

Получена: 1 августа 2021 / Принята: 02 сентября 2021 / Опубликовано online: 31 октября 2021

DOI 10.34689/SH.2021.23.5.002

УДК 616.24-314-073.75(048)

## МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЛЕГКИХ НА РЕНТГЕНОГРАММАХ ПРИ COVID-19: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**Мадина Р. Мадиева**<sup>1</sup>, <http://orcid.org/0000-0001-6431-9713>

**Альфия М. Буkenова**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-7395-7119>

**Нурасыл Б. Бектурганов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-4347-1964>

**Анаркуль Г. Куанышева**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6194-1029>

**Александр В. Рахимбеков**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-3894-2397>

<sup>1</sup> НАО «Медицинский университет Семей», Кафедра радиологии,  
г. Семей, Республика Казахстан;

### Резюме

**Введение:** COVID-19 (коронавирусная болезнь - 2019) - инфекционное заболевание, вызываемое вирусом SARS-CoV-2. По данным ВОЗ, на 21 сентября 2021 года подтверждено 228 807 631 случаев, 4 697 099 смертей. В связи с чем, актуальным остается вопрос своевременной диагностики COVID- ассоциированной пневмонии. «Золотым стандартом» диагностики которого является Компьютерная томография (КТ). В условиях пандемии нагрузка на КТ аппараты возросла в геометрической прогрессии. Необходимо искать альтернативные решения для рентгенологической оценки поражения легких. Стандартная рентгенография органов грудной клетки, по сравнению с компьютерной томографией, является недорогим методом, доступным у постели больного и имеет низкое радиационное облучение.

**Цель:** провести анализ различных методик оценки степени тяжести поражения легких на рентгенограммах у пациентов с COVID-19 путем изучения статей на английском языке в базе данных PubMed, Google Scholar.

**Стратегия поиска:** Отбор статей проводился в электронных базах данных PubMed, Google Scholar. Всего найдено 843 статей, из них путем проведения отбора в два этапа в обзор включили 17 статей. Критерии включения: 1. РКИ, когортные исследования. 2. Промежуток времени 2019-2021 год. 3. Статьи с бесплатным полным текстом. Критерии исключения: описания клинических случаев, исследования серии клинических случаев, систематические обзоры.

**Результаты:** Все исследуемые методы оценки тяжести поражения легких на рентгенограммах могут быть применимы на практике, так как использование этих методик доказали их значимость. Однако, для каждого уровня оказания медицинской помощи целесообразнее использовать определенные методики, предложенные различными авторами. На уровне первичной медико- санитарной и неотложной помощи наиболее применимы методы: RALE, Tussieet. al., Hyunjoong W. Kim et. al., метод предложенный Британским обществом торакальной визуализации. В то время как в стационарных условиях лучше использовать методы Brixia, Модифицированная система оценки, «Pennie score», адаптированный метод Feng et al., COX- RADS.

**Ключевые слова:** рентгенография органов грудной клетки, COVID-19, SARS-CoV-2, коронавирусная пневмония, методика оценки тяжести пневмонии.

### Abstract

## METHODS FOR ASSESSING SEVERITY OF LUNG LESION ON RADIOGRAPHS IN COVID-19: LITERATURE REVIEW

**Madina R. Madiyeva**<sup>1</sup>, <http://orcid.org/0000-0001-6431-9713>

**Alfiya M. Bukenova**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-7395-7119>

**Nurasyil B. Bekturganov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-4347-1964>

**Anargul G. Kuanysheva**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6194-1029>

**Alexander V. Rakhimbekov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-3894-2397>

<sup>1</sup> NCJSC "Semey Medical University", Department of Radiology, Semey, Republic of Kazakhstan.

**Introduction:** COVID-19 (coronavirus disease-2019) - an infectious disease caused by the virus SARS-CoV-2. According to the WHO, as of September 21, 2021, 228 807 631 cases were confirmed, 4,697,099 deaths. In this regard, the issue of timely diagnosis of COVID-associated pneumonia remains urgent. The "gold standard" for the diagnosis of which is computed tomography (CT). Under the pandemic conditions, the load on CT devices increased exponentially. It is necessary to look for alternative solutions for radiological assessment of lung damage. Standard chest radiography, in comparison with computed tomography, is an inexpensive method available at the patient's bedside and has low radiation exposure.

**Aim:** To analyze various methods for assessing the severity of lung lesions on radiographs in patients with COVID-19 by studying articles in English in the database PubMed, Google Scholar.

**Search strategy:** The selection of articles was carried out in the electronic databases of PubMed, Google Scholar. A total of 843 articles were found, of which 17 articles were included in the review by selection in two stages. Inclusion criteria: 1. Randomized controlled trials, cohort studies. 2. The time period is 2019-2021. 3. Articles with free full text. Exclusion criteria: descriptions of clinical cases, studies of a series of clinical cases, systematic reviews.

**Results:** All investigated methods for assessing the severity of lung damage on radiographs can be applied in practice, since the use of these techniques has proven their significance. However, for each level of care, it is more appropriate to use certain techniques proposed by various authors. At the level of primary health care and emergency care, the most applicable methods are: RALE, Tussieet. al., Hyunjoong W. Kim et. al., method proposed by the British Thoracic Imaging Society. While Brixia methods are better used in stationary conditions, the Modified Evaluation System, "Pennie score," an adapted method by Feng et al., COX-RADS.

**Keywords:** chest radiography, COVID-19, SARS-CoV-2, coronavirus pneumonia, methods for assessing the severity of pneumonia.

Түйіндеме

## COVID - 19 РЕНТГЕНОГРАММАЛАРЫНДА ӨКПЕ ЗАҚЫМДАНУЫНЫҢ АУЫРЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ: ӘДЕБИ ШОЛУ

**Мадина Р. Мадиева**<sup>1</sup>, <http://orcid.org/0000-0001-6431-9713>

**Альфия М. Букенова**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-7395-7119>

**Нурасыл Б. Бектурганов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-4347-1964>

**Анаркуль Г. Куанышева**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6194-1029>

**Александр В. Рахимбеков**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-3894-2397>

<sup>1</sup>"Семей медицина университеті" КеАҚ, Радиология кафедрасы, Семей қ., Қазақстан Республикасы.

**Кіріспе:** COVID-19 (коронавирус ауруы-2019)— SARS-CoV-2 вирусынан туындаған жұқпалы ауру. ДДҰ мәліметтері бойынша, 2021 жылдың 21 қыркүйегіндегі жағдай бойынша 228 807 631 жағдай, 4 697 099 өлім расталды. Осыған байланысты, COVID-пневмониясын уақтылы диагностикалау мәселесі өзекті болып қала береді. Диагностиканың «алтын стандарты» компьютерлік томография (КТ) болып табылады. Пандемия жағдайында КТ аппараттарына жүктеме экспоненциалды түрде өсті. Өкпенің зақымдануын рентгенологиялық бағалау үшін балама шешімдерді іздеу керек. Стандартты кеуде рентгенографиясы компьютерлік томографиямен салыстырғанда арзан, науқастың төсегінде оңай қол жетімді және радиацияның төмен әсеріне ие.

**Мақсаты:** PubMed, Google Scholar мәліметтер базасындағы ағылшын тіліндегі мақалаларды зерттеу арқылы COVID-19 пациенттерінің рентгенограммаларында өкпенің зақымдануының ауырлығын бағалаудың әртүрлі әдістеріне талдау жасау.

