (3): 7–12 [Savushkina O.I., Cherniak A.V., Kryukov E.V. et al. Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase. *Medicinskij alfavit* 2020; (25). *Sovremennaja funkcional'naja diagnostika* (3): 7–12 (In Russ.)]. doi: 10.33667/2078-5631-2020-25-7-12.
18. 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): 163. doi: 10.1186/s12931-020-01429-6.

Поступила в редакцию 21.04.2021 г.

**Сведения об авторах:**

*Савушкина Ольга Игоревна* — кандидат биологических наук, заведующая отделением исследований функции внешнего дыхания Центра функционально-диагностических исследований Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко; 105094, Москва, Госпитальная пл., д. 3; старший научный сотрудник лаборатории функциональных и ультразвуковых методов исследования Научно-исследовательского института пульмонологии ФМБА России; 115682, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; e-mail: olga-savushkina@yandex.ru; SPIN-код: 2988-8700; Author ID 964904; ORCID 0000-0002-7486-4990;

*Зайцев Андрей Алексеевич* — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, главный пульмонолог Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко; 105094, Москва, Госпитальная пл., д. 3; e-mail: a-zaicev@yandex.ru; SPIN-код: 6549-5154; Author ID: 217005; ORCID 0000-0002-0934-7313;

*Малашенко Мария Михайловна* — кандидат медицинских наук, заведующая отделением физиотерапии Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко; 105094, Москва, Госпитальная пл., д. 3; mail: mar-malashenko@yandex.ru;

*Черняк Александр Владимирович* — кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования Научно-исследовательского института пульмонологии ФМБА России; 115682, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; e-mail: achi2000@mail.ru; SPIN-код: 9328-6440; Author ID: 687383; ORCID 0000-0002-2001-5504;

*Кулагина Ирина Цалиховна* — кандидат медицинских наук, заведующая 20 пульмонологическим отделением Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко; 105094, Москва, Госпитальная пл., д. 3; e-mail: irina-kulagina@mail.ru; ORCID 0000-0002-5387-5244;

*Чернов Сергей Александрович* — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, герой труда, главный терапевт Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко; 105094, Москва, Госпитальная пл., д. 3; e-mail: chernov.s.a@mail.ru;

*Крюков Евгений Владимирович* — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, начальник Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: evgeniy.md@mail.ru; SPIN-код: 3900-3441; Author ID: 879052; ORCID 0000-0002-8396-1936.