

Прогнозирование исходов при лабораторно верифицированном COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки: ретроспективный анализ 38 051 пациента

© С.П. Морозов, В.Ю. Чернина, И.А. Блохин, В.А. Гомболевский

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

Обоснование. В условиях сложившейся эпидемиологической ситуации компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) играет важную роль в диагностике заболевания. Клинические и КТ-данные позволяют врачам в короткие сроки установить вероятность наличия и прогноз у пациентов с COVID-19. **Цель** — прогнозирование исходов у лабораторно верифицированных больных COVID-19 по данным КТ ОГК с помощью полуколичественной визуальной шкалы степени поражения лёгочной паренхимы (шкала КТ0–КТ4).

Материалы и методы. Выполнен ретроспективный анализ выгрузки историй болезни из Единого медицинского информационного-аналитического сервиса (ЕМИАС) и протоколов из Единого радиологического информационного сервиса (ЕРИС) в период с 01.03.2020 по 30.07.2020. В исследование включены истории болезней пациентов с диагнозом U07.1 по МКБ-10 (лабораторно верифицированная коронавирусная инфекция), которым с 1 марта по 30 июля 2020 г. включительно проведена КТ ОГК по направлению врача-терапевта при подозрении на внебольничную пневмонию, вызванную COVID-19; максимально допустимый срок между лабораторной верификацией и КТ ОГК — не более 5 дней. Срок наблюдения за каждым пациентом — не менее 30 сут от даты проведения КТ. Исследования были выполнены в 48 медицинских организациях, оказывающих первичную медицинскую помощь взрослому населению Москвы. Не вошли в исследование пациенты, у которых результаты теста полимеразной цепной реакции на COVID-19 были отрицательными к 30.07.2020. Шкала КТ0–КТ4 рекомендована к применению в Российской Федерации для оценки объёма поражения паренхимы лёгкого при подозрении на COVID-19.

Результаты. Итоговый объём выборки — 38 051 пациент. По результатам исследования выявлено, что для категории КТ-4 риск смерти выше в 3 раза по сравнению с категорией КТ-0. По кривым Каплана–Мейера для анализа выживаемости доля выживших пациентов в категории КТ-3 почти в 3 раза ниже ($HR = 2,94$), чем в категориях КТ0–КТ2. Кроме того, установлено, что чем выше исходная категория КТ, тем ниже риск ухудшения. Время до госпитализации снижалось при увеличении категории по данным КТ ОГК.

Заключение. Визуальная шкала КТ0–КТ4 может быть использована в качестве предиктора исходов (госпитализаций и летальных исходов) у пациентов, которым при подозрении на COVID-19 выполнена КТ ОГК на базе первичного звена здравоохранения.

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

Как цитировать

Морозов С.П., Чернина В.Ю., Блохин И.А., Гомболевский В.А. Прогнозирование исходов при лабораторно верифицированном COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки: ретроспективный анализ 38 051 пациента // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46791>

Рукопись получена: 12.10.2020 Рукопись одобрена: 08.12.2020 Опубликовано: 25.12.2020

Chest CT for outcome prediction in laboratory-confirmed COVID-19: a retrospective analysis of 38 051 cases

© Sergey P. Morozov, Valeria Yu. Chernina, Ivan A. Blokhin, Victor A. Gombolevskiy

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russia

BACKGROUND: Given the current epidemiological situation, chest computed tomography (CT) has an important role in the diagnosis of the disease. Clinical and CT data allow physicians to quickly assess the likelihood of presence and prognosis in patients with COVID-19.

AIMS: prediction of outcomes in laboratory-confirmed COVID-19 patients based on the chest computed tomography (CT) with a semi-quantitative visual pulmonary lesion grading system (CT 0–4).

MATERIALS AND METHODS: A retrospective analysis of the Unified Medical Information and Analytical Service (UMIAS) and Unified Radiological Information Service (ERIS) records from 01.03.2020 to 30.07.2020 was performed. Inclusion criteria: patients diagnosed with U07.1 (laboratory verified coronavirus infection) and referred from March 1 to July 30, 2020 to a chest CT by a physician with suspected community-acquired pneumonia caused by COVID-19; the maximum period between laboratory verification and CT — no more than five days. The observation period for each patient is at least 30 days from the date of the CT scan. The scans were performed in 48 medical organizations providing primary medical care to adults in Moscow. Exclusion criteria: patients with negative reverse transcription-polymerase chain reaction results by 30.07.2020. The CT 0–4 scale is recommended for use in the Russian Federation to estimate the volume of lung parenchyma lesions when COVID-19 is suspected.

RESULTS: The total sample volume was 38 051 patients. In this study, the risk of death was three times higher for the category CT-4 than CT-0. In Kaplan-Meier survival curves, the survival rate of patients in the CT-3 category was almost three times lower (HR = 2.94) than in the CT0-2 categories. Also, it was found that the higher the initial category of CT, the lower the risk of deterioration. The time to hospitalization decreased with the increase in the CT grade.

CONCLUSION: The visual CT 0–4 scale can be used to predict outcomes (hospitalizations and deaths) in patients suspected of COVID-19 who underwent chest CT scans in primary health care.

Keywords: COVID-19, community-acquired pneumonia, computed tomography

To cite this article

Morozov SP, Chernina VYu, Blokhin IA, Gombolevskiy VA. Chest CT for outcome prediction in laboratory-confirmed COVