

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 616-091:616.98:616.24-001:616.24-002.17:615.47

Ж. Р. Омарова^{1✉}, **Е. С. Першина**², **М. В. Самсонова**³, **Д. Ю. Щекочихин**⁴,
С. О. Перешивайлов⁵, **А. Л. Черняев**⁶, **Э. Э. Бережная**⁷, **В. В. Паршин**⁸, **В. П. Туманов**⁹

^{1, 6, 9} РНИМУ им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия

^{2, 4} Городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова Москва, Россия

^{3, 6} Научно-исследовательский институт пульмонологии ФМБА России, Москва, Россия

³ Московский клинический научно-практический центр имени А. С. Логинова, Москва, Россия

⁵ Городская клиническая больница им. С. П. Боткина, Москва, Россия

⁶ ФГНБУ НИИ морфологии человека им. академика А. П. Авцына, Москва, Россия

^{7, 8} Городская клиническая больница № 52, Москва, Россия

✉ ganu82@mail.ru

ПРИЦЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕГКИХ ПРИ COVID-19 НА ОСНОВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Аннотация. В исследовании были проведены сопоставления рентгенологических симптомов при КТ при COVID-19 с патогистологическими изменениями легких. Проведен анализ последних прижизненных КТ-исследований умерших пациентов, выполненных не более чем за 5 суток до констатации смерти с выделением всех КТ-симптомов. На основании выделенных КТ-симптомов были выбраны прицельные точки взятия материала при аутопсии с помощью построения трехмерных реконструкций. В статье впервые были описаны морфологические изменения легких при разных КТ-симптомах.

Ключевые слова: морфология, компьютерная томография, легкие, COVID-19

Для цитирования: Прицельная морфологическая характеристика легких при covid-19 на основании компьютерной томографии / Ж. Р. Омарова, Е. С. Першина, М. В. Самсонова [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2022. № 1. С. 22–28.

ORIGINAL ORTICLE

Zh. R. Omarova^{1✉}, **E. S. Pergeevna**², **M. V. Samsonova**³, **D. Yu. Shchekochikhin**⁴,
S. O. Pereshivailov⁵, **A. L. Chernyaev**⁶, **E. E. Berezhnaya**⁷, **V. V. Parshin**⁸, **V. P. Tumanov**⁹

^{1, 6, 9} Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

^{2, 4} N. I. Pirogov First City Clinical Hospital (City Hospital No 1); Moscow, Russia

^{3, 6} Pulmonology Scietific Research Institute under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation, Moscow, Russia

³ S. Loginov Moscow State Clinical and Research Center, Moscow, Russia

⁵ S. P. Botkin City Clinical Hospital; Moscow, Russia

⁶ Federal Research Institute of Human Morphology, Moscow, Russia

^{7, 8} City Clinical Hospital No 52, Moscow, Russia

✉ ganu82@mail.ru

TARGETED MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LUNGS IN COVID-19 BASED ON COMPUTED TOMOGRAPHY

Abstract. The study compared radiological symptoms in CT with COVID-19 with pathohistological changes in the lungs. An analysis was made of the latest intravital CT examinations of deceased patients, performed no more than 5 days before the declaration of death, with the selection of all CT symptoms. The article was the first to describe morphological changes in the lungs in different symptoms occurring in CT scanning.

Keywords: morphology, computed tomography, lungs, COVID-19

For citation: Targeted morphological characteristics of lungs in covid-19 based on computed tomography / Zh. R. Omarova, E. S. Pershina, M. V. Samsonova [et al.] // Volgograd scientific and medical journal. 2022. № 1. С. 22–28.

«Золотым стандартом» диагностики новой коронавирусной инфекции является тестирование на нуклеиновые кислоты путем полимеразной цепной реакции (ПЦР) [8]. Компьютерная томография (КТ) легких является ценным дополнительным инструментом для понимания превалирующего патологического процесса, обладая высокой чувствительностью [6, 10]. К основным КТ-признакам, встречающимся при коронавирусной пневмонии, относят: «матовое стекло», симптом «булыжной мостовой» (англ. – crazy paving), консолидация и симптомокомплекс организуемой пневмонии [9, 10]. По данным прижизненного КТ исследования и патологоанатомических изменений легких на аутопсии, описана определенная стадийность (фазность) изменений с возможным преобладанием одного из рентгенологических признаков [2, 3].

