



Анализ функциональных показателей респираторной системы в разные сроки после перенесенной COVID-19

О. И. САВУШКИНА^{1,2}, Е. С. МУРАВЬЕВА³, С. Н. АВДЕЕВ⁴, И. Ц. КУЛАГИНА¹, М. М. МАЛАШЕНКО¹, А. А. ЗАЙЦЕВ^{1,5}

¹ ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» МО РФ, г. Москва, РФ

² ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России, г. Москва, РФ

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» МЗ РФ, г. Москва, РФ

⁴ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» МЗ РФ (Сеченовский Университет), г. Москва, РФ

⁵ ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ, МИНО», г. Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: определение типа и оценка выраженности функциональных нарушений респираторной системы после перенесенной COVID-19.

Материалы и методы. Выполнено ретроспективное обсервационное исследование. Были проанализированы демографические данные; данные компьютерной томографии органов грудной клетки в острый период заболевания (КТ_{макс}); показатели легочных функциональных тестов (ЛФТ) – спирографии, бодиплетизмографии и диффузионного теста 341 пациента, из них 262 (76,8%) – мужчины (медиана возраста – 48 (41,5–57) лет, медиана срока А (начало COVID-19 до проведения ЛФТ) – 53 (28,5–111) дней). В зависимости от срока А пациенты были разделены на три группы: группа 1 – до 90 дней (n=221); группа 2 – 90–180 дней (n=80); группа 3 – более 180 дней (n=40). У пациентов 1, 2 и 3 групп в 68,3%, 47,5% и 32,5% случаев соответственно регистрировалось нарушение диффузионной способности легких, которое в большей степени зависело от КТ_{макс}, в меньшей – от срока А. Рестриктивный тип вентиляционных нарушений был в 33,5% и 11% случаев в группах 1 и 2, в группе 3 рестрикции выявлено не было, обструкция дыхательных путей была выявлена в 8%, 5%, 7,5% случаев в группах 1, 2 и 3 соответственно.

Заключение. Нарушение диффузионной способности легких является наиболее частым функциональным нарушением респираторной системы после перенесенного COVID-19, в связи с чем в план обследования таких пациентов целесообразно наряду со спирографией включать диффузионный тест.

Ключевые слова: COVID-19, газообменная функция легких, легочные функциональные тесты.

Для цитирования. Савушкина О. И., Муравьева Е. С., Авдеев С. Н., Кулагина И. Ц., Малашенко М. М., Зайцев А. А. Анализ функциональных показателей респираторной системы в разные сроки после перенесенной COVID-19 // Туберкулёз и болезни лёгких. – 2023. – Т. 101, № 6. – С. 42–49. <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2023-101-6-42-49>

Analysis of Respiratory System Functional Parameters at Different Time Points after COVID-19

O.I. SAVUSHKINA^{1,2}, E.S. MURAVIEVA³, S.N. AVDEEV⁴, I.TS. KULAGINA¹, M.M. MALASHENKO¹, A.A. ZAYTSEV^{1,5}

¹ Burdenko Main Military Clinical Hospital, Russian Ministry of Defense, Moscow, Russia

² Pulmonology Research Institute by the Russian Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Russian Ministry of Health, Moscow, Russia

⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

⁵ Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

ABSTRACT

The objective: to define the type and evaluate the severity of respiratory functional disorders after COVID-19.

Subjects and Methods. A retrospective observational study was conducted. The following parameters were analyzed: demographic data, data from chest computed tomography during the acute period of the disease (CT_{max}), parameters of pulmonary function tests (PFT) – spirometry, body plethysmography and diffusion test. Those data were collected in 341 patients, 262 (76.8%) of them were men (median age – 48 (41.5–57) years, median duration of Period A (onset of COVID-19 before PFT) made 53 (28.5–111) days). Depending on duration of Period A, patients were divided into three groups: Group 1 – up to 90 days (n=221), Group 2 – 90–180 days (n=80), and Group 3 – more than 180 days (n=40). In patients of Groups 1, 2 and 3, in 68.3%, 47.5% and 32.5% of cases, respectively, disorders of diffusing lung capacity were recorded, which were associated to a greater extent with CT_{max}, and to a lesser extent with duration of Period A. The restrictive type of ventilation disorders was observed in 33.5% and 11% of cases in Groups 1 and 2, no restriction was detected in Group 3, airway obstruction was detected in 8%, 5%, 7.5% of cases in Groups 1, 2 and 3 respectively.

Conclusion. Disorder of diffusing lung capacity was the most common functional disorder of the respiratory system after COVID-19, and therefore it is advisable to include a diffusion test along with spirometry to the examination plan of such patients.

Key words: COVID-19, ventilation function, pulmonary function tests

For citation: Savushkina O.I., Muravieva E.S., Avdeev S.N., Kulagina I.T.S., Malashenko M.M., Zaytsev A.A. Analysis of respiratory system functional parameters at different time points after COVID-19. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2023, vol. 101, no. 6, pp. 42–49. (In Russ.) <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2023-101-6-42-49>

Для корреспонденции:

Савушкина Ольга Игоревна
E-mail: olga-savushkina@yandex.ru

Correspondence:

Olga I. Savushkina
Email: olga-savushkina@yandex.ru

Введение

В целом, во всем мире на 8 ноября 2023 года было установлено более 690 млн случаев COVID-19 (Coronavirus disease 2019) и более 6,9 млн смертельных исходов от этого заболевания [9].

