



Функциональная и рентгенологическая оценка респираторной системы у пациентов с нарушениями диффузионной способности легких в постковидном периоде

Т. В. ГЛУШКОВА, И. В. ЛЕЩЕНКО, С. Н. СКОРНЯКОВ, А. В. САВЕЛЬЕВ

Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии – филиал ФГБУ «НМИЦ ФПИ» МЗ РФ, г. Екатеринбург, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить функциональные и рентгенологические данные респираторной системы у пациентов с нарушениями ДСЛ в постковидном периоде.

Материалы и методы. Проведен сравнительный анализ клинических, функциональных и рентгенологических данных у пациентов, разделенных на две группы по уровню снижения диффузионной способности легких (ДСЛ), измеренной по монооксиду углерода (Dlco) через 180 (135–196) дней от появления острых симптомов COVID-19: 1-я группа – пациенты с уровнем Dlco 80–60%, 2-я группа – Dlco менее 60%. Исследование функции легких выполняли методами спирометрии, бодиплетизмографии и исследованием уровня Dlco. Проанализированы данные КТ пациентов, выполненные в остром периоде COVID-19 через 93 (89–103) дня и 180 (135–196) дней от появления острых симптомов.

Результаты. Пациенты 2-й группы статистически значимо чаще переносили тяжелую форму COVID-19, нуждались в проведении высокопоточной кислородотерапии (ВПО) и пребывали в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ): 13/20 (65%), 11/20 (55%), 10/20 (50%), против 8/24 (33,3%), 2/24 (8,3%) и 3/24 (13,5%) у пациентов 1-й группы соответственно. Уровень Dlco (%) через 93 (89–103) дня и 180 (135–196) дней в 1-й и 2-й группе составил 66 (64–71) и 71 (67–73) против 45 (41–53) и 51 (47–58) соответственно ($p < 0,05$). Сотовая перестройка легких при КТ ОГК выявлена только у пациентов 2-й группы – по 16,7% на 93 (89–103) и 180 (135–196) дни наблюдения соответственно.

Заключение. Тяжелая форма перенесенной COVID-19, пребывание в ОРИТ и дополнительная кислородная поддержка – факторы, указывающие на неблагоприятное функциональное состояние респираторной системы и наличие необратимых изменений в легочной ткани в постковидном периоде.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция, диффузионная способность легких, постковидный период, компьютерная томография.

Для цитирования: Глушкова Т. В., Лещенко И. В., Скорняков С. Н., Савельев А. В. Функциональная и рентгенологическая оценка респираторной системы у пациентов с нарушениями диффузионной способности легких в постковидном периоде // Туберкулёз и болезни лёгких. – 2023. – Т. 101, № 3. – С. 44–51. <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2023-101-3-44-51>

Functional and Radiological Assessment of the Respiratory System in Patients with Impaired Lung Diffusion Capacity in the Post-COVID Period

T. V. GLUSHKOVA, I. V. LESCHENKO, S. N. SKORNYAKOV, A. V. SAVELYEV

Ural Phthisiopulmonology Research Institute – a Branch of National Medical Research Center of Phthisiopulmonology and Infectious Diseases, Russian Ministry of Health, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

The objective: to evaluate functional and radiological data of the respiratory system assessment in patients with impaired lung diffusion capacity in the post-COVID period.

Subjects and Methods. Clinical, functional and radiological data were analyzed and compared in the patients divided into two groups according to the degree of lung diffusion capacity (LDC) impairment measured by carbon monoxide (Dlco) after 180 (135–196) days from the onset of acute symptoms of COVID-19: Group 1 included patients with Dlco of 80–60%, and Group 2 included patients with Dlco less than 60%. The lung functions were assessed by spirometry, body plethysmography and the Dlco level measurement. The data of CT scans of patients performed in the acute period of COVID-19, after 93 (89–103) days and 180 (135–196) days from the onset of acute symptoms were analyzed.

Results. The patients of Group 2 developed a severe form of COVID-19 statistically significantly more often, they required high-flow oxygen therapy (HFO) and stayed in the intensive care unit (ICU): 13/20 (65%), 11/20 (55%), 10/20 (50%) versus 8/24 (33,3%), 2/24 (8,3%) and 3/24 (13,5%) in the patients of Group 2, respectively. The level of Dlco (%) after 93 (89–103) days and 180 (135–196) days in Groups 1 and 2 made 66 (64–71) and 71 (67–73) versus 45 (41–53) and 51 (47–58), respectively ($p < 0,05$). Honeycombing changes in the lungs were detected by chest CT only in the patients of Group 2 – 16.7% on 93 (89–103) and 180 (135–196) days of observation, respectively.

Conclusion. A severe form of COVID-19, stay in the ICU and additional oxygen support are the factors indicating an unfavorable functional state of the respiratory system and presence of irreversible changes in the lung tissue in the post-COVID period.

Key words: a novel coronavirus infection, lung diffusion capacity, post-COVID period, computed tomography.

For citations: Glushkova T. V., Leschenko I. V., Skorniyakov S. N., Savelyev A. V. Functional and Radiological Assessment of the Respiratory System in Patients with Impaired Lung Diffusion Capacity in the Post-COVID Period. *Tuberculosis and Lung Diseases*, – 2023. Vol. 101, no. 3, pp. 44–51 (In Russ.) <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2023-101-3-44-51>

Для корреспонденции:

Глушкова Татьяна Валерьевна
E-mail: pulmonology@inbox.ru

Correspondence:

Tatiana V. Glushkova
Email: pulmonology@inbox.ru

Введение

Тяжесть течения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в остром периоде оказывает влияние на исход заболевания [5, 17]. Годовое наблюдение пациентов, завершивших стационарное лечение COVID-19, демонстрирует сохраняющиеся патологические изменения в легочной ткани по данным КТ ОГК, а также снижение диффузионной способности легких (ДСЛ) через 6 и 12 месяцев [13].

Цель исследования: оценить функциональные и рентгенологические данные респираторной системы у пациентов с нарушениями ДСЛ в постковидном периоде.

Материалы и методы

Ретроспективное продольное когортное исследование проводилось с июля 2021 года по апрель 2022 года в Уральском научно-исследовательском институте фтизиопульмонологии – филиале ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава РФ.

Критерии включения:

- взрослые лица, перенесшие подтвержденную методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) среднетяжелую и тяжелую формы COVID-19 через 180 (135–196) дней от появления первых симптомов заболевания;
- поражение легочной ткани по результатам КТ ОГК;
- зарегистрированное нарушение ДСЛ в постковидном периоде;
- подписанное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения:

- сопутствующие хронические заболевания респираторной системы в анамнезе или их выявление на момент осмотра;
- хронические заболевания со стороны других органов и систем в стадии обострения.

Представленная работа одобрена на заседании локального этического комитета (протокол № 202/1 от 06.07.2021 г.).

Обследовано 63 пациента, клинические сведения о перенесенной COVID-19 получены на основании выписных эпикризов стационарного лечения в инфекционном госпитале. При проведении настоящего исследования учитывали тяжесть COVID-19, факт пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), а также вид проведенной кислородной поддержки.

Функциональное исследование респираторной системы при включении в настоящее исследование выполняли на аппарате Master Screen Body Jaeger (*Viasys Healthcare*, Германия) в соответствии с установленными национальными и международными

требованиями [2, 6]. Определяли: объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), отношение ОФВ1/ФЖЕЛ, общую емкость легких (ОЕЛ), внутригрудной объем газа (ВГО), остаточный объем легких (ООЛ), отношение ОЕЛ/ООЛ. ДСЛ исследовали путем измерения уровня коэффициента переноса для монооксида углерода (СО) методом однократного вдоха (Dlco), а также вычисляли отношение Dlco к альвеолярному объему (Dlco/VA).

Объем поражения легких во время COVID-19, согласно принятой адаптированной «эмпирической» визуальной шкале [1], при КТ 1-2 составил 35 (25–45)%, при КТ 3-4 – 75 (62–75)% соответственно. Рентгенологическая картина в легких классифицирована согласно терминологии, отраженной в глоссарии Общества Флейшнера [7].

В зависимости от величины падения Dlco на 180 (135–196) день пациенты распределены на две группы. Пациенты с Dlco 80–60% от расчетной должной величины (дв) отнесены к 1 группе ($n=24$), с нарушением Dlco менее 60% – к 2 группе ($n=20$).

Для выявления факторов риска развития нарушения ДСЛ в постковидном периоде проведен ретроспективный анализ функциональных и рентгенологических данных на 93 (89–103) и 180 (135–196) дни от первых симптомов COVID-19 в 1 и 2 группах пациентов.

Статистический анализ проведен с использованием программы StatTech v. 2.8.8. Количественные показатели оценивали на предмет нормальности распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. При отсутствии нормального распределения результаты представлены в виде медианы (Me) с указанием верхнего и нижнего квартилей (Q1-Q3). Категориальные данные выражали в абсолютных значениях (абс.) и процентных долях (%). Сравнение двух групп выполняли с помощью U-критерия Манна-Уитни, критерия Хи-квадрат Пирсона и одностороннего точного критерия Фишера. Различия между показателями считали статистически значимыми при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение. Сравнительная клиническая и демографическая характеристика пациентов 1 и 2 групп дана в табл. 1.

Средний возраст пациентов в 1 и 2 группах составил 62 (58–66) и 64 (58–72) лет соответственно. В обеих группах преобладали женщины. Установлено, что длительность стационарного этапа лечения COVID-19 значимо дольше во 2 группе по сравнению с 1 группой (30 (15–40) дней и 16 (14–18) дней соответственно ($p=0,007$)). Полученные различия между группами по тяжести перенесенного заболевания, по факту пребывания в ОРИТ и частоте проведения высокопоточной кислородотерапии

Таблица 1. Сравнительная клиническая и демографическая характеристика пациентов по группам

Table 1. Comparative clinical and demographic characteristics of patients by groups

Показатель	Dlco 80–60% дв 1 группа, (n=24)	Dlco менее 60% дв, 2 группа, (n=20)	p
	абс. (%)	абс. (%)	
Женщины	17 (70,8)	14 (70,0)	
Мужчины	7 (29,2)	6 (30,0)	
Анамнез			
Курение в настоящем	5 (20,8)	2 (10,0)	
Курение в прошлом	2 (8,3)	5 (25,0)	
Артериальная гипертензия	15 (62,5)	13 (65,0)	
Сахарный диабет	2 (8,3)	7 (35,0)	
ИМТ≥30,0 кг/м ²	11 (45,8)	11 (55,0)	
Форма COVID-19			
Среднетяжелая	16 (66,7)	7 (35,0)	0,02
Тяжелая	8 (33,3)	13 (65,0)	0,03
КТ 35 (25–45)%	14 (58,3)	7 (35,0)	
КТ 75 (62–75)%	10 (41,7)	13 (65,0)	
Пребывание в ОРИТ	2(8,3)	11(55,0)	0,001
Высокопоточная кислородотерапия	3 (12,5)	10 (50,0)	0,009
ИВЛ	0	1 (5,0)	

Примечание: ИМТ-индекс массы тела; ИВЛ-инвазивная вентиляция легких.