Основным морфологическим проявлением вирусной интерстициальной пневмонии, вызванной SARS-CoV-2, является диффузное альвеолярное повреждение (ДАП) с развитием последовательно экссудативной и пролиферативной (продуктивной) фаз [1, 2]. По нашему мнению, данные КТ позволяют выявить изменения легочной ткани, соответствующие различным патогистологическим фазам ДАП.

При сопоставлении прижизненных КТ-изменений в легких с гистологической картиной у умерших при посмертном исследовании возникла необходимость маркировки взятых при аутопсии кусочков с четким указанием локализации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Провести сопоставление прижизненных рентгенологических признаков пневмонии при COVID-19, полученных при КТ легких с патогистологическими изменениями у умерших.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 14 умерших (7 мужчин / 7 женщин), средний возраст которых составил $77,1 \pm 12,9$ (49–90 лет). Среди них 9 пациентов скончалось в отделении реанимации и интенсивной терапии, из них 8 (58 %) перед наступлением смерти находились на ИВЛ. Смертельный исход наступил на 1–9-е сутки после последнего КТ исследования легких [медиана 2,0 (0–3,5) суток].

Была разработана методика прицельного взятия материала ткани легкого из участков, обозначенных при анализе прижизнен-

ного КТ-исследования. КТ-исследование проводили с использованием стандартного протокола для органов грудной клетки и алгоритма high-resolution на мультidetекторном компьютерном томографе Toshiba aquilion prime. Для чего были применены следующие параметры сканирования: коллимация – $64 \times 0,625$, реконструкция – 1 мм, инкремент – 0,5 мм. Исследование проводили в положении больного лежа на спине на вдохе или без синхронизации с дыханием у пациентов на ИВЛ. Критерием включения был обозначен промежуток времени от момента проведения последнего КТ-исследования до момента смерти пациента, который не должен был превышать 5 суток.

На основании выделенных КТ-симптомов были выбраны прицельные точки взятия материала при помощи построения трехмерных реконструкций (рис. 1). В качестве ориентира дополнительно использовалась локализация по сегментам и анатомическим ориентирам (плевра, позвоночник, ребра).

Фронтальный разрез с выделением участков измененной ткани, согласно КТ-навигации: верхний квадрат – чередование участков плотной и воздушной ткани легкого, нижний – фокус кровоизлияния.

На аутопсии легкие фиксировали целиком, не извлекая из плевральных полостей, путем введения 10%-го нейтрального формалина через трахею под давлением 18–20 мм водного столба до их полного расправления. После этого комплекс «сердце – легкие» помещали в раствор 10%-го нейтрального формалина на сутки. Затем каждое легкое разрезали фронтально и получали срезы толщиной 1 см (рис. 2). Это позволяло установить участки измененной ткани, обозначенные на томограммах рентгенологом. Далее из обозначенных на КТ участков вырезали 1–3 кусочка (всего 45 кусочков от 14 умерших) размерами $2 \times 1 \times 0,5$ см, которые заливались в парафин и обрабатывались по общепринятой методике с последующей окраской срезов толщиной 3–5 мкм гематоксилином и эозином и пикрофуксин-фукселином.

Статистический анализ. Показатели с нормальным распределением представлены в виде средних значений \pm стандартное отклонение, показатели без нормального распределения – как медиана (разброс). Порядковые переменные представлены в виде частоты встречаемости и процентного распределения.

Для сопоставления групп использовался метод χ -квадрат, а также точный метод Фишера. Различия считались статистически досто-

верными при значении $p < 0,05$. Для анализа был использован пакет статистических программ Statistica, версия 13.

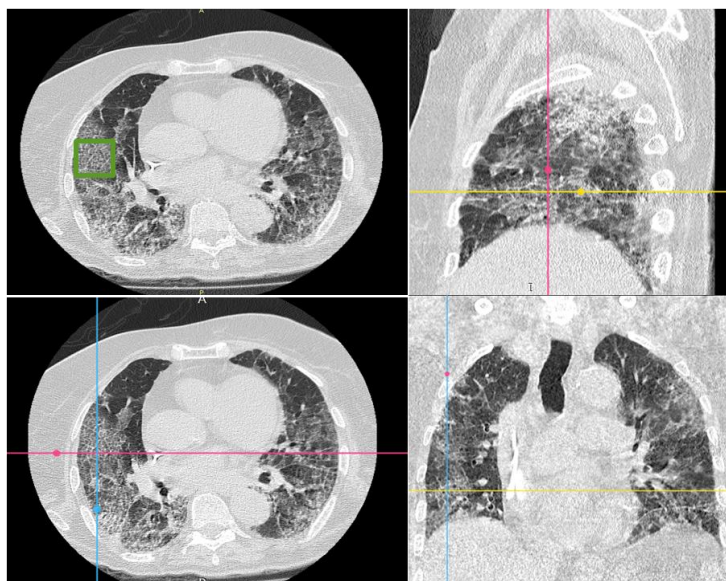


Рис. 1. Разметка КТ-изображений с использованием мультипланарных реконструкций («бульжная мостовая»)

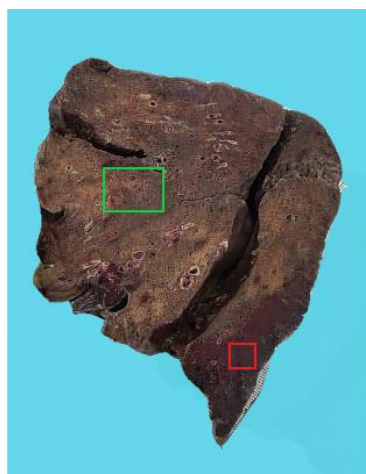


Рис. 2. Макропрепарат фиксированного легкого

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке прижизненно проведенного КТ-исследования умерших пациентов были выделены ведущие КТ-симптомы: «матовое стекло», «бульжная мостовая», консолидация, симптомокомплекс организующейся пневмонии (зоны консолидации треугольной и полигональной формы, перилобулярная консолидация), субплевральные тяжи консолидации, симптомы «ободка» и «обратного ободка» (рис. 3).

Были оценены следующие гистологические признаки: внутриальвеолярный отек, наличие

в просветах полостей альвеол различных клеток/гиалиновых мембран, наличие внутриальвеолярной грануляционной (фибробластической) ткани и/или фибрина (организующаяся пневмония), интерстициальное воспаление в виде лимфоидной инфильтрации, отека, отложения коллагена в межальвеолярных перегородках, диффузные и/или очаговые внутриальвеолярные кровоизлияния, геморрагический инфаркт, азрированные альвеолы обычных размеров или с расширением альвеолярных ходов и мешочков («острое вздутие»), дистелектаз/фиброателектаз (рис. 4).

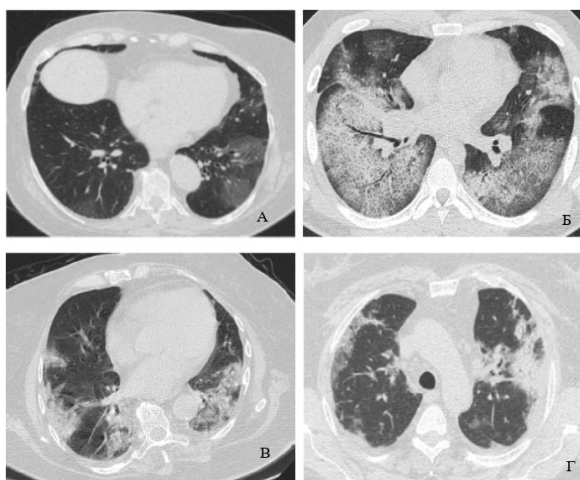


Рис. 3. КТ:

А – симптом «матового стекла», Б – симптом «бульжной мостовой», В – симптом консолидации, Г – паттерн организуемой пневмонии (перилобулярные уплотнения паренхимы, симптом «обратного ободка»)

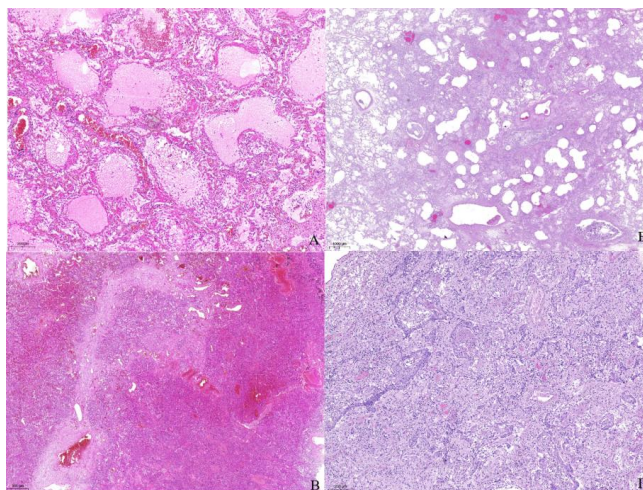


Рис. 4. Гистология:

А – внутриальвеолярный отек, Б – заполненные и азрированные альвеолы, В – внутриальвеолярное скопление эритроцитов (альвеоло-геморрагический синдром), Г – полиповидная фибробластическая ткань в части альвеол (организуемая пневмония). Окраска гематоксилином и эозином, ув. ×40

При анализе объема поражения степень КТ-1 (поражение 0–25 % объема паренхимы легких) была выявлена у одного пациента, КТ-2 (25–50 %) – у одного пациента, КТ-3 (50–75 %) – у 8 пациентов и КТ-4 (более 75 %) – у 4 пациентов. Частота встречаемости КТ-симптомов в исследуемых участках легкого представлена в табл. 1. Во всех наблюдениях встречалась комбинация указанных выше гистологических при-

знаков, соответствующих для экссудативной и пролиферативной фаз. Частота встречаемости признаков представлена в табл. 2.

Основными КТ изменениями при вирусном поражении легких являются участки уплотнения по типу «матового стекла» и/или консолидации, симптомов «бульжной мостовой», «ободка» и «обратного ободка», перилобулярной консолидации [2, 6, 9].

Таблица 1

Встречаемость КТ-симптомов

Признак	Встречаемость, %	КТ-симптом, %
«Матовое стекло»	44,4	28,9
«Бульжная мостовая»	40,0	28,9
Организуемая пневмония	24,	15,6
Консолидация	31,1	24,4

Частота встречаемости гистологических признаков

Признак	Доля, %
Внутриальвеолярный отек	33,3
Внутриальвеолярная клеточность / гиалиновые мембраны	44,4
Организирующаяся пневмония	53,4
Бактериальная пневмония	6,7
Интерстициальное воспаление / НСИП	24,5
Диффузные / очаговые кровоизлияния	24,5
Геморрагический инфаркт	11,1
Кровоизлияния (все)	35,6
Аэрированные альвеолы	6,7
Острое вздутие	40,0
Дистелектаз/фибротелектаз	13,3

Известно, что рентгенологическая картина в раннюю стадию вирусной пневмонии отражает острую фазу диффузного альвеолярного повреждения в виде симптома «матового стекла», с течением времени трансформирующегося в субплевральные зоны консолидации треугольной и полигональной формы, субплевральные тяжи консолидации или участки с изменениями по типу симптома «обратного ободка», «атолла» [3]. Таким образом, первичным КТ-симптомом при вирусной интерстициальной пневмонии COVID-19 является «матовое стекло», а все остальные описанные в литературе легочные симптомы в определенной последовательности являются следствием его развития [2, 5, 10].

У умерших пациентов с наличием симптома «матового стекла» при КТ в 57,1 % наблюдений были выявлены внутриальвеолярный отек, увеличение количества клеток в просветах альвеол, включая десквамированный альвеолярный эпителий в виде пластов, гиалиновые мембраны, инфильтрация лимфоцитами межальвеолярных перегородок, что соответствует экссудативной фазе ДАП [1]. Однако внутриальвеолярный отек, как проявление экссудативной фазы ДАП, в нашем исследовании был выявлен только в 28,6 % наблюдений. Кроме этого, «матовое стекло» в 42,9 % наблюдений соответствовало интерстициальному воспалению за счет лимфоидной инфильтрации межальвеолярных перегородок и/или отложения в них коллагена, что может наблюдаться в позднюю экссудативную или раннюю пролиферативную фазу ДАП.

Симптом «бульжной мостовой» наиболее сложен для интерпретации, в том числе при исследовании легких у пациентов с COVID-19. При прицельном посмертном взятии материала из участков, обозначенных как зоны «бульжной мостовой», были выявлены мозаичные гистологические изменения с чередованием заполнен-

ных альвеол (внутриальвеолярный отек, скопления эритроцитов, макрофагов, лимфоцитов, реже нейтрофилов) и воздушных альвеол (аэрированных альвеол), местами при наличии интерстициального отека и лимфоидной инфильтрации межальвеолярных перегородок разной степени выраженности. Такая мозаичность изменений дает картину матового стекла с ретикулярными изменениями, т. е. симптом «бульжной мостовой». Симптом «бульжной мостовой», таким образом, может возникать в экссудативную фазу ДАП при наличии мелких очаговых кровоизлияний, а также в более позднюю фазу – за счет частичного освобождения альвеол от экссудата.

Перилобулярная консолидация, субплевральные тяжи, симптомы «ободка» и «обратного ободка», которые мы расценили в рамках симптомокомплекса организирующейся пневмонии на КТ, в 43 % наблюдений, по результатам гистологического исследования, была обусловлена заполнением просветов альвеол фибробластической тканью в виде «пробок» с плоскоклеточной метаплазией альвеолярного эпителия, что характерно для пролиферативной фазы ДАП. Также в 43 % наблюдений обнаружили увеличение числа клеток в просветах альвеол, иногда при наличии гиалиновых мембран. Это согласуется с литературными данными, описавшими изменения КТ в виде перилобулярной консолидации у пациентки с инфекцией COVID-19, морфологически соответствующей организирующейся пневмонии при трансбронхиальной биопсии [8, 9].

Диффузные и очаговые кровоизлияния обнаружили в 81,9 % наблюдений, что характерно, по нашим данным, для симптомов «матовое стекло» и «бульжная мостовая». В 45,5 % наблюдений участки консолидации при КТ исследовании гистологически были представлены зонами геморрагических инфарктов. Это согласуется с данным [10], которые показали, что

доминирующими процессами в легких, кроме ДАП, были тромбозы мелких сосудов и ассоциированные с ними кровоизлияния у 9 из 10 умерших. Кроме этого, по нашим данным, в 18,2 % наблюдений зоны консолидации на КТ были представлены участками с внутриальвеолярным скоплением фибрина и разрастанием фибробластической ткани, что соответствует морфологии организующейся пневмонии. Это может объяснять сложность трактовки симптома консолидации как самостоятельного КТ-симптома. Наличие в участках консолидации организующейся пневмонии, по данным гистологического исследования, связано с тем, что в части наблюдений в зонах геморрагического инфаркта появляется фибробластическая ткань.

Важно отметить, что в большинстве проанализированных нами образцов было выявлено сочетание изменений, встречающихся в экссудативную и в пролиферативную фазу ДАП, что согласуется с другими данными [3, 7]. Нельзя исключить, что это может быть связано с длительной персистенцией вируса, который может быть обнаружен в ткани легкого в течение многих дней и является триггером для повторного повреждения легких и прогрессии заболевания [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное рентгенопатоморфологическое сопоставление показало, что в большинстве наблюдений изменения при КТ картине соответствуют определенным патоморфологическим изменениям. КТ – симптомы «матовое стекло» и «булыжная мостовая» отражают ранние гистологические изменения при экссудативной фазе ДАП. Организующаяся пневмония более характерна для поздней фазы ДАП. Консолидация при КТ в большинстве случаев соответствовала участкам выраженных внутриальвеолярных кровоизлияний при гистологическом исследовании, а в части случаев – организующейся пневмонии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Компьютерно-томографическая диагностика и мониторинг течения вирусной пневмонии, обусловленной вирусом SARS-CoV-2, при работе "Госпиталя COVID-19" на базе Федерального специализированного медицинского научного центра / Г. Г. Кармазановский, К. А. Замятина, В. И. Сташкив [и др.] // Медицинская визуализация. 2020. № 24 (2). С. 11–36.
2. Патологическая анатомия COVID-19: опыт 2000 аутопсий / О. В. Зайратьянц, М. В. Самсонова,

