

УДК 616.24-008.4-072.7-053.9

DOI: 10.34215/1609-1175-2023-4-37-41



Оценка функции внешнего дыхания пациентов, перенесших коронавирусную пневмонию (COVID-19), для медицинской реабилитации

А.Ф. Беляев^{1,2}, О.Н. Фотина², Т.С. Харьковская^{1,2}, Н.М. Кондрашова¹¹ Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия² Приморский институт вертеброневрологии и мануальной медицины, Владивосток, Россия

Цель: изучение показателей функции внешнего дыхания у пациентов старшего возраста, перенесших коронавирусную пневмонию (COVID-19), для составления индивидуальной программы реабилитации. **Материалы и методы.** Исследовали функцию внешнего дыхания после перенесенной коронавирусной пневмонии (COVID-19) у 109 пациентов, средний возраст которых составил $63,7 \pm 2,2$ года (51,3% мужчин и 48,7% женщин) с поражением легких более 25%. **Результаты.** У пациентов после перенесенной коронавирусной пневмонии (COVID-19) установлено снижение показателей функции внешнего дыхания (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, SPO₂) и повышенный индекс Тиффно. **Заключение.** Своевременное выявление нарушений функций внешнего дыхания у пациентов после перенесенной пневмонии COVID-19 позволяет вовремя диагностировать дыхательную недостаточность и назначать адекватные реабилитационные мероприятия.

Ключевые слова: COVID-19, коронавирусная пневмония, внебольничная пневмония, функция внешнего дыхания, дыхательная недостаточность

Поступила в редакцию: 29.08.23. Получена после доработки: 14.09.23, 22.09.23. Принята к публикации: 01.10.23

Для цитирования: Беляев А.Ф., Фотина О.Н., Харьковская Т.С., Кондрашова Н.М. Оценка функции внешнего дыхания пациентов, перенесших коронавирусную пневмонию (COVID-19), для медицинской реабилитации. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2023;4:37–41. doi: 10.34215/1609-1175-2023-4-37-41

Для корреспонденции: Беляев Анатолий Федорович – д-р мед. наук, профессор, профессор Института клинической неврологии и реабилитационной медицины Тихоокеанского государственного медицинского университета (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2); ORCID: 0000-0003-0696-9966; тел.: +7 (914) 702-87-68; e-mail: inmanmed@mail.ru

Assessment of the respiratory function of patients after COVID-19 pneumonia for medical rehabilitation

A.F. Belyaev^{1,2}, O.N. Fotina², T.S. Kharkovskaya^{1,2}, N.M. Kondrashova¹¹ Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia; ² Primorsky Institute of Neurology and Manual Medicine, Vladivostok, Russia

Aim. To study the indicators of external respiration function in older patients after coronavirus pneumonia (COVID-19) with the purpose of creating personalized rehabilitation programs. **Materials and methods.** A study of respiratory function after coronavirus pneumonia (COVID-19) was conducted in 109 patients with the average age of 63.7 ± 2.2 (51.3% men and 48.7% women) and the lung damage of more than 25%. **Results.** The patients after coronavirus pneumonia (COVID-19) show a decrease in respiratory function indicators, such as VC, FVC, FEV₁, and SPO₂, as well as an increased Tiffeneau–Pinelli index. **Conclusion.** Timely detection of respiratory disorders in patients after COVID-19 pneumonia allows timely diagnosis of respiratory failures and selection of adequate rehabilitation measures.

Keywords: COVID-19, coronavirus pneumonia, community-acquired pneumonia, respiratory function, respiratory failure

Received 29 August 2023; Revised 14, 22 September 2023; Accepted 1 October 2023

For citation: Belyaev A.F., Fotina O.N., Kharkovskaya T.S., Kondrashova N.M. Assessment of the respiratory function of patients after COVID-19 pneumonia for medical rehabilitation. *Pacific Medical Journal*. 2023;4:37–41. doi: 10.34215/1609-1175-2023-4-37-41

Corresponding author: Anatoly F. Belyaev, Dr. Sci. (Med.), Prof., Dept. of Institute of Clinical Neurology and Rehabilitation Medicine the Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave. Vladivostok 690002, Russia); ORCID: 0000-0003-0696-9966; phone: +7 (914) 702-87-68; e-mail: inmanmed@mail.ru

Пневмония, ассоциированная с новым штаммом семейства коронавирусов SARS-CoV-2, у многих пациентов протекает тяжело, нередко со стойкими нарушениями функции внешнего дыхания (ФВД). Частым проявлением заболевания является двусторонняя пневмония, которая сопровождается инфекционно-токсическим шоком, респираторным дистресс-синдром и дыхательной недостаточностью [1, 2].