*Значение p – приведены только статистически значимые различия (здесь и в последующих таблицах)

(ВПО₂) в зависимости от уровня падения Dlco, совпадают с другими исследованиями [8–10]. В работе Huang C. et al. (1733 пациента) показано, что у пациентов, нуждавшихся в ВПО₂, неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ) и/или инвазивной вентиляции легких (ИВЛ) в 48/86 (56%) случаях отмечено нарушение ДСЛ через 6 месяцев после окончания лечения [9]. Среди них 44/122 (36%) пациента находились в отделении ОРИТ [9]. Данные, опубликованные Huang L. спустя 2 года от острых симптомов COVID-19, свидетельствуют о сохраняющемся нарушении ДСЛ у 43/66 (65%) больных [10]. Согласно статистическому обзору и метаанализу [12], пациенты, перенесшие COVID-19 в тяжелой форме, достоверно чаще страдают нарушением функции легких в отдаленном периоде, чем пациенты, перенесшие нетяжелую форму.

Результаты функционального исследования респираторной системы у пациентов с сохраняющимся нарушением ДСЛ в постковидном периоде отражены в табл. 2.

Спирометрические показатели находились в пределах нормальных значений, независимо от уровня снижения Dlco в постковидном периоде и времени проведенного обследования. В то же время зарегистрировано стойкое нарушение ДСЛ в 1 и 2 группах к 180 (135–196) дню наблюдения (табл. 2), что совпадает с результатами Huang C. et al [9]. Сравнительная характеристика результатов функционального состояния респираторной системы в 1 и 2 группах продемонстрировала статистически значимую разницу между ними за весь период наблюдения. Динамика функциональных показателей респираторной системы на 93 (89–103) и 180 (135–

Таблица 2. Результаты функционального исследования респираторной системы у пациентов с сохраняющимся нарушением ДСЛ в постковидном периоде

Table 2. Results of functional assessment of the respiratory system in patients with persistent impaired lung diffusion capacity in the post-COVID period

Показатель	93 (89–103) день от первых симптомов COVID-19			180 (135–196) день от первых симптомов COVID-19		
	1 группа, Me (Q1-Q3) n=24	2 группа, Me (Q1-Q3) n=20	p _{1,2}	1 группа, Me (Q1-Q3) n=24	2 группа, Me (Q1-Q3) n=20	p _{3,4}
	1	2		3	4	
ОФВ1, л	2,8 (2,4–3,1)	1,9 (1,7–2,3)	0,001	2,6 (2,2–3,1)	2,1 (1,8–2,5)	0,008
ОФВ1, % долж.	106 (98–124)	86 (80–95)	0,001	110 (99–122)	91 (79–104)	0,001
ФЖЕЛ, л	3,2 (2,8–3,5)	2,37 (2,1–3,0)	0,001	3,3 (2,8–3,7)	2,6 (2,1–3,2)	0,01
ФЖЕЛ, % долж.	108 (103–129)	88 (76–98)	0,001	110 (104–127)	93 (76–102)	0,001
ОФВ1/ФЖЕЛ, %	105 (93–109)	107 (101–111)		101 (96–107)	101 (94–109)	
ОЕЛ, л	4,7 (4,2–5,6)	3,8 (3,4–4,3)	0,006	5,1 (4,5–5,6)	4,5 (4,1–5,3)	
ОЕЛ, % долж.	93 (76–108)	70 (67–79)	0,001	101 (92–107)	87 (80–93)	0,003
ООЛ, % долж.	86 (72–102)	67 (48–79)	0,01	99 (74–117)	84 (70–106)	
ООЛ/ОЕЛ,% долж.	97 (81–102)	95 (76–102)		97 (86–110)	104 (85–117)	
ВГО, % долж.	89 (75–108)	73 (67–85)	0,007	94 (88–102)	84 (76–97)	
Dlco, % долж.	66 (64–71)	45 (41–53)	0,001	71 (67–73)	51 (47–58)	0,001
Dlco/VA, % долж.	79 (74–82)	73 (65–76)	0,02	81 (78–87)	77 (67–83)	0,02

Таблица 3. Динамика функциональных показателей респираторной системы на 93 (89–103) и 180 (135–196) дни (*) от первых симптомов COVID-19

Table 3. Changes in functional parameters of the respiratory system on days 93 (89–103) and 180 (135–196) (*) from the first symptoms of COVID-19

Показатель	1 группа, (n=24)			2 группа, (n=20)		
	93 (89–103) день*	180 (135–196) день*	P_{1-2}	93 (89–103) день*	180 (135–196) день*	P_{3-4}
	1	2		3	4	
ОФВ1, л	2,8 (2,4–3,1)	2,6 (2,2–3,1)		1,9 (1,7–2,3)	2,1 (1,8–2,5)	
ОФВ1, % долж.	106 (98–124)	110 (99–122)		86 (80–95)	91 (79–94)	
ФЖЕЛ, л	3,2 (2,8–3,5)	3,3 (2,8–3,7)		2,37 (2,1–3,0)	2,6 (2,1–3,2)	
ФЖЕЛ, % долж.	108 (103–129)	110 (104–127)		88 (76–98)	93 (76–102)	
ОФВ1/ФЖЕЛ, %	105 (93–109)	101 (96–107)		107 (101–111)	101 (94–109)	0,04
ОЕЛ, л	4,74 (4,2–5,6)	5,1 (4,4–5,6)	0,03	3,8 (3,4–4,3)	4,5 (4,1–5,3)	0,001
ОЕЛ, % долж.	93 (76–108)	101 (92–107)	0,03	70 (67–79)	87 (80–93)	0,001
ООЛ, %	86 (72–102)	67 (48–79)	0,01	99 (74–117)	84 (70–106)	0,001
ОЕЛ/ООЛ, % долж.	97 (81–102)	97 (86–110)		95 (76–102)	104 (85–117)	0,03
ВГО, %	89 (75–108)	94 (88–102)		73 (67–85)	84 (76–97)	0,008
DIco, % долж.	66 (64–71)	71 (67–73)	0,02	45 (41–53)	51 (47–58)	0,003
DIco/VA, % долж.	79 (74–82)	81 (78–87)	0,006	73 (65–76)	77 (67–83)	0,001

196) дни от первых симптомов COVID-19 представлена в табл. 3.

В 1 и 2 группах отсутствовала динамика показателей ФВД к 180 (135–196) дню исследования. Вместе с тем зарегистрирован рост показателей ОЕЛ, ООЛ, DIco и DIco/VA в обеих группах за аналогичный период наблюдения, что указывает на обратимость выявленных нарушений, а также демонстрирует большую информативность методов бодиплетизмографии и исследования ДСЛ для функциональной оценки состояния респираторной системы у больных, перенесших COVID-19.

Динамика рентгенологической картины у пациентов 1 и 2 групп отражена в табл. 4.

Независимо от уровня падения DIco, через 93 (89–103) и 180 (135–196) дней от первых симптомов COVID-19, в обеих группах рентгенологические изменения в легочной ткани представлены преимущественно паттернами «матовое стекло и паренхима-

тозные полосы». Аналогичная распространенность указанных изменений представлена в заявлении экспертов Европейского респираторного общества (ERS), посвященного длительному наблюдению за пациентами, перенесшими COVID-19 [3]. У 4 пациентов 1 группы отмечен полный регресс патологических изменений в паренхиме легкого через 93 (89–103) дня или 180 (135–196) дней от первых симптомов COVID-19.

Патология в легочной ткани в постковидном периоде в виде бронхоэктазов и ретикулярных изменений зарегистрирована в обеих группах. Во 2 группе бронхоэктазы определялись в 2 раза чаще по сравнению с 1 группой (табл. 4) (рис. 1).

Отличительными особенностями ретикулярных изменений во 2 группе явилось их двукратное преобладание по сравнению с 1 группой через 93 (89–103) дня (12/18 (66,7%) против 7/22 (31,8%) соответственно) (рис. 2).

Таблица 4. Динамика рентгенологической картины у пациентов 1 и 2 групп в разный временной период (* – от первых симптомов COVID-19)

Table 4. Changes in radiological signs in the patients of Groups 1 and 2 in different periods (* – from the first symptoms of COVID-19)

Показатель	1 группа		2 группа		p
	93 (89–103) день*, (n=22)	180 (135–196) день*, (n=14)	93 (89–103) день*, (n=18)	180 (135–196) день*, (n=12)	
	1	2	3	4	
Без патологических изменений, абс. (%)	4 (17,0)	4 (28,6)	0	0	
Матовое стекло, абс. (%)	16 (72,7)	8 (57,1)	18 (100,0)	10 (83,3)	
Паренхиматозные полосы, абс. (%)	12 (54,5)	10 (71,4)	15 (83,3)	10 (83,3)	
Ретикулярные изменения, абс. (%)	7 (31,8)	2 (14,3)	12 (66,7)	2 (16,7)	$p_{3-4}=0,02$
Бронхоэктазы, абс. (%)	7 (31,8)	4 (28,6)	12 (66,7)	6 (50,0)	
Сотовая перестройка, абс. (%)	0	0	3 (16,7)	2 (16,7)	
Нисты напряжения, абс. (%)	4 (18,2)	0	2 (11,1)	2 (16,7)	

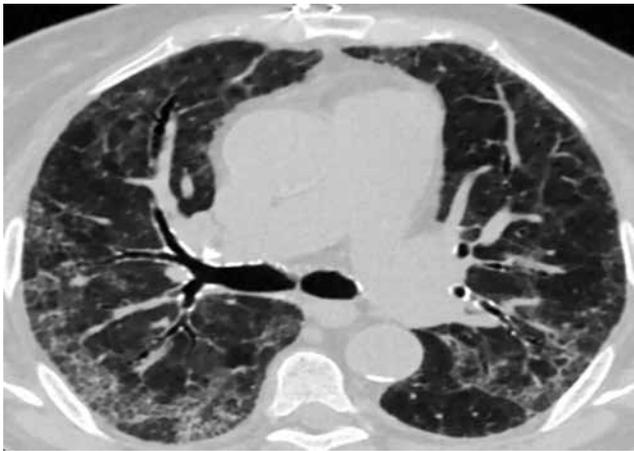


Рис. 1. Бронхоэктазы по данным ВРКТ у пациентки Т., 82 года, на 110-й день от первых симптомов COVID-19 (Dlco=43,8%)

