



Прогнозирование летальных исходов при COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки

С. П. МОРОЗОВ¹, В. А. ГОМБОЛЕВСКИЙ¹, В. Ю. ЧЕРНИНА¹, И. А. БЛОХИН¹, О. А. МОКИЕНКО¹, А. В. ВЛАДИМИРСКИЙ¹,
А. С. БЕЛЕВСКИЙ², Д. Н. ПРОЦЕНКО³, М. А. ЛЫСЕНКО⁴, О. В. ЗАЙРАТЬЯНЦ⁵, Е. Л. НИКОНОВ⁶

¹ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, РФ

²ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова МЗ РФ», Москва, РФ

³ГБУЗ «Городская клиническая больница № 40 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, РФ

⁴ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, РФ

⁵ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» МЗ РФ, Москва, РФ

⁶Департамент здравоохранения города Москвы, Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: прогнозирование летальных исходов у больных COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК) с помощью полуквантитативной визуальной шкалы степени поражения легочной паренхимы.

Материалы и методы. Критерии включения: пациенты, которым с 2 марта по 1 мая 2020 г. включительно проведена КТ ОГК по направлению врача-терапевта с подозрением на внебольничную пневмонию, вызванную COVID-19. Эти исследования были выполнены в 48 медицинских организациях, оказывающих первичную медицинскую помощь взрослому населению в Москве. Критерии исключения: пациенты, у которых КТ ОГК не оценена по категориям шкалы «КТ 0-4»; пациенты, у которых COVID-19 не подтвердился.

Шкала «КТ 0-4» рекомендована к применению в РФ для оценки объема поражения паренхимы легкого при подозрении на COVID-19.

Данные о летальных исходах были получены на 4 мая 2020 г. включительно.

Результаты: ретроспективно из Единого радиологического информационного сервиса на основании критериев включения и исключения для исследования отобраны данные 13 003 пациентов. Тест на наличие тенденции направленного изменения доли умерших пациентов среди различных категорий по шкале «КТ 0-4» дал статистически значимый результат ($p < 0,0001$). Вероятность летального исхода направленно увеличивается от «КТ-0» до «КТ-4». Тест на отклонения тренда от линейности также дал $p < 0,0001$, то есть при переходе к более высоким категориям («КТ-3» и «КТ-4») происходит ускорение прироста риска летального исхода. Анализ по общей выживаемости с помощью регрессионной модели Кокса показал, что оцениваемые факторы (возраст и категория по шкале «КТ 0-4») были статистически значимо ассоциированы со временем до наступления смерти от COVID-19 ($p < 0,05$). Риск смерти увеличивался с возрастом в среднем на 8,6% на каждые 5 лет (95%-ный ДИ 0,8-17,0%). При переходе из одной категории КТ в следующую риск увеличивался в среднем на 38% (95%-ный ДИ 17,1- 62,6%). Статистически значимой ассоциации фактора пола с общей выживаемостью не выявлено ($p = 0,408$).

Визуальная шкала «КТ 0-4», рекомендованная в РФ для оценки поражения паренхимы легкого по данным КТ, является предиктором смерти у пациентов с COVID-19. Шкала «КТ 0-4» удобна для практического применения.

Ключевые слова: COVID-19, внебольничная пневмония, компьютерная томография

Для цитирования: Морозов С. П., Гомболевский В. А., Чернина В. Ю., Блохин И. А., Мокиенко О. А., Владимирский А. В., Белевский А. С., Проценко Д. Н., Лысенко М. А., Зайратьянц О. В., Никонов Е. Л. Прогнозирование летальных исходов при COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки // Туберкулез и болезни лёгких. – 2020. – Т. 98, № 6. – С. 7-14. <http://doi.org/10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14>

Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography

S. P. MOROZOV¹, V. A. GOMBOLEVSKIY¹, V. YU. CHERNINA¹, I. A. BLOKHIN¹, O. A. MOKIENKO¹, A. V. VLADZIMIRSKIY¹,
A. S. BELEVSKIY², D. N. PROTSENKO³, M. A. LYSENKO⁴, O. V. ZAYRATYANTS⁵, E. L. NIKONOV⁶

¹Scientific Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

³City Clinical Hospital no. 40, Moscow, Russian Federation

⁴City Clinical Hospital no. 52, Moscow, Russian Federation

⁵A. I. Yevdokimov State Medical Stomatological University, Moscow, Russia

⁶Moscow Health Department, Moscow, Russia

The objective: to predict lethal outcomes in patients with COVID-19 based on the result of chest computed tomography (chest CT) using a semi-quantitative visual scale of the pulmonary parenchyma lesion.

Subjects and methods. Inclusion criteria: patients who underwent chest CT from March 2 to May 1, 2020, inclusively, upon referral of a general practitioner due to suspected community-acquired pneumonia caused by COVID-19. Chest CT was performed in 48 medical organizations providing primary medical care to the adult population in Moscow. Exclusion criteria: patients whose chest CT was not assessed by CT 0-4 score; patients who were not confirmed as COVID-19 positive.

In the Russian Federation, CT 0-4 score is recommended to be used for assessment of the extent of lung parenchyma lesion in cases with suspected COVID-19.

ABSTRACT

Data on fatal outcomes were received on May 4, 2020 inclusive.

Results: data of 13,003 patients from the Unified Radiological Information Service were retrospectively included in the study according to inclusion and exclusion criteria. The test aimed to detect a trend of directional changes in the proportion of deceased patients among various categories using CT 0-4 score demonstrated a statistically significant result ($p < 0.0001$). The chance of a lethal outcome increases directionally from CT-0 to CT-4. The test for deviations from the linear trend also provided $p < 0.0001$, i.e. when moving to higher scores (CT-3 and CT-4), there was an accelerated increase in the risk of death. Analysis of overall survival using the Cox regression model showed that the assessed factors (age and CT 0-4 score) were statistically significantly associated with the time to death from COVID-19 ($p < 0.05$). The risk of death increased with age, on average, 8.6% for every 5 years (95% CI 0.8-17.0%). When transferring from one category of CT to the next one, the risk increased by 38% on the average (95% CI 17.1-62.6%). There was no statistically significant association of gender factor with overall survival ($p = 0.408$).

The visual score of CT 0-4 recommended for use in the Russian Federation to assess lung parenchyma lesions according to chest CT data, is a predictor of a lethal outcome in patients with COVID-19. CT 0-4 score is convenient for practical use.

Key words: COVID-19, community-acquired pneumonia, computed tomography

For citations: Morozov S.P., Gombolevskiy V.A., Chernina V.Yu., Blokhin I.A., Mokienco O.A., Vladzimirskiy A.V., Belevskiy A.S., Protsenko D.N., Lysenko M.A., Zayratyants O.V., Nikonov E.L. Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2020, Vol. 98, no. 6, P. 7-14. (In Russ.) <http://doi.org/10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14>

Для корреспонденции:

Гомболевский Виктор Александрович
E-mail: gombolevskiy@npcmr.ru

Correspondence:

Viktor A. Gombolevskiy
Email: gombolevskiy@npcmr.ru

Всемирная организация здравоохранения 11 марта 2020 г. объявила пандемию по заболеванию COVID-19, вызываемому вирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV).

В условиях пандемии коронавирусной инфекции компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) занимает важное место в диагностике заболевания. Клинические и КТ-данные могут позволить врачам оперативно оценить прогноз у пациентов с COVID-19 [12].

При КТ ОГК нет патогномичных признаков COVID-19, но отмечают часто встречающиеся проявления в виде уплотнений по типу матового стекла, эти изменения двусторонние, периферически расположенные, преимущественно в базальных отделах легких [7, 10]. Визуальный количественный анализ изменений на КТ ОГК облегчает оценку тяжести состояния больных COVID-19 [8]. Для определения прогноза заболевания по КТ авторы [3] количественно (%) оценивали долю хорошо аэрированных участков легкого у пациентов с пневмонией при COVID-19, поступивших в приемное отделение неотложной помощи. Предиктором необходимости госпитализации в стационар и вероятности смерти в отделениях интенсивной терапии было поражение легких более 27% [3]. Также поражение легких при COVID-19 можно автоматически оценить количественно, используя алгоритмы машинного обучения [5]. Многие исследователи стремятся создать специальные калькуляторы для оценки вероятности смерти, увеличения периода госпитализации, а также вероятности ухудшения состояния пациентов с COVID-19 [9]. В систематическом обзоре Wynants L. et al. приведены 10 наиболее релевантных прогностических моделей COVID-19 [9].

Цель исследования: прогнозирование летальных исходов у больных COVID-19 по данным КТ ОГК с помощью полуколичественной визуальной шкалы степени поражения легочной паренхимы.

Материалы и методы

Пациенты

Данное ретроспективное исследование согласовано с независимым этическим комитетом московского регионального отделения Российского общества рентгенологов и радиологов. Информированное согласие пациентов не требовалось.

Критерии включения в исследование: пациенты, которым с 2 марта по 1 мая 2020 г. включительно выполнена КТ ОГК по направлению врача-терапевта с подозрением на внебольничную пневмонию, вызванную COVID-19. Критерии исключения: пациенты, у которых КТ ОГК не оценена по категориям шкалы «КТ 0-4»; пациенты, у которых COVID-19 не подтвердился.

КТ ОГК были выполнены на базе 48 медицинских организаций, оказывающих первичную медицинскую помощь взрослому населению в Москве.

Данные о летальных исходах были получены до 4 мая 2020 г. включительно.

Оборудование и КТ-протокол

Исследования выполнены на 48 компьютерных томографах, включающих модели Toshiba Aquilion 64 (Canon, Япония), Toshiba Aquilion CXL (Canon, Япония), General Electric HiSpeed (GE, США). Везде использовался стандартный протокол: напряжение 120 кВ; сила тока настраивается автоматически в зависимости от топограммы; направление сканирования – от диафрагмы к верхушкам легких; поле обзора (FOV) – 350 мм; толщина срезов ≤ 1 мм; фильтр реконструкции (kernel) – легочный для Toshiba (Canon) – FC50/FC51/FC52/FC53, для GE – LUNG. Сканирование выполнялось при задержке дыхания на глубине вдоха.