- А. Л. Черняев [и др.] // Судебная медицина. 2020. № 6 (4). С. 10–23.
3. Патоморфологические особенности поражения органов при коронавирусной инфекции, вызванной SARS-CoV-2 / Ю. Г. Пархоменко А. В. Смирнов, Л. С. Быхалов [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2020. № 2. С. 52–57.
4. COVID-19. Вопросы диагностики и лечения поражения легких. А. Л. Юдин, Ю. А. Абович, Е. А. Юматова [и др.] // Медицинская визуализация. 2020. № 24 (2). С. 37–49.
5. COVID-19 у молодых пациентов с коморбидной патологией на фоне иммуносупрессии (случай из практики) / В. В. Ермилов, А. В. Смирнов, Н. А. Дорофеев [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2021. № 1 (77). С. 84–88.
6. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RTPCR / Y. Fang, H. Zhang, X. Jicheng [et al.] // Radiology. 2020. Vol. 296, No. 2. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200432>
7. Kanne J. P. Chest CT findings in 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections from Wuhan, China: key points for the radiologist // Radiology. 2020. Vol. 295, no. 1. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200241>
8. Immune mechanisms of pulmonary intravascular coagulopathy in COVID-19 pneumonia / D. McGonagle, J. S. O'Donnell, K. Sharif [et al.] // Lancet Rheumatol. 2020. No. 2 (7). P. 437–445.
9. Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID19) pneumonia / F. Pan, T. Ye, P. Sun [et al.] // Radiology. 2020. No. 295 (3). P. 715–721.
10. Shi H., Han X., Zheng C. Evolution of CT manifestations in a patient recovered from 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia in Wuhan, China // Radiology. 2020. No. 295 (1). P. 20.

REFERENCES

1. Karmazanovsky G. G., Zamyatina K. A., Stashkiv V. I. et al. Computed tomography diagnostics and monitoring of the course of viral pneumonia caused by the SARS-CoV-2 virus during the work of the "COVID-19 Hospital" based on the Federal Specialized Medical Research Center. *Medicinskaya vizualizaciya = Medical visualization*. 2020;24(2):11–36. (In Russ.).
2. Zairatyants O. V., Samsonova M. V., Chernyaev A. L. et al. Pathological anatomy of COVID-19: the experience of 2000 autopsies. *Forensic medicine = Forensic medicine*. 2020;6(4):10–23. (In Russ.).
3. Parkhomenko Yu. G., Smirnov A. V., Bykhalov L. S. et al. Pathological features of organ damage in coronavirus infection caused by SARS-CoV-2 *Volgogradskij nauchno-medicinskij zhurnal = Volgograd Medical Scientific Journal*. 2020;2:52–57. (In Russ.).
4. Yudin A. L., Abovich Yu. A., Yumatova E. A. et al. COVID-19. Issues of diagnosis and treatment of