**Іздеу стратегиясы:** Мақалаларды іріктеу PubMed, Google Scholar электрондық деректер базасында жүргізілді. Барлығы 843 мақала табылды, оның ішінде екі кезеңде іріктеу арқылы шолуға 17 мақала енгізілді. Қосу критерийлері: 1. РБС, когорттық зерттеулер. 2. 2019-2021 жылдар аралығы. 3. Статті с бесплатным полным текстом. Критерии исключения: описания клинических случаев, исследования серии клинических случаев, систематические обзоры.

**Нәтижесі:** Рентгенограммада өкпенің зақымдануының ауырлығын бағалаудың барлық зерттелген әдістерін тәжірибеде қолдануға болады, өйткені бұл әдістерді қолдану олардың маңыздылығын дәлелдеді. Алайда, медициналық көмектің әр деңгейі үшін әртүрлі авторлар ұсынған белгілі бір әдістерді қолданған дұрыс. Алғашқы медициналық - санитарлық және шұғыл көмек деңгейінде ең көп қолданылатын әдістер: RALE, Tussieet. al., Hyunjoong W. Kim et. al., Британдық торакалды бейнелеу қоғамы ұсынған әдіс Стационарлық жағдайда Brixia, Өзгертілген бағалау жүйесі, «Pennie score», Feng et al. бейімделген әдісі, COS- RADS әдістерін қолданған дұрыс.

**Түйінді сөздер:** кеуде қуысының рентгенографиясы, COVID-19, SARS-CoV-2, коронавирустық пневмония, пневмонияның ауырлығын бағалау әдісі.

### Библиографическая ссылка:

Мадиева М.Р., Букенова А.М., Бектурганов Н.Б., Куанышева А.Г., Рахимбеков А.В. Методики оценки степени тяжести поражения легких на рентгенограммах при COVID-19: обзор литературы // Наука и Здоровоохранение. 2021. 5(Т.23). С. 13-22. doi 10.34689/SH.2021.23.5.002

Madiyeva M.R., Bukenova A.M., Bekturganov N.B., Kuanysheva A.G., Rakhimbekov A.V. Methods for assessing severity of lung lesion on radiographs in COVID-19: literature review // Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]. 2021, (Vol.23) 5, pp. 13-22. doi 10.34689/SH.2021.23.5.002

Мадиева М.Р., Букенова А.М., Бектурганов Н.Б., Куанышева А.Г., Рахимбеков А.В. COVID - 19 рентгенограммаларында өкпе зақымдануының ауырлығын бағалау әдістері: әдеби шолу // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2021. 5 (Т.23). Б. 13-22. doi 10.34689/SH.2021.23.5.002

**Введение**

COVID-19 (коронавирусная болезнь-2019)— инфекционное заболевание, вызываемое вирусом SARS-CoV-2. Первые случаи заболевания были зафиксированы в Ухане, Китай, в декабре 2019 года, далее заболевание распространилось по всему миру. Быстрое распространение и тяжесть течения заболевания послужило признанием Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) 11 марта 2020 года началом пандемии [17]. Люди всех возрастов подвержены риску заражения SARS-CoV-2. Однако вероятность серьезного заболевания COVID-19 выше у людей в возрасте  $\geq 60$  лет, тех, кто живет в доме престарелых и у людей с хроническими заболеваниями [24].

По данным ВОЗ, на 21 сентября 2021 года подтверждено 228 807 631 случаев COVID-19, 4 697 099 которых с летальным исходом. Вакцинированных - 5 776 127 976 человек. Каждый день регистрируются более 300 000 новых случаев по всему миру, не считая официально не подтвержденных [30]. Несмотря на то, что вакцины имеют высокий уровень выработки иммунитета (от 50 до 95 %) [16], вирус имеет высокую степень мутаций, которые усложняют борьбу с ним. В связи с чем, актуальным остается вопрос своевременной диагностики COVID-ассоциированной пневмонии.

Компьютерная томография (КТ) в настоящее время считается наиболее чувствительным методом визуализации при подозрении на коронавирусную пневмонию [7,20,14]. В своей статье Сыров А.В. указывает КТ органов грудной клетки как основной метод лучевой диагностики [28]. Нагрузка на КТ аппараты в условиях пандемии возросла в геометрической прогрессии. Результаты данного исследования указывают на то, что КТ грудной клетки проводили всем пациентам с подозрением на коронавирусную инфекцию, бессимптомным больным или пациентам с легкими симптомами ОРВИ и в 90% случаях поражения легких не были выявлены. В данном случае необходимо заметить, что идет некорректное использование ресурсов. Необходимо искать альтернативные методы решения для диагностики [19].

Рентген, по сравнению с компьютерной томографией, является недорогим методом диагностики, доступным у постели больного и имеет низкое радиационное облучение. Однако надо отметить относительно низкую чувствительность рентгена грудной клетки у пациентов с интерстициальной пневмонией, связанной с SARS-CoV-2 [31,29,23], компенсируется путем дополнения их клиническими и лабораторными данными.

На данный момент опубликованы исследования по различным методикам интерпретации рентгенограмм грудной клетки при коронавирусной пневмонии, которые повышают чувствительность данного метода диагностики. Эта статья направлена на изучение данных методик оценки тяжести COVID-19 ассоциированной пневмонии на рентгенограммах.

**Цель:** провести анализ различных методик оценки степени тяжести поражения легких на рентгенограммах

у пациентов с COVID-19 путем изучения статей на английском языке в базе данных PubMed, Google Scholar.

**Стратегия поиска:**

В своей работе мы опирались на принципы PRISMA в отношении качества представления информации о результатах исследования.

**Критерии включения:** 1. Работы с применением новых методов интерпретации рентгенограмм легких при COVID-19 ассоциированных пневмониях. 2. Бесплатный полный текст. 3. РКИ, когортные исследования.

**Критерии исключения:** 1. Описания клинических случаев либо серии случаев и систематические обзоры. 2. Работы, опубликованные до 2019 года.

Глубина поиска составила 3 года.

Данные по пациентам всех возрастов, получавших медицинскую помощь от COVID-19 ассоциированной пневмонии, подтвержденной с помощью ПЦР или серологических тестов.

Отбор статей проводился в электронных базах данных PubMed, Google Scholar по ключевым словам: lung X-ray, chest X-ray, COVID-19, SARS-CoV-2, scoring system.

Для поиска в базе данных PubMed проводились 4 типа запросов:

1. «Lung X-ray and COVID- 19»;
2. «Chest X-ray and COVID- 19»;
3. «Chest X-ray and SARS-CoV-2»;
4. «Lung X-ray and SARS-CoV-2».

В базе данных Google Scholar применяли 3 типа поисковых запросов:

1. Allintitle: Lung X-ray and COVID-19;
2. Allintitle: Chest X-ray and COVID-19;
3. Allintitle: Chest X-ray and scoring system and COVID-19.

