

Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19

О. И. Савушкина, к.б.н., заведующая отделением исследований функции внешнего дыхания Центра функционально-диагностических исследований¹

А. В. Черняк, к.м.н., заведующий лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования², врач функциональной диагностики³

Е. В. Крюков, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, начальник госпиталя¹

И. Ц. Кулагина, к.м.н., заведующая кабинетом пульмонологического отделения¹

М. В. Самсонова, д.м.н., заведующая лабораторией патологической анатомии²

Е. Н. Калманова, к.м.н., заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики³

К. А. Зыков, д.м.н., профессор РАН, заместитель директора по научной и инновационной деятельности², заведующий кафедрой факультетской терапии и профболезней⁴

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства Обороны Российской Федерации, г. Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России, г. Москва

³Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени Д. Д. Плетнёва Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва

⁴Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москве

Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase

O.I. Savushkina¹, A.V. Cherniak^{2,3}, E.V. Kryukov¹, I.Ts. Kulagina¹, M.V. Samsonova², E.N. Kalmanova³, K.A. Zykov^{2,4}

¹Acad. N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Ministry of Defense, Russian Federation, Moscow

²Federal State Budgetary Institution 'Pulmonology Scientific Research Institute' under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation, Moscow

³City Clinical Hospital named after D.D. Pletnev of Moscow Department of Health, Moscow

⁴Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov' Ministry of health of Russia, Moscow

Резюме

Цель исследования — изучить влияния COVID-19 на функциональные показатели системы дыхания в ранний период выздоровления.

Материалы и методы. В исследование включены 44 пациента (из них 35 мужчин) после COVID-19 без сопутствующей бронхолегочной патологии, медиана возраста 47,5 лет. Всем пациентам выполнены спирометрия, бодиплетизмография, измерение диффузионной способности легких (ДСЛ), оценка одышки по шкале mMRC, измерялся уровень сатурации по кислороду (SpO₂). В зависимости от величины максимального поражения легких по данным компьютерной томографии грудной клетки с высоким разрешением (КТ) больные были разделены на 2 группы: 1 группа (22 пациента) — КТ-1 и 2, 2 группа (22 пациента) — КТ-3 и 4.

Результаты. В общей группе медианы всех изучаемых параметров вентилиционной функции легких сохранялись в пределах нормальных значений. Однако были выявлены статистически значимые различия между группами: ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁ и ОЕЛ были ниже во 2-й группе. ДСЛ была снижена у 52% пациентов. Установлена обратная корреляционная зависимость между объемом поражения легочной ткани по данным КТ и показателями ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОЕЛ, Евд и DLCO.

Заключение. Степень функциональных нарушений зависела от площади поражения легочной ткани. Наиболее частым функциональным нарушением системы дыхания после COVID-19 в период раннего выздоровления было снижение ДСЛ.

Ключевые слова: COVID-19, функция системы дыхания, спирометрия, бодиплетизмография, диффузионный тест.

Summary

Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase.

The aim of the study is to investigate the influence of Coronavirus disease 2019 (COVID-19) on pulmonary function in early convalescence phase.

Materials and methods. The study included 44 patients (35 male) after COVID-19 without concomitant bronchopulmonary pathology, with a median age of 47.5 years. All patients underwent standard pulmonary function tests (PFTs): spirometry, body plethysmography, diffusion test. Besides, dyspnea on the mMRC scale was assessed, oxygen saturation level (SpO₂) was measured. Depending on degree of lung damage determined using high-resolution computed tomography (CT), the patients were divided into 2 groups: group 1 (22 patients) — CT 1 and CT 2, group 2 (22 patients) — CT 3 and CT 4.

Results. The medians of standard PFTs parameters were in normal values. However, there were statistically significant differences between groups: VC, FVC, FEV₁, and TLC were lower in second group. Diffusing capacity was reduced in 52% of patients. Statistical significant correlations were established between lung damage by CT and the parameters of VC, FVC, FEV₁, TLC, IC and DLCO.

Conclusion. The degree of functional disorders of lungs depended on the extent of abnormal CT. Impaired diffusing capacity were detected in more than half of the COVID-19 patients in early convalescence phase.

Keywords: COVID-19, pulmonary function, spirometry, body plethysmography, diffusion test.

В декабре 2019 года в Китае была зарегистрирована вспышка пневмоний, клиническое проявление которых было крайне схоже с вирусной пневмонией. 11 февраля 2020 года заболеванию, обусловленному новой коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2 (от англ. severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) было присвоено официальное название коронавирусной болезни (COVID-19: Coronavirus disease 2019). 11 марта 2020 года Всемирная организация здравоохранения квалифицировала распространение этого высоко контагиозного респираторного заболевания как пандемию. В середине июля 2020 года во всем мире было установлено более 13,5 млн. случаев COVID-19 и более 550 тыс. смертельных исходов от этого заболевания [1].

Новый коронавирус SARS-CoV-2, наряду с возбудителем атипичной пневмонии (SARS-CoV) и ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV), передается воздушно-капельным и контактным путем.

Считается, что SARS-CoV-2 тропен к мерцательному эпителию дыхательных путей на всем их протяжении, а также к альвеолоцитам I и II типа [2]. У большинства больных COVID-19 (81%) заболевание протекает в легкой форме ОРВИ без рентгенологических признаков пневмонии или с рентгенологически подтвержденной пневмонией без изменения сатурации артериальной крови кислородом (SpO_2), у 14% — в тяжелой и у 5% — в крайне тяжелой форме [2].

При тяжелом течении COVID-19 у больных возникает вирусная интерстициальная пневмония в виде диффузного альвеолярного повреждения, которое обуславливает гипоксию и дыхательную недостаточность [3, 4]. «Золотым» стандартом для оценки поражения бронхолегочной системы при COVID-19 является компьютерная томография грудной клетки с высоким разрешением (КТ), которая позволяет оценить степень выраженности изменений легочной ткани [5].

Известно, что функциональные нарушения бронхолегочной системы, обусловленные коронавирусом пневмониями SARS-CoV или MERS-CoV, длятся от нескольких месяцев до нескольких лет [6]. Принимая во внимание, что гомология геномов SARS-CoV и SARS-CoV-2 составляет 79% [7], можно ожидать, что похожая картина функциональных изменений будет наблюдаться и после COVID-19.

Поскольку нормализация функциональных показателей системы дыхания является важным критерием полного выздоровления и восстановления трудоспособности, целью настоящего исследования явилось изучение влияния COVID-19 на функциональные показатели системы дыхания в ранний период выздоровления.

Материалы и методы

Данное исследование является обсервационным поперечным исследованием, в которое были включены 44 пациента после COVID-19, 35 (79,5%) мужчин и 9 (20,5%) женщин, медиана возраста 47,5 лет, проходивших лечение в 2020 г. в медицинских учреждениях г. Москвы (из них 28 человек — в ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации).

У всех больных была выявлено двустороннее поражение легких, обусловленное SARS-CoV-2. Диагноз COVID-19 был подтвержден на основании выделения РНК вируса и наличия признаков респираторной инфекции, осложнившейся острой дыхательной недостаточностью в сочетании с характерными данными КТ. Сопутствующие заболевания имели 32 (73%) пациентов, в том числе гипертоническую болезнь (ГБ) 10 (27%), сахарный диабет (СД) — 4 (9%), ГБ и СД — 2 (4,5%) пациентов, остальные — заболевания щитовидной железы, желудочно-кишечного тракта, вен нижних конечностей и др., тогда как ни один из обследованных пациентов не страдал хроническим заболеванием органов дыхания.

Все пациенты получали медикаментозную терапию в соответствии с рекомендациями Министерства Здравоохранения Российской Федерации [2].

В процессе лечения 26 (59%) пациентов получали кислородотерапию, одному пациенту была проведена неинвазивная вентиляция легких и одному — инвазивная вентиляция легких в течение 3 дней. В реанимационном отделении находилось 11 (25%) пациентов, средняя продолжительность пребывания в котором составила 1 койко-день.

