



COVID-19

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1024>

Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19

© Литвиненко Е.А., Еровенко М.М., Бурова И.В.*

ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Министерства здравоохранения Краснодарского края; 350012 Краснодар, ул. Красных Партизан, д. 6/2, Российская Федерация

Введение. Несмотря на наличие общепринятых протоколов диагностики, при подозрении на наличие новой коронавирусной инфекции в ряде случаев все чаще отмечаются трудности своевременного выявления изменений в легочной ткани ввиду большой загруженности основного метода лучевой диагностики – компьютерной томографии.

Цель исследования: определить эффективность назначения рентгенологического обследования, а также провести сравнительный анализ применения методов лучевой диагностики – компьютерной томографии и рентгенографии в отношении диагностической чувствительности к изменению легочной ткани при инфицировании человека вирусом SARS-COV-2.

Материал и методы. Было обследовано 150 пациентов ($63,0 \pm 8,4$ года) с подтвержденной коронавирусной инфекцией. Каждому из участников были проведены рентгенологическое обследование и компьютерная томография органов грудной клетки. Был определен процент исследуемых по каждой из степеней тяжести поражения легких для выявления доли вовлечения легочной ткани в патологический процесс у основной массы обследуемых лиц.

Результаты. Из 150 пациентов изменения легочной ткани при проведении рентгенографии грудной клетки были обнаружены у 97 (65%), соответственно у 53 (35%) человек патологические преобразования в легких не визуализировались. При обследовании больных методом компьютерной томографии изменения в легких были выявлены у 143 (95%) пациентов, рентген-морфологических изменений не было обнаружено у 7 (5%) обследуемых. При выявлении объема поражения легких выяснилось, что основной массе обследуемых – 86 (57%) была установлена степень поражения КТ-2. Степень КТ-1 и КТ-3 определили у 26 (17%) и 25 (17%) пациентов соответственно. КТ-4 наблюдалась у 6 (4%) больных, и в 5% случаев КТ не удалось определить патологических изменений в легочной ткани, была установлена степень КТ-0.

Заключение. В оценке вирусного поражения легких рентгенография занимает существенное место, но в 35% случаев при рентгенографическом исследовании не удалось идентифицировать имевшиеся патологические изменения. КТ органов грудной клетки подтверждает свое значение «золотого стандарта» при исследовании легочной патологии при коронавирусной инфекции, однако при невозможности ее выполнения допускается проведение рентгенографии.

Ключевые слова: коронавирусная пневмония, Covid-19, диагностическая чувствительность рентгенографии, диагностическая чувствительность КТ, методы визуализации, лучевая диагностика

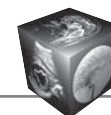
Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Литвиненко Е.А., Еровенко М.М., Бурова И.В. Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 12–18. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1024>

Поступила в редакцию: 09.04.21.

Принята к печати: 06.05.21.

Опубликована online: 01.06.21.



X-ray study as an alternative method for visualizing changes in lungs, with infection caused by COVID-19

© Elena A. Litvinenko, Maria M. Erovenko, Ilona V. Burova*

Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region; 6/2, Red Partizan str., Krasnodar, 350012, Russian Federation

Introduction. Despite the existence of generally accepted diagnostic protocols, when a new coronavirus infection is suspected, in some cases, it is increasingly difficult to detect changes in the lung tissue in a timely manner due to the heavy workload of the main method of radiation diagnostics – computed tomography.

Purpose of the study. To determine the effectiveness of the appointment of an X-ray examination as first-line method, as well as to carry out a comparative analysis of the use of radiation diagnostics methods – computed tomography and radiography in relation to the diagnostic sensitivity to changes in lung tissue when a person is infected with the SARS-COV-2 virus.

Materials and methods. 150 patients (63.0 ± 8.4 years) with confirmed coronavirus infection were examined. Each of the participants underwent X-ray examination and computed tomography of the chest organs. The percentage of subjects studied for each of the degrees of severity of lung damage was determined to identify the proportion of involvement of lung tissue in the pathological process in the bulk of the examined individuals.

Results. Of the 150 patients, changes in the lung tissue during chest X-ray were detected in 97 (65%), respectively, in 53 (35%), pathological changes in the lungs were not visualized. When examining patients by computed tomography, changes in the lungs were detected in 143 patients (95%), X-ray morphological changes were not detected in 7 subjects (5%). When detecting the volume of lung damage, it turned out that the majority of the subjects – 86 people (57%) – had the degree of damage CT-2. The degree of CT-1 and CT-3 was determined in 26 (17%) and 25 (17%) patients, respectively. CT-4 was observed in 6 patients (4%), and in 5% of cases, CT was not able to detect pathological changes in the lung tissue, the degree of CT-0 was established.