**Отбор исследований.**

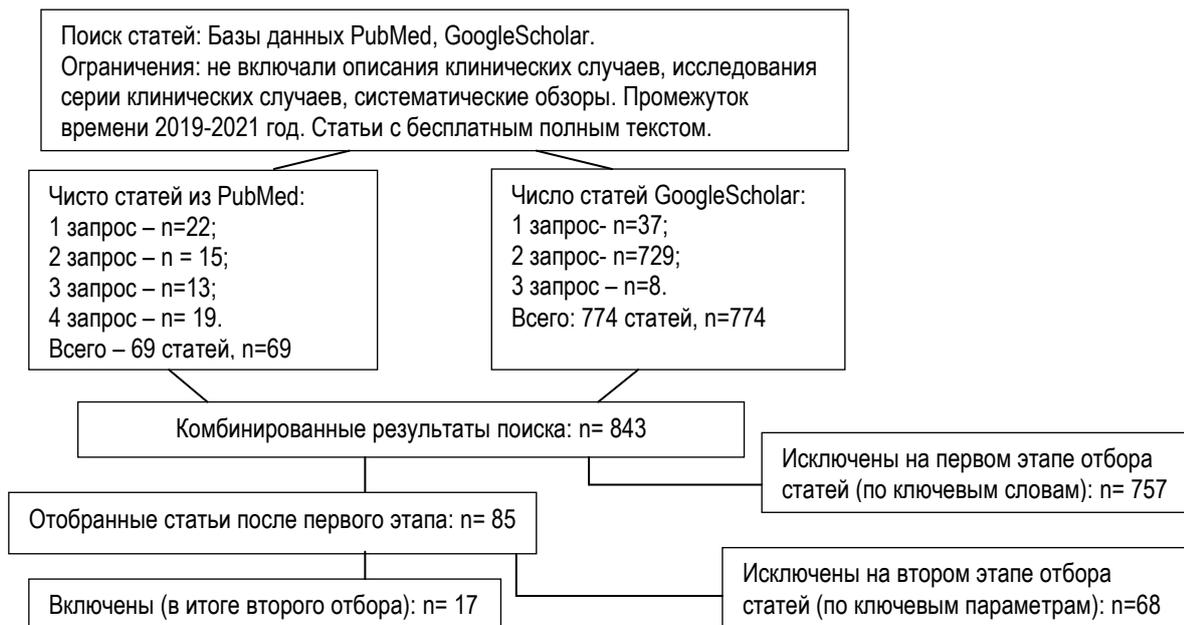
Отбор проводился двумя резидентами - радиологами на первом этапе с помощью автоматического поиска слов "X-ray", "СТ", "scoring system". Затем выполнялся анализ отобранных статей (второй этап отбора), с помощью ключевых параметров, представленных в данной статье ниже. Отбор источников для обзора представлен на рисунке 1.

Второй этап отбора проводился по ключевым параметрам. В таблице 1 представлены данные параметры отбора.

**Обсуждение**

При изучении отобранных нами статей мы выявили 9 методов оценки степени тяжести поражения легких на рентгенограммах при COVID-19 ассоциированной пневмонии. В каждом исследовании использовались термины согласно глоссарию Общества Флейшнера (матовое стекло, консолидация, затемнение и прочее).

В своей статье, опубликованной 2 июля 2020 года, *Marcello A. Orsi et al.* [21], использовал числовую систему оценки, адаптированную из системы рентгенологической оценки отека легких RALE, ее описание приведено в таблице 2.



**Рисунок 1. Стратегия отбора источников.**

(Figure 1. Article selection strategy).

Таблица 1.

**Параметры отбора статей о методах оценки рентгенограмм легких при COVID-19.**

(Table 1. Selection parameters of articles on methods of evaluation of chest X-rays in COVID-19).

1	Название статьи и авторов
2	Дата проведения исследования (с 2019 по 2021 г)
3	Количество исследуемых пациентов – от 100 человек
4	Возраст исследуемых от 18
5	Диагноз COVID-19 должен быть подтвержден тестом ОТ-ПЦР (тест положительный)
6	Наличие исследуемого метода оценки тяжести на рентгенограммах (указать описание самого метода и его название)
7	Сопоставление данных рентгенограмм с другими клиничко- лабораторными данными (указать какими)
8	Наличие визуальных примеров методов оценки рентгенограмм
9	Оценка рентгенограмм по выбранному методу не менее чем двумя независимыми радиологами
10	Результаты

Таблица 2.

**Система оценки RALE (модифицированная).**

Table 2. RALE evaluation system (modified).

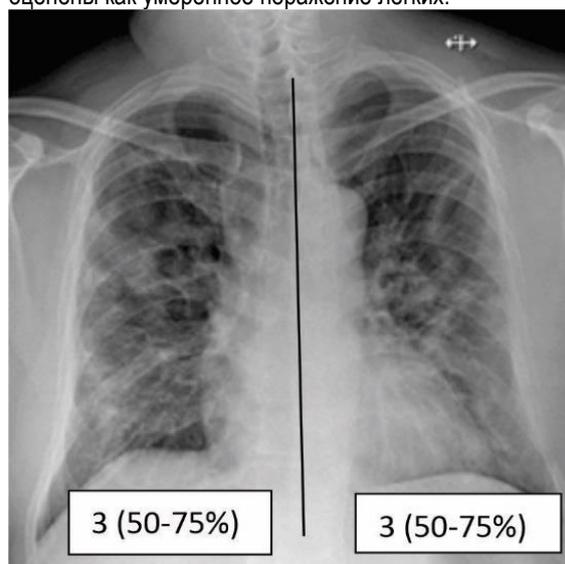
Степень тяжести	Поражение ткани легкого в %
0	Отсутствие поражения
1	До 25%
2	25- 50%
3	50 – 75%
4	Более 75%

Оценивание по данной методике производят для каждого легкого, максимальный суммарный балл 8. Легкая степень поражения 1-2 балла, умеренная (средняя) 3-5 балла, тяжелая, если балл более 5. В таблице 2 представлены соответствующие степени тяжести к определяемым процентам поражения легких. В исследовании участвовали 155 пациентов, (101- 65%, мужчины и 54- 35%, женщины), ПЦР - положительные на COVID-19.

Проводилось слепое оценивание рентгенограмм двумя независимыми радиологами. На рисунке 2 представлен пример оценки рентгенографии легких по методу RALE.

Средний балл CXR легочного поражения составил 3,3 (±2); 61/155 (39%) пациентов показали низкий балл

(0–3), тогда как 10/155 (6%) показали очень высокий балл (7–8). 55% исследованных рентгенограмм были оценены как умеренное поражение легких.



**Рисунок 2. Пример оценки рентгенографии органов грудной клетки по системе RALE.**

(Figure 2. Examples of the chest X – ray scoring system RALE)

Также автор дополнительно сравнивал результаты балльной оценки рентгенологических изменений по RALE с лабораторными показателями лактатдегидраденазой (ЛДГ) и С - реактивным белком (СРБ), клиническими симптомами (продолжительность лихорадки, температура, кашель, одышка, насыщение кислородом ( $SpO_2$ )). Не было обнаружено значимой корреляции между показателем CXR и температурой, кашлем и сопутствующими заболеваниями ( $P > 0,05$ ). Была обнаружена значительная прямая корреляция между показателем тяжести по CXR и уровнями ЛДГ и СРБ в крови ( $p < 0,001$ ). Все эти показатели коррелируют с клинико-лабораторными данными (что приведено ниже), и говорят о высокой степени надежности не только данной системы оценки, но и рентгенографии вообще, как одного из основных методов лучевой диагностики при коронавирусной пневмонии.