- lung injury. *Medicinskaya vizualizaciya = Medical visualization*. 2020;24(2):37–49. (In Russ.).
5. *Ernilov V. V., Smirnov A. V., Dorofeev N. A. et al.* COVID-19 in young patients with comorbid pathology on the background of immunosuppression (case report). *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2021;1(77):84–88.
 6. *Fang Y., Zhang H., Jicheng X. et al.* Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RTPCR. *Radiology*. 2020;296(2). (In Russ.). <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200432>
 7. *Kanne J. P.* Chest CT findings in 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections from Wuhan, China: key points for the radiologist. *Radiology*. 2020; 295(1). <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200241>
 8. *McGonagle D., O'Donnell J. S., Sharif K. et al.* Immune mechanisms of pulmonary intravascular coagulopathy in COVID-19 pneumonia. *Lancet Rheumatol*. 2020;2(7):437–445.
 9. *Pan F., Ye T., Sun P. et al.* Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID19) pneumonia. *Radiology*. 2020;295(3):715–721.
 10. *Shi H, Han X, Zheng C.* Evolution of CT manifestations in a patient recovered from 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia in Wuhan, China. *Radiology*. 2020;295(1):20.

Информация об авторах

Омарова Жанна Рубеновна – ассистент кафедры патологической анатомии и клинической патологической анатомии педиатрического факультета РНИМУ им. Н. И. Пирогова, e-mail: ganu82@mail.ru

Першина Екатерина Сергеевна – кандидат медицинских наук, заведующий Центром лучевой диагностики ГБУЗ ГКБ № 1 имени Н. И. Пирогова, gkb1@zdrav.mos.ru

Самсонова Мария Викторовна – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией патологической анатомии НИИ пульмонологии ФМБА России, samary@mail.ru

Щекокихин Дмитрий Юрьевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры кардиологии, ультразвуковой и функциональной диагностики Первого МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), gkb1@zdrav.mos.ru

Перешивайлов Сергей Олегович – врач-патологоанатом ГКБ имени С. П. Боткина, mshbotkin@gmail.com

Черняев Андрей Львович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом фундаментальной пульмонологии НИИ пульмонологии, cheral12@gmail.com

Бережная Эльвира Элчиновна – врач-патологоанатом ГКБ № 52, gkb52@zdrav.mos.ru

Паршин Василий Владимирович – врач-рентгенолог, заведующий рентгеновским отделением ГКБ № 52, gkb52@zdrav.mos.ru

Туманов Владимир Павлович – доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ, профессор кафедры патологической анатомии и клинической патологической анатомии педиатрического факультета РНИМУ им. Н. И. Пирогова, rsmu@rsmu.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 14.01.2022; одобрена после рецензирования 04.02.2022; принята к публикации 14.02.2022.

Information about authors

Omarova Zhanna Rubenovna – Assistant of the Department of Pathological Anatomy and Clinical Pathological Anatomy, Faculty of Pediatrics, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education of the Russian National Research Medical University. N. I. Pirogov of the Ministry of Health of Russia, ganu82@mail.ru

Pershina Ekaterina Sergeevna – Candidate of Medical Sciences, Head of the Center for Radiation Diagnostics, N. I. Pirogov DZ of the city of Moscow, gkb1@zdrav.mos.ru

Samsonova Maria Viktorovna – Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Pathological Anatomy, Federal State Budgetary Institution "Research Institute of Pulmonology" FMBA of Russia, samary@mail.ru

Shchekochikhin Dmitry Yuryevich – Ph. D. THEM. Sechenov of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), gkb1@zdrav.mos.ru

Pereshivailov Sergey Olegovich – pathologist, S.P. Botkin DZ of the city of Moscow", mshbotkin@gmail.com

Chernyaev Andrey Lvovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Fundamental Pulmonology of the Federal State Budgetary Institution "Research Institute of Pulmonology" of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, cheral12@gmail.com

Berezhnaya Elvira Elchinovna – pathologist, GBUZ GKB No. 52 DZ of the city of Moscow, gkb52@zdrav.mos.ru

Parshin Vasily Vladimirovich – radiologist, head of the X-ray department, GBUZ GKB No. 52 DZ of the city of Moscow, gkb52@zdrav.mos.ru

Tumanov Vladimir Pavlovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Laureate of the State Prize of the Russian Federation, Professor of the Department of Pathological Anatomy and Clinical Pathological Anatomy of the Pediatric Faculty of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education of the Russian National Research Medical University. N.I. Pirogov of the Ministry of Health of Russia, rsmu@rsmu.ru

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 14.01.2022; approved after reviewing 04.02.2022; accepted for publication 14.02.2022