Известно, что неблагоприятное течение COVID-19 обуславливает вирус-ассоциированное поражение легких (морф. «диффузное альвеолярное повреждение») и, как следствие, гипоксемию и острую дыхательную недостаточность (ДН) [6, 18]. «Золотым» стандартом для оценки поражения легких при COVID-19 является компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК), которая позволяет оценить объем и характер поражения легких. Принимая во внимание, что основной причиной госпитализации больных COVID-19 является вирус-ассоциированное поражение легких с гипоксемией, разумно было предположить, что после перенесенной инфекции могут иметь место длительно сохраняющиеся функциональные нарушения респираторной системы.

Цель исследования

Определить характер и выраженность функциональных нарушений респираторной системы после перенесенного COVID-19 в разные сроки от появления первых симптомов заболевания.

Материалы и методы

Выполнено ретроспективное обсервационное исследование, в которое были включены пациенты с диагнозом, согласно классификации, предложенной Национальным институтом здоровья Великобритании (NICE), «продолжающееся симптоматическое COVID-19» или согласно МКБ-10 – «состояние после COVID-19» (U09.9), у которых по данным КТ ОГК регистрировались поствоспалительные изменения легочной ткани. Были проанализированы демографические данные, данные КТ ОГК и результаты легочных функциональных тестов (ЛФТ): спирометрии, бодиплетизмографии и диффузионного теста.

Критерии включения: возраст 18 лет и старше; перенесенный COVID-19, подтвержденный методом

полимеразно-цепной реакции; COVID-19-ассоциированное поражение легких; результаты КТ ОГК, полученные в острый период заболевания с указанием максимального объема поражения легочной ткани (КТ_{макс}), где КТ 1 – объем поражения < 25%, КТ 2 – 25-49%, КТ 3 – 50-75%, КТ 4 – > 75% паренхимы легких [4]. Критерий невключения: бронхолегочные заболевания в анамнезе или заболевания, которые могут влиять на функциональное состояние системы дыхания. Критерии исключения: неудовлетворительное выполнение хотя бы одного ЛФТ.

Пациенты, включенные в исследование, проходили лечение в ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н. Н. Бурденко» МО РФ. Сбор и анализ данных проводился в 2020-2022 годах. Исследование было одобрено этическим комитетом ФГБУ ГВКГ им. академика Н. Н. Бурденко МО РФ (протокол № 254 от 20.04.2022 г.). Каждый пациент дал информированное согласие на участие в исследовании.

В исследование был включен 341 пациент, большинство (76,8%) были мужчины. Возраст в общей группе составил 48 (41,5-57) лет, медиана КТ_{макс} составила 50 (31-75)%. В зависимости от срока А (от начала COVID-19 до проведения ЛФТ) пациенты были разделены на три группы: группа 1 – 221 (64,8%) пациент, срок А – до 90 дней; группа 2 – 80 (23,5%) пациентов, срок А 90-180 дней; группа 3 – 40 (11,7%) пациентов, срок А – более 180 дней.

Были проанализированы показатели легочной вентиляции и легочного газообмена, а именно: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), спокойная жизненная емкость легких (ЖЕЛ), соотношение ОФВ₁/ЖЕЛ, общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), соотношение ООЛ/ОЕЛ, функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ_{пл}), емкость вдоха (Е_{вд}), общее бронхиальное сопротивление (R_{aw}_{общ}), трансфер-фактор монооксида углерода, скорректированный на уровень гемоглобина (DL_{co}).

Спирометрия, бодиплетизмография и диффузионный тест проводились в течение одного визита в первой половине дня на оборудовании MasterScreen Body/Diff (Viasys Healthcare или Vyaire Medical, ErichJager, Германия). Все исследования были выполнены с учетом требований отечественных и междуна-

родных стандартов [2, 11, 20]. Анализируемые данные были представлены в процентах от должных значений (%долж.), которые вычислялись с использованием методик Европейского общества стали и угля (ESCS 1993), учитывающих возраст, пол и рост пациента [10, 17]. За нижнюю границу нормы (НГН) принимались значения <80%долж. Степень выраженности отклонения от нормы параметра DL_{CO} оценивалась согласно рекомендациям Американского торакального и Европейского респираторного обществ [16].

Обработка данных производилась в программно-прикладном пакете SPSS 23. Количественные и ранговые признаки описывались с использованием медианы и межквартильного размаха (Ме (Q1-Q3)). Для описания качественных признаков рассчитывались их доли в общей структуре с последующим выражением в процентах – *n* (%). Для сравнения групп применялся непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Оценка различий между качественными признаками выполнялась с использованием критерия χ^2 или точного критерия Фишера (при наличии значений в ячейках таблицы сопряженности менее 5). Для оценки связи между количественными признаками определялся ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Статистически значимыми считались результаты проверки статистических гипотез при $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение

Полученные результаты представлены в таблицах 1-3.

Из табл. 1 следует, что статистически значимых различий по возрасту между группами выявлено не было

($p=0,316$), в группах 2 и 3 доля мужчин оказалась ниже по сравнению с группой 1, и различия между группами были статистически значимыми ($p=0,001$). Гендерные различия по группам обусловлены особенностью организации работы госпиталя в период пандемии COVID-19. Большинство пациентов были некурящими и имели избыточную массу тела. Статистически значимых различий по индексу курения и индексу массы тела между группами не выявлено ($p=0,398$ и $p=0,397$) соответственно. Искусственная вентиляция легких в целом проводилась 9 пациентам, статистически значимых различий между группами не выявлено ($p=0,932$). При анализе степени поражения легких – КТ_{max} (КТ 1 – КТ 4) статистически значимых различий по группам не выявлено ($p=0,108$).

Из табл. 2 следует, что во всех группах параметры легочной вентиляции и бронхиального сопротивления сохранялись в пределах нормальных значений. Однако по мере увеличения срока А (между проведением ЛФТ и началом COVID-19) значения показателей ЖЕЛ, ФЖЕЛ и ОФВ₁ улучшались, тогда как частота патологических отклонений снижалась: в группе 3 у всех пациентов ЖЕЛ, ФЖЕЛ и ОФВ₁ были в пределах нормальных значений, а различия между группами по всем перечисленным параметрам были статистически значимыми ($p < 0,001$).

Медиана показателя ОФВ₁/ЖЕЛ во всех группах была в пределах нормальных значений. Однако у небольшого числа пациентов во всех группах было снижение данного показателя, что дало основание диагностировать обструкцию дыхательных путей (ДП). Статистически значимых различий по частоте снижения показателя ОФВ₁/ЖЕЛ между группами выявлено не было. Для уточнения причины

Таблица 1. Характеристика пациентов по группам

Table 1. Characteristics of patients by the groups

Показатель	Длительность от начала COVID-19, дни			P
	Группа 1 <90 (n=221; 64,8%)	Группа 2 90-180 (n=80; 23,5%)	Группа 3 >180 (n=40; 11,7%)	
Пол – м, n (%)	184 (83,3)	51 (63,8)	27 (67,5)	0,001 ¹
Возраст, лет	47,0 (42,0-56)	49 (41,25-58,5)	51,5 (41,0-63,0)	0,316 ²
ИМТ, кг/м ²	29,0 (26,78-32,35)	30,05 (27,0-32,8)	31,0 (27,2-34,17)	0,397 ²
Индекс курения, пачка-лет	0,0 (0,0-7,5)	0,0 (0,0-2,85)	0,0 (0,0-7,5)	0,398 ²
ИВЛ, n (%)	7 (3)	3 (3,75)	1 (2,5)	0,932 ¹
КТ _{max} , %				
КТ 1	<25%, n (%)	25 (11,3)	14 (17,5)	0,108 ¹
КТ 2	25–49%, n (%)	56 (25,3)	29 (36,25)	
КТ 3	50–75%, n (%)	67 (30,3)	17 (21,25)	
КТ 4	>75%, n (%)	73 (33)	20 (25)	

Примечание: Данные представлены как количество *n* (доля, %) или медиана (нижний квартиль-верхний квартиль), ИМТ – индекс массы тела, КТ_{max} – площадь максимального поражения легочной ткани по данным КТ в острый период COVID-19, длительность от начала – время (дни) от начала (появления первых симптомов) COVID-19 до проведения легочных функциональных тестов, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, *p* – уровень значимости, ¹ – критерий χ^2 , ² – критерий Краскела-Уоллиса

Note: Data are presented as quantity *n* (proportion, %) or median (lower quartile – upper quartile), BMI – body mass index, CT_{max} – area of maximum lung tissue injury according to CT data in the acute period of COVID-19, duration from onset – time (days) from the onset (appearance of the first symptoms) of COVID-19 to pulmonary function tests, mechanical ventilation, *p* – level of significance, ¹ – χ^2 test, ² – Kruskal-Wallis test

Таблица 2. Показатели спирометрии, бодиплетизмографии, диффузионного теста
Table 2. Results of spirometry, body plethysmography, and diffusion test

Показатель	Длительность от начала COVID-19, дней			P
	Группа 1 <90 (n=221; 64,8%)	Группа 2 90-180 (n=68; 23,5%)	Группа 3 >180 (n=40; 11,7%)	
ЖЕЛ, %долж.	97,0 (78,5-109)	103 (96-115,4)	110,5 (105-118)	<0,001 ²
ЖЕЛ <80%долж., n (%)	60 (27,15)	5 (6,25)	0 (0,0)	<0,001 ¹
ФЖЕЛ, %долж.	98,0 (80-112,5)	106 (96,3-117,9)	111 (106,25-121)	<0,001 ²
ФЖЕЛ<80%долж., n (%)	54 (24,43)	7(8,75)	0 (0,0)	<0,001 ¹
ОФВ ₁ , %долж.	97,0 (81,5-110)	103,2 (94,3-117,8)	111 (105-122,5)	<0,001 ²
ОФВ ₁ < 80%долж., n (%)	52 (23,5)	6 (7,5)	0 (0,0)	<0,001 ¹
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	80,7 (76,24-84,47)	79,46 (76,4-84,2)	79,04 (77,0-82,9)	0,341 ²
ОФВ ₁ /ЖЕЛ<70%, n (%)	18 (8,1)	4 (5)	3 (7,5)	0,652 ¹
ОЕЛ, %долж.	94 (78,0-105)	102 (94-110)	105 (98,5-110,8)	<0,001 ²
ОЕЛ<80%долж., n (%)	74 (33,5)	9 (11,25)	0 (0,0)	<0,001 ¹
ФОЕ _{пл} , %долж.	87,5 (71,0-103)	95,8 (78,0-108,8)	93,5 (84,5-107,3)	0,005 ²
ООЛ, %долж.	89,35 (74,25-105)	99,5 (85,3-112)	99,0 (89,5-112)	<0,001 ²
ООЛ <80%долж., n (%)	75 (33,9)	12 (15)	2 (5)	<0,001 ¹
ООЛ/ОЕЛ, %долж.	91,9 (84,0-100,75)	93,5 (86,3-101,5)	87,5 (82,3-96,8)	0,129 ²
ООЛ/ОЕЛ <80%долж., n (%)	28 (12,5)	9 (11,25)	8 (20)	0,38 ¹
Е _{вд} , %долж.	100 (81,8-115)	114 (97,0-127)	122 (109-133)	<0,001 ²
Е _{вд} < 80%долж., n (%)	48 (23,1)	7 (10,3)	0 (0,0)	<0,001 ¹
Raw _{общ} , кПа-сен/л	0,25 (0,19-0,29)	0,25 (0,21-0,34)	0,23 (0,18-0,29)	0,255 ²
Raw _{общ} >0,3, кПа-сен/л, n(%)	41 (18,6)	25 (31,25)	9 (22,5)	0,063 ¹
DL _{со} , %долж	72,0 (54,0-84,0)	81 (67-93,5)	83 (75,1-95,5)	<0,001 ²
DL _{со} <80%долж., n (%), из них:	151 (68,3)	38 (47,5)	13 (32,5)	<0,001 ¹
60%долж. ≤DL _{со} <80%долж., n (%)	82 (37,1)	31 (38,75)	16 (40)	0,924 ¹
40%долж. ≤DL _{со} ≤ 60%долж., n (%)	57 (25,8)	6 (7,5)	1 (2,5)	0,10 ¹
DL _{со} < 40%долж., n (%)	12 (5,43)	1 (1,25)	0 (0,0)	<0,001 ¹

Примечание: Данные представлены как количество n (доля, %) или медиана (нижний квартиль-верхний квартиль), ЖЕЛ – жизненная емкость легких, ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких, ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за первую секунду, ОЕЛ – общая емкость легких, ФОЕ_{пл} – функциональная остаточная емкость легких, измеренная методом бодиплетизмографии, ООЛ – остаточный объем легких, Е_{вд} – емкость вдоха, Raw_{общ} – общее бронхиальное сопротивление, DL_{со} – трансфер-фактор монооксида углерода, скорректированный на уровень гемоглобина, %долж. – процент от должного значения, p – уровень значимости, ¹ – критерий χ^2 , ² – критерий Краскела-Уоллиса

Note: Data are presented as quantity n (proportion, %) or median (lower quartile – upper quartile), VC – vital capacity of the lungs, FVC – forced vital capacity of the lungs, FEV₁ – forced expiratory volume in the first second, TLC – total lung capacity, FRC_{pl} – functional residual lung capacity measured by body plethysmography, RV – residual volume, C_{инсп} – inspiratory capacity, Raw_{total} – total bronchial resistance, DL_{со} – diffusion capacity of carbon monoxide adjusted for hemoglobin level, % dolzh. – percentage of the expected value, p – significance level, ¹ – χ^2 test, ² – Kruskal-Wallis test

Таблица 3. Коэффициент корреляции функциональных показателей респираторной системы с максимальной долей поражения легочной ткани в острый период COVID-19 и длительностью от начала COVID-19

Table 3. Correlation coefficient of respiratory system functional parameters with the maximum proportion of lung tissue injury in the acute period of COVID-19 and duration from the onset of COVID-19

Показатель	ЖЕЛ	ФЖЕЛ	ОФВ ₁	ОЕЛ	ООЛ	ФОЕ	Е _{вд}	DL _{со}
Длительность от начала	0,344	0,336	0,333	0,356	0,277	0,225	0,34	0,31
КТ _{макс}	-0,53	-0,53	-0,435	-0,60	-0,494	-0,42	-0,50	-0,59

Примечание: В ячейках матрицы представлены значения рангового коэффициента корреляции Спирмена (p<0,010), ЖЕЛ – жизненная емкость легких, ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких, ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за первую секунду, ОЕЛ – общая емкость легких, ФОЕ – функциональная остаточная емкость легких, измеренная методом бодиплетизмографии, ООЛ – остаточный объем легких, Е_{вд} – емкость вдоха, DL_{со} – трансфер-фактор монооксида углерода, скорректированный на уровень гемоглобина

Note: The matrix cells present the values of Spearman's rank correlation coefficient, • – (p<0.010), VC – vital capacity, FVC – forced vital capacity, FEV₁ – forced expiratory volume in the first second, TLC – total lung capacity, FRC – functional residual capacity measured by body plethysmography, RV – residual volume, C_{инсп} – inspiratory capacity, DL_{со} – diffusion capacity of carbon monoxide adjusted for hemoglobin level

выявленных отклонений эти пациенты должны продолжать наблюдение в динамике.

Снижение ОЕЛ было выявлено в 33,5% случаев в группе 1 и в 11,25% в группе 2, что дало основание диагностировать рестриктивный тип вентиляционных нарушений. В группе 3 у всех обследованных пациентов ОЕЛ была в пределах нормальных значений. Таким образом, по мере увеличения срока А ОЕЛ увеличивалась, различия между группами были статистически значимыми ($p < 0,001$). Величины показателей $FOE_{пл}$, ООЛ и $E_{вд}$ во всех группах были в пределах нормальных значений, однако они увеличивались по мере увеличения срока А, и различия между группами были статистически значимыми ($p = 0,005$, $p < 0,001$ и $p < 0,001$) соответственно.

Частоты патологического снижения ООЛ составляли 33,9, 15 и 5% в группах 1, 2 и 3 соответственно, и различия между группами были статистически значимыми ($p < 0,001$). Отношение ООЛ/ОЕЛ сохранялось в пределах нормальных значений во всех группах, статистически значимых различий между группами не выявлено ($p = 0,129$).

Показатель DL_{co} был снижен в группе 1, он находился на нижней границе нормы в группе 2 и был в пределах нормы в группе 3. Доля пациентов, у которых определялось снижение показателя DL_{co} , уменьшалась по мере увеличения срока А и составила 68,3%, 47,5%, 32,5% в группах 1, 2, 3 соответственно, различия были статистически значимыми ($p < 0,001$).

Во всех группах преобладало снижение DL_{co} в легкой степени ($60\% \text{ долж.} \leq DL_{co} < 80\% \text{ долж.}$). Значительно реже DL_{co} был снижен в умеренной степени ($40\% \text{ долж.} \leq DL_{co} \leq 60\% \text{ долж.}$), и лишь в группе 1 и у 1 пациента из группы 2 было выявлено снижение в тяжелой степени ($DL_{co} < 40\% \text{ долж.}$). Различия между группами по частотам снижения DL_{co} были статистически значимыми только в случае тяжелого снижения DL_{co} .

Корреляционный анализ параметров ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОЕЛ, ООЛ, $E_{вд}$, $FOE_{пл}$, DL_{co} с $KT_{\text{макс}}$ выявил обратные умеренные корреляционные связи, тогда как ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОЕЛ, ООЛ, $E_{вд}$, $FOE_{пл}$, DL_{co} с длительностью от начала COVID-19 – прямые умеренные (ближе к слабым) (табл. 3).

Согласно результатам нашего исследования, на протяжении более 6 месяцев у пациентов после COVID-19 выявлялись функциональные нарушения респираторной системы, выраженность которых уменьшалась с течением времени. Похожие исследования функционального состояния респираторной системы в отдаленные периоды после перенесенного COVID-19 были проведены как в нашей стране, так и за рубежом [3, 7, 14, 21]. Стоит отметить, что сравнение результатов, полученных в разных лабораториях, представляет определенные

затруднения, связанные прежде всего с различиями в протоколах исследований. Но вместе с тем отмечено, что наиболее часто в постковидном периоде регистрировалось нарушение диффузионной способности легких (снижение DL_{co}). Основной причиной в данном случае является сохранение поствоспалительных изменений легочной ткани. Так, по данным Han X. с соавт. [12], такие изменения были выявлены у 35% пациентов через 6 месяцев после перенесенного в тяжелой форме COVID-19. В свою очередь, van den Borst с соавт. [19] обнаружили обратную умеренную корреляционную связь между выраженностью остаточных изменений в легочной ткани, обусловленной COVID-19, и степенью снижения параметра DL_{co} .

У целого ряда пациентов данные изменения в легочной ткани регрессируют в более короткие сроки, а ряд исследований как рентгенологических [1, 15], так и патоморфологических [5] указывают на нарушение легочной микроциркуляции, что также оказывает негативное влияние на газообменную функцию легких. В настоящее время появились исследования, в которых проблема нарушения легочного газообмена после перенесенного COVID-19 была изучена с другой стороны – формирование внутрилегочного шунта как результат повреждения альвеол и увеличения альвеолярного мертвого пространства (АМП), обусловленного тромбозом мелких сосудов легких. Так, Harbut P. с соавт. [13] показали, что у 30% больных после перенесенного COVID-19 с вирус-ассоциированным поражением легких на 55 ± 10 день от начала заболевания АМП было увеличено, что позволило предположить наличие хронической сосудистой патологии легких и, как следствие, нарушение легочного газообмена. Таким образом, существуют разные подходы для изучения газообменной функции легких, однако наиболее доступным в клинической практике на сегодняшний день является диффузионный тест.

Заключение

Результаты настоящего исследования показали, что снижение DL_{co} в постковидном периоде в большей степени зависит от $KT_{\text{макс}}$, в меньшей степени – от срока от начала COVID-19, что согласуется с данными Anastasio F. соавт. [8]. Нарушение диффузионной способности легких является наиболее частым и длительно сохраняющимся функциональным отклонением респираторной системы после перенесенного COVID-19, в связи с чем для выявления данного отклонения в план обследования пациентов, перенесших тяжелое течение COVID-19, целесообразно наряду со спирометрией включать диффузионный тест.

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

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

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Золотницкая В.П., Титова О.Н., Кузубова Н.А., Амосова О.В., Сперанская А.А. Изменения микроциркуляции в легких у пациентов, переболевших COVID-19 // Пульмонология. – 2021. – Том 31, № 5. – С. 588-597. doi:10.18093/0869-0189-2021-31-5-588-597.
2. Каменева М.Ю., Черняк А.В., Айсанов З.Р., Авдеев С.Н., Бабак С.Л., Белевский А.С., Берестень Н.Ф., Калманова Е.Н., Мальявин А.Г., Перельман Ю.М., Приходько А.Г., Стручков П.В., Чикина С.Ю., Чушкин М.И. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов // Пульмонология. – 2023. – Т. 33, № 3. – С.307-340. <https://doi.org/10.18093/08690189-2023-33-3-307-340>
3. Карчевская Н.А., Skorobogach I.M., Chernyak A.V., Migunova E.V., Leschinskaya O.V., Kalmanova E.N., Bulanov A.Yu., Ostrovskaya E.A., Kostin A.I., Nikulina V.P., Kravchenko N.Yu., Belevskiy A.S., Petrikov S.S. Результаты отдаленного обследования пациентов после COVID-19 // Терапевтический архив. – 2022. – Том 94, № 3. – С.378-388. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.03.201399>
4. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. Версия 17 (09.12.2022). URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2022/12/15/19661-minzdrav-ros-sii-gazrabortal-novuyu-versiyu-vremennyh-metodicheskikh-rekomendatsiy-po-profilaktike-diagnostike-i-lecheniyu-novoy-koronavirusnoy-infektsii-covid-19> [Дата обращения 15 октября 2023 г.]
5. Самсонова М.В., Конторщикова А.С., Черняев А.Л., Михайличенко К.Ю., Михалева Л.М., Мишнев О.Д., Зайратьянц О.В. Патологические изменения в легких в отдаленные сроки после COVID-19 // Пульмонология. – 2021. – Том 31, № 5. – С. 571-579. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2021-31-5-571-579>
6. Самсонова М.В., Михалева Л.М., Зайратьянц О.В., Варьясин В.В., Быканова А.В., Мишнев О.Д., Березовский Ю.С., Тишкевич О.А., Гомзикова Е.А., Черняев А.Л., Хованская Т.Н. Патология легких при COVID-19 в Москве // Архив патологии. – 2020. – Том 82, № 3. – С.32-40. <https://doi.org/10.17116/020820204132>
7. Черняк А.В., Карчевская Н.А., Савушкина О.И., Мустафина М.Х., Синицын Е.А., Калманова Е.Н., Самсонова М.В., Зарянова Е.А., Зыков К.А. Функциональные изменения системы дыхания у пациентов, переболевших COVID-19-ассоциированное поражение легких // Пульмонология. – 2022. – Том 32, № 4. – С.558-567. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-4-558-567>
8. Anastasio F, Barbuto S, Scarnecchia E., Cosma P, Fugagnoli A., Rossi G., Parravicini M., Parravicini P. Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life // Eur. Respir. J. – 2021. – Vol. 58, № 3. – P.2004015. <https://doi.org/10.1183/13993003.04015-2020>.
9. Coronavirus Worldometer. Доступно на: www.worldometers.info/coronavirus/. Дата обращения 28 февраля 2023 г.
10. Cotes J.E., Chinn D.J., Quanjer P.H., Roca J., Yernault J.C. Standardization of the measurement of transfer factor (diffusing capacity). Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society // Eur. Respir. J. Suppl. – 1993. – Vol. 16. – P.41-52.
11. Graham B.L., Brusasco V., Burgos F., Cooper B.G., Jensen R., Kendrick A., MacIntyre N.R., Thompson B.R., Wanger J. 2017 ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung // Eur. Respir. J. – 2017. – Vol. 49, № 1. – P.1600016. <https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>
12. Han X., Fan Y., Alwalid O., Li N., Jia X., Yuan M., Li Y., Cao Y., Gu J., Wu H., Shi H. Six-month Follow-up Chest CT Findings after Severe COVID-19 // Radiology. – 2021. – Vol. 299, № 1. – P.E177-E186. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021203153>
13. Harbut P., Prisk G.K., Lindwall R., Hamzei S., Palmgren J., Farrow C.E., Hedenstierna G., Amis T.C., Malhotra A., Wagner P.D., Kairaitis K. Intrapulmonary shunt and alveolar dead space in a cohort of patients with acute COVID-19 pneumonitis and early recovery // Eur. Respir. J. – 2023. – Vol. 61. – P. 2201117. <https://doi.org/10.1183/13993003.01117-2022>
14. Huang C., Huang L., Wang Y., Li X., Ren L., Gu X., Kang L., Guo L., Liu M., Zhou X., Huang J.L.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., Zhong Y.W.J., Wang C., Zhang J.W.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. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8)
15. Patel B.V., Arachchilage D.J., Ridge C.A., Bianchi P., Doyle J.F., Garfield B., Ledot S., Morgan C., Passariello M., Price S., Singh S., Thakuria L., Trenfield S., Trimlett R., Weaver C., Wort S.J., Xu T., Padley S.P.G., Devaraj A., Desai S.R. Pulmonary Angiopathy in Severe COVID-19: Physiologic, Imaging, and Hematologic Observations // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2020. – Vol. 202, № 5. – P. 690-699. <https://doi.org/10.1164/rccm.202004-1412OC>
1. Zolotnitskaya V.P., Titova O.N., Kuzubova N.A., Amosova O.V., Speranskaya A.A. Changes in pulmonary microcirculation after COVID-19. *Pulmonologiya*, 2021, vol. 31, no. 5, pp. 588-597. (In Russ.) doi:10.18093/0869-0189-2021-31-5-588-597.
2. Kameneva M.Yu., Chernyak A.V., Aysanov Z.R., Avdeev S.N., Babak S.L., Belevskiy A.S., Beresten N.F., Kalmanova E.N., Malyavin A. G., Perelman Yu.M., Prikhodko A.G., Struchkov P.V., Chikina S.Yu., Chushkin M.I. Spirometry: national guidelines for the testing and interpretation of results. *Pulmonologiya*, 2023, vol. 33, no. 3, pp. 307-340. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/08690189-2023-33-3-307-340>
3. Karchevskaya N.A., Skorobogach I.M., Chernyak A.V., Migunova E.V., Leschinskaya O.V., Kalmanova E.N., Bulanov A.Yu., Ostrovskaya E.A., Kostin A.I., Nikulina V.P., Kravchenko N.Yu., Belevskiy A.S., Petrikov S.S. Long-term follow-up study of post-COVID-19 patients. *Terapevticheskiy Arkhiv*, 2022, vol. 94, no. 3, pp. 378-388. (In Russ.) <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.03.201399>
4. *Profilaktika, diagnostika i lecheniye novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19). Vremennyye metodicheskiye rekomendatsii Ministerstva zdoravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii*. [Prevention, diagnostics and treatment of the new coronavirus infection (COVID-19). Provisional guidelines of the Russian Ministry of Health]. Version no. 17 (09.12.2022). Available at: <https://minzdrav.gov.ru/news/2022/12/15/19661-minzdrav-rossii-gazrabortal-novuyu-versiyu-vremennyh-metodicheskikh-rekomendatsiy-po-profilaktike-diagnostike-i-lecheniyu-novoy-koronavirusnoy-infektsii-covid-19> Accessed October 15, 2023.
5. Samsonova M.V., Kontorschikov A.S., Chernyaev A.L., Mikhaylichenko K.Yu., Mikhaleva L.M., Mishnev O.D., Zayratyants O.V. Long-term pathological changes in lungs after COVID-19. *Pulmonologiya*, 2021, vol. 31, no. 5, pp. 571-579. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2021-31-5-571-579>
6. Samsonova M.V., Mikhaleva L.M., Zayratyants O.V., Varyasin V.V., Bykanova A.V., Mishnev O.D., Berезovskiy Yu.S., Tishkevich O.A., Gomzikova E.A., Chernyaev A.L., Khovanskaya T.N. Lung pathology in COVID-19 in Moscow. *Arkhiv Patologii*, 2020, vol. 82, no. 3, pp. 32-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/020820204132>
7. Chernyak A.V., Karchevskaya N.A., Savushkina O.I., Mustafina M.Kh., Sinityn E.A., Kalmanova E.N., Samsonova M.V., Zaryanova E.A., Zykov K.A. Functional changes in the respiratory system after COVID-19-associated lung injury. *Pulmonologiya*, 2022, vol. 32, no. 4, pp. 558-567. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-4-558-567>
8. Anastasio F, Barbuto S, Scarnecchia E., Cosma P, Fugagnoli A., Rossi G., Parravicini M., Parravicini P. Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life. *Eur. Respir. J.*, 2021, vol. 58, no. 3, pp. 2004015. <https://doi.org/10.1183/13993003.04015-2020>.
9. Coronavirus Worldometer. Available: www.worldometers.info/coronavirus/ Accessed February 28, 2023
10. Cotes J.E., Chinn D.J., Quanjer P.H., Roca J., Yernault J.C. Standardization of the measurement of transfer factor (diffusing capacity). Report working party standardization of lung function tests, european community for steel and coal. Official statement of the European Respiratory Society. *Eur. Respir. J. Suppl.*, 1993, vol. 16, pp. 41-52.
11. Graham B.L., Brusasco V., Burgos F., Cooper B.G., Jensen R., Kendrick A., MacIntyre N.R., Thompson B.R., Wanger J. 2017 ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. *Eur. Respir. J.*, 2017, vol. 49, no. 1, pp. 1600016. <https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>
12. Han X., Fan Y., Alwalid O., Li N., Jia X., Yuan M., Li Y., Cao Y., Gu J., Wu H., Shi H. Six-month Follow-up Chest CT Findings after Severe COVID-19. *Radiology*, 2021, vol. 299, no. 1, pp. E177-E186. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021203153>
13. Harbut P., Prisk G.K., Lindwall R., Hamzei S., Palmgren J., Farrow C.E., Hedenstierna G., Amis T.C., Malhotra A., Wagner P.D., Kairaitis K. Intrapulmonary shunt and alveolar dead space in a cohort of patients with acute COVID-19 pneumonitis and early recovery. *Eur. Respir. J.*, 2023, vol. 61, pp. 2201117. <https://doi.org/10.1183/13993003.01117-2022>
14. Huang C., Huang L., Wang Y., Li X., Ren L., Gu X., Kang L., Guo L., Liu M., Zhou X., Huang J.L.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., Zhong Y.W.J., Wang C., Zhang J.W.D., Cao B. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study // *Lancet*. – 2021. – Vol. 397(10270), pp. 220-232. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8)
15. Patel B.V., Arachchilage D.J., Ridge C.A., Bianchi P., Doyle J.F., Garfield B., Ledot S., Morgan C., Passariello M., Price S., Singh S., Thakuria L., Trenfield S., Trimlett R., Weaver C., Wort S.J., Xu T., Padley S.P.G., Devaraj A., Desai S.R. Pulmonary angiopathy in severe COVID-19: physiologic, imaging, and hematologic observations. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2020, vol. 202, no. 5, pp. 690-699. <https://doi.org/10.1164/rccm.202004-1412OC>

16. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo R.O., Burgos F., Casaburi R., Coates A., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pedersen O.F., Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests // *Eur Respir. J.*–2005.–Vol. 26.–P. 948–968. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>
17. Quanjer Ph.H., Tammeling G.J., Cotes J.E., Pedersen O.F., Peslin R., Yernault J.-C. 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. Suppl.*–1993.–Vol. 16. P.–5–40.
18. Sharma A., Farouk I.A., Lal S.K. COVID-19: A Review on the Novel Coronavirus Disease Evolution, Transmission, Detection, Control and Prevention // *Viruses.*– 2021.–Vol. 13, № 2.–P.202. <https://doi.org/10.3390/v13020202>
19. Van den Borst B., Peters J.B., Brink M., Schoon Y., Bleeker-Rovers C. P., Schers H., van Hees H. W. H., van Helvoort H., van den Boogaard M., van der Hoeven H., Reijers M. H., Prokop M., Vercoulen J., van den Heuvel M. Comprehensive Health Assessment 3 Months After Recovery From Acute Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) // *Clin. Infect. Dis.*– 2021.–Vol. 73, № 5.–P.e1089–e1098. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>
20. Wanger J., Clausen J.L., Coates A., Pedersen O.F., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D., Macintyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pellegrino R., Viegi G. Standardisation of the measurement of lung volumes // *Eur. Respir. J.*– 2005.–Vol.26, №3.– P.511–522. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00035005>
21. Wu Q., Zhong L., Li H., Guo J., Li Y., Hou X., Yang F., Xie Y., Li L., Xing Z. A Follow-Up Study of Lung Function and Chest Computed Tomography at 6 Months after Discharge in Patients with Coronavirus Disease 2019 // *Can. Respir. J.*– 2021.– Vol. 2021.– Article ID 6692409. <https://doi.org/10.1155/2021/6692409>
16. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo R.O., Burgos F., Casaburi R., Coates A., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pedersen O.F., Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir. J.*, 2005, vol. 26, pp. 948–968. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>
17. Quanjer Ph.H., Tammeling G.J., Cotes J.E., Pedersen O.F., Peslin R., Yernault J.-C. 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. Suppl.*, 1993, vol. 16, pp. 5–40.
18. Sharma A., Farouk I.A., Lal S.K. COVID-19: A review on the novel coronavirus disease evolution, transmission, detection, control and prevention. *Viruses*, 2021, vol. 13, no. 2, pp. 202. <https://doi.org/10.3390/v13020202>
19. Van den Borst B., Peters J.B., Brink M., Schoon Y., Bleeker-Rovers C.P., Schers H., van Hees H.W.H., van Helvoort H., van den Boogaard M., van der Hoeven H., Reijers M.H., Prokop M., Vercoulen J., van den Heuvel M. Comprehensive health assessment 3 months after recovery from acute coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clin. Infect. Dis.*, 2021, vol. 73, no. 5, pp. e1089–e1098. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>
20. Wanger J., Clausen J.L., Coates A., Pedersen O.F., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D., Macintyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pellegrino R., Viegi G. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur. Respir. J.*, 2005, vol. 26, no. 3, pp. 511–522. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00035005>
21. Wu Q., Zhong L., Li H., Guo J., Li Y., Hou X., Yang F., Xie Y., Li L., Xing Z. A Follow-up study of lung function and chest computed tomography at 6 months after discharge in patients with coronavirus disease 2019. *Can. Respir. J.*, 2021, vol. 2021, Article ID 6692409. <https://doi.org/10.1155/2021/6692409>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» МО РФ
105229, г. Москва, Госпитальная пл., д. 3

Савушкина Ольга Игоревна

К.б.н., зав. отделением исследований функции внешнего дыхания центра функционально-диагностических исследований, старший научный сотрудник лаборатории функциональных и ультразвуковых методов исследования ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России
Тел. +7 (926) 231-84-12
E-mail: olga-savushkina@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7486-4990

Кулагина Ирина Цалиховна

К.м.н., зав. 20 пульмонологическим отделением
Тел. +7 (926) 347-91-03
E-mail: irina-kulagina@mail.ru

Малашенко Мария Михайловна

К.м.н., зав. отделением физиотерапии
Тел. +7 (499) 263-28-09
E-mail: mar-malashenko@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-8204-6269

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Burdenko Main Military Clinical Hospital,
Russian Ministry of Defense
3 Gospitalnaya Str., Moscow, 105229*

Olga I. Savushkina

*Candidate of Biological Sciences, Head Research Department of External Respiratory Function, Center for Functional Diagnostic Tests, Senior Researcher, Laboratory of Functional and Ultrasound Examination Methods, Pulmonology Research Institute by the Russian Federal Medical Biological Agency
Phone: +7 (926) 231-84-12
Email: olga-savushkina@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7486-4990*

Irina Ts. Kulagina

*Candidate of Medical Sciences, Head of Pulmonology Department no. 20
Phone: +7 (926) 347-91-03
Email: irina-kulagina@mail.ru*

Maria M. Malashenko

*Candidate of Medical Sciences, Head of Physiotherapy Department
Phone: +7 (499) 263-28-09
Email: mar-malashenko@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-8204-6269*

Зайцев Андрей Алексеевич

*Д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ,
главный пульмонолог, зав. кафедрой пульмонологии
(с курсом аллергологии)
ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ, МИНО»
Тел. +7(499) 263-20-00
E-mail: a-zaicev@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-0934-7313*

*ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский
медицинский университет имени Н.И. Пирогова» МЗ РФ
117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1*

Муравьева Елена Степановна

*К.б.н., доцент кафедры биоинформатики
медико-биологического факультета
E-mail: esmuraviova@mail.ru
тел. +7 (916) 101- 95-13
ORCID: 0000-0001-5442-6937*

*ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный
медицинский университет имени И. М. Сеченова» МЗ РФ
(Сеченовский Университет)
119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2*

Авдеев Сергей Николаевич

*Д.м.н., академик РАН, зав. кафедрой пульмонологии
лечебного факультета, главный внештатный специалист
пульмонолог МЗ РФ
Тел.+7 (499) 246-75-18
E-mail: serg_avdeev@list.ru
ORCID: 0000-0002-5999-2150*

Andrey A. Zaytsev

*Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor
of Russia, Chief Pulmonologist, Head of Pulmonology
Department (with Allergology Training Course)
Russian Biotechnological University
Phone: +7(499) 263-20-00
Email: a-zaicev@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-0934-7313*

*Pirogov Russian National Research Medical University,
Russian Ministry of Health
1 Ostrovityanova St., Moscow, 117997*

Elena S. Muravieva

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
of Bioinformatics Department, Medical Biological Faculty
Phone: +7 (916) 101-95-13
Email: esmuraviova@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5443-6937*

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical
University (Sechenov University),
Russian Ministry of Health
8, Bd. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991*

Sergey N. Avdeev

*Doctor of Medical Sciences, Academician of RAS, Head
of Pulmonology Department, General Medicine Faculty,
Chief Visiting Pulmonologist of the Russian Ministry of Health
Phone:+7 (499) 246-75-18
Email: serg_avdeev@list.ru
ORCID: 0000-0002-5999-2150*

Поступила 23.04.2023

Submitted as of 23.04.2023