При развитии пневмонии происходит поражение респираторных структур легких, бронхов, что приводит к нарушению различных звеньев системы внешнего дыхания [3]. После перенесенной пневмонии наблюдаются фиброзные изменения с нарушением эластичных свойств ткани легких, снижение легочного объема и увеличение энергозатрат на вентиляцию. Снижение компенсаторных возможностей организма

ведет к астении и заболеваниям нервно-мышечного аппарата [4,5]. Могут также наблюдаться функциональные расстройства высшей нервной деятельности [6, 7].

Своевременное выявление нарушения ФВД у пациентов после перенесенной пневмонии COVID-19 позволяет вовремя диагностировать дыхательную недостаточность и составлять адекватные индивидуальные программы реабилитации [8–12].

Объективную оценку функционального состояния легких после перенесенной коронавирусной пневмонии дает метод спирометрии – самый распространенный, доступный и валидный способ измерения ФВД. Спирометрическое исследование используют для измерения воздушных потоков и объемов при спокойном и форсированном дыхании [13].

Цель настоящей работы состояла в исследовании показателей ФВД у пациентов старшего возраста, перенесших коронавирусную пневмонию (COVID-19) для составления индивидуальной программы реабилитации.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Приморского института вертеброневрологии и мануальной медицины города Владивостока в период с декабря 2020 года по июнь 2021 года. В исследование на условиях добровольного письменного информированного согласия были включены 109 пациентов, 56 мужчин (51,3%) и 53 женщины (48,7%), которые проходили амбулаторную медицинскую реабилитацию по поводу перенесенной коронавирусной пневмонии (COVID-19) с поражением легких более 25%; средний возраст пациентов составил $63,7 \pm 2,2$ года. Критериями невключения были: 1) пациенты с дыхательной недостаточностью III степени; 2) пациенты с хронической сердечной недостаточностью III степени; 3) злокачественное новообразование (первичный процесс); 4) пациенты, имеющие в анамнезе сопутствующую бронхолегочную патологию; 5) отказ (отзыв согласия) от участия в исследовании.

При поступлении было выяснено, что в острый период болезни на стационарном лечении находилось 74,3% (81 человек), из них 6,1% (5 человек) – в палате интенсивной терапии, из которых 2 человека были подключены к аппарату искусственной вентиляции легких, а амбулаторное лечение получали 25,7% (28 человек). У 80,7% пациентов (88 человек) исследование ФВД было проведено в срок до 3 месяцев после острого периода, у 19,3% пациентов (21 человек) – через 3–6 месяцев. У пациентов, учитывая их возраст, была высокая степень коморбидности. Заболевания сердечно-сосудистой системы имели 82,6% пациентов (90 человек), сахарный диабет 2-го типа – 17,4% (19 человек) и заболевания опорно-двигательного аппарата – 14,7% (16 человек). Пациенты, у которых имелось только одно сопутствующее заболевание, индекс коморбидности Чарлсона был 3, 10-летняя выживаемость составила 77%. Несколько сопутствующих заболеваний имели

51,4% пациентов (56 человек), из них чаще всего встречались заболевания сердечно-сосудистой системы (88,7%), сахарный диабет 2-го типа (33,8%) и заболевания опорно-двигательного аппарата (24,1%). Индекс коморбидности Чарлсона у данных пациентов был 4, 10-летняя выживаемость составила 53%. При опросе 11,9% пациентов (13 человек) отрицали у себя какие-либо сопутствующие хронические заболевания.

Протокол исследования включал исследование функции внешнего дыхания – жизненной емкости легких (ЖЕЛ), форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за 1 сек (ОФВ₁), индекс Тиффно (ОФВ₁/ФЖЕЛ), определение сатурации кислорода (SpO₂) и определение степени одышки по шкале MRC (modified Medical Research Council), определение толерантности к физической нагрузке (шкала Борга, тест 6-минутной ходьбы). Для оценки функции внешнего дыхания использовался аппарат для спирометрии «Спиро-Спектр» (серийный номер 2045SD), компании «Нейротех» и пульсоксиметр ChoiceMMed «OxyWatch».