Оценка данных КТ

В Российской Федерации, согласно Временным методическим рекомендациям Российского общества рентгенологов и радиологов и Российской ассоциации специалистов по ультразвуковой диа-

гностике в медицине, в условиях большого потока пациентов для быстрой оценки изменений в легких, выявленных при КТ, рекомендована так называемая «эмпирическая» визуальная шкала. Она основана на визуальной оценке примерного объема уплотненной легочной ткани [2]. Данная шкала имеет 5 градаций, начинается с 0, а далее – деление по интервалам 25%. В Департаменте здравоохранения Москвы используются методические рекомендации, согласно которым следует проводить оценку изменений легочной ткани при COVID-19 по данным КТ ОГК, основанную на определении процента поражения легкого. Процент поражения оценивается отдельно по каждому легкому. Категория изменений (табл. 1) определяется по легкому с наибольшим поражением (вне зависимости от наличия постоперационных изменений) [1].

Таблица 1. Оценка категории изменений легочной ткани при COVID-19 по данным КТ ОГК [1]

Table 1. Assessment of the category of lung tissue changes with COVID-19 according to chest CT [1]

Категория изменений	Основные проявления вирусной пневмонии
«КТ-0»	Норма и отсутствие КТ-признаков вирусной пневмонии на фоне типичной клинической картины и релевантного эпидемиологического анамнеза
Легкая («КТ-1»)	Зоны уплотнения по типу матового стекла. Вовлечение паренхимы легкого $\leq 25\%$
Среднетяжелая («КТ-2»)	Зоны уплотнения по типу матового стекла. Вовлечение паренхимы легкого 25-50%
Тяжелая («КТ-3»)	Зоны уплотнения по типу матового стекла. Зоны консолидации. Вовлечение паренхимы легкого 50-75%. Увеличение объема поражения на 50% за 24-48 ч на фоне дыхательных нарушений, если исследования выполняются в динамике
Критическая («КТ-4»)	Диффузное уплотнение легочной ткани по типу матового стекла и консолидации в сочетании с ретикулярными изменениями. Гидроторакс (двусторонний, преобладает слева). Вовлечение паренхимы легкого $\geq 75\%$

Статистический анализ

При представлении результатов использованы методы статистики. Для категориальных данных указаны абсолютное число и доля (%) пациентов в каждой категории. Проведен анализ тенденции направленного изменения доли умерших сре-

ди пациентов с разными категориями по шкале «КТ 0-4».

Анализ данных по общей выживаемости проведен с помощью метода Каплана – Мейера, а также регрессии Кокса. Время выживаемости – это количество часов с момента проведения анализируемой КТ ОГК до констатации смерти пациента по любой причине.

При построении регрессионной модели Кокса в качестве ковариатов использовались пол и возраст пациента, категория по шкале «КТ 0-4». Для каждого фактора вычислено соотношение рисков (HR, hazard ratio) и 95%-ный доверительный интервал (CI).

При наличии у пациента двух последовательных КТ ОГК проведен анализ симметрии распределения переходов из одной категории в другую по шкале «КТ 0-4».

Для статистического анализа использована программа Stata 14. Все сравнения проводились при двустороннем уровне статистической значимости 0,05.

Результаты

Общее число пациентов, которым проведена КТ органов грудной клетки в МО, подключенных к ЕРИС с 02.03.2020 г. по 01.05.2020 г., составило 71 267.

После применения критериев включения и исключения объем выборки исследования составил 13 003 человека, из них 5 677 мужчин и 7 326 женщин, средний возраст – 46 лет. В этой выборке к 4 мая 2020 г. включительно зарегистрировано 150 летальных исходов. Распределение пациентов по категориям «КТ 0-4» и частоте летальных исходов представлено в табл. 2.

Как видно из табл. 2, частота летальных исходов направленно увеличивается от «КТ-0» до «КТ-4». Тест на отклонение тренда от линейности также дает $p < 0,0001$. Это свидетельствует, что при переходе к более высоким категориям («КТ-3» и «КТ-4») происходит ускорение тренда, т. е. вероятность летального исхода растет более быстрыми темпами, чем при переходе, например от «КТ-0» к «КТ-1» и «КТ-2».

У 150 умерших пациентов проведено сравнение времени выживания [от проведения КТ до наступления смерти (ч)] и категории по шкале «КТ 0-4».

Таблица 2. Распределение пациентов по категориям «КТ 0-4» и частоте летальных исходов

Table 2. Distribution of patients by categories of CT 0-4 score and frequency of lethal outcomes

Категория по шкале «КТ 0-4»	Умерло, абс. (%)	Живы, абс. (%)	<i>p</i>
«КТ-0»	24/5 075 (0,47%)	5 051/5 075 (99,53%)	<i>p</i> (для тренда) < 0,0001 <i>p</i> (для отклонений от линейности) < 0,0001
«КТ-1»	34/4 004 (0,85%)	3 970/4 004 (99,15%)	
«КТ-2»	41/2 852 (1,44%)	2 811/2 852 (98,56%)	
«КТ-3»	40/986 (4,06%)	946/986 (95,94%)	
«КТ-4»	11/86 (12,79%)	75/86 (87,21%)	
Итого	150/13 003 (1,15%)	12 853/13 003 (98,85%)	

Анализ общей выживаемости показал, что кривые Каплана – Мейера статистически значимо расходятся (рис. 1; $p = 0,0005$).

