

## COVID-19: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОТВЕТЕ НА НОВЫЙ ВЫЗОВ

Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Беляева К.А.

**С** COVID-19 или Coronavirus disease-19 – это острое инфекционное заболевание, вызываемое коронавирусом SARS-Cov-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2). Впервые выявленный в г. Ухань, КНР в декабре 2019 года, COVID-19 широко распространился за пределы Китая. Высокая контагиозность заболевания, тяжелое клиническое течение и повышенный риск развития осложнений, приводящих к летальному исходу – все это определяет COVID-19 как наиболее актуальную проблему мирового медицинского сообщества.

Отдельного внимания заслуживает сегодня не только клиническая, лабораторная, но и лучевая диагностика проявлений легочной патологии при COVID-19. Данный научный обзор направлен на освещение наиболее важных критериев рентгенологической и КТ-диагностики патологических изменений легких у пациентов с COVID-19 по данным отечественных и зарубежных авторов.

**Ключевые слова:** COVID-19, коронавирус, вирусная пневмония, КТ легких.

**Контактный автор:** Беляев А.С., e-mail: [as-belyaev@inbox.ru](mailto:as-belyaev@inbox.ru)

*Для цитирования:* Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Беляева К.А. COVID-19: первые результаты лучевой диагностики в ответе на новый вызов. REJR 2020; 10(1):8-15. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-1-8-15.

**Статья получена:** 20.03.20

**Статья принята:** 30.03.20

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

## COVID-19: FIRST RESULTS OF RADIOLOGY IN RESPONSE TO A NEW CHALLENGE

Ternovoy S.K., Serova N.S., Belyaev A.S., Belyaeva K.A.

**С** COVID-19 or Coronavirus disease-19 is an acute infectious disease caused by the SARS-Cov-2 coronavirus (Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2). First identified in Wuhan, China in December 2019, COVID-19 has spread widely beyond China. High contagiousness of the disease, severe clinical course and increased risk of complications leading to death – all this defines COVID-19 as the most urgent problem of the world medical community.

Special attention should be paid not only to the clinical, laboratory, but also to the radiological diagnosis of manifestations of pulmonary pathology in COVID-19. This scientific review is aimed at highlighting the most important criteria for x-ray and CT diagnostics of pathological lung changes in patients with COVID-19 according to Russian and foreign authors.

**Keywords:** COVID-19, coronavirus, viral pneumonia, CT of the lungs.

**Corresponding author:** Belyaev A. S., [as-belyaev@inbox.ru](mailto:as-belyaev@inbox.ru)

*For citation:* Ternovoy S.K., Serova N.S., Belyaev A.S., Belyaeva K.A. COVID-19: first results of radiology in response to a new challenge. REJR 2020; 10(1):8-15. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-1-8-15.

**Received:** 20.03.20

**Accepted:** 30.03.20

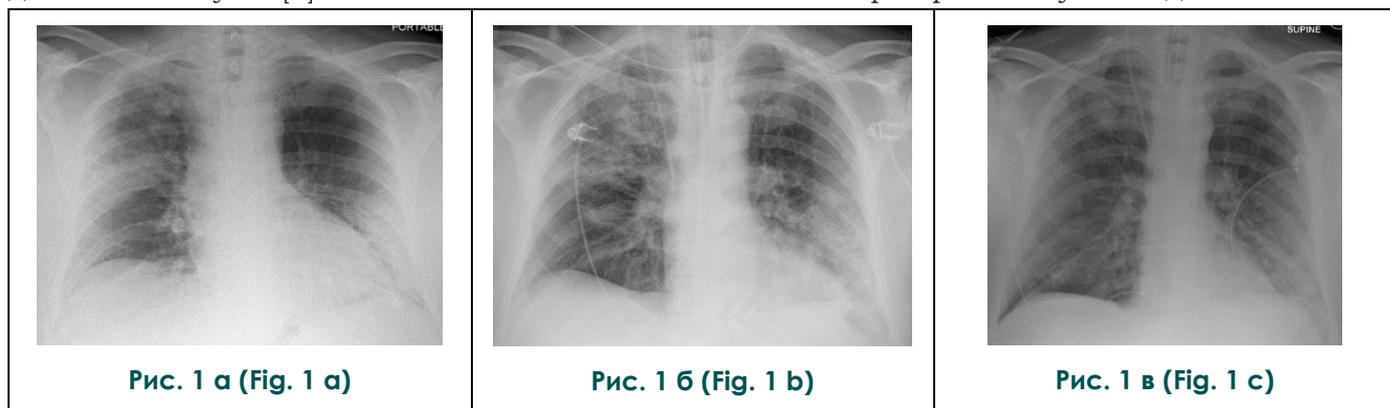
I. M. Sechenov First Medical State University. Moscow, Russia.