Для статистического анализа полученных данных использовался пакет прикладных программ Statistica-10. Обработка материала проводилась с вычислением средней арифметической величины (*M*) и стандартной ошибки среднего, значимость различий определяли по критерию Вилкоксона (непараметрический) при $p < 0,05$. Границы нормы и градации отклонения показателей внешнего дыхания оценивались по Л.Л. Шику, Н.Н. Канаеву и GLI-2012 [13].

Результаты исследования

У пациентов после перенесенной коронавирусной пневмонии статистически значимо изменились по отношению к границе нормы следующие показатели: ЖЕЛ (%) было снижено у 69,16% (83 человека) ($77,5 \pm 14,5$, $p = 0,0000013$), ФЖЕЛ (%) – у 62,5% (75 человек) (показатель в $75,9 \pm 15,8$, $p = 0,0000025$), ОФВ₁ (%) – $78,3 \pm 18,1$, $p = 0,002203$, ОФВ₁/ФЖЕЛ (%) – $102,4 \pm 10,3$, $p = 0,0000023$; SpO₂ (%) – $96,3 \pm 1,7$, $p = 0,001137$, шкала одышки MRC – $1,8 \pm 0,7$ балла, $p = 0,00001984$, Шкала Борга – $2,8 \pm 0,8$ балла, $p = 0,00000025$ и тест 6-минутной ходьбы – $329,6 \pm 85,2$ метра, $p = 0,0000037$, все они были ниже нормативных значений ($p < 0,05$).

С целью уточнения силы взаимосвязи между показателями проведен корреляционный анализ. Полученные данные указывают, что утяжеление степени выраженности одышки влияет на нарушения ФВД, обеспеченность тканей кислородом и снижение переносимости физической нагрузки (обратная корреляционная связь между степенью одышки по шкале MRC и следующими значениями: SpO₂ ($r = -0,33$, $p < 0,05$), ЖЕЛ ($r = -0,33$, $p < 0,05$), ФЖЕЛ ($r = -0,37$, $p < 0,05$), ОФВ₁ ($r = -0,25$, $p < 0,05$), пробой Штанге ($r = -0,23$, $p < 0,05$) и тестом 6-минутной ходьбы ($r = -0,21$, $p < 0,05$)). Выявлена прямая корреляция: чем

выше индекс Тиффно, тем тяжелее степень одышки ($r = 0,20$, $p < 0,05$), чем выше степень выраженности одышки, тем ниже толерантность к физической нагрузке (шкала Борга, $r = 0,41$, $p < 0,05$). После проведения корреляционного анализа было установлено, что изменения функциональных показателей у пациентов зависят от выраженности степени одышки. При анализе показателей по шкале одышки MRC было выявлено, что степень выраженности одышки не зависела от времени, прошедшего после острого периода заболевания ($r = 0,08$, $p < 0,05$).

При первичном осмотре врачом-остеопатом у всех пациентов было выявлено нарушение паттерна дыхания. Наблюдалось апикальное дыхание у 41,2% пациентов (45 человек), синдром гипервентиляции с глубокими вдохами и форсированными выдохами у 33,9% (37 человек) и грудобрюшная асинхрония у 24,8% пациентов (27 человек).

Для более детального изучения связи показателей степени одышки по шкале MRC с изменением функции внешнего дыхания пациенты были разделены на три группы в зависимости от степени выраженности одышки: 1-я группа – тяжелая степень ограничения активности пациентов (3 балла, одышка тяжелой степени), наблюдалась у 22,9% пациентов (25 человек), 2-я группа – средняя степень (2 балла) – у 41,3% пациентов (45 человек) и 3-я группа – легкая степень (1 балл) – у 35,8% пациентов (39 человек) (табл.). Во всех группах пациенты предъявляли жалобы на затруднение вдоха,

головокружение, периодические головные боли, общую слабость, снижение работоспособности и ухудшение памяти.