Всем пациентам была выполнена КТ. Степень выраженности изменений легочной ткани оценивается следующим образом: КТ-0 — нарушений по данным КТ не выявлено, КТ-1 — зоны поражения легочной ткани составляют 1–25% паренхимы легких, КТ-2 — 26–50%, КТ-3 — 51–75%, КТ-4 ≥ 76% паренхимы легких [5]. Максимальные изменения на КТ были включены в анализ.

Все пациенты подписали информированное согласие на расширенное функциональное исследование внешнего дыхания, которое включало форсированную спирометрию, бодиплетизмографию, измерение диффузионной способности легких (ДСЛ).

Функциональные исследования проводили в первой половине дня на приборе MasterScreen (Viasys Healthcare, Германия) с учетом российских и международных требований их выполнения [8–10] в ранний период выздоровления (через 30–60 дней после завершения лечения в стационаре). Диффузионную способность легких оценивали по монооскиду углерода (CO) методом однократного вдоха с задержкой дыхания [11].

Все исследования проводили в соответствии с рекомендациями Российского респираторного общества по проведению функциональных исследований системы дыхания в период пандемии COVID-19 [12].

Были проанализированы следующие параметры:

1. Спирометрии: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (O_{FV_1}), отношений $O_{FV_1}/FЖЕЛ$, объемная скорость на кривой поток-объем форсированного выдоха между 25 и 75% выдохнутой ФЖЕЛ (SOC_{25-75});
2. Бодиплетизмографии: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ) и его доля в ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ), внутригрудной объем газа (ВГО), емкость вдоха (Евд), общее бронхиальное сопротивление ($R_{aw_{общ}}$);

3. ДСЛ: трансфер-фактор СО (DLCO) и его отношение к альвеолярному объему (VA).

При анализе показателей комплексного функционального исследования органов дыхания должны значения показателей рассчитывали по формулам Европейского сообщества угля и стали (ECSC, 1993) [13] с учетом пола, возраста и роста пациента. Результаты выражали в процентах от должного значения (% долж.): фактическое значение/должное значение $\times 100\%$. Нижнюю границу нормы (НГН) рассчитывали по формуле: Должное значение — $1,645 \times SD$, где SD — стандартное отклонение.

Кроме того, перед проведением легочных функциональных тестов у пациентов производилась оценка одышки по модифицированной шкале Medical Research Council Scale (mMRC) и измерялся уровень сатурации по кислороду (SpO_2).

При статистическом анализе была использована программа STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., США). Для оценки нормальности распределения переменных использовали критерий Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорс. Данные представлены как медианы (Me) (нижний квартиль-верхний квартиль) для непрерывных переменных с распределением, отличным от нормального. Для категориальных переменных представлено количество пациентов (n). Статистическую значимость различий переменных между группами оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ по Спирмену проводили для выявления клинично-функциональных связей. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Наиболее частыми жалобами в начале заболевания были: подъем температуры тела в среднем до $39^\circ C$, который сопровождался общей слабостью у 40 (91%) пациентов. 24 (54,5%) ощущали одышку, что согласуется с данными Huang C. и соавт. [14]. 29 (66%) жаловались на кашель, 15 (34%) — на миалгию и мышечную слабость, что согласуется с данными Li L. и соавт. [15]. 20 (45,5%) ощущали дискомфорт в груди, 5 (11,4%) жаловались на диарею. Кроме того, боль в суставах ощущали 7 (16%), потерю обоняния и вкуса — 14 (32%) и 5 (11%) пациентов, соответственно.

По данным КТ у всех больных были выявлены характерные структурные изменения разной степени выраженности от КТ-1 до КТ-4. В зависимости от поражения паренхимы легких больные были разделены на 2 группы (учитывали максимальные изменения): в 1-й группе были изменения КТ-1 и КТ-2, во 2-й группе — КТ-3 и КТ-4.

На момент проведения исследования снижения SpO_2 выявлено не было ни у одного пациента, среднее значение SpO_2 в целом по группе составило 98%.

Был проведен анализ полученных показателей для всей группы в целом, а также для 1 и 2 групп. Результаты описательной статистики изученных показателей представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показал, что достоверных различий по срокам проведения функциональных исследований системы дыхания между группами выявлено не было. В среднем исследования были выполнены на 48 день от появления первых симптомов заболевания.