**К**оронавирусы широко известны во всем мире большим представительством возбудителей различных эпидемиологически значимых инфекционных заболеваний. За последние два десятилетия наиболее известными стали SARS-CoV (Severe acute respiratory syndrome - related coronavirus), эпидемия которого возникла в 2002 году в Китае, а также MERS-Cov (Middle East respiratory syndrome - related coronavirus), получивший в последствии название «ближневосточный респираторный синдром» в 2013 году [1, 2, 3]. Оба этих вируса продемонстрировали наличие общих черт в пути передачи инфекции и преимущественном поражении нижних дыхательных путей [2].

санитарно-эпидемиологических мер, принимаемых во всех странах, столкнувшихся с инфекцией [5].

Клиническая симптоматика у большинства пациентов включала признаки поражения нижних дыхательных путей с лихорадкой, сухим кашлем и одышкой [3, 6]. Кроме того, ряд авторов описывает проявление нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта у пациентов с COVID-19 [6, 7]. Также отмечено наличие миалгии, повышенной утомляемости и головной боли [8]. Наличие у ряда пациентов с COVID-19 неврологических симптомов, что может указывать на тропизм вируса к клеткам нервной ткани [9].

Лабораторная и лучевая диагностика яв-



**Рис. 1. Рентгенография ОГК, прямая проекция.**

Пациент, 55 лет. 6 дней температура, нарастающая одышка\*

а – Мультифокальные сливные затемнения в средней доле правого легкого и нижней доле левого легкого.

б – снимок в условиях ОИТ. Прогрессирование в верхнюю долю правого и нижнюю долю левого легкого в виде участков интерстициального затемнения.

в – процесс разрешения воспалительных изменений в обоих легких через 7 дней.

**Fig. 1. Chest radiography, plain view.**

Patient, 55 years old. 6 days temperature, increasing shortness of breath\*

a - Multifocal darkening in the middle lobe of the right lung and the lower lobe of the left lung.

b - ICU conditions. Progression to the upper lobe of the right and lower lobe of the left lung as interstitial darkening areas.

c - resolving inflammatory changes in both lungs after 7 days.

\* <https://radiopaedia.org/cases/covid-19-pneumonia-24?lang=us>

Инфекция COVID-19, выявленная в декабре 2019 года в КНР, стала наиболее масштабной среди всех ранее возникающих эпидемий коронавирусных инфекций и быстро приобрела пандемическое значение [1, 4]. Всего за пару месяцев число пациентов с COVID-19 превысило отметку в 1 миллион человек по всему миру (по состоянию на 03.04.2020) и продолжает расти [4]. Статистика показывает, что темпы роста заболевших ускоряются с каждым днем. Высокая степень вирулентности SARS-CoV-2 определяет значимость беспрецедентных

являются основными звеньями в определении диагноза COVID-19 [3]. В качестве основного инструмента лабораторного подтверждения наличия вируса у пациентов используется ПЦР для выявления РНК SARS-CoV-2: для анализа производится мазок из носа, носоглотки и/или ротоглотки [8].

**Лучевая диагностика.**

Лучевая диагностика легочных проявлений COVID-19 проводится с помощью двух основных методов – рентгенографии и компьютерной томографии (КТ) органов грудной клет-



Рис. 2 (Fig. 2)

**Рис. 2. Рентгенография ОГК, прямая проекция.**

Пациент, 30 лет. Общее недомогание и лихорадка 5 дней, 2 дня кашель и затрудненное дыхание.\*

Негомогенные затемнения в обоих легких, с нечеткими контурами. Изменения более выражены в правом легком.

**Fig. 2. Chest radiography, plain view.**

Patient, 30 years old. General malaise and fever 5 days, 2 days cough and shortness of breath\*

Inhomogeneous darkening in both lungs, with indistinct contours. The changes are stronger in the right lung.