При обследовании ФВД у пациентов с тяжелой степенью одышки изменения носили более выраженный характер в сравнении с группой с легкой степенью одышки: в 1-й группе ЖЕЛ на 15% ($p_1 = 0,000636$), ФЖЕЛ более 20% ($p_1 = 0,000038$), ОФВ₁ более 10% ($p_1 = 0,015910$), SpO₂ до 95%, что свидетельствует о низкой обеспеченности организма кислородом у этих пациентов. Во 2-й группе ЖЕЛ было снижено на 12% ($p_2 = 0,000000450$), ФЖЕЛ на 13% ($p_2 = 0,0000001$), ОФВ₁ до 77,70% ($p_2 = 0,002091$), что также указывает на сниженную обеспеченность организма кислородом у этих пациентов. В 3-й группе ЖЕЛ было снижено до 85% ($p_3 = 0,027975$), ФЖЕЛ – до 82,87% ($p_3 = 0,001800$). У остальных показателей статистически значимых изменений не наблюдалось, данные изменения указывают на незначительное снижение обеспеченности организма кислородом у пациентов (табл.).

Обсуждение полученных результатов

В настоящей работе установлено снижение дыхательного объема легких, что указывает на нарушение бронхиальной проходимости. Во всех группах наблюдалось значимое изменение индекса Тиффно (ОФВ₁/ФЖЕЛ). Обнаружена прямая зависимость степени выраженности одышки и значения индекса Тиффно.

Таблица

Спирографические показатели у пациентов, перенесших коронавирусную пневмонию (COVID-19) в зависимости от степени выраженности одышки по шкале MRC

Пациенты (n = 109)	Показатели				
	ЖЕЛ (%)	ФЖЕЛ (%)	ОФВ ₁ (%)	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ (%)	SpO ₂ (%)
1-я группа (3 балла по шкале MRC), n = 25					
Ср. знач.	72,91 ± 22,43	67,31 ± 19,50	73,19 ± 22,32	103,98 ± 12,65	95,44 ± 2,50
Медиана	71,77	65,00	75,00	104,60	96,00
Дов. инт. -95,000%	64,21	59,88	64,70	99,17	94,49
Дов. инт. +95,000%	81,61	74,73	81,68	108,79	96,39
p	$p_1 = 0,000636^*$	$p_1 = 0,000038^*$	$p_1 = 0,015910^*$	$p_1 = 0,000003^*$	$p_1 = 0,001021^*$
2-я группа (2 балла по шкале MRC), n = 45					
Ср. знач.	78,08 ± 13,37	77,20 ± 13,21	77,70 ± 15,03	102,95 ± 8,04	96,40 ± 1,49
Медиана	79,68	77,85	78,95	103,80	97,00
Дов. инт. -95,000%	74,20	73,37	73,33	100,62	95,96
Дов. инт. +95,000%	81,97	81,04	82,07	105,29	96,84
p	$p_2 = 0,00000045^*$	$p_2 = 0,0000001^*$	$p_2 = 0,002091^*$	$p_2 = 0,00000017^*$	$p_2 = 0,015937^*$
3-я группа (1 балл по шкале MRC), n = 39					
Ср. знач.	85,31 ± 11,93	82,87 ± 12,93	85,13 ± 16,55	100,62 ± 9,94	97,06 ± 0,93
Медиана	86,16	86,80	86,70	99,70	97,00
Дов. инт. -95,000%	81,64	78,89	79,90	97,56	96,78
Дов. инт. +95,000%	88,99	86,85	90,36	103,68	97,35
p	$p_3 = 0,027975^*$	$p_3 = 0,001800^*$	$p_3 = 0,683136$	$p_3 = 0,00000112^*$	$p_3 = 0,533778$

Примечание: * – $p < 0,05$ – статистическая значимость показателей по отношению к границе нормы; n – количество пациентов.

Снижение ФВД связано с нарушениями эластичности ткани легких и бронхиальной проходимости [14]. Выявленные изменения показателей ОФВ₁, ФЖЕЛ и ОФВ₁/ФЖЕЛ у пациентов после перенесенной коронавирусной пневмонии указывают на рестриктивный тип нарушения дыхания [15].