Fig. 1. Bronchiectasis according to HRCT in Patient T., 82 years old, on Day 110 from the first symptoms of COVID-19 (Dlco=43.8%)

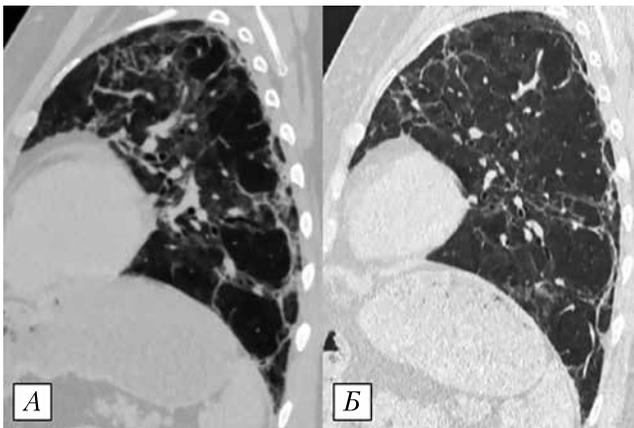


Рис. 2. Динамика изменений в легочной ткани по данным ВРКТ в постковидном периоде у пациентки Ч., 63 года. А – ВРКТ легких на 79-й день от первых симптомов COVID-19 (Dlco=41,5%); Б – ВРКТ легких на 153-й день от первых симптомов COVID-19 (Dlco=59,5%)

Fig. 2. Changes in the lung tissue according to HRCT in Patient Ch., 63 years old, in the post-COVID period. A – Lung HRCT on day 79 from the first symptoms of COVID-19 (Dlco=43,8%); B – Lung HRCT on day 153 from the first symptoms of COVID-19 (Dlco=43,8%)

В заявлении экспертов ERS предлагается осторожно интерпретировать изменения в легочной ткани, напоминающие тракционные бронхоэктазы, и лучше использовать термин «бронхиальная дисторсия» (от лат. *distorsio* – искривление) [3].

Небольшая тенденция уменьшения частоты указанных изменений со временем в обеих группах может косвенно свидетельствовать об их обратимости, что позволяет классифицировать их как фиброзоподобные.

Термин «тракционные бронхо- и бронхиолоэктазы» в описании рентгенологического изображения у пациентов, перенесших COVID-19, является diskutabelным. В исследовании Hu Q. et al. (41 пациент, перенесший COVID-19 с ОРДС) через 4 месяца

зарегистрирована регрессия выявленных в остром периоде бронхоэктазов, что позволило расценить их как псевдобронхоэктазы [8]. В исследовании 115 пациентов, перенесших COVID-19, получены результаты, указывающие на прямую корреляционную связь между объемом поражения легких в остром периоде и вероятностью развития бронхоэктазов в постковидном периоде [14]. Известно также о развитии бронхоэктазов у больных, перенесших респираторные инфекции, вызванные *Mycoplasma pneumonia* и *Bordetella pertussis* [4]. Мнение об использовании термина «фиброзоподобный» (fibrotic-like) в отношении изменений, классифицируемых как фиброзные, у пациентов, перенесших COVID-19, приведено в статье Wells A. U. and Devaraj A. [15]. Авторы поднимают вопрос об одновременном наличии гистологического подтверждения фиброзной природы поражения легких и их обратимости, что, вероятно, следует расценивать как закономерное течение острого инфекционного процесса и не должно классифицироваться в соответствии с глоссарием Флейшнера, рассчитанным для описания хронического необратимого фиброзирующего процесса в легочной ткани [15].

Отличительными особенностями рентгенологической картины у наблюдаемых пациентов являлись признаки сотовой перестройки, диагностируемые у некоторых пациентов 2 группы в постковидном периоде – 16,7% на 93 (89–103) день и 180 (135–196) дни (рис. 3).

Согласно метаанализу, включающему 58 исследований (5053 КТ ОГК – изображений), через 6 месяцев сотовая перестройка в легочной ткани регистрировалась у 6% (1–14%) пациентов, перенесших тяжелый острый респираторный синдром, и лишь в 1% случаев у пациентов, перенесших COVID-19 [11].



Рис. 3. Сотовая перестройка в кортикальных отделах легких по данным ВРКТ у пациентки В., 72 года, на 179-й день от первых симптомов COVID-19 (Dlco=45,7%)

Fig. 3. Honeycombing changes in the cortical regions of the lungs according to HRCT in Patient V., 72 years old, on Day 179 from the first symptoms of COVID-19 (Dlco=45,7%)

Выводы

Выявлены клинически значимые функциональные и рентгенологические отличия между пациентами групп, сформированных по уровню нарушения DLCO. Пациенты, имевшие DLCO менее 60% в постковидном периоде, статистически значимо чаще перенесли тяжелую форму COVID-19, нуждались в дополнительной кислородной поддержке (ВПО₂) и пребывании в ОРИТ. У пациентов 1 группы (DLCO менее 60%) через 180 (135–196) дней от начала симптомов COVID-19 показатели ОЕЛ, DLCO, DLCO/VA были статистически значимо ниже по сравнению с результатами во 2 группе (DLCO 80–60%) на всех этапах исследования. Положительная динамика через 180 (135–196) дней присутствовала в обеих группах. Отсутствие снижения показателей ФВД у па-

циентов 1 и 2 групп при одновременно регистрируемых нарушениях функции легких, подтвержденных методами бодиплетизмографии и ДСЛ, демонстрируют малую информативность спирометрии в функциональной оценке респираторной системы у пациентов, перенесших COVID-19. Анализ рентгенологической картины у больных обеих групп в постковидном периоде выявил паттерны «матового стекла» и фиброподобные изменения, включая паттерн «сотовой перестройки».