Conclusion. In the assessment of viral lung damage, radiography takes a significant place, but in 35% of cases, radiographic examination failed to identify the existing pathological changes. CT of the chest organs confirms its value as the “gold standard” in the study of pulmonary pathology in coronavirus infection, but if it is impossible to perform it, radiography is recommended.

Keywords: coronavirus pneumonia, COVID-19, radiography sensitivity, CT sensitivity, imaging methods, radiation diagnostics

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Litvinenko E.A., Erovenko M.M., Burova I.V. X-ray study as an alternative method for visualizing changes in lungs, with infection caused by COVID-19. *Medical Visualization*. 2021; 25 (2): 12–18. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1024>

Received: 09.04.21.

Accepted for publication: 06.05.21.

Published online: 01.06.21.

Несмотря на наличие общепринятых протоколов диагностики, при подозрении на наличие новой коронавирусной инфекции зачастую отмечаются трудности своевременного выявления изменений в легочной ткани ввиду большой загруженности рентгеновских томографов, осуществляющих выполнение основного метода лучевой диагностики – компьютерной томографии (КТ).

Актуальность темы нашего исследования обусловлена рядом факторов:

- пандемией – вспышкой коронавирусной инфекции на начало 2020 г. и высокими показателями смертности вследствие осложнений при инфицировании человека вирусом Sars-Cov-2 [1];

- появлением ложноотрицательных результатов при проведении основного метода лабораторной диагностики – обратной транскрипции поли-

меразной цепной реакции (ОТ-ПЦР), ввиду возможной низкой вирусной нагрузки, присутствующей в тестовых образцах при вероятном неправильном клиническом отборе проб [2].

Цель исследования

При подозрении на наличие у пациентов Covid-19 определить диагностическую эффективность назначения рентгенологического обследования, а также установить степень чувствительности лучевых методов диагностики, прогностической ценности при проведении рентгенологического исследования и КТ грудной клетки в условиях подтвержденной легочной инфекции, вызванной вирусом Sars-Cov-2.

Задача исследования – сравнительный анализ применения методов лучевой диагностики (рент-



генологического и КТ) для определения изменений легочной ткани при обнаружении коронавирусной инфекции

Материал и методы

Была сформирована выборка из пациентов с подтвержденным результатом Covid+, находившихся на стационарном лечении в COVID-госпитале, организованном на базе ГБУЗ ККБ № 2 Краснодара. Для сбора информации использовались протоколы обследования, заключения врачей-рентгенологов, результаты КТ и рентгенографии. Исследование носило пилотный характер и проводилось на материале пациентов, госпитализированных в сроки с 1 мая по 31 декабря 2020 г. В частности, была ретроспективно отобрана когорта пациентов численностью 150 человек. Средний возраст обследуемых составил $63,0 \pm 8,4$ года. Критерии включения в исследуемую группу составили в частности:

- наличие у пациента подтвержденной коронавирусной инфекции, выявленной посредством проведения ОТ-ПЦР;
- проведенное рентгенологическое обследование органов грудной клетки;
- проведение КТ органов грудной клетки пациенту также в сроки менее 2 дней.

Все пациенты были проанализированы и сгруппированы в зависимости от дня проведения обследования компьютерной томографией либо рентгенографией с момента их госпитализации. Далее было определено количество человек по каждому дню отдельно, которым в этот день проводилось обследование одним из лучевых методов диагностики (КТ, рентгенография). Таким образом оказалось 26 групп.

Для определения чувствительности каждого из этих методов все обследуемые также были разделены на две подгруппы в системе каждого из исследований в соответствии с наличием либо отсутствием характерных изменений легочной системы при коронавирусной пневмонии. Дни, в которые какое-либо из обследований не проводилось, не были приняты в расчеты ввиду нерепрезентативной рациональности включения их в статистическое исследование.

Далее был определен процент исследуемых по каждому из степеней тяжести поражения (КТ-1; КТ-2; КТ-3; КТ-4) для выявления процентного соотношения объема вовлечения легких в патологический процесс у основной массы обследуемых лиц.