\*<https://www.sirm.org/2020/03/21/covid-19-caso-59/>

ки [3,7-11]. Результаты визуализации варьируют в зависимости от возраста пациента, его иммунологической реактивности, стадии заболевания во время исследования, терапии и др. [9].

Zhe Xu, Lei Shi, Yijin Wang et. al. (2020) описывают, что у 50-ти летнего пациента с классической симптоматикой COVID-19 (температура, кашель, одышка), который посещал г. Ухань незадолго до исследования, на рентгенограмме ОГК отмечаются множественные двусторонние поражения в виде пятнистых неоднородных теней в обоих легких [12]. С помощью рентгенографии осуществлялся контроль прогрессирования пневмонии. Отечественные авторы также сходятся во мнении, что при рентгенографии грудной клетки определяются двусторонние сливные инфильтративные затемнения, которые чаще локализуются в базальных отделах легких [8].

Рентгенографию ОГК при COVID-19 рекомендовано использовать в отделении интенсивной терапии для ежедневного контроля статуса пациентов в критическом состоянии (Рис.1,2) [13].

Разумеется, при подобном течении заболевания необходимо использовать компьютерную томографию ОГК у пациентов с признаками вирусной пневмонии COVID-19 (Рис. 3) [3, 14].

Среди основных КТ-признаков вирусной пневмонии COVID-19 авторы отмечают инфильтраты округлой формы по типу «матового стекла». Инфильтраты, в основном, имеют периферическую локализацию. Отмечено, что

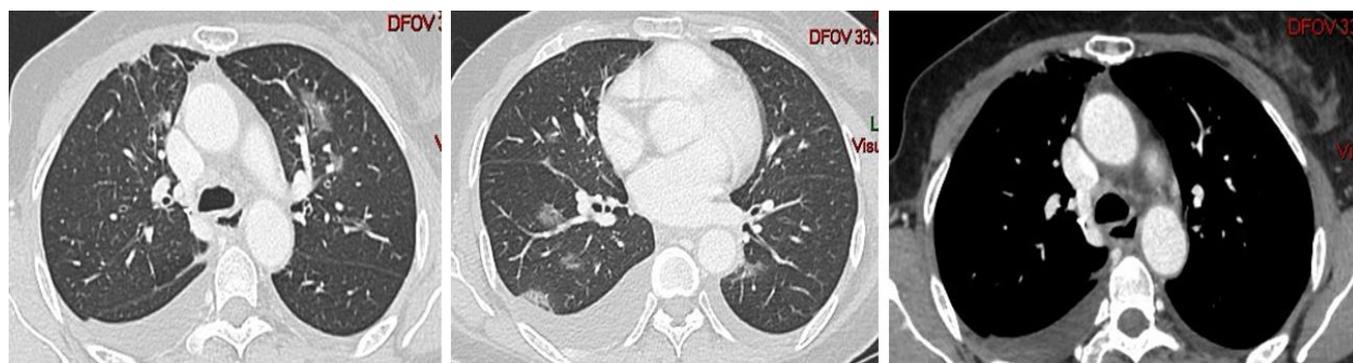


Рис. 3 (Fig. 3)

**Рис. 3. Компьютерная томография ОГК, аксиальная проекция.**

Пациентка, 58 лет, без симптомов. В обоих легких, преимущественно в правом, определяется снижение прозрачности по типу «матового стекла», обусловленное уплотнением септального интерстиция и частичным заполнением респираторных отделов воздухом. Наблюдается небольшое скопление жидкости в плевральных полостях.

**Fig. 3. Chest computed tomography, axial view.**

Patient, 58 years old, no symptoms. In both lungs, mainly in the right, a decrease in transparency is determined by the type of "ground glass", due to the flattening of the septal interstitial and partial filling of the respiratory parts with air. There is a small accumulation of fluid in the pleural cavities.

<https://www.sirm.org/2020/03/30/covid-19-caso-69/>



Рис. 4 (Fig. 4)

**Рис. 4. Компьютерная томография ОГК, аксиальная проекция.**

Синдром «булыжной мостовой», который представляет собой двустороннее поражение легких по типу «матового стекла» в сочетании с ретикулярным паттерном, обусловленным утолщением междолькового и паренхиматозного интерстиция или заполнением патологическим

**Fig. 4. Chest computed tomography, axial view.**

"Cobblestone" syndrome, which is a bilateral lung lesion of the "ground glass" type in combination with a reticular pattern caused by thickening of the interlobular and parenchymal interstitial or filling of the pathological contents of the air space along the periphery of the lobes.