Аналогичную систему оценки степени тяжести легких по данным рентгенографии применил *Jordan Colman et al.* в своей работе, опубликованной 1 июня 2021 года [18]. Автор отслеживал связь между поражением легких по результатам рентгенографии и исходом коронавирусной пневмонии. Исследование проводилось в Великобритании, выборка состояла из 161 человека, старше 18 лет. Применялись два вида интерпретации рентгенограмм легких, один из которых метод RALE. Особенностью исследования является то, что оценивались рентгенограммы пациента, сделанные на протяжении всей болезни, до конечного исхода (смерть либо выздоровление). Автор сообщает, что в группе не выживших пациентов рентгенограммы легких при поступлении оценивались как нормальные – 0, либо легкой степени поражения до 1,2 балла, но последующие снимки давали худшие результаты, от 4,1 балла и более. У выживших же пациентов последующие снимки оценивались максимально в 2,5 балла ( $p=0,002$ ).

Систему оценки RALE в своем исследовании также применял *Alka Goyal et al.* (2021) на индийской популяции [1]. Выборка состояла из 422 человек. Пол пациента не влиял на исходы болезни. При легком течении болезни средний балл составил – 2,8 (из 8) и 4,2 (из 8) – с умеренно тяжелыми проявлениями. Таким образом, балл менее 3 соответствовал легкой степени и пациенты получали симптоматическое лечение, а 93% пациентов с баллом 4 и более имели умеренную (среднюю) степень тяжести и нуждались в вентилиации легких.

*Davide Ippolito et al.*, (Италия), провел исследование между ПЦР положительными (204 пациента) и ПЦР отрицательными (314 пациента) пациентами на COVID-19 [10]. Применялась вышеизложенная оценка тяжести поражения легких на CXR, при этом учитывались плевральные выпоты, пневмотораксы и другие осложнения и поражения легких. В результате, характерное поражение в виде матового стекла и консолидации, характерная локализация поражения в большей степени выявлялось у пациентов ПЦР+, в свою очередь у ПЦР- людей в большей степени выявляли плевральный выпот. Степень поражения легких по RALE составляла  $\leq 25\%$  у 92 (45,5%) пациентов,  $25\%-50\%$  у 84 (41,6%) и  $50\%-75\%$  у 26 (12,9%). Система интерпретации рентгенографии играла лишь вспомогательную роль, потому что в данной работе упор делался на выявление

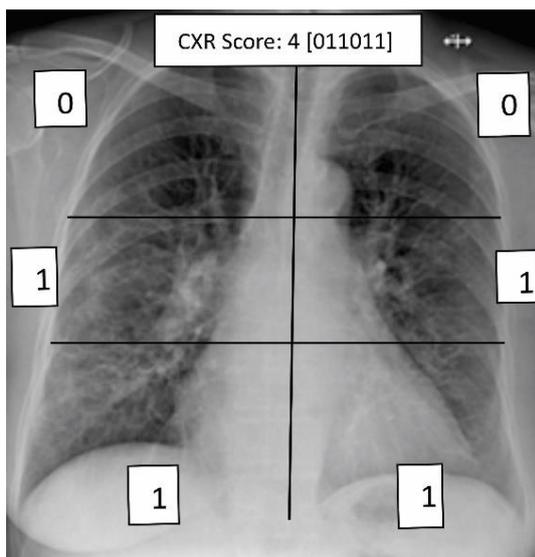
характерных изменений для тех или иных видов пневмоний.

*Raima Kaleemi et al.* исследовал связь степени тяжести поражения легких на рентгенограммах и сопутствующие заболевания с исходами COVID-19 ассоциированной пневмонии, в Пакистане, с выборкой в 150 человек, старше 23 лет [25]. Для оценки рентгенограмм применяли систему RALE. Что касается оценки RALE по рентгенограммам, пациенты с сахарным диабетом (СД) имели средний балл оценки тяжести первых снимков –  $3,96 \pm 2,52$  против  $2,94 \pm 2,47$  у не страдающих СД ( $p = 0,015$ ), и в разгаре заболевания самый высокий балл был  $5,70 \pm 2,13$  против  $4,13 \pm 2,81$  у не болеющих СД ( $p < 0,001$ ). Что говорит о том, что у пациентов с сопутствующим заболеванием сахарный диабет, течение COVID-19 ассоциированной пневмонии протекает более тяжело и поражает легкие в большей степени. Пациенты же с другим сопутствующим заболеванием, как артериальная гипертензия (АГ), дает самый высокий балл по RALE  $5,31 \pm 2,31$  против  $4,19 \pm 2,89$  ( $p=0,010$ ) в группе без АГ. Что говорит о влиянии артериальной гипертензии на течение и тяжесть пневмонии, но более слабом, нежели сахарный диабет. Начальные снимки, оцененные по системе RALE, продемонстрировали слабую, но значимую положительную корреляцию с возрастом ( $r=0,203$ ;  $p=0,013$ ).

Система оценки тяжести рентгенологического исследования грудной клетки RALE, является ценным методом прогнозирования заболевания при COVID-19, поскольку первые и самые высокие баллы демонстрирует сильную связь с поступлением в ОИТ и смертностью. Преимущества этого метода заключаются в его воспроизводимости, способности передавать легко понятную объективную информацию между радиологом и лечащим врачом, а также выполнимостью в условиях ограниченных ресурсов.

*Sean Wei Xiang et al.*, опубликовал свою работу в январе 2021 года, с выборкой в 105 человек [27]. Он так же исследовал связь между оценкой тяжести поражения легких на рентгенограммах со смертностью и нахождением пациентов в отделении интенсивной терапии. Результаты его исследования сопоставимы с результатами выше указанных его коллег [1,10,25].

Система балльной оценки поражения легких Brixia была предложена в 2020 г. *Andrea Borghesi et al.* И явилась первым методом оценки рентгенограмм при пневмонии COVID-19 [5]. Данная система подсчета баллов Brixia разделила легкие на шесть зон. Были проведены две горизонтальные линии: первая линия - на уровне нижней стенки дуги аорты, а вторая линия - на уровне правой нижней легочной вены. Изменения в каждом легком оценивались отдельно. Каждая зона оценивалась от 0 до 3, в зависимости от тяжести поражения. 0 баллов выставляется при отсутствии поражений легких, 1 балл - для интерстициальных инфильтратов, 2 балла - для интерстициальных и альвеолярных инфильтратов (интерстициальное поражение превалирует) и 3 балла - для интерстициальных и альвеолярных инфильтратов (превалирует альвеолярное поражение). Оценка варьируется от 0 до 18 (максимум). На рисунке 3 представлен пример оценки рентгенограммы по системе Brixia. Другие признаки, такие как плевральный выпот и увеличение легочных сосудов, не были включены в систему оценки Brixia.



**Рисунок 3. Система оценки тяжести по Brixia. CXRscore: 4 [011011]**

(Figure 3. Brixia scoring system. CXRscore: 4 [011011])

Исследование проводилось на выборке из 100 человек с инфекцией SARS-CoV-2 и анализировалась связь с исходом заболевания (выздоровление или смерть). Общие баллы были значительно выше у умерших пациентов, чем у пациентов, выписанных из больницы ( $p \leq 0,002$ ).