Достоверным методом определения эффективности назначения рентгенографии предполагался сравнительный анализ полученных результатов рентгенологического метода с результатами

КТ [1]. При проведении компьютерной КТ ретроспективно рассчитывали объем области воспалительных изменений в легочной системе [3] при помощи программного обеспечения рабочей станции компьютерного томографа, а также провели анализ серии аксиальных срезов грудной клетки и реконструкций на прямой топограмме. Сканирование проводилось на 32-срезовом томографе Aquilion 32 Toshiba Medical (Япония) с толщиной среза 1,0 мм. Область сканирования – от уровня верхней апертуры грудной клетки до уровня задних реберно-диафрагмальных синусов.

Результаты

Всем исследуемым проведено рентгенологическое обследование органов грудной клетки с последующей интерпретацией результатов, в ходе которого были обнаружены [4]:

- усиление легочного рисунка;
- деформация легочного рисунка за счет периферических изменений либо сосудистого компонента;
- участки очаговой инфильтрации без четких контуров;
- двусторонние полисегментарные инфильтративные изменения;
- признаки венозного застоя по малому кругу кровообращения.

Вышеупомянутое соответствует рентгеновской картине при вирусной пневмонии и может указывать на инфицирование человека коронавирусной инфекцией [1].

При проведении КТ удалось идентифицировать наличие типичных признаков, характерных для вирусной пневмонии, ассоциированной с Sars-Cov-2, таких как:

- многочисленные уплотнения ткани легких по типу “матового стекла” периферической или мультилобарной локализации, преимущественно с двусторонней локализацией процесса [5];
- линейные уплотнения;
- утолщение междолькового интерстиция – симптом булыжной мостовой [6];
- участки консолидации [7].

Из 150 пациентов изменения легочной ткани посредством проведения рентгенологического исследования были обнаружены у 97 (65%) исследуемых, соответственно у 53 (35%) человек патологические изменения в легких не визуализировались. При обследовании больных методом КТ изменения в легких были выявлены у 143 (95%) пациентов. Несмотря на положительные тесты на наличие вируса Sars-Cov-2, морфологических изменений не было обнаружено у 7 (5%) обследуемых. Распределение количества пациентов

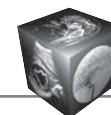


Таблица 1. Распределение количества пациентов в зависимости от срока госпитализации и проведения лучевого метода диагностики

Table 1. Patients distribution depending on the period of hospitalization and the radiological method of diagnostics.

День обследования от момента госпитализации Examination day from the moment of hospitalization	Метод обследования / Survey method		
	рентгенография / X-ray		КТ / CT scan
	заключение о поражении легких / lung involvement conclusion		
	+	-	+
1	22	8	96
2	6	0	20
3	1	0	5
4	4	0	3
5	4	2	1
6	16	10	2
7	6	6	4
8	5	6	1
9	9	6	3
10	5	0	1
11	5	1	1
12	1	6	1
13	2	2	0
14	0	0	1
15	1	1	0
16	1	1	1
17	3	0	1
18	0	1	2
19	1	2	0
20	2	1	0
21	0	0	0
22	1	0	0
23	0	0	0
24	1	0	0
25	0	0	0
26	1	0	0
Итого	97	53	143
Всего	150		150

в зависимости от дня госпитализации и проведения лучевого метода диагностики представлено в табл. 1.

В статистические расчеты здесь были включены данные только первичных результатов КТ и рентгенографии. С клинической точки зрения отметим, что при отрицательных результатах лучевых методов исследования при госпитализации они были проведены затем и повторно, в ходе чего были выявлены изменения легочной ткани, однако здесь мы анализировали только первичные исследования. При этом для уточнения диагноза при рентгенографическом исследовании, при отсутствии рентгеноморфологических изменений на изображении, в кратчайшие сроки была проведена КТ, как общепризнанно более чувствительный

и специфичный метод диагностики. В процессе интерпретации результатов КТ были обнаружены изменения легочной структуры, что позволяет дополнительно судить о диагностической ценности методов на ранних сроках [8]. Отметим здесь, что специфичность не была рассчитана ввиду отсутствия истинно отрицательных результатов.

При расчетах объема поражения легких выяснилось, что в основной массе обследуемых – у 86 (57%) человек была установлена степень поражения КТ-2. Степень КТ-1 и КТ-3 определили у 26 (17%) и 25 (17%) пациентов соответственно. КТ-4 наблюдалась у 6 (4%) больных, и в 5% случаев КТ не удалось определить патологических изменений в легочной системе, была установлена степень КТ-0 (табл. 2).