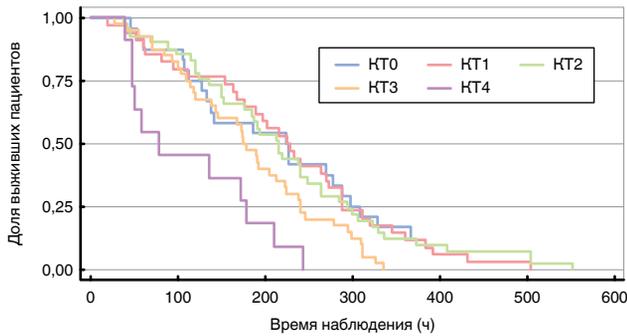


Рис. 1. Кривые Каплана – Мейера для оценки общей выживаемости по шкале «КТ 0-4», $p = 0,0005$. Время наблюдения (ч) – период от проведения КТ до смерти пациента

Fig. 1. Kaplan Meier curve in the assessment of overall survival as per CT 0-4 score, $p = 0,0005$. Observation time (h) – the period from CT to the death of the patient

При этом если объединить категории «КТ-0», «КТ-1» и «КТ-2» в одну «КТ-0-2», то расхождение становится еще заметнее, а значение p достигает уровня 0,0001 (рис. 2). Эти результаты указывают на значительную более низкую общую выживаемость среди пациентов, находящихся в категориях «КТ-3» и «КТ-4», по сравнению с иными категориями.

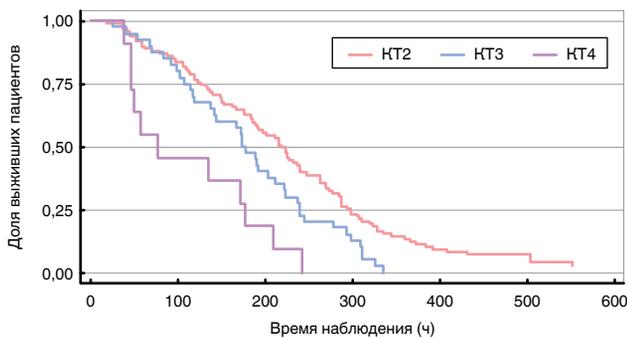


Рис. 2. Кривые Каплана – Мейера для оценки общей выживаемости пациентов при различных категориях по шкале «КТ 0-4» ($p = 0,0001$). «КТ-0», «КТ-1» и «КТ-2» объединены в «КТ 0-2». Время наблюдения (ч) – период от проведения КТ до смерти пациента

Fig. 2. Kaplan Meier curve in the assessment of overall survival of patients with various categories as per CT 0-4 score ($p = 0,0001$). CT-0, CT-1 and CT-2 are combined into CT 0-2. Observation time (h) – the period from CT to the death of the patient

Анализ данных по общей выживаемости с помощью регрессионной модели Кокса показал (табл. 3), что возраст и категория по шкале «КТ 0-4» были статистически значимо ассоциированы с риском наступления смерти ($p < 0,05$). Риск смерти увеличивался с возрастом в среднем на 8,6% (95%-ный

Таблица 3. Параметры регрессионной модели Кокса для анализа общей выживаемости

Table 3. Cox regression model parameters for overall survival analysis

Фактор модели	HR	p	95% CI для HR
Пол (жен = реф.)	1,160	0,408	(0,815; 1,650)
Возраст, 5-летний интервал	1,086	0,031	(1,008; 1,170)
Категория по шкале «КТ 0-4»	1,380	< 0,001	(1,171; 1,626)

Примечание: HR - отношение риска (hazard ratio) летального исхода; CI – доверительный интервал

ДИ 0,8-17,0%) на каждые 5 лет. При увеличении категории по шкале «КТ 0-4» риск увеличивался в среднем на 38% (95%-ный ДИ 17,1-62,6%). Статистически значимой ассоциации гендерной принадлежности с общей выживаемостью не выявлено ($p = 0,408$).

Также был проведен анализ переходов из одной категории по шкале «КТ 0-4» в другую у 960 пациентов, имевших две последовательных КТ ОГК (табл. 4). Из 259 пациентов, имевших «КТ-0» при первом исследовании, 133 пациента остались в этой же категории при втором исследовании, а 126 (82+37+7+0) изменили ее на более высокую. Из 431 пациента с категорией «КТ-1» при первом исследовании у 114 зафиксировано повышение категории, у 48 – снижение, у 269 – стабильное состояние при втором исследовании.

Анализ данных (табл. 4) на наличие симметрии выявил статистически значимые отличия ($p < 0,0001$) между распределением пациентов с понижением и повышением категории по шкале «КТ 0-4» (ячейки таблицы выше и ниже диагонали, обозначающей стабильность КТ категории при обоих исследованиях). Сумма чисел выше диагонали статистически значимо больше суммы чисел ниже диагонали, что указывает на направленное движение пациентов в сторону ухудшения тяжести состояния. Данные результаты обусловлены тем, что повторное КТ проводили в основном в случае клинического ухудшения.