Таким образом, тяжелая форма перенесенной COVID-19, пребывание в ОРИТ и дополнительная кислородная поддержка – возможные факторы неблагоприятного функционального состояния респираторной системы и значимых патологических изменений в легочной ткани в постковидном периоде.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

У каждого пациента получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Благодарность. Авторы выражают благодарность сотрудникам Уральского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Министерства здравоохранения Российской Федерации: директору филиала С. Ю. Красноборовой, заведующей клинико-диагностическим отделением Л. А. Мамаевой и врачу функциональной диагностики Е. А. Филатовой за содействие, помощь и поддержку в проведении данного научного исследования.

Conflict of interests. The authors declare there is no conflict of interest.

Each patient gave a written informed consent to participate in the study.

Gratitude. The authors express their deepest gratitude to the personnel of Ural Phthiopolmonology Research Institute – a Branch of National Medical Research Center of Phthiopolmonology and Infectious Diseases, Russian Ministry of Health: S. Yu. Krasnoborova, Director of the Branch, L. A. Mamaeva, Head of the Clinical Diagnostic Department, E. A. Filatova, Functional Diagnostics Specialist, for their assistance and support during this study.

ЛИТЕРАТУРА

1. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». Версия 15 (22.02.2022). Доступно на: https://static0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/BMP_COVID-19_V15.pdf [Дата обращения 10 сентября 2022]
2. 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. – 2014. – № 6. – С. 11–24. <http://doi.org/10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24>
3. Antoniou K. M., Vasarmidi E., Russell A. M., Andrejak C., Crestani B., Delcroix M., Dinh-Xuan A. T., Poletti V., Sverzellati N., Vitacca M., Witznath M., Tonia T., Spanevello A. European Respiratory Society statement on long COVID follow-up // *Eur. Respir. J.* – 2022. – Vol. 60, № 2. – P. 2102174. <http://doi.org/10.1183/13993003.02174-2021>
4. Aung A. K., Thompson P. J., Teh B. M., McGrath C. Pseudobronchiectasis after pertussis and mycoplasma infection // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2012. – Vol. 186, № 3. – P. 292–294. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.186.3.292>
5. González J., Benítez I. D., Carmona P., Santistevé S., Monge A., Moncusí-Moix A., Gort-Paniello C., Pinilla L., Carratalá A., Zuñil M., Ferrer R., Ceccato A., Fernández L., Motos A., Riera J., Menéndez R., García-Gasulla D., Peñuelas O., Bermejo-Martin J. F., Labarca G., Caballero J., Torres G., de Gonzalo-Calvo D., Torres A., Barbé F.; CIBERESUCICOVID Project (COV20/00110, ISCIII). Pulmonary function and radiologic features in survivors of critical COVID-19: a 3-month prospective cohort // *Chest*. – 2021. – № 160. – P. 187–198. <http://doi.org/10.1016/j.chest.2021.02.062>

REFERENCES

1. *Vremennye metodicheskie rekomendatsii. Profilaktika, diagnostika i lechenie novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19)*. [Provisional guidelines on prevention, diagnostics and treatment of the new coronavirus infection (COVID-19)]. Version no. 15 (22.02.2022). Available: https://static0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/BMP_COVID-19_V15.pdf [Accessed on September 10, 2022]
2. Chuchalin A. G., Aysanov Z. R., Chikina S. Yu., Chernyak A. V., Kalmanova E. N. Federal clinical recommendations of the Russian Respiratory Society on spirometry. *Pulmonologiya*, 2014, no. 6, pp. 11–24. (In Russ.) <http://doi.org/10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24>
3. Antoniou K. M., Vasarmidi E., Russell A. M., Andrejak C., Crestani B., Delcroix M., Dinh-Xuan A. T., Poletti V., Sverzellati N., Vitacca M., Witznath M., Tonia T., Spanevello A. European Respiratory Society statement on long COVID follow-up. *Eur. Respir. J.*, 2022, vol. 60, no. 2, pp. 2102174 <http://doi.org/10.1183/13993003.02174-2021>
4. Aung A. K., Thompson P. J., Teh B. M., McGrath C. Pseudobronchiectasis after pertussis and mycoplasma infection. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2012, vol. 186, no. 3, pp. 292–294. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.186.3.292>
5. González J., Benítez I. D., Carmona P., Santistevé S., Monge A., Moncusí-Moix A., Gort-Paniello C., Pinilla L., Carratalá A., Zuñil M., Ferrer R., Ceccato A., Fernández L., Motos A., Riera J., Menéndez R., García-Gasulla D., Peñuelas O., Bermejo-Martin J. F., Labarca G., Caballero J., Torres G., de Gonzalo-Calvo D., Torres A., Barbé F.; CIBERESUCICOVID Project (COV20/00110, ISCIII). Pulmonary function and radiologic features in survivors of critical COVID-19: a 3-month prospective cohort. *Chest*, 2021, no. 160, pp. 187–198. <http://doi.org/10.1016/j.chest.2021.02.062>

6. Graham B. L., Steenbruggen I., Miller M. R., et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* - 2019. - Vol. 200, № 8. - P. 70–88. <http://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
7. Hansell D. M., Bankier A. A., MacMahon H., McLoud T. C., Müller N. L., Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging // *Radiology.* - 2008. - Vol. 246, № 3. - P. 697–722. <http://doi.org/10.1148/radiol.2462070712>
8. Hu Q., Liu Y., Chen C., Sun Z., Wang Y., Xiang M., Guan H., Xia L. Reversible Bronchiectasis in COVID-19 Survivors With Acute Respiratory Distress Syndrome: Pseudobronchiectasis // *Front Med (Lausanne).* - 2021. - № 8. - P. 739857. <http://doi.org/10.3389/fmed.2021.739857>
9. Huang C., Huang L., Wang Y., Li X., Ren L., Gu X., Kang L., Guo L., Liu M., Zhou X., Luo J., Huang Z., Tu S., Zhao Y., Chen L., Xu D., Li Y., Li C., Peng L., Li Y., Xie W., Cui D., Shang L., Fan G., Xu J., Wang G., Wang Y., Zhong J., Wang C., Wang J., Zhang D., Cao B. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study // *Lancet.* - 2021. - Vol. 397, № 10270. - P. 220–232. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8)
10. Huang L., Li X., Gu X., Zhang H., Ren L., Guo L., Liu M., Wang Y., Cui D., Wang Y., Zhang X., Shang L., Zhong J., Wang X., Wang J., Cao B. Health outcomes in people 2 years after surviving hospitalisation with COVID-19: a longitudinal cohort study // *Lancet Respir. Med.* - 2022. - S2213-2600(22)00126-6. [http://doi.org/10.1016/S2213-2600\(22\)00126-6](http://doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00126-6)
11. Huntley C. C., Patel K., Bil Bushra S. E., Mobeen F., Armitage M. N., Pye A., Knight C. B., Mostafa A., Kershaw M., Mughal A. Z., McKemey E., Turner A. M., Burge P. S., Walters G. I. Pulmonary function test and computed tomography features during follow-up after SARS, MERS and COVID-19: a systematic review and meta-analysis // *ERJ Open Res.* - 2022. - Vol. 8, № 2. - P. 00056-2022 <http://doi.org/10.1183/23120541.00056-2022>
12. Long Q., Li J., Hu X., Bai Y., Zheng Y., Gao Z. Follow-Ups on Persistent Symptoms and Pulmonary Function Among Post-Acute COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Front Med (Lausanne).* - 2021. - № 8. - P. 702635. <http://doi.org/10.3389/fmed.2021.702635>
13. Malkova A. M., Kudryavtsev I. V., Starshinova A. A., Kudlay D. A., Zinchenko Yu. S., Glushkova A., Yablonskiy P., Shoefeld Ye. Post COVID-19 syndrome in patients with asymptomatic/mild form. *Pathogens.* 2021; 10 (11), 1408: 1-11.
14. Wang Y., Mao K., Li Z., Xu W., Shao H., Zhang R. Clinical study of pulmonary CT lesions and associated bronchiectasis in 115 convalescent patients with novel coronavirus pneumonia (COVID-19) in China // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* - 2021. - Vol. 99, № 3. - P. 328–331. <http://doi.org/10.1139/cjpp-2020-0522>
15. Wells A. U., Devaraj A. Residual Lung Disease at Six-month Follow-up CT after COVID-19: Clinical Significance Is a Key Issue // *Radiology.* - 2021. - Vol. 301, № 2. - P. E406–E408. <http://doi.org/10.1148/radiol.2021211284>
16. Wu C., Chen X., Cai Y., Xia J., Zhou X., Xu S., Huang H., Zhang L., Zhou X., Du C., Zhang Y., Song J., Wang S., Chao Y., Yang Z., Xu J., Zhou X., Chen D., Xiong W., Xu L., Zhou F., Jiang J., Bai C., Zheng J., Song Y. Risk Factors Associated With Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients With Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China // *JAMA Intern. Med.* - 2020. - Vol. 180, № 7. - P. 934–943. <http://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.0994>
17. Wu X., Liu X., Zhou Y., Yu H., Li R., Zhan Q., Ni F., Fang S., Lu Y., Ding X., Liu H., Ewing R. M., Jones M. G., Hu Y., Nie H., Wang Y. 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. - P. 747–754. [http://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00174-0](http://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00174-0)
6. Graham B. L., Steenbruggen I., Miller M. R. et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2019, vol. 200, no. 8, pp. 70–88. <http://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
7. Hansell D. M., Bankier A. A., MacMahon H., McLoud T. C., Müller N. L., Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology*, 2008, vol. 246, no. 3, pp. 697–722. <http://doi.org/10.1148/radiol.2462070712>
8. Hu Q., Liu Y., Chen C., Sun Z., Wang Y., Xiang M., Guan H., Xia L. Reversible Bronchiectasis in COVID-19 Survivors With Acute Respiratory Distress Syndrome: Pseudobronchiectasis. *Front Med (Lausanne)*, 2021, no. 8, pp. 739857. <http://doi.org/10.3389/fmed.2021.739857>
9. Huang C., Huang L., Wang Y., Li X., Ren L., Gu X., Kang L., Guo L., Liu M., Zhou X., Luo J., Huang Z., Tu S., Zhao Y., Chen L., Xu D., Li Y., Li C., Peng L., Li Y., Xie W., Cui D., Shang L., Fan G., Xu J., Wang G., Wang Y., Zhong J., Wang C., Wang J., Zhang D., Cao B. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet*, 2021, vol. 397, no. 10270, pp. 220–232. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8)
10. Huang L., Li X., Gu X., Zhang H., Ren L., Guo L., Liu M., Wang Y., Cui D., Wang Y., Zhang X., Shang L., Zhong J., Wang X., Wang J., Cao B. Health outcomes in people 2 years after surviving hospitalisation with COVID-19: a longitudinal cohort study. *Lancet Respir. Med.*, 2022, S2213-2600(22)00126-6. [http://doi.org/10.1016/S2213-2600\(22\)00126-6](http://doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00126-6)
11. Huntley C. C., Patel K., Bil Bushra S. E., Mobeen F., Armitage M. N., Pye A., Knight C. B., Mostafa A., Kershaw M., Mughal A. Z., McKemey E., Turner A. M., Burge P. S., Walters G. I. Pulmonary function test and computed tomography features during follow-up after SARS, MERS and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *ERJ Open Res.*, 2022, vol. 8, no. 2, pp. 00056–2022. <http://doi.org/10.1183/23120541.00056-2022>
12. Long Q., Li J., Hu X., Bai Y., Zheng Y., Gao Z. Follow-Ups on Persistent Symptoms and Pulmonary Function Among Post-Acute COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Med (Lausanne)*, 2021, no. 8, pp. 702635. <http://doi.org/10.3389/fmed.2021.702635>
13. Malkova A. M., Kudryavtsev I. V., Starshinova A. A., Kudlay D. A., Zinchenko Yu. S., Glushkova A., Yablonskiy P., Shoefeld Ye. Post COVID-19 syndrome in patients with asymptomatic/mild form. *Pathogens.* 2021; 10 (11), 1408: 1-11.
14. Wang Y., Mao K., Li Z., Xu W., Shao H., Zhang R. Clinical study of pulmonary CT lesions and associated bronchiectasis in 115 convalescent patients with novel coronavirus pneumonia (COVID-19) in China. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 2021, vol. 99, no. 3, pp. 328–331. <http://doi.org/10.1139/cjpp-2020-0522>
15. Wells A. U., Devaraj A. Residual Lung Disease at Six-month Follow-up CT after COVID-19: Clinical Significance Is a Key Issue. *Radiology*, 2021, vol. 301, no. 2, pp. E406–E408. <http://doi.org/10.1148/radiol.2021211284>
16. Wu C., Chen X., Cai Y., Xia J., Zhou X., Xu S., Huang H., Zhang L., Zhou X., Du C., Zhang Y., Song J., Wang S., Chao Y., Yang Z., Xu J., Zhou X., Chen D., Xiong W., Xu L., Zhou F., Jiang J., Bai C., Zheng J., Song Y. Risk Factors Associated With Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients With Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern. Med.*, 2020, vol. 180, no. 7, pp. 934–943. <http://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.0994>
17. Wu X., Liu X., Zhou Y., Yu H., Li R., Zhan Q., Ni F., Fang S., Lu Y., Ding X., Liu H., Ewing R. M., Jones M. G., Hu Y., Nie H., Wang Y. 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, no. 9, pp. 747–754. [http://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00174-0](http://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00174-0)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии – филиал ФГБУ «НМИЦ ФПИ» МЗ РФ 620039, Россия, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. 22-го Партсъезда, 50