**Таблица 2.** Объем поражения легких в зависимости от дня госпитализации**Table 2.** Lung lesions volume depending on the day of hospitalization

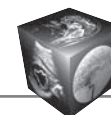
День обследования от момента госпитализации / Examination day from the moment of hospitalization	Степень тяжести / Severity			
	КТ-0 / СТ-0	КТ-1 / СТ-1	КТ-2 / СТ-2	КТ-3 / СТ-3
1	6	14	66	13
2	0	5	11	3
3	0	1	2	2
4	0	1	0	2
5	0	0	1	0
6	1	1	1	0
7	0	3	1	0
8	0	0	0	0
9	0	0	1	2
10	0	0	0	0
11	0	0	0	1
12	0	0	1	0
13	0	0	0	0
14	0	0	1	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	1
17	0	1	0	0
18	0	0	1	1
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
Итого	7	26	86	25
Всего	150			

Обсуждение

Для определения возможностей рентгенологического исследования были сопоставлены результаты изменений легочной ткани при проведенном рентгенологическом и КТ-исследовании. В результате при КТ грудной клетки были обнаружены характерные изменения для коронавирусной инфекции в 95% случаев. Отсутствие изменений легочной ткани наблюдалось лишь в 5%. В то же время чувствительность рентгенологического метода составила лишь 65%, а в 35% случаев рентгенологическое исследование грудной клетки дало ложноотрицательный результат, что было верифицировано при последующем проведении КТ.

Комплекс диагностики при подозрении на инфекцию, ассоциированную с вирусом Sars-Cov-2, включает в себя назначение рентгенологического исследования грудной клетки в качестве дополнительного метода [9]. Однако использование КТ в качестве “золотого стандарта” не всегда воз-

можно ввиду большой загруженности стационаров, критического состояния пациента и трудности его транспортировки, достаточно высокой лучевой нагрузкой, а также необходимости проведения дезинфекции сканера [10]. Следует учитывать, что применение КТ для скрининга увеличивает риск образования искусственных эпидемических очагов и способствует распространению перекрестной инфекции, в то время как использование переносной рентгенографии снижает риск контаминации вследствие упрощенного процесса дезинфекции за счет более малых размеров аппарата, а также эксплуатации беспроводных цифровых детекторов [11]. Чувствительность традиционной рентгенографии хоть и уступает по информативности КТ в значительной мере, как показано здесь нами, и соответствует данным других групп [12], но также может использоваться как более доступный способ лучевой диагностики [13] для визуализации изменений легочной ткани в условиях подо-



зрения на наличие коронавирусной инфекции, однако требует адекватной квалификационной подготовки специалиста, который при постановке диагноза будет опираться не только на результаты рентгеновского изображения, но и применять знания, касающиеся течения клинической картины коронавирусной пневмонии [14].

Заключение

Совпадение результатов рентгенографии и КТ грудной клетки при инфекции Sars-Cov-2 составляет 65%. В 35% случаев рентгенологическому методу при наличии инфекции Sars-Cov-2 не удалось идентифицировать патологические изменения легочной ткани, поэтому при труднодоступности КТ-исследования допустимо использование рентгенографии грудной клетки как первичного исследования, но при отрицательном результате рентгенографии КТ грудной клетки остается тем не менее необходима. Проведение рентгенографии целесообразно в качестве основного метода предтестовой диагностики, но не единственного метода лучевой диагностики в аспектах диверсификационной стратегии.

Участие авторов

Литвиненко Е.А. – подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Ерошенко М.М. – подготовка и редактирование текста, концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне.

Бурова И.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста.

Authors' participation

Litvinenko E.A. – preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Erovoenko M.M. – text preparation and editing, concept and design of the study, participation in scientific design.

Burova I.V. – conducting research, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Список литературы

- Юдин А.Л., Абович Ю.А., Юматова Е.А., Бронов О.Ю. COVID-19. Вопросы диагностики и лечения поражения легких. *Медицинская визуализация*. 2020; 24 (2): 37–49. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-2-37-49>
- Narahwa T.A., Lai Yau T.H., Lim-Cooke M.S., Al-Haddi S., Zeinah M., Harky A. The optimal diagnostic methods for COVID-19. *Diagnosis (Berl.)*. 2020; 7 (4): 349–356. <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0058>
- Морозов С.П., Чернина В.Ю., Блохин И.А., Гомболевский В.А. Прогнозирование исходов при лабораторно-верифицированном COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки: ретроспективный анализ 38 051 пациента. *Digital Diagnostics*. 2020; 1 (1): 27–36. <https://doi.org/10.17816/DD46791>
- Aljondi R., Alghamdi S. Diagnostic Value of Imaging Modalities for COVID-19: Scoping Review. *J. Med. Internet Res.* 2020; 22(8): e19673. <https://doi.org/10.2196/19673>
- Bai H.X., Hsieh B., Xiong Z., Halsey K., Choi J.W., Tran T.M.L., Pan L., Shi L.B., Wang D.C., Mei J., Jiang X.L., Zeng Q.H., Eglin T.K., Hu P.F., Agarwal S., Xie F.F., Li S., Healey T., Atalay M.K., Liao W.H. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. *Radiology*. 2020; 296(2): E46–E54. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200823>
- Замятина К.А., Михайлюк К.А., Курочкина А.И., Демидова В.С., Кармазановский Г.Г. COVID-19: сравнение динамики КТ-семиотики легких и биохимических показателей у пациентов в группах с положительным ОТ-ПЦР и трехкратным отрицательным ОТ-ПЦР. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (1): 14–26. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-996>
- Wong H., Lam H., Fong A., Leung S., Chin T., Lo C., Lui M., Lee J., Chiu K., Chung T., Lee E., Wan E., Hung I., Lam T., Kuo M., Ng M. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19. *Radiology*. 2020; 296 (2): E72–E78. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201160>
- Ai T., Yang Z., Hou H., Zhan C., Chen C., Lv W., Tao Q., Sun Z., Xia L. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 2020; 296 (2): E32–E40. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642>
- Islam N., Ebrahimzadeh S., Salameh J.P., Kazi S., Fabiano N., Treanor L., Absi M., Hallgrimson Z., Leeflang M.M., Hooft L., van der Pol C.B., Prager R., Hare S.S., Dennie C., Spijker R., Deeks J.J., Dinnes J., Jenniskens K., Korevaar D.A., Cohen J.F., Van den Bruel A., Takwoingi Y., van de Wijger J., Damen J.A., Wang J., McInnes M.D. Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group. Thoracic imaging tests for the diagnosis of COVID-19. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021; 3: CD013639. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013639.pub4>
- Murphy K., Smits H., Knoop A., Korst M., Samson T., Scholten E., Schalekamp S., Schaefer-Prokop C., Philipsen R., Meijers A., Melendez J., van Ginneken B., Rutten M.. COVID-19 on Chest Radiographs: A Multireader Evaluation of an Artificial Intelligence System. *Radiology*. 2020; 296 (3): E166–E172. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201874>
- Jacobi A., Chung M., Bernheim A., Eber C. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clin. Imaging*. 2020; 64: 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.04.001>
- Abbasi W.A., Abbas S.A., Andleeb S., Ul Islam G., Ajaz S.A., Arshad K., Khalil S., Anjam A., Ilyas K., Saleem M., Chughtai J., Abbas A. COVIDC: An expert system to diagnose COVID-19 and predict its severity using chest CT scans: Application in radiology. *Inform. Med. Unlocked*. 2021; 23: 100540. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100540>
- Borghesi A., Maroldi R. COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression. *Radiol. Med.* 2020; 125 (5): 509–513. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01200-3>



14. Carotti M, Salaffi F, Sarzi-Puttini P, Agostini A, Borgheresi A, Minorati D, Galli M, Marotto D, Giovagnoni A. Chest CT features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia: key points for radiologists. *Radiol. Med.* 2020; 125: 636–646. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01237-4>

References

1. Yudin A.L., Abovich Yu.A., Yumatova E.A., Bronov O.Yu. COVID-19. Diagnosis and treatment of lung damage. *Medical Visualization.* 2020; 24 (2): 37–49. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-2-37-49> (In Russian)
2. Harahwa T.A., Lai Yau T.H., Lim-Cooke M.S., Al-Haddi S., Zeinah M., Harky A. The optimal diagnostic methods for COVID-19. *Diagnosis (Berl.).* 2020; 7 (4): 349–356. <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0058>
3. Morozov S.P., Chernina V.Yu., Blokhin A.I., Gombolevskiy V.A. Chest computed tomography for outcome prediction in laboratory-confirmed COVID-19: a retrospective analysis of 38,051 cases. *Digital Diagnostics.* 2020; 1 (1): 27–36. <https://doi.org/10.17816/DD46791> (In Russian)
4. Aljondi R., Alghamdi S. Diagnostic Value of Imaging Modalities for COVID-19: Scoping Review. *J. Med. Internet Res.* 2020; 22 (8): e19673. <https://doi.org/10.2196/19673>
5. Bai H.X., Hsieh B., Xiong Z., Halsey K., Choi J.W., Tran T.M.L., Pan L., Shi L.B., Wang D.C., Mei J., Jiang X.L., Zeng Q.H., Egglin T.K., Hu P.F., Agarwal S., Xie F.F., Li S., Healey T., Atalay M.K., Liao W.H. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. *Radiology.* 2020; 296(2): E46–E54. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200823>
6. Zamyatina K.A., Mikhailyuk K.A., Kurochkina A.I., Demidova V.S., Karmazanovsky G.G. COVID-19: comparison lung CT signs and biochemical parameters in the groups of patients with three-time positive RT-PCR and with triple negative RT-PCR test during the period of hospitalization. *Medical Visualization.* 2021; 25 (1): 14–26. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-996> (In Russian)
7. Wong H., Lam H., Fong A., Leung S., Chin T., Lo C., Lui M., Lee J., Chiu K., Chung T., Lee E., Wan E., Hung I., Lam T., Kuo M., Ng M. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19. *Radiology.* 2020; 296 (2): E72–E78. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201160>
8. Ai T., Yang Z., Hou H., Zhan C., Chen C., Lv W., Tao Q., Sun Z., Xia L. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology.* 2020; 296 (2): E32–E40. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642>
9. Islam N., Ebrahimzadeh S., Salameh J.P., Kazi S., Fabiano N., Treanor L., Absi M., Hallgrimson Z., Leeflang M.M., Hooft L., van der Pol C.B., Prager R., Hare S.S., Dennie C., Spijker R., Deeks J.J., Dinnes J., Jenniskens K., Korevaar D.A., Cohen J.F., Van den Bruel A., Takwoingi Y., van de Wijert J., Damen J.A., Wang J., McInnes M.D. Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group. Thoracic imaging tests for the diagnosis of COVID-19. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 3: CD013639. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013639.pub4>
10. Murphy K., Smits H., Knoop A., Korst M., Samson T., Scholten E., Schalekamp S., Schaefer-Prokop C., Philippsen R., Meijers A., Melendez J., van Ginneken B., Rutten M.. COVID-19 on Chest Radiographs: A Multireader Evaluation of an Artificial Intelligence System. *Radiology.* 2020; 296 (3): E166–E172. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201874>
11. Jacobi A., Chung M., Bernheim A., Eber C. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clin. Imaging.* 2020; 64: 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.04.001>
12. Abbasi W.A., Abbas S.A., Andleeb S., Ul Islam G., Ajaz S.A., Arshad K., Khalil S., Anjam A., Ilyas K., Saleem M., Chughtai J., Abbas A. COVIDC: An expert system to diagnose COVID-19 and predict its severity using chest CT scans: Application in radiology. *Inform. Med. Unlocked.* 2021; 23: 100540. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100540>
13. Borghesi A., Maroldi R. COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression. *Radiol. Med.* 2020; 125 (5): 509–513. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01200-3>
14. Carotti M, Salaffi F, Sarzi-Puttini P, Agostini A, Borgheresi A, Minorati D, Galli M, Marotto D, Giovagnoni A. Chest CT features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia: key points for radiologists. *Radiol. Med.* 2020; 125: 636–646. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01237-4>

Для корреспонденции*: Бурова Илона Вячеславовна – Краснодар, ул. Базовская, 69, кв. 145. Тел.: +7-961-453-76-37. E-mail: Ilona-bu@mail.ru
Литвиненко Елена Александровна – канд. мед. наук, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ “Краевая клиническая больница № 2” Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар.

Еровенко Мария Михайловна – врач-рентгенолог ГБУЗ “Краевая клиническая больница № 2” Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар.

Бурова Илона Вячеславовна – медицинская сестра палатная ГБУЗ “Краевая клиническая больница № 2” Министерства здравоохранения Краснодарского края; студентка V курса КубГМУ, Краснодар. <https://orcid.org/0000-0002-9787-8914>

Contact*: Ilona V. Burova – apt 145, 69, Bazovskaya str., Krasnodar, Russian Federation. Phone: +7-961-453-76-37. E-mail: Ilona-bu@mail.ru

Elena A. Litvinenko – Head of the Department of Radiation Diagnostics of Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region, Krasnodar.

Maria M. Erovenko – radiologist of Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region, Krasnodar.

Ilona V. Burova – ward nurse of Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region, 5th year student of Kuban State Medical University, Krasnodar. <https://orcid.org/0000-0002-9787-8914>