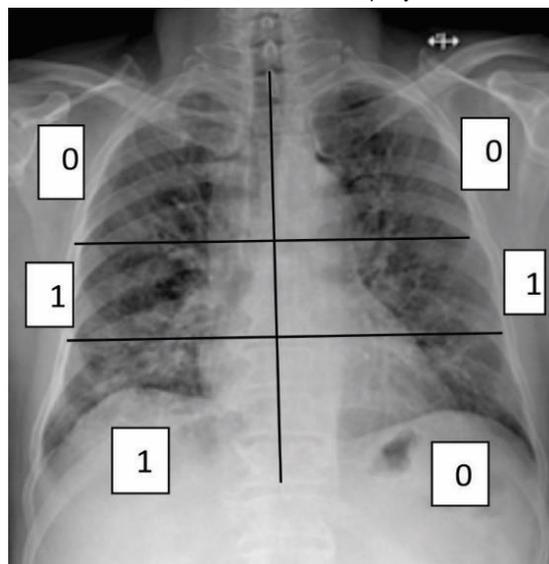
В своем следующем исследовании *Andrea Borghesi et al.* [4], используя ту же систему оценки Brixia, ретроспективно оценивали корреляции между изменениями в легких, выявляемых на рентгенограмме с возрастом и полом у итальянских пациентов, инфицированных SARS-CoV-2 с положительным ПЦР тестом. Пациенты разделялись на семь групп по возрасту. Выборка состояла из 783 пациентов (532 мужчин и 251 женщин). Показатель оценки рентгенограмм был значительно выше у мужчин, чем у женщин, только в группах от 50 до 79 лет. Значительная корреляция наблюдалась между показателями рентгенограмм и возрастом, как у мужчин, так и у женщин. Мужчины в возрасте 50 лет и старше и женщины в возрасте 80 лет и старше с COVID-19 пневмонией показали наивысший балл (медиана  $\geq 8$ ).

*Maurizio Balbi et al.* данную систему оценки применил на 340 пациентах с COVID-19, которым была проведена рентгенография органов грудной клетки в отделении неотложной помощи (Италия) [22]. Термины «интерстициальный инфильтрат» и «альвеолярный инфильтрат», используемые в Brixia были заменены на «матовое стекло» и консолидация, соответственно. Другие отклонения помимо «матового стекла» и консолидации, расценивались как 0. Чистая консолидация была оценена как 3. Целью их исследования являлось определение корреляций между степенью тяжести оцененной на рентгенограммах, с демографическими, клиническими и лабораторными данными в отделении неотложной помощи для прогнозирования смертности и потребности в искусственной вентиляции легких. «Матовое стекло» в сочетании с участками консолидации ( $n=235, 69\%$ ) была наиболее частым обнаружением рентгенографического исследования. Предикторами смертности от COVID-19 в их

исследовании являлись степень тяжести по Brixia ( $p = 0,003$ ), возраст ( $p < 0,001$ ), соотношение PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 2 ( $p = 0,002$ ), и сердечно-сосудистые заболевания ( $p=0,014$ ). Помимо Brixia авторы использовали другую систему определения степени поражения легких по *Toussie et al.*, [23]. Определение степени поражения легких по *Toussie et al* ( $p=0,001$ ) и соотношение PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 2 ( $p < 0,001$ ) были значимыми предикторами потребности в респираторной поддержке.

В своей статье, *Cristian Giuseppe Monaco et al.* применили методику Brixia, присвоив для каждой степени новые параметры интерпретации изображения: 0 - нормальная паренхима легкого; 1- только интерстициальное вовлечение; 2 –прозрачность менее 50% видимой паренхимы легкого; 3- наличие прозрачности 50% или более видимой паренхимы легкого. Также коррелируя ее с клиническими данными. Предложенный метод показал значительную, но слабую корреляцию с клиническими параметрами [8].

Весьма интересны работы, посвященные применению модифицированной системы оценки на основе Brixia и RALE. В последствии эти три метода в больнице доктора Созомо, Индонезия [26]. Модифицированная система оценки рентгенограмм грудной клетки рассчитывала оценку степени тяжести путем разделения легких на 6 областей, как при методе Brixia. Каждой области была присвоена оценка от 0 до 2 в зависимости от поражений: оценка 0- нет поражения легких; 1 - наличие инфильтрата или консолидации, менее 50%; 2-наличие инфильтратов или консолидации более 50%. Максимальный балл составляет 12. Заключительные результаты оценок стратифицировали на: легкую (баллы 1–4), умеренную (баллы 5–8) и тяжелую (баллы 9–12). Пример применения данной балльной системы показан на рисунке 4.



**Рисунок 4. Модифицированная система оценки рентгенограмм органов грудной клетки при COVID-19 ассоциированной пневмонии. Общий балл - 3, оценивается как легкая степень поражения легких.**

(Figure 4. Modified scoring system of the chest X – ray for COVID-19 associated pneumonia. Total score- 3, Estimated as a mild degree of lung damage).

В другом исследовании анализировали оценки степени тяжести пневмоний на рентгенограммах с

клинико-лабораторными данным. Корреляция оценок CXR и клинических признаков составил 0,164 ( $p < 0,01$ ). Все три системы оценки значимо коррелировали друг с другом. Модифицированная система оценки рентгенографии органов грудной клетки больше коррелирует с Brixia ( $p < 0,01$ , коэффициент корреляции 0,865), тогда как с RALE ( $p < 0,01$ , коэффициент корреляции 0,855). Этот результат указывает на надежность модифицированной системы оценки рентгенографии грудной клетки в диагностике пневмонии COVID-19 и может помочь в определении лечения пациентов с COVID-19 на ранней стадии.

Основываясь на анализе радиологических и клинических данных 500 пациентов с COVID-19, в нескольких медицинских центрах в Катаре, *Elsaid M.A Bedair et al.* предложили систему баллов для оценки степени поражения легких. При этом каждая рентгенограмма грудной клетки анализировалась по множественным параметрам, которые отображены в статье [12]. У всех пациентов показатели рентгенограмм в целом коррелирует с клинической тяжестью (симптомы и признаки, а также потребность в кислороде и вспомогательной вентиляции легких). В таблице 3 представлена степень поражения легких на рентгенограмме согласно шкале (CO X-RADS).

Таблица 3.

#### Степень радиологического поражения легких согласно предложенной шкале (CO X-RADS).

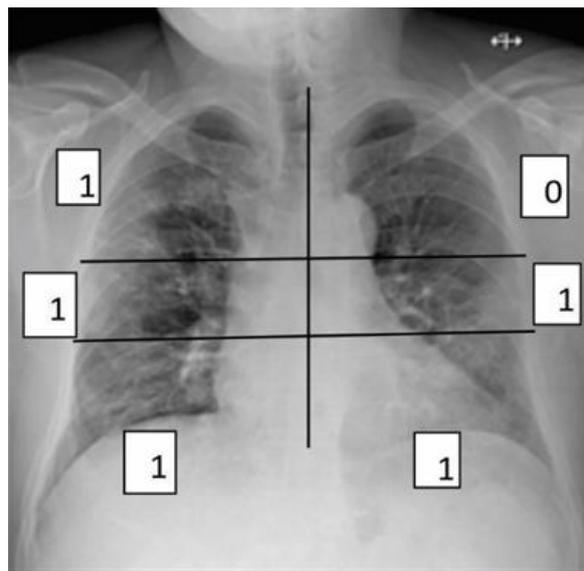
(Table 3. The degree of radiological lung damage according to the proposed scale (CO X-RADS).

CO X-RADS	Подсчет очков	Степень поражения рентгеновского снимка грудной клетки
0	0	Без вовлечения груди
I	1,2,3 и 4	Легкое поражение грудной клетки
II	5 и 6	Умеренное поражение грудной клетки
III	7,8 и 9	Серьезное поражение грудной клетки
IV	10	Самая тяжелая форма

Данная система основана на балльной оценке (CO X-RADS) для анализа тяжести заболевания с помощью рентгенологического исследования грудной клетки, состояла в следующем. 0- нормальная васкуляризация легких и тени внутри легких, чистые поля легких, четкие плевральные отражения; 1 - Выраженное центральное линейное затенение легких (в основном сосудистое затенение); 2- 1+ подчеркнутые коренные тени + увеличенное мелкое линейное межклеточное затенение (толстый интерстициальный слой); 3- 2 + микронодулярных тонких мягких тканей (вид микрошариков) возможных периваскулярных / перибронхиальных микроинфильтратов и / или заканчивающихся на выступающих крошечных сосудах (более базальных и периферических); 4- 3+ Короткие относительно толстые линейные тени, в основном периферические (линии перегородки, например, линии Керли) + или - мелкие соты, мутность ворот, мутность сосудистых отметин или все такое; 5- 3+ одно или несколько небольших нечетких участков уменьшенной аэрации (альвеолярное затенение - GGO), в основном ориентированных периферически и включающих 1 или 2 доли; 6- 3 + множественные нечеткие пятна переменного размера альвеолярной тени, более

периферические, включающие более 2 долей; 7- 6+ одно или несколько небольших участков относительно более плотной консолидации, охватывающих 1 долю; 8- 6+ нескольких или нескольких участков консолидации переменного размера (сливных или дискретных), включающих 2 доли; 9- 6+ множественных областей консолидаций переменного размера (сливных или дискретных), включающих более 2 долей; 10- 8 или 9 + относительно толстое периферическое линейное затенение (ателектатическая / фиброзная полоса / с, + линии перегородки, линии Керли В и / или А и С) или 8 или 9 + плевральный выпот, 8 или 9 + увеличенные тени корней.

Пятый метод оценки тяжести, не имеет своего названия, был предложен *Danielle Toussie et al.* на 338 пациентах с ПЦР+ тестом на COVID-19). Рентгенологические снимки оцениваются по 2- балльной системе: наличия легочных изменений – 1 балл, отсутствие их (нормальная ткань легкого) – 0 баллов для каждой зоны исследования [9]. Максимальный балл – 6. На рентгенограмме легких определяются так же 6 зон (в каждом легком по 3 зоны), по тем же критериям, что и при методе Brixia. Пример оценки тяжести на рентгенограмме по автору Дэниэль Тусси приведен на рисунке 5.



**Рисунок 5. Оценка тяжести поражения легких на рентгенограмме по автору Danielle Toussie. 5 баллов – тяжелая степень поражения.**

(Figure 5. Scoring system of the chest X – ray by Danielle Toussie et. al. 5 points – severe degree of lesion).

В данной работе дополнительно исследовали распространенность коморбидных состояний среди участников исследования с респираторной поддержкой, сопутствующих заболеваний, вредных привычек (курение), ожирение, исход заболевания (осложнения в виде сепсиса). В результате 170 из 338 пациентов (50%) имели 0 баллов на первых рентгенограммах. Чаще поражалась правая нижняя (142, 42%) и левая нижняя (128, 38%) зоны легких. Выявлено, что оценка тяжести рентгенограммы грудной клетки 3 или выше является независимым предиктором интубации (ОШ: 4,7; 95% ДИ: 1,8, 13; P = 0.002). Умершие пациенты, имели более высокие баллы при оценке рентгенограмм; однако было недостаточно

смертельных случаев для достижения статистической значимости (n = 10). Более высокие баллы при оценке рентгенограмм грудной клетки не предсказывали развитие сепсиса (отношение шансов: 1,1; 95% ДИ: 0,9, 1,0; P = 0,47). Для интубации чувствительность составляла 68% (19 из 28; 95% ДИ: 48%, 84%), специфичность составляла 67% (78 из 117; 95% ДИ: 57%, 75%). Для сепсиса чувствительность составляла 40% (36 из 89; 95% ДИ: 30%, 51%), специфичность составляла 61% (34 из 56; 95% ДИ: 47%, 74%). Не было выявлено существенной разницы в показателях госпитализации между полом, расой и этнической принадлежностью, а также для лиц с историей курения, астмы, сахарного диабета или ВИЧ-инфекции.

Данный метод использовал *Anas S. Al-Smadi et al.* [2]. После оценки по 6 бальной шкале, рентгенограммы были отнесены к одной из двух категорий: пневмония COVID-19 1 (CoV-P1), если общий балл <4, и пневмония COVID-19 2 (CoV-P2), если общий балл ≥ 4. Наблюдалась значительная связь между CoV-P2 и клиническим ухудшением состояния (p=0,0001), с высокой чувствительностью (95%) и специфичностью (71%).

Более быстрый метод оценки рентгенограмм представлен в работе *Hyunjoong W. Kim et al.*, опубликованной в 22 июня 2020 года [15]. В его исследовании выборка состояла из 410 человек, 55% не проходили тестирование на COVID-19 с помощью ПЦР-обследования. Из тех, кто был протестирован, 69% были положительными.

Оценка тяжести поражения легких на рентгенограмме производится по шкале 0-3, при этом отсутствовало деление легких на зоны.



**Рисунок 6. Оценка степени поражения легких на рентгенограмме по автору статьи Hyunjoong W. Kim 3 степень поражения (более 2/3 от объема легких).**  
(Figure 6. Scoring system of the chest X – ray by Hyunjoong W. Kim. 3 severity grade (more than 2/3 of the volume of lungs).

Оценка «Pennie score» была значительно выше у пациентов, которые умерли, по сравнению с теми, кто был выписан (p <0,05) и в возрастной группе от 40 до 74 лет. Так же были более высокие баллы у пациентов с ИМТ >25кг/м<sup>2</sup>. Наблюдалась слабая положительная корреляция между ИМТ и показателем CXR (p = 0,009); на каждый 1 единицу увеличения ИМТ показатель CXR

Оценивались оба легких вместе:

Степень 0: нормальный рентген грудной клетки;

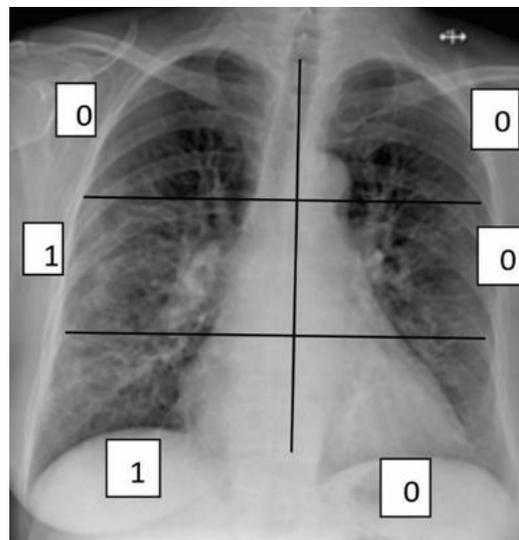
Степень 1: < 1/3 поражения легких, в виде альвеолярных помутнений;

Степень 2: 1/3–2/3 альвеолярных помутнений на рентгенограмме грудной клетки;

Степень 3: > 2/3 альвеолярных помутнений на рентгенографии грудной клетки. Пример данного метода оценки приведен ниже на рисунке 6.