Заключение

В данном исследовании выявлена статистически значимая взаимосвязь между повышением категории от «КТ-0» до «КТ-4» и фактом смерти пациентов с COVID-19. При более тяжелых категориях («КТ-3» и «КТ-4») вероятность наступления смерти увеличивается. Риск смерти увеличивался: в среднем на 38% в каждой последующей категории по шкале «КТ 0-4»; в среднем на 8,6% на каждый 5-летний промежуток возраста. В публикации Yuan M. et al. [11], предлагается прогностическая модель летальных исходов при COVID-19, учитывающая данные КТ, но эта полуколичественная визуальная система представляет собой сложную математическую оценку КТ-изображения посег-

Таблица 4. Распределение пациентов по категориям «КТ 0-4» по данным двух последовательных КТ ОГК

Table 4. Patient categorization as per CT 0-4 score according to two consecutive chest CT

Шкала «КТ 0-4» при первой КТ	Перемещение пациентов по шкале «КТ 0-4» (абс.)					Распределение пациентов при первой КТ (абс.)
	шкала «КТ 0-4» при второй КТ					
	КТ-0	КТ-1	КТ-2	КТ-3	КТ-4	
«КТ-0»	133	82	37	7	0	259
«КТ-1»	48	269	88	21	5	431
«КТ-2»	8	95	86	29	3	221
«КТ-3»	0	15	15	15	1	46
«КТ-4»	0	0	0	0	3	3
Распределение пациентов при второй КТ (абс.)	189	461	226	72	12	960

Примечание: красным цветом выделено число пациентов, у которых данные по шкале «КТ 0-4» были стабильны при двух КТ ОГК-исследованиях, слева от них число пациентов со снижением категории шкалы; справа – с повышением категории шкалы

ментарно. Модель имеет ряд ограничений: многокомпонентная оценка параметров полуколичественным методом приводит к накоплению ошибок, способных изменить трактовку тяжести повреждения легких; требуется длительное время для обработки данных; крайне сложна для использования в рутинной практике. Предлагаемый в нашем исследовании вариант оценки данных КТ ОГК легко применим на практике, повышение категории достоверно коррелирует с увеличением риска смерти пациента.

В работе Colombi D. et al. представлена количественная оценка с помощью специального программного обеспечения объема поражения легочной паренхимы, установлена высокая корреляция между сохранной хорошо вентилируемой легочной тканью и неблагоприятными исходами (перевод в палату интенсивной терапии или смерть). Пороговое значение объема сохранной легочной ткани составило 73% [3]. Основное отличие данной работы от нашей заключается в обследованных контингентах. В нашем случае это только пациенты, изначально

но самостоятельно обратившиеся за медицинской помощью в первичное звено здравоохранения.

В проспективном исследовании Du R. H. et al., а также в ретроспективном исследовании Li X et al. было доказано, что возраст 65 лет и более был связан с повышением риска смерти от COVID-19 [4, 6]. В нашем исследовании также было доказано, что риск смерти увеличивался с возрастом в среднем на 8,6% на каждые 5 лет.

В мировой литературе мы не обнаружили данных по анализу КТ ОГК при COVID-19, выполненных на базе медицинских организаций первичного звена.

Визуальная шкала «КТ 0-4», рекомендованная к применению в РФ для оценки поражения паренхимы легкого по данным КТ грудной клетки, является предиктором смерти у пациентов с COVID-19 и удобна для практического использования.

Наше исследование имеет ограничения: это ретроспективный анализ; для оценки КТ ОГК использовалась эмпирическая шкала без автоматического или полуавтоматического подтверждения.

Благодарность: авторы выражают благодарность всем врачам медицинских организаций Департамента здравоохранения Москвы, борющимся с эпидемией; команде экспертов Департамента информационных технологий города Москвы за оперативную помощь в работе с данными из ЕМИАС-ЕРИС и Владиславу Георгиевичу Кляшторному за статистический анализ. Отдельно выражаем благодарность Павлову Николаю Александровичу, руководителю проектов сектора медицинской информатики, радиомтики и радиогеномики ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», Николаеву Александру Евгеньевичу, младшему научному сотруднику отдела развития качества радиологии ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ».