Можно полагать, что причинами снижения ЖЕЛ, ФЖЕЛ ОФВ₁ и ОФВ₁/ФЖЕЛ после перенесенной пневмонии является дисфункция основных и вспомогательных дыхательных мышц. Это явление препятствует нормальному газообмену и ведет к развитию гипоксии [5–7]. У обследованных пациентов постоянно наблюдались начальные признаки гипоксии и астенического синдрома. Постоянное пребывание в таком состоянии ведет к «срыву» адаптивных систем организма. Своевременная диагностика ФВД способствует раннему выявлению этих нарушений. Реабилитация является основным методом, который помогает улучшить прогноз и качество жизни пациентов [9, 10].

Вывод

Проведенное исследование позволяет разработать индивидуальные программы реабилитации у пациентов после перенесенной пневмонии, учитывая тяжесть одышки и нарушений функции внешнего дыхания.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования: авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из средств Президентского гранта и собственных средств.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – БАФ, ФОН

Сбор и обработка материала – ХТС

Статистическая обработка – ХТС

Написание текста – ХТС, ФОН

Редактирование – БАФ, ФОН

Окончательное утверждение для публикации рукописи – БАФ

Литература / References

1. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика, и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 15 (22.02.2022). URL: <http://nasci.ru/?id=69768> (дата обращения: 22.09.2023). [Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis, and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 15 (02/22/2022) (In Russ.)]. URL: <http://nasci.ru/?id=69768> (Accessed September 22, 2023).
2. Щербак С.Г., Камилова Т.А., Голота А.С., Вологжанин Д.А. Факторы риска тяжелого течения и летального исхода COVID-19. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2022;4(1):14–36. [Scherbak SG, Kamilova TA, Golota AS, Vologzhanin DA. Risk factors of the severe course and fatal outcome in COVID-19. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2022;4(1):14–36 (In Russ.)]. doi: 10.36425/rehab104997
3. Харитонов М.А., Салухов В.В., Крюков Е.В., Пасценко М.Б., Рудаков Ю.В., Богомолов А.Б., Иванов В.В., Минаков А.А. Вирусные пневмонии: новый взгляд на старую проблему (обзор литературы). *Медицинский совет*. 2021;(16):60–77. [Kharitonov MA, Salukhov VV, Kryukov EV, Patsenko MB, Rudakov YuV, Bogomolov AB, Ivanov VV, Minakov AA. Viral pneumonia: a new look at an old problem (literature review). *Meditsinskiy Sovet*. 2021;(16):60–77 (In Russ.)]. doi: 10.21518/2079-701X-2021-16-60-77
4. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю., Черняк А.В., Калманова Е.Н. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии. *Пульмонология*. 2021. [Chuchalin AG, Aisanov ZR, Chikina SYu et al. Federal clinical recommendations of the Russian Respiratory Society on the use of the spirometry method. *Pulmonology*. 2021 (In Russ.)]. URL: <https://studfile.net/preview/5723170/> (Accessed June 30, 2023).
5. Михайлова А.С., Белевский А.С. Постковидный синдром: патогенетические механизмы развития одышки и пути их коррекции. *Практическая пульмонология*. 2021;3:3–10. [Mikhailova AS, Belevsky AS. Postcovid syndrome: pathogenetic mechanisms of dyspnea development and ways of their correction. *Practical pulmonology*. 2021;3:3–10 (In Russ.)]. doi: 10.24412/2409-6636-2021-12415
6. Vitacca M, Carone M, Clini EM, Paneroni M, Lazzeri M, Lanza A, Privitera E, Pasqua F, Gigliotti F, Castellana G, Banfi P, Guffanti E, Santus P, Ambrosino N. Joint Statement on the Role of Respiratory Rehabilitation in the COVID-19. Crisis: The Italian Position Paper. *Respiration; international review of thoracic diseases* 2020;99(6):493–9. doi: 10.1159/000508399.
7. Савушкина О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В., Кулагина И.Ц., Самсонова М.В., Калманова Е.Н., Зыков К.А. Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19. *Медицинский алфавит*. 2020;(25):7–12. [Savushkina OI, Chernyak AV, Kryukov EV, Kulagina ITs, Samsonova MV, Kalmanova EN, Zykov KA. Functional disorders of the respiratory system during early recovery after COVID-19. *Medical Alphabet*. 2020;(25):7–12 (In Russ.)]. doi: 10.33667/2078-5631-2020-25-7-12
8. Мальцева М.Н., Шмонин А.А. Реабилитация пациента с постковидным синдромом: клинический случай. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2023;5(2):167–74. [Maltseva MN, Shmonin AA. Rehabilitation of a patient with postcovid syndrome: a clinical case. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2023;5(2):167–74 (In Russ.)]. doi: 10.36425/rehab123530
9. *Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 3 (01.11.2022)*. [Medical rehabilitation for new coronavirus infection (COVID-19) Version 3 (01.11.2022) (In Russ.)]. URL: [ВКР_МР_COVID_19__версия_07112022__без_правок.pdf](http://vkr_mp_covid_19__versiya_07112022__bez_pравок.pdf) (minzdrav.gov.ru) (Accessed July 1, 2023).
10. Иванова Г.Е., Баландина И.Н., Бахтина И.С., Белкин А.А., Беляев А.Ф., Бодрова Р.А., Буйлова Т.В., Гречко А.В., Дидур М.Д., Калинина С.А., Кирьянова В.В., Лайшева О.А., Мальцева М.Н., Мельникова Е.В., Мишина И.Е., Петрова М.В., Пряников И.В., Постникова Л.Б., Суворов А.Ю., Соловьёва Л.Н., Цыкунов М.Б., Шмонин А.А. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020;2(2):140–89. [Ivanova GE, Balandina IN, Bakhtina IS, Belkin AA, Belyaev AF, Bodrova RA, Buylova TV, Grechko AV, Didur MD, Kalinina SA, Kiryanova VV, Laisheva OA, Maltseva MN, Melnikova EV, Mishina IE, Petrova MV, Pryanikov IV, Postnikova LB, Suvorov AYU, Solovyova LN, Tsykunov MB, Shmonin AA. Medical rehabilitation for new coronavirus infection (COVID-19). *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2020;2(2):140–89 (In Russ.)]. doi: 10.36425/rehab34231
11. Беляев А.Ф., Харьковская Т.С., Фотина О.Н., Юрченко А.А. Влияние остеопатии на функцию внешнего дыхания у пациентов, перенесших коронавирусную пневмонию

- COVID-19. *Российский остеопатический журнал*. 2021;4:8–17. [Belaev AF, Kharkovskaya TS, Fotina ON, Yurchenko AA. The effect of osteopathy on the function of external respiration in patients with COVID-19 coronavirus pneumonia. *Russian Osteopathic Journal*. 2021;4:8–17. (In Russ.)]. doi: 10.32885/2220-0975-2021-4-8-17
12. Беляев А.Ф., Фотина О.Н., Харьковская Т.С., Юрченко А.А. Эффективность реабилитации пациентов после перенесенной ковид-пневмонии методами остеопатии. *Российский остеопатический журнал*. 2022;(1):14–22. [Belyaev AF, Fotina ON, Kharkovskaya TS, Yurchenko AA. The effectiveness of rehabilitation of patients after covid-pneumonia by osteopathic methods. *Russian Osteopathic Journal*. 2022;(1):14–22 (In Russ.)]. doi: 10.32885/2220-0975-2022-1-14-22
13. Стручков П.В., Дроздов Д.В., Лукина О.Ф. Спирометрия: руководство для врачей. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020:9–22. [Struchkov PV, Drozdov DV, Lukina OF. Spirometry: a guide for doctors. Moscow: GEOTAR-Media, 2020:9–22 (In Russ.)].
14. Биличенко Т.Н. Постковидный синдром: факторы риска, патогенез, диагностика и лечение пациентов с поражением органов дыхания после COVID-19 (обзор исследований). *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2022;6(7):367–75. [Bilichenko TN. Postcovid syndrome: risk factors, pathogenesis, diagnosis and treatment of patients with respiratory damage after COVID-19 (research review). *RMZh. Meditsinskoe Obozrenie*. 2022;6(7):367–75 (In Russ.)]. doi: 10.32364/2587-6821-2022-6-7-367-375
15. Huang Y, Tan C, Wu J, Chen M, Wang Z, Luo L, Zhou X, Liu X, Huang X, Yuan S, Chen C, Gao F, Huang J, Shan H, Liu J. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir Res* 2 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