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Ural Phthisiopulmonology Research Institute – a Branch of National Medical Research Center of Phthisiopulmonology and Infectious Diseases, Russian Ministry of Health 50, XXII Parts'ezda St., Yekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620039

Глушкова Татьяна Валерьевна

Врач пульмонолог
Тел.: +7 (343) 333-44-33
E-mail: pulmonology@inbox.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5693-5097>

Лещенко Игорь Викторович

Доктор медицинских наук, главный научный сотрудник,
профессор кафедры фтизиатрии и пульмонологии
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский
университет» МЗ РФ
Тел.: +7 (343) 246-44-75
E-mail: leshchenkoiv@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1620-7159>

Скорняков Сергей Николаевич

Доктор медицинских наук, заведующий
научно-исследовательским клиническим отделом,
заведующий кафедрой фтизиатрии и пульмонологии
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский
университет» МЗ РФ
Тел.: +7 (343) 333-44-33
E-mail: sns@urniif.ru
ORCID: 0000-0002-9942-3008

Савельев Александр Владимирович

Кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог,
заведующий отделением лучевой диагностики
Тел.: +7 (343) 333-44-33
E-mail: savelyevalexandr@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-625X>

Tatiana V. Glushkova

Pulmonologist
Phone: +7 (343) 333-44-33
Email: pulmonology@inbox.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5693-5097>

Igor V. Leschenko

Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher,
Professor of Phthisiology and Pulmonology Department,
Ural State Medical University, Russian Ministry
of Health
Phone: +7 (343) 246-44-75
Email: leshchenkoiv@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1620-7159>

Sergey N. Skornyakov

Doctor of Medical Sciences,
Head of Research Clinical Department,
Head of Phthisiology and Pulmonology Department,
Ural State Medical University, Russian Ministry
of Health
Phone: +7 (343) 333-44-33
Email: sns@urniif.ru
ORCID: 0000-0002-9942-3008

Aleksandr V. Savelyev

Candidate of Medical Sciences, Radiologist,
Head of Radiological Diagnostics Department
Phone: +7 (343) 333-44-33
Email: savelyevalexandr@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-625X>

Поступила 17.01.2023

Submitted as of 17.01.2023