Acknowledgment: The authors are grateful to all the doctors of the medical organizations of the Moscow Health Department who are fighting against the epidemic; a team of experts from the Moscow Department of Information Technologies for operational assistance in working with data from EMIAS-ERIS and Vladislav G. Klyashtorny for statistical analysis. We express our gratitude to Nikolay A. Pavlov, Project Manager of Medical IT, Radiomics and Radiogenomics Sector of Scientific Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow Health Department, Aleksandr E. Nikolaev, Junior Researcher of the Radiology Quality Enhancement Department of Scientific Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow Health Department.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Морозов С. П., Проценко Д. Н., Сметанина С. В., Андрейченко А. Е., Амброси О. Е., Баланюк Э. А., Владимирский А. В., Ветшева Н. Н., Гомболевский В. А., Елифанова С. В., Ледихова Н. В., Лобанов М. Н., Павлов Н. А., Панина Е. В., Полищук Н. С., Ридэн Т. В., Соколова И. А., Туравилова Е. В., Федоров С. С., Чернина В. Ю., Шулькин И. М. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов: препринт № ЦДТ – 2020 – II. Версия 2 от 17.04.2020 // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 65. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – 78 с.
2. Синицын В. Е., Тюрин И. Е., Митков В. В. Временные методические рекомендации Российского общества рентгенологов и радиологов (РОПР) и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) «Методы лучевой диагностики пневмонии при новой коронавирусной инфекции при COVID-19» Российское общество рентгенологов и радиологов (РОПР), Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ). – 2020.
3. Colombi D., Bodini F. C., Petrini M., Maffi G., Morelli N., Milanese G., Silva M., Sverzellati N., Michieletti E. Well-aerated Lung on Admitting Chest CT to Predict Adverse Outcome in COVID-19 Pneumonia // *Radiology*. – 2020. – Apr. 17:201433. doi:10.1148/radiol.2020201433.
4. Du R. H., Liang L. R., Yang C. Q., Wang W., Cao T. Z., Li M., Guo G. Y., Du J., Zheng C. L., Zhu Q. and Hu M. Predictors of mortality for patients with COVID-19 pneumonia caused by SARS-CoV-2: a prospective cohort study // *Eur. Respir. J.* – 2020. – Vol. 55, № 5. – 2000524. Published 2020 May 7. doi:10.1183/13993003.00524-2020.
5. Li K., Fang Y., Li W., Pan C., Qin P., Zhong Y., Liu X., Huang M., Liao Y., Li S. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19) // *Eur. Radiol.* – 2020. – Mar 25. doi: 10.1007/s00330-020-06817-6.
6. Li X., Xu S., Yu M., Wang K., Tao Y., Zhou Y., Shi J., Zhou M., Wu B., Yang Z., Zhang C. Risk factors for severity and mortality in adult COVID-19 inpatients in Wuhan [published online ahead of print, 2020 Apr 12] // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 2020. – S0091-6749(20)30495-4. doi:10.1016/j.jaci.2020.04.006.
7. Silverstein W. K., Stroud L., Cleghorn G. E., Leis J. A. First imported case of 2019 novel coronavirus in Canada, presenting as mild pneumonia // *Lancet*. – 2020. – Feb. 29. – Vol. 395 (10225):734. – Doi: 10.1016/S0140-6736(20)30370-6.
8. Sverzellati N., Milanese G., Milone F., Balbi M., Ledda R. E., Silva M. Integrated Radiologic Algorithm for COVID-19 Pandemic // *J. Thorac. Imaging*. – 2020. – Apr. 7. doi: 10.1097/RTI.0000000000000516.
9. Wynants L., Van Calster B., Bonten M. M., Collins G. S., Debray T. P., De Vos M., Haller M. C., Heinze G., Moons K. G., Riley R. D., Schuit E. Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19 infection: systematic review and critical appraisal // *BMJ*. – 2020. – 369:m1328. Published 2020 Apr 7. doi:10.1136/bmj.m1328.
10. Yoon S. H., Lee K. H., Kim J. Y., Lee Y. K., Ko H., Kim K. H., Park C. M., Kim Y. H. Chest Radiographic and CT Findings of the 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19): analysis of nine patients treated in Korea // *Korean J. Radiol.* – 2020. – Apr. – Vol. 21, № 4. – P. 494–500. – Doi: 10.3348/kjr.2020.0132.
11. Yuan M., Yin W., Tao Z., Tan W., Hu Y. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // *PLoS One*. – 2020. – № 15. – P. e0230548. doi:10.1371/journal.pone.0230548.
12. Zhang R., Ouyang H., Fu L., Wang S., Han J., Huang K., Jia M., Song Q., Fu Z. CT features of SARS-CoV-2 pneumonia according to clinical presentation: a retrospective analysis of 120 consecutive patients from Wuhan city [published online ahead of print, 2020 Apr 11] // *Eur. Radiol.* – 2020. – № 10.1007/s00330-020-06854-1.
1. Morozov S.P., Protsenko D.N., Smetanina S.V., Andreychenko A.E., Ambrosi O.E., Balanyuk H.A., Vladimirovskiy A.V., Vetsheva N.N., Gombolevskiy V.A., Elyfanova S.V., Ledikhova N.V., Lobanov M.N., Pavlov N.A., Panina E.V., Polischuk N.S., Riden T.V., Sokolina I.A., Turavilova E.V., Fedorov S.S., Chernina V.Yu., Shulkin I.M. *Lučevaya diagnostika koronavirusnoy bolezni (COVID-19): organizatsiya, metodologiya, interpretatsiya rezultatov: preprint no TSDT – 2020 – II. Versiya 2 ot 17.04.2020. Seriya Luchshie praktiki lučevoy i instrumentalnoy diagnostiki*. [Radiation diagnosis of coronavirus disease (COVID-19): organization, methodology, interpretation of results: preprint No. CDT – 2020 – II. Version 2 from 17.04.2020. Series on best practices of radiation and instrumental diagnostics]. Issue 65, Moscow, GBUZ NPKTS DiT DZM Publ., 2020, 78 p.
2. Sinitsyn V.E., Tyurin I.E., Mitkov V.V. *Vremennye metodicheskie rekomendatsii Rossiyskogo obshchestva rentgenologov i radiologov (ROPR) i Rossiyskoy assotsiatsii spetsialistov ultrazvukovoy diagnostike v meditsine (RASUDM) Metody lučevoy diagnostiki pnevmonii pri novoy koronavirusnoy infektsii pri COVID-19. Rossiyskoe obshchestvo rentgenologov i radiologov (ROPR), Rossiyskaya assotsiatsiya spetsialistov ultrazvukovoy diagnostiki v meditsine (RASUDM)*. [Provisional guidelines of the Russian Society of Radiologists and Radiologists (ROPR) and the Russian Association of Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) on Methods of Radiation Diagnostics of Pneumonia with a New Coronavirus Infection of COVID-19. Russian Society of Radiologists and Radiologists (ROPR), Russian Association of Ultrasound Diagnostic Specialists in Medicine (RASUDM)]. 2020.
3. Colombi D., Bodini F.C., Petrini M., Maffi G., Morelli N., Milanese G., Silva M., Sverzellati N., Michieletti E. Well-aerated Lung on Admitting Chest CT to Predict Adverse Outcome in COVID-19 Pneumonia. *Radiology*, 2020, Apr. 17:201433. doi:10.1148/radiol.2020201433.
4. Du R.H., Liang L.R., Yang C.Q., Wang W., Cao T.Z., Li M., Guo G.Y., Du J., Zheng C.L., Zhu Q. and Hu M. Predictors of mortality for patients with COVID-19 pneumonia caused by SARS-CoV-2: a prospective cohort study. *Eur. Respir. J.*, 2020, vol. 55, no. 5, 2000524, Published 2020 May 7. doi:10.1183/13993003.00524-2020.
5. Li K., Fang Y., Li W., Pan C., Qin P., Zhong Y., Liu X., Huang M., Liao Y., Li S. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19). *Eur. Radiol.*, 2020, Mar 25. doi: 10.1007/s00330-020-06817-6.
6. Li X., Xu S., Yu M., Wang K., Tao Y., Zhou Y., Shi J., Zhou M., Wu B., Yang Z., Zhang C. Risk factors for severity and mortality in adult COVID-19 inpatients in Wuhan [published online ahead of print, 2020 Apr 12]. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2020, S0091-6749(20)30495-4. doi:10.1016/j.jaci.2020.04.006.
7. Silverstein W.K., Stroud L., Cleghorn G.E., Leis J.A. First imported case of 2019 novel coronavirus in Canada, presenting as mild pneumonia. *Lancet*, 2020, Feb. 29, vol. 395 (10225):734. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30370-6.
8. Sverzellati N., Milanese G., Milone F., Balbi M., Ledda R.E., Silva M. Integrated Radiologic Algorithm for COVID-19 Pandemic. *J. Thorac. Imaging*, 2020, Apr. 7, doi: 10.1097/RTI.0000000000000516.
9. Wynants L., Van Calster B., Bonten M.M., Collins G.S., Debray T.P., De Vos M., Haller M.C., Heinze G., Moons K.G., Riley R.D., Schuit E. Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19 infection: systematic review and critical appraisal. *BMJ*, 2020, 369:m1328. Published 2020 Apr 7. doi:10.1136/bmj.m1328.
10. Yoon S.H., Lee K.H., Kim J.Y., Lee Y.K., Ko H., Kim K.H., Park C.M., Kim Y.H. Chest Radiographic and CT Findings of the 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19): analysis of nine patients treated in Korea. *Korean J. Radiol.*, 2020, Apr. vol. 21, no. 4, pp. 494-500. doi: 10.3348/kjr.2020.0132.
11. Yuan M., Yin W., Tao Z., Tan W., Hu Y. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *PLoS One*, 2020, no. 15, pp. e0230548. doi:10.1371/journal.pone.0230548.
12. Zhang R., Ouyang H., Fu L., Wang S., Han J., Huang K., Jia M., Song Q., Fu Z. CT features of SARS-CoV-2 pneumonia according to clinical presentation: a retrospective analysis of 120 consecutive patients from Wuhan city [published online ahead of print, 2020 Apr 11]. *Eur. Radiol.*, 2020, no. 10.1007/s00330-020-06854-1.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», 109029, Москва, Средняя Калитниковская ул., д. 28, стр. 1. Тел.: +7 (495) 276-04-36.

Морозов Сергей Павлович

доктор медицинских наук, профессор, директор.
E-mail: npcmr@zdrav.mos.ru
ORCID 0000-0001-6545-6170

Гомболевский Виктор Александрович

кандидат медицинских наук,
руководитель отдела развития качества радиологии.
E-mail: gombolevskiy@npcmr.ru
ORCID 0000-0003-1816-1315

Чернина Валерия Юрьевна

младший научный сотрудник отдела развития качества радиологии.
E-mail: chernina909@gmail.com
ORCID 0000-0002-0302-293X

Блохин Иван Андреевич

младший научный сотрудник отдела развития качества радиологии.
E-mail: blokhin.ioann@gmail.com
ORCID 0000-0002-2681-9378

Мокшенко Олеся Александровна

кандидат медицинских наук, ученый секретарь.
E-mail: o.mokhenko@npcmr.ru
ORCID 0000-0002-7826-5135

Владимирский Антон Вячеславович

доктор медицинских наук,
заместитель директора по науке.
ORCID 0000-0002-2990-7736

Белевский Андрей Станиславович

ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова МЗ РФ», доктор медицинских наук, профессор, главный внештатный специалист-пульмонолог Департамента здравоохранения города Москвы, заведующий кафедрой пульмонологии. 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1. Тел.: +7 (495) 434-36-90. E-mail: belevskiyas@mos.ru
ORCID 0000-0001-6050-724X

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Scientific Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, 28, Bd. 1, Srednaya Kalitnikovskaya St., Moscow, 109029. Phone: +7 (495) 276-04-36.