В результатах данного исследования степень тяжести поражения на рентгенограмме соответствовало клинико-лабораторным показателям больных и было предиктором интубации. Нормальный рентген грудной клетки (55% из всех исследований) не исключает диагноза COVID-19, но может служить полезным диагностическим инструментом для оценки и соответствующей сортировки пациентов с подозрением на инфекцию COVID-19.

Метод «Penniescore», впервые опубликован 26 июня 2021 года. Автором данного метода является *Aparajita Singh et al.*, проводивший оценку эффективности данного метода на рентгенограммах 343 пациентов, старше 18 лет [6]. Рентгенограмма органов грудной клетки разделяется горизонтально на 3 равные зоны, оценивается каждое легкое отдельно. В итоге образуются 6 равных зон. Оценка по шкале 0-2 балла, присваивается каждой зоне, затем баллы суммируются, максимальный балл 12. 0 -отсутствие симптомов поражения легких. 1 – Симптом «матового стекла». 2 - Консолидация. Для лучшего понимания данного метода показан пример на рисунке 7.



**Рисунок 7. Система оценки тяжести поражения легких на рентгенограмме – «Pennie score». Суммарная оценка данной рентгенограммы – 2 балла.**  
(Figure 7. Scoring system of the chest X – ray – «Pennie score». The total evaluation of this radiograph – 2 points).

(R) увеличивается на 0,04 единицы. Более высокий балл CXR также показал значительно более высокие шансы смерти пациента. С каждой 1 единицей балла CXR риск смертности увеличивался на 31%. Имеется связь между наличием сопутствующего заболевания и оценкой CXR. У пациентов с заболеваниями сердца, гипертонией и респираторными заболеваниями

показатель CXR был значительно выше. Результаты данного исследования говорят о том, что метод «Pennie score» является чувствительной системой оценки для определения тяжести коронавирусной пневмонии и прогнозирования смертности.

*Amit K Sahu et al.* в своей статье использует систему оценки тяжести предложенной Британским обществом торакальной визуализации [3]. По степени тяжести выделяют легкую (нормальной ткани легкого больше, чем пораженной), умеренную (нормальная ткань легкого и пораженные области равные в объеме) и тяжелую (пораженной ткани легкого больше, чем нормальной). Исследуемая популяция включала 218 пациентов (140 мужчин и 78 женщин). Из них у 157 пациентов коронавирусная инфекция протекала симптоматично, остальные перенесли бессимптомно. Возрастной диапазон составлял от 18 лет до 81 года. Легкое течение заболевания по оценке CXR наблюдалось у 56 (54%), умеренная степень тяжести у 33 (32%), а тяжелая у 15 (14%). Из 157 пациентов с симптомами, 74 пациента (47%) имели сопутствующие заболевания. Из этих 74 пациентов CXR был с наличием легочного поражения у 62 пациентов (84%). Из 15 пациентов с тяжелыми результатами CXR девять (60%) имели сопутствующие заболевания.

*Elisa Baratella et al* [11] предложила систему оценки рентгенограмм легких более усложненную, состоящую из 10 оценочных зон. Эта оценка тяжести была адаптирована из предложенной *Feng et al.* [13] для пациентов с пневмонией, вторичной по отношению к вирусу птичьего гриппа. Пример применения данного метода показан на рисунке 8. Максимум 10% поражения было определено для каждой области (всего 10 зон – 100%). Если область была частично сохранена, учитывался балл в 5%. Затем проценты каждой зоны были суммированы, чтобы обеспечить окончательный балл тяжести. Соответствие балльной оценки к проценту поражения легких указано в таблице 4.

Таблица 4.

#### Степени тяжести поражения легких по *Feng et al.*

(Table 4. Severity of lung damage according to *Feng et al.*)

0 баллов	0% поражения легких
1 балл	1-25% поражения
2 балла	26-50% поражения
3 балла	51-75% поражения
4 балла	76- 100% поражения

В исследовании приняли участие 140 пациентов, 86 (61,1%) из которых были мужчинами. Средний возраст жителя города 71 год. Из 140 пациентов 7 (5%) не имели поражения легких (0 баллов), 58 (41,4%) исследуемых-1 балл, 31 (22,1%) – 2 балла, 26 (18,6%) – 3 балла, и 18 (12,9%) – 4 балла. Последующие рентгеновские снимки грудной клетки были выполнены у 74 пациентов, все из которых показали баллы  $\geq 1$ . Оценки 1, 2, 3 и 4 были обнаружены, соответственно, у 14, 11, 23 и 26 пациентов. Ни один из пациентов с исходным баллом 3 или 4 не показал снижения своих последующих показателей.

**Заключение:** Все вышеизложенные методы оценки тяжести поражения легких на рентгенограммах могут быть применимы на практике, так как их использование

было значимым. Однако, для каждого уровня оказания медицинской помощи целесообразнее использовать определенные методики, суть которых была представлена нами выше. На уровне первичной медико- санитарной и неотложной помощи наиболее применимы методы: *RALE*, *Tussieet. al.*, *Hyunjoong W. Kim et. al.*, метод от Британского общества торакальной визуализации вследствие их простоты и возможности использования врачами других специальностей. В стационарных условиях, либо в поликлиниках, где имеются врачи радиологи, лучше использовать методы *Brixia*, модифицированная система оценки «Pennie score» и метод *Feng et al.*, *COX- RADS*. Данные методы являются более точными в определении степени легочного поражения и применяются не только для интерпретации снимков на начальных этапах при подозрении на коронавирусную пневмонию, но и для оценки динамики развития заболевания и его исходах.

#### Вклад авторов:

*Букенова А.М., Бектурганов Н.Б.* – поиск и анализ статей, написание манускрипта.

*Рахимбеков А.В., Куанышева А.Г.* – написание абстракта, формулировка заключения.

*Мадиева М.Р.* – анализ статей, стратегия по типу исследования, формулировка заключения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

#### Литература:

- Alka Goyal, Raghav Tiwari, Meenu Bagarhatta.* Role of portable chest radiography in management of COVID-19: Experience of 422 patients from a tertiary care center in India // *Indian Journal of Radiology and Imaging.* 2021. DOI: 10.4103/ijri. IJRI\_480\_20 /20.07.2021
- Anas S. Al-Smadi, Akash Bhatnagar, Rehan Ali.* Correlation of chest radiography findings with the severity and progression of COVID-19 pneumonia // *Elsevier In.* 2020. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.11.004 /21.07.2021
- Amit K Sahu, Anandmoyee Dhar, Bharat Aggarwal.* Radiographic features of COVID-19 infection at presentation and significance of chest X-ray: Early experience from a super-specialty hospital in India // *Indian Journal of Radiology and Imaging.* 2021. doi: 10.4103/ijri. IJRI\_368\_20 /25.07.2021
- Andrea Borghesi, Angelo Zigliani, Roberto Masciullo.* Radiographic severity index in COVID-19 pneumonia: relationship to age and sex in 783 Italian patients // *Springer.* 2020. doi: 10.1007/s11547-020-01202-1 /25.07.2021
- Andrea Borghesi, Roberto Maroldi.* COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression // *Springer.* 2020. doi: 10.1007/s11547-020-01200-3 /27.07.2021
- Aparajita Singh, Yoke Hong Lim, Rajesh Annamalaisamy.* Chest x-ray scoring as a predictor of COVID-19 disease; correlation with comorbidities and in-hospital mortality // *Scottish Medical Journal.* 2021. doi.org/10.1177/00369330211027447 /27.07.2021
- Chung M., Bernheim A., Mei X., Zhang N.* CT Imaging Features of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) // *Radiology.* 2020. doi: 10.1148/radiol.2020200230. /1.08.2021

8. *Cristian Giuseppe Monaco, Federico Zaottini, Simone Schiaffino.* Chest x-ray severity score in COVID-19 patients on emergency department admission: a two-centre study // Springer. 2020. DOI: 10.1186/s41747-020-00195-w
9. *Danielle Toussie, Nicholas Voutsinas, Mark Finkelstein.* Clinical and Chest Radiography Features Determine Patient Outcomes in Young and Middle-aged Adults with COVID-19 // Radiology. 2020. 10.1148/radiol.2020201754 /03.07.2021
10. *Davide Ippolito B., Anna Pecorellia, Cesare Maino.* Diagnostic impact of bedside chest X-ray features of 2019 novel coronavirus in the routine admission at the emergency department: case series from Lombardy region // European Journal of Radiology. 2020. DOI: 10.1016/j.ejrad.2020.109092 /05.06.2021
11. *Elisa Baratella, Paola Crivelli, Cristina Marrocchio.* Severity of lung involvement on chest X-rays in SARS-coronavirus-2 infected patients as a possible tool to predict clinical progression: an observational retrospective analysis of the relationship between radiological, clinical, and laboratory data // Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. 2020. doi: 10.36416/1806-3756/e20200226 /05.07.2021
12. *Elsaid M., Bedair A, Ashraf Soliman, Vincenzo De Sanctis.* Proposed Scoring System for Evaluating Clinico-radiological Severity of COVID- 19 using Plain Chest X- ray (CXR) changes (CO X-RADS): Preliminary results // Acta Biomed. 2020. doi: 10.23750/abm.v91i4.10664 /08.08.2021
13. *Feng F., Jiang Y., Yuan M., Shen J., Yin H., Geng D.* Association of radiologic findings with mortality in patients with avian influenza H7N9 pneumonia // PLoS One. 2014.9(4):e93885. doi: 10.1371/journal.pone.0093885.
14. *Han R., Huang L., Jiang H., Dong J.* Early Clinical and CT Manifestations of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia // AJR. 2020. doi: 10.2214/AJR.20.22961.
15. *Hyunjoong W., Kim K., Capaccione M., Gen Li.* The role of initial chest X-ray in triaging patients with suspected COVID-19 during the pandemic // Emergency Radiology. 2020. doi: 10.1007/s10140-020-01808-y
16. Information for Patients and Caregivers. COVID-19 Vaccine Safety and Effectiveness: Updated Information. Memorial Sloan Kettering Cancer center. 2021. <https://www.mskcc.org/coronavirus/what-you-should-know-about-covid-19-vaccines> /12.06.2021
17. *Jones J.* COVID-19/ radiopaedia.org. 2021. <https://radiopaedia.org/articles/covid-19-4?lang=gb> 15.06.2021
18. *Jordan Colman, Georgiana Zamfir, Frances Sheehan.* Chest radiograph characteristics in COVID-19 infection and their association with survival // European Journal of Radiology Open. 2021. DOI: 10.1016/j.ejro.2021.100360 /15.07.2021
19. *Kenneth Eng Ling Kwan, Cher Heng Tan.* The humble chest radiograph: an overlooked diagnostic modality in the COVID-19 pandemic // Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. 2020. DOI: 10.21037/qims-20-771
20. *Kunhua Li., Jiong Wu, Faqi Wu.* The Clinical and Chest CT Features Associated With Severe and Critical COVID-19 Pneumonia // Investigative Radiology. 2020. doi:10.1097/RLI.0000000000000672. /25.07.2021
21. *Marcello A. Orsi, Giancarlo Oliva, Tahereh Toluian.* Feasibility, Reproducibility, and Clinical Validity of a Quantitative Chest X-Ray Assessment for COVID-19 // The American Society of Tropical Medicine and Hygiene. 2020. doi:10.4269/ajtmh.20-0535 /27.07.2021
22. *Maurizio Balbi, Anna Caroli, Andrea Corsi.* Chest X-ray for predicting mortality and the need for ventilatory support in COVID-19 patients presenting to the emergency department // Springer. 2021. DOI: 10.1007/s00330-020-07270-1 /30.06.2021
23. *Michele Bandirali, Luca Maria Sconfienza, Roberta Serra.* Chest X-ray findings in asymptomatic and minimally symptomatic quarantined patients in Codogno, Italy // Radiology. 2020. doi: 10.1148/radiol.2020201102.
24. Overview of COVID-19/ 2021. URL:[covid19treatmentguidelines.nih.gov](https://covid19treatmentguidelines.nih.gov) /02.06.2021
25. *Raima Kaleemi, Kiran Hilal, Ainan Arshad.* The association of chest radiographic findings and severity scoring with clinical outcomes in patients with COVID-19 presenting to the emergency department of a tertiary care hospital in Pakistan // PLOS ONE. 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0244886 /04.06.2021
26. *Rosy Setiawati, Anita Widyaningroem, Triwulan Handarini.* Modified Chest X-Ray Scoring System in Evaluating Severity of COVID-19 Patient in Dr. Soetomo General Hospital Surabaya, Indonesia // International Journal of General Medicine. 2021. doi: 10.2147/IJGM.C310577 /04.09.2021
27. *Sean Wei Xiang Ong, Terrence Chi Hong Hui, Yeong Shyan Lee.* High-risk chest radiographic features associated with COVID-19 disease severity // PLOS ONE. 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0245518 /08.06.2021
28. *Syrov A.V.* Diagnostika COVID-19 v ambulatornykh usloviyakh. V pomoshh' praktikuyushhemu vrachu [Diagnosing COVID-19 in Outpatient Practice]. 2020. <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-covid-19-v-ambulatornykh-usloviyah> [in Russian] /10.07.2021
29. *Wong H.Y.F., Lam H.Y.S., Fong A.H.* Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in COVID-19 Positive Patients // Radiology. 2019. doi: 10.1148/radiol.2020201160. /10.07.2021
30. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. 2021. <https://covid19.who.int/>
31. *Yoon S.H., Lee K.H., Kim J.Y., Lee Y.K.* Chest Radiographic and CT Findings of the 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19) Analysis of Nine Patients Treated in Korea // Korean J Radiol. 2020. doi: 10.3348/kjr.2020.0132. /12.07.2021

**Контактная информация:**

**Мадиева Мадина Рашидовна** – доктор медицинских наук, заведующая кафедрой радиологии НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан.

**Почтовый адрес:** 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Карменова 61-3.

**E-mail:** m.madiyeva@mail.ru; madina.madiyeva@nao-mus.kz

**Телефон:** 87085244745.