<https://www.sirm.org/2020/03/18/covid-19-caso-53/>

данные изменения часто располагаются вдоль бронхосудистых пучков [9]. Кроме того, определяются участки консолидации и ретикулярные изменения. Типичная COVID-19 пневмония имеет двусторонний характер, с преимущественным поражением нижних долей легких (Рис. 4) [7, 8, 12].

Не характерными для COVID-19 пневмонии являются полостные поражения легких, выпоты и лимфаденопатия [9]. Также отмечено, что вышеописанные изменения могут возникать в легких на более поздних стадиях пневмонии (Рис. 5) [14].

Авторы отмечают, что в дебюте заболевания могут отсутствовать рентгенологические и КТ-признаки вирусной пневмонии, что, при сохранении симптомов, требует повторного исследования через 3-4 дня (Рис.6) [9].

Heshui Shi, Xiaoyu Han, Nanchuan Jiang et. al. (2020) исследовали 81 человека и смогли разделить всех пациентов на 4 группы на основании временного интервала между появлением изменений на компьютерной томографии:

группа 1 – субклинические случаи, при

которых КТ выполнена до появления симптомов - типичная картина демонстрировала односторонние мультифокальные участки по типу «матового стекла». Утолщения междольковых перегородок, прилегающей плевры, а также бронхоэктазии, плеврального выпота или лимфаденопатии в этой группе не наблюдалось или встречалось крайне редко.

группа 2 – КТ выполнена  $\leq 1$  недели после появления симптомов – поражения легочной ткани на томографии быстро приобретали двустороннюю локализацию у большинства пациентов и диффузный характер участков «матового стекла». У 5% пациентов отмечался плевральный выпот, лимфаденопатия – 14%.

группа 3 – КТ выполнена  $>1-2$  недели после появления симптомов - по мере прогрессирования заболевания изменения по типу «матового стекла» по-прежнему были преобладающим признаком пневмонии, однако, на этом этапе, авторы отмечали появления паттернов консолидации у части пациентов (30%).

группа 4 – КТ выполнена  $>2-3$  недели спустя появления симптомов – также сохранялись изменения по типу матового стекла, определялось утолщение прилегающей плевры, выпот и у 13% пациентов обнаружена лимфаденопатия.

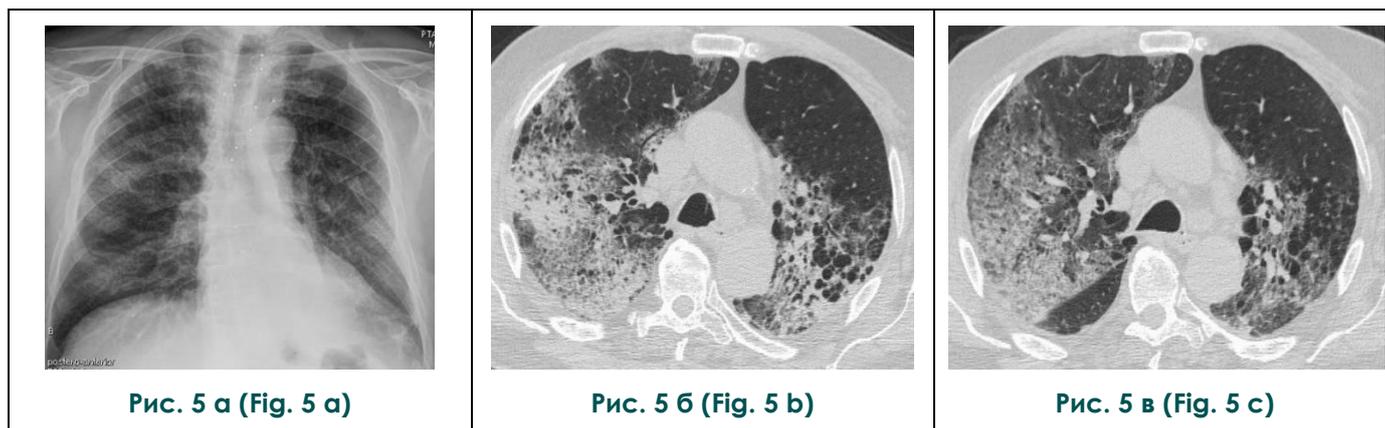
Авторы также описывают, что у трех пациентов развился респираторный дистресс-синдром, который, с учетом сопутствующей патологии (туберкулез, сахарный диабет, артериальная гипертензия), привел к летальному исходу. Во всех трех случаях на последовательных КТ-исследованиях обнаружено прогрессирование характерной для пневмонии COVID-19 легочной патологии.

**Обсуждение.**

Коронавирусная инфекция COVID-19 – настоящий вызов для человечества на пороге 2020 года. Наряду с клинической и лабораторной диагностикой патологии, одну из ведущих ролей занимает рентген и КТ-исследования органов грудной клетки.

Рентгенологическое исследование у пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19 на предмет поиска легочной патологии, характерной для вирусной пневмонии, обладает недостаточной специфичностью [5, 11]. Классические исследования в прямой и боковой проекциях дают первичную информацию о локализации и объеме пневмонии, но не уточняют природу воспалительных изменений в легких [7]. Одновременно с этим, вышеописанных характеристики патологии и удобство рентгенологического метода обуславливают его широкое применение в оценке динамики лечения пневмонии COVID-19 у пациентов в отделении интенсивной терапии [13].

Компьютерная томография органов грудной клетки наиболее значима в определении



**Рис. 5. Рентгенограмма (а) и компьютерная томография (б, в) ОГК, прямая проекция (Rg) и аксиальная проекция (КТ).**

Пациент, 83 года, кашель и температура на протяжении 3 дней с пиком 38.9°.

а - На рентгенограмме органов грудной клетки в прямой проекции определяется: прозрачность легочной ткани неоднородно понижена за счет зон инфильтрации средней интенсивности с нечеткими контурами на фоне усиленного легочного рисунка.

б, в - в обоих легких определяется тонкий сетчатый рисунок, вызывающий затемнение по типу «матового стекла», что обусловлено уплотнением септального интерстиция, преимущественно в нижних долях обоих легких уплотнение интерстициальной ткани представлено перибронхиальной консолидацией, на фоне которой видно формирование мелких кист.

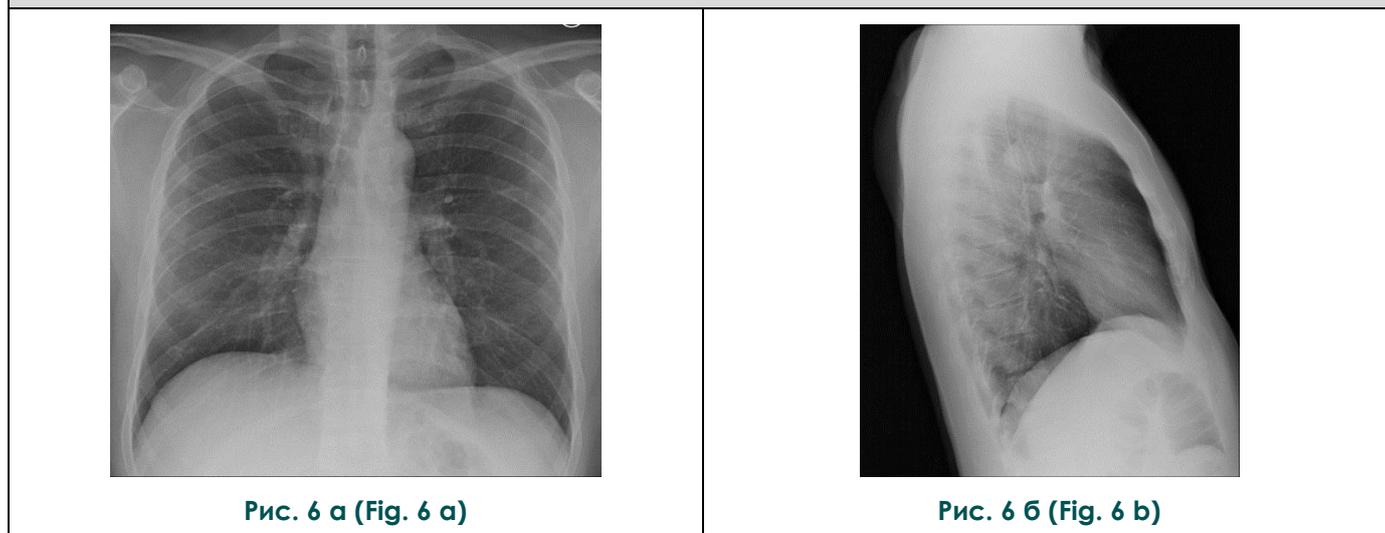
**Fig. 5. Chest x-ray (a) and computed tomography (b, c), plain view (Rg) and axial view (CT).**

Patient, 83 years old, cough and fever for 3 days with a peak of 38.9°.

a - on the x-ray of the chest organs in a direct projection determined: the transparency of the lung tissue is inhomogeneously reduced due to medium-intensity infiltration zones with indistinct contours against the background of an enhanced pulmonary pattern.

b,c - in both lungs, determined by the fine mesh pattern areas darkening the type of "ground glass" due to seal septal interstitium, predominantly in the lower lobes of both lungs seal the interstitial tissue presents peribronchial consolidation, which shows the formation of small cysts.

<https://www.sirm.org/2020/03/30/covid-19-caso-67/>



**Рис. 6 а (Fig. 6 а)**

**Рис. 6 б (Fig. 6 б)**



Рис. 6 в (Fig. 6 c)



Рис. 6 г (Fig. 6 d)



Рис. 6 д (Fig. 6 e)



Рис. 6 е (Fig. 6 f)

**Рис. 6. Рентгенограммы и КТ-изображения ОГК.**

а, б – рентгенограмма ОГК, прямая и боковая проекции. Убедительных признаков наличия легочной патологии воспалительного характера не выявлено.

в, г – в верхних долях обоих легких определяется снижение прозрачности по типу «матового стекла» за счет уплотнения септальной интерстициальной ткани

д – аналогичные изменения определяются в средней и нижней доле правого и верхней и нижней доле левого легкого

е – изменения по типу «матового стекла» во всех долях правого легкого.

**Fig. 6. Chest x-ray and CT.**

a, b – chest x-ray, plain and side views. Convincing signs of the presence of pulmonary pathology of an inflammatory nature were not detected.

c, d – in the upper lobes of both lungs, a decrease in transparency is determined by the type of "ground glass" due to the compaction of the septal interstitial tissue

e-similar changes are detected in the middle and lower lobe of the right and upper and lower lobe of the left lung

f - changes in the "frosted glass" type in all lobes of the right lung

степени выраженности изменений в легочной ткани при COVID-19 [13, 14]. Среди основных симптомов, характерных для вирусной SARS-CoV-2 пневмонии, следует отметить мультифокальные очаги уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», расположенные в периферических отделах преимущественно нижних долей легких, а также, при прогрессировании заболевания, появление признаков консолидации, утолщение междольковых перегородок по типу «булыжной мостовой», и увеличение объема инфильтративного поражения легочной ткани вплоть до картины «белого легкого».

Авторы сходятся во мнении, что КТ является основным методом выбора в диагностике COVID-19 пневмонии, а также ее высокую информативность на этапах динамического наблюдения пациентов с разной степенью тяжести.

На нынешнем этапе борьбы с коронавирусной инфекцией самой важной задачей медицинского сообщества является скоординиро-

ванный междисциплинарный подход к диагностике и лечению ее проявлений. Отдельного внимания заслуживает профилактика возникновения инфекции у всех категорий граждан ввиду высокой контагиозности COVID-19. Ограничительные меры, которые вводятся по всему миру, уже показали свою эффективность в снижении темпов роста заболевших, и, следовательно, уменьшении нагрузки на лечебно-профилактические учреждения разных стран.

COVID-19 – серьезная проверка для мировой медицины, в которой лучевой диагностике заболевания отведено особое место в контроле выявляемости и динамическом наблюдении за пациентами с коронавирусной инфекцией.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

### Список Литературы:

- Rodriguez-Morales A. J. et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel medicine and infectious disease*, 2020; 101623. doi:10.1016/j.tmaid.2020.101623.
- Song Zh. et al. From SARS to MERS, Thrusting Coronaviruses into the Spotlight. *Viruses*, 2019; 11: 59. doi:10.3390/v11010059.
- Shi H., Han X., Jiang N., Cao Y., Alwalid O., Gu J., Fan Y., Zheng Ch. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*, 2020; 20: 425–34. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30086-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30086-4).
- <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
- Velavan T. P., Meyer C. G. The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*, 2020. 25 (3): 278–280. doi:10.1111/tmi.13383
- Weston S., Frieman M. COVID-19: Knowns, Unknowns, and Questions. *MB*, 2020. mSphere5: e00203-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00203-20>.
- Hosseiny M., Kooraki S., Gholamrezaezhad A., Reddy S., Myers L. Radiology Perspective of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Lessons From Severe Acute Respiratory Syndrome and Middle East Respiratory Syndrome. *American Journal of Roentgenology*, 2020. 1-5. doi.org/10.2214/AJR.20.22969

### References:

- Rodriguez-Morales A. J. et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel medicine and infectious disease*, 2020; 101623. doi:10.1016/j.tmaid.2020.101623.
- Song Zh. et al. From SARS to MERS, Thrusting Coronaviruses into the Spotlight. *Viruses*, 2019; 11: 59. doi:10.3390/v11010059.
- Shi H., Han X., Jiang N., Cao Y., Alwalid O., Gu J., Fan Y., Zheng Ch. Radiological findings from 81 patients with COVID-19

- Никифоров В.В., Суранова Т.Г., Миронов А. Ю., Забозлаев Ф.Г. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика, Москва, 2020. 48 с.
- Прилуцкий А.С. Коронавирусная болезнь 2019. Часть 2: клиника, диагностика, лечение, профилактика. *Вестник гигиены и эпидемиологии*, 2020. 24 (1): 87-101.
- Li Y., Xia L. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Role of Chest CT in Diagnosis and Management. *AJR*, 2020; 214:1–7. doi.org/10.2214/AJR.20.22954.
- Kooraki S. et al. Coronavirus (COVID-19) Outbreak: What the Department of Radiology Should Know. *American College of Radiology*, 2020; 20: 1546-1440. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.02.008>
- Xu Zh. et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med*, 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30076-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30076-X)
- Сперанская А.А. Лучевые проявления новой коронавирусной инфекции COVID-19. *Лучевая диагностика и терапия*, 2020; 11 (1): 18-26. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1-18-25>.
- <https://radiogyan.com/articles/coronavirus-radiology/#imaging-features-of-novel-coronavirus-covid-19-on-ct>

- pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*, 2020; 20: 425–34. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30086-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30086-4).
- <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
- Velavan T. P., Meyer C. G. The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*, 2020. 25 (3): 278–280. doi:10.1111/tmi.13383
- Weston S., Frieman M. COVID-19: Knowns, Unknowns, and Questions. *MB*, 2020. mSphere5: e00203-20.

<https://doi.org/10.1128/mSphere.00203-20>.

7. Hosseiny M., Kooraki S., Gholamrezanezhad A., Reddy S., Myers L. Radiology Perspective of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Lessons From Severe Acute Respiratory Syndrome and Middle East Respiratory Syndrome. *American Journal of Roentgenology*, 2020. 1-5. doi.org/10.2214/AJR.20.22969

8. Nikiforov V.V., Suranova T.G., Mironov A. Yu., Zabozlaev F.G. New coronavirus infection (COVID-19): etiology, epidemiology, clinic, diagnosis, treatment and prevention, Moscow, 2020. 48 p. (in Russian).

9. Prilutskiy A.S. Coronavirus disease 2019. Part 2: clinic, diagnosis, treatment, prevention. *Bulletin of hygiene and epidemiology*, 2020. 24 (1): 87-101. (in Russian)

10. Li Y., Xia L. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Role of Chest CT in Diagnosis and Management. *AJR*, 2020; 214:1-7.

doi.org/10.2214/AJR.20.22954.

11. Kooraki S. et al. Coronavirus (COVID-19) Outbreak: What the Department of Radiology Should Know. *American College of Radiology*, 2020; 20: 1546-1440.

<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.02.008>

12. Xu Zh. et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med*, 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30076-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30076-X)

13. Speranskaya A. A. Radiation manifestations of a new coronavirus infection COVID-19. *Radiation diagnostics and therapy*, 2020; 11 (1): 18-26. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1-18-25>. (in Russian)

14. <https://radiogyan.com/articles/coronavirus-radiology/#imaging-features-of-novel-coronavirus-covid-19-on-ct>.