Обследованные пациенты имели избыточную массу тела: медиана индекса массы тела составила 29 кг/м^2 .

Выраженность одышки по шкале mMRC была легкой степени.

Соотношение некурящие/бросившие курить на момент обследования составляло 31 (70%)/13 (30%), соответственно. Необходимо обратить внимание, что большинство обследованных нами пациентов никогда не курили, треть пациентов бросили курить до COVID-19, курящих пациентов не было. Полученные нами данные согласуются с данными Lippi G. и Henry B. M. [16]. Кроме того, итальянскими коллегами было установлено, что из 132 пациентов с пневмонией, обусловленной новой коронавирусной инфекцией, 112 (84,8%) пациентов никогда не курили, тогда как 20 (15,2%) пациентов бросили курить. Кроме того, не было выявлено различий по тяжести заболевания между некурящими и экс-курильщиками [17].

Максимальный объем поражения легочной ткани (КТмакс.) в обследованной нами группе пациентов составил в среднем 51%.

В общей группе медианы всех изучаемых параметров вентиляционной функции легких сохранялись в пределах нормальных значений. Однако у 5 (11,4%) пациентов из общей группы был выявлен рестриктивный тип вентиляционных нарушений (снижение ОЕЛ менее НГН при сохранном отношении $ОФВ_1/ЖЕЛ$), у 2 (4,5%) — по обструктивному типу ($ОФВ_1/ЖЕЛ < 0,7$). Кроме того, были выявлены статистически значимые различия между ЖЕЛ, ФЖЕЛ, $ОФВ_1$ и ОЕЛ: во 2 группе значения функциональных показателей внешнего дыхания были ниже.

Нарушение ДСЛ было выявлено у 23 (52%), пациентов, что согласуется с данными Huang Y. и соавт. [5]. По всей группе в целом тяжесть снижения показателя DLCO была легкой степени у 39 (88,7%) пациентов, умеренной степени — у 4 (9%) и тяжелой степени выраженности — у 1 пациента, что также согласуется с данными Huang Y. и соавт. [5]. При анализе показателя DLCO по группам была выявлена статистически значимая разница: во 2 группе значение DLCO было снижено, тогда как в 1 группе его величина сохранялась в пределах нормальных значений.

Huang Y. и соавт. [5] было высказано мнение, что нарушение ДСЛ у больных COVID-19 происходит преимущественно на уровне альвеол [5], как следствие диффузного альвеолярного повреждения, которое, в свою очередь, по мнению Самсоновой М. В. и соавт. [3], обусловлено цитопатическим эффектом SARS-CoV-2, а также повреждением аэрогематического барьера. Однако в литературе есть данные, что у небольшого числа пациентов с полным рентгенологическим разрешением COVID-19 DLCO оказывается сниженной, что объясняется нарушением кровотока и микротромбозами в капиллярах легких [5]. Наблюдения за пациентами, перенесшими SARS-CoV инфекцию, показали, что нарушение DLCO может сохраняться продолжительное время. Следовательно, как мы уже упомянули, поскольку SARS-CoV и SARS-CoV-2 генетически очень схожи, есть все основания полагать, что столь длительное снижение DLCO может сохраняться и после COVID-19 [5].

Таблица 1

Характеристика пациентов, показатели легочной вентиляции и диффузионной способности легких после COVID-19

Показатель	Общая группа n=44	Группа 1 n=22	Группа 2 n=22	p
Возраст, лет	47,5 (41,5–55)	46 (40–53)	48,5 (43–55)	0,185
Пол, м/ж, n	35/9	16/6	19/3	-
Курение, нет/экс-курильщик, n	31/13	15/7	16/6	-
Рост, см	177 (170–181)	177 (169–180)	178 (170–182)	-
ИМТ, кг/м ²	29 (26–32,5)	28 (26–31)	29 (27–33)	0,379
Одышка, по шкале mMRC	1 (0–1)	1 (0–1)	1 (0–2)	0,52
Интервал между появлением первых симптомов и функциональным исследованием, дней	48 (39–62)	50 (39–65)	46 (40–58)	0,573
Изменение КТмакс, %	51 (40–65)	44 (25–49)	65 (60–70)	-
ЖЕЛ, %долж.	103 (91–111)	110 (100–117)	94 (88–106)	0,002
ФЖЕЛ, %долж.	101 (89–114)	114 (98–120)	95 (89–104)	0,005
ОФВ ₁ , %долж.	101 (92–115)	112 (96–120)	96 (89–103)	0,013
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	80 (76–84)	81 (76–84)	80 (76–84)	0,953
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, %	84 (80–86)	85 (78–87)	83 (80–85)	0,897
СОС _{25-75'} , %долж.	95 (84–119)	101 (89–124)	91 (82–112)	0,177
ОЕЛ, %долж.	102 (90–111)	109 (96–113)	93 (87–105)	0,009
ВГО, %долж.	94 (86–110)	101 (92–111)	92 (78–102)	0,119
Евд, %долж.	108 (97–121)	118 (106–125)	100 (91–111)	0,016
ООЛ, %долж.	107 (90–118)	110 (95–118)	102 (90–115)	0,285
ООЛ/ОЕЛ, %	98 (89–108)	98 (89–108)	96 (93–105)	0,444
Raw _{общ} , кПа сек/л	0,23 (0,2–0,28)	0,23 (0,2–0,27)	0,25 (0,2–0,28)	0,860
DLCO, %долж.	77 (68–85)	82 (71–94)	74 (65–81)	0,027
DLCO/VA, %долж.	88 (79–97)	86 (77–93)	88 (80–99)	1,0

Примечание: данные представлены как медиана (нижний квартиль-верхний квартиль); ИМТ — индекс массы тела; КТмакс, % — максимальная площадь поражения легких.

Таким образом, в период раннего выздоровления после COVID-19 наиболее частым функциональным нарушением системы дыхания является нарушение диффузионной способности легких, за которым следуют рестриктивные нарушения вентиляции и наиболее редко — обструкция дыхательных путей, что согласуется с данными Мо Х. и соавт. [6].

При корреляционном анализе изучаемых показателей были выявлены статистически значимые умеренные обратные корреляционные зависимости КТмакс, % с показателями легочной вентиляции в период выздоровления: ЖЕЛ ($r=-0,52$; $p<0,001$), ФЖЕЛ ($r=-0,48$; $p=0,001$), ОФВ₁ ($r=-0,47$; $p=0,001$), ОЕЛ ($r=-0,55$; $p<0,001$), емкостью

вдоха (Евд) ($r=-0,46$; $p=0,002$) и DLCO ($r=-0,50$; $p<0,001$) (рис. 1).

Выводы

1. Нарушение диффузионной способности легких является наиболее частым функциональным нарушением системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19 (через 30–60 дней после завершения лечения в стационаре), так как у 52% пациентов было выявлено снижение DLCO.
2. Степень нарушения диффузионной способности легких зависит от площади поражения легочной ткани, обусловленного COVID-19.

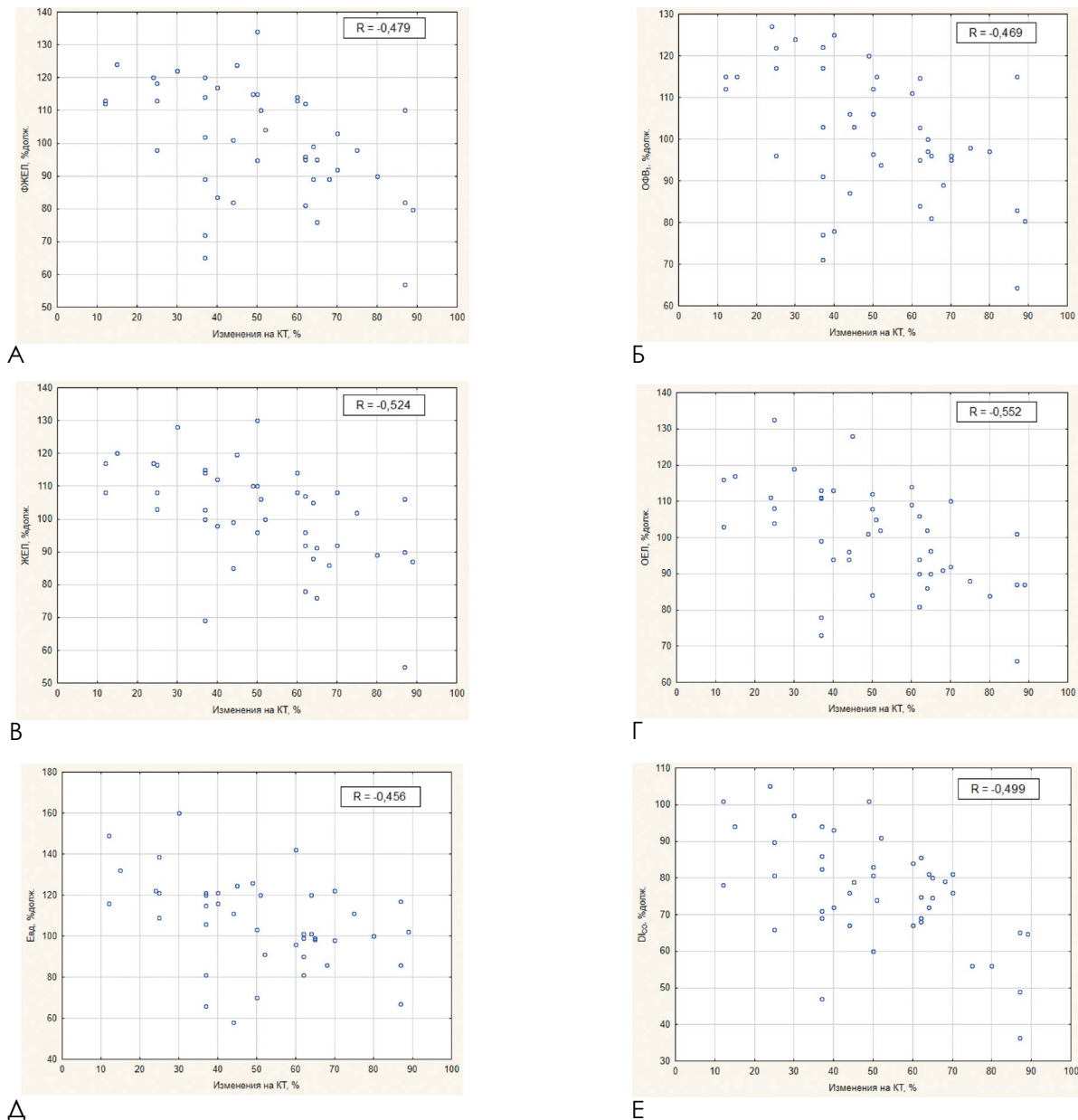


Рисунок 1. Корреляционные связи между структурными изменениями (по данным КТ на пике заболевания) и функциональными показателями внешнего дыхания в период раннего выздоровления: А) форсированной жизненной емкостью легких (ФЖЕЛ), Б) объемом форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), В) жизненной емкостью легких (ЖЕЛ), Г) общей емкостью легких (ОЕЛ), Д) емкостью вдоха (Евд) и Е) трансфер-фактором СО (DLCO).

- У большинства пациентов без сопутствующей бронхолегочной патологии в период раннего выздоровления после COVID-19 вентиляционные показатели сохраняются в пределах нормальных значений.
- Установлена умеренная обратная корреляционная зависимость между объемом поражения легочной ткани по данным КТ и показателями ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОЕЛ, Евд и DLCO в период раннего выздоровления.

*Конфликт интересов — Конфликт интересов отсутствует.
Исследование проводилось без участия спонсоров.
Conflict of interest — The authors declare no conflict of interest.
This study was not sponsored.*

Список литературы:

- World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
- Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. Версия 7.0 (03.06.2020). URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/06/03/14109-minzdrav-rossii-utverdil-7-versiyu-metodicheskikh-rekomendatsiy-po-lecheniyu-covid-19>.
- Самсонова М.В., Михалева Л.М., Зайратьянц О.В., Варясин В.В., Быканова А.В., Мишнев О.Д., Березовский Ю.С., Тишкевич О.А., Гомзикова Е.А., Черняев А.А., Хованская Т.Н. Патология легких при COVID-19 в Москве. // Архив патологии. — 2020. — Т.82, №3. — С.32–40. doi:10.17116/patol2020820432.
- Wölfel R., Corman V.M., Guggemos W., Seilmaier M., Zange S., Müller M.A., Niemeyer D., Jones T.C., Vollmar P., Rothe C., Hoelscher M.

- Blecker T, Brünink S, Schneider J, Ehmann R, Zwirgmaier K, Drosten C, Wendtner C. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. // *Nature*. — 2020. — 581 (7809). — 465-469. doi: 10.1038/s41586-020-2196-x.
5. Huang Y., Tan C., Wu J., Chen M., Wang Z., Luo L., Zhou X., Liu X., Huang X., Yuan S., Chen Ch., Gao F., Huang J., Shan H., Liu J. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. // *Respir. Res.* — 2020. — Vol.21, №1. — P.163. doi:10.1186/s12931-020-01429-6.
 6. Mo X., Jian W., Su Z., Chen M., Peng H., Peng P., Lei Ch., Chen R., Zhong N., Li S. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. // *Eur. Respir. J.* — 2020. — Vol.55. — P.2001217. doi:10.1183/13993003.01217-2020.
 7. Бакалушев В.П., Кулемзин С.В., Горчаков А.А. Лесняк В.Н., Юсубалиева Г.М., Сотникова А.Г. COVID-19. Этиология, патогенез, диагностика и лечение. // *Клиническая практика*. — 2020. Т.11, №1. — С.7-20. doi: 10.17816/clinpract26339.
 8. 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.11-23.
 9. Graham B. L., Steenbruggen I., Miller M. R., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J.; ATS/ERS Task Force. Standardization of Spirometry 2019 Update An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* — 2019. — Vol.200, №8. — P. e70 – e88. doi: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
 10. 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. doi: 10.1183/09031936.05.00035005.
 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. — P.pii: 1600016. doi: 10.1183/13993003.00016-2016.
 12. Рекомендации Российского респираторного общества по проведению функциональных исследований системы дыхания в период пандемии COVID-19 Версия 1.1. от 19.05.2020. URL: https://spulmo.ru/upload/rekomendacii_rro_fvd_COVID_19_rev1_1_01062020.pdf.
 13. Quanjer P.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.* — 1993. — Vol.6 (Suppl.16). — P.5–40.
 14. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Zh., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo Li, Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. // *Lancet*. — 2020. — Vol.395. — P.497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
 15. Li L., Huang T., Wang Y., Wang Z., Liang Y., Huang T., Zhang H., Sun W., Wang Y. COVID-19 patients' clinical characteristics, discharge rate, and fatality rate of meta-analysis. // *J. Med. Virol.* 2020. — Vol.92, №6. — P.577-583. doi: 10.1002/jmv.25757.
 16. Lippi G., Henry B.M. Active smoking is not associated with severity of coronavirus disease 2019 (COVID-19). // *Eur. J. Intern. Med.* — 2020. — Vol.75. — P.107–108. doi: 10.1016/j.ejim.2020.03.014.
 17. Rossato M., Russo L., Mazzocut S., Di Vincenzo A., Fioretto P., Vettor R. Current smoking is not associated with COVID-19. // *Eur. Respir. J.* — 2020. — Vol.55. — P.2001290. doi:10.1183/13993003.01290-2020.

Для цитирования: 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. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-7-12>

For citation: Savushkina O.I., Cherniak A.V., Kryukov E.V., Kulagina I.Ts., Samsonova M.V., Kalmanova E.N., Zikov K.A. Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase. Medical alphabet. 2020; (25):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-7-12>



21-Й КОНГРЕСС
Российского общества холтеровского мониторингирования
и неинвазивной электрофизиологии (РОХМиНЭ)
13-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС
"Клиническая электрокардиология"
VI-я Всероссийская конференция
детских кардиологов ФМБА России
12-13 октября 2020 года

 **ONLINE**

2020.rohmine.org