Sergey P. Morozov

Doctor of Medical Sciences, Professor, Director.
Email: npcmr@zdrav.mos.ru
ORCID 0000-0001-6545-6170

Viktor A. Gombolevskiy

Candidate of Medical Sciences, Head of Department for Radiology Quality Enhancement.
Email: gombolevskiy@npcmr.ru
ORCID 0000-0003-1816-1315

Valeriya Yu. Chernina

Junior Researcher of Department for Radiology Quality Enhancement.
Email: chernina909@gmail.com
ORCID 0000-0002-0302-293X

Ivan A. Blokhin

Junior Researcher of Department for Radiology Quality Enhancement.
Email: blokhin.ioann@gmail.com
ORCID 0000-0002-2681-9378

Olesya A. Mokhenko

Candidate of Medical Sciences, Academic Secretary.
Email: o.mokhenko@npcmr.ru
ORCID 0000-0002-7826-5135

Anton V. Vladzimirskiy

Doctor of Medical Sciences, Deputy Director for Research.
ORCID 0000-0002-2990-7736

Andrey S. Belevskiy

Pirogov Russian National Research Medical University, Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Expert in Pulmonology of Moscow Health Department, Head of Pulmonology Department. 1, Ostrovityanova St., Moscow, 117997. Phone: +7 (495) 434-36-90. Email: belevskiyas@mos.ru
ORCID 0000-0001-6050-724X

Проценко Денис Николаевич

ГБУЗ «Городская клиническая больница № 40
 Департамента здравоохранения города Москвы»,
 кандидат медицинских наук, доцент, главный внештатный
 специалист по анестезиологии-реаниматологии
 Департамента здравоохранения города Москвы,
 главный врач.
 129301, Москва, ул. Касаткина, д. 7.
 Тел.: +7 (495) 686-80-50.
 E-mail: drprotsenko@gmail.com
 ORCID 0000-0002-5166-3280

Лысенко Марьяна Анатольевна

ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52
 Департамента здравоохранения города Москвы»,
 доктор медицинских наук, главный врач.
 123182, Москва, ул. Сосновая, д. 11.
 Тел.: +7 (499) 196-37-49.
 E-mail: lysenkoma@zdrav.mos.ru
 ORCID 0000-0002-2636-2558

Зайратьянц Олег Вадимович

ФГБОУ ВО «Московский государственный
 медико-стоматологический университет
 им. А. И. Евдокимова» МЗ РФ,
 доктор медицинских наук, профессор,
 заведующий кафедрой патологической анатомии.
 127473, Москва, ул. Десятская, д. 20. стр. 1.
 E-mail: ovzair@mail.ru
 ORCID 0000-0003-3606-3823

Никонов Евгений Леонидович

Управление делами и координации деятельности
 Департамента здравоохранения города Москвы,
 начальник.
 127006, Москва, Оружейный пер., д. 43.
 Тел.: +7 (499) 145-75-29.
 E-mail: nikonovel@mos.ru
 ORCID 0000-0003-3021-6534

Denis N. Protsenko

City Clinical Hospital no. 40,
 Moscow Health Department,
 Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
 Chief Expert in Anesthesiology
 and Intensive Care of Moscow Health Department,
 Head Physician.
 7, Kasatkina St., Moscow, 129301.
 Phone: +7 (495) 686-80-50.
 Email: drprotsenko@gmail.com
 ORCID 0000-0002-5166-3280

Maryana A. Lysenko

City Clinical Hospital no. 52,
 Moscow Health Department,
 Doctor of Medical Sciences, Head Physician.
 11, Sosnovaya St., Moscow, 123182.
 Phone: +7 (499) 196-37-49.
 Email: lysenkoma@zdrav.mos.ru
 ORCID 0000-0002-2636-2558

Oleg V. Zayratyants

A.I. Yevdokimov State Medical
 Stomatological University,
 Doctor of Medical Sciences, Professor,
 Head of Pathological Anatomy Department.
 20, Build. 1, Delegatskaya St.,
 Moscow, 127473.
 Email: ovzair@mail.ru
 ORCID 0000-0003-3606-3823

Evgeniy L. Nikonov

Administration and Coordination
 Department of Moscow Health Department, Head.
 43, Oruzheyny Lane,
 Moscow, 127006.
 Phone: +7 (499) 145-75-29.
 Email: nikonovel@mos.ru
 ORCID 0000-0003-3021-6534

Поступила 26.05.2020

Submitted as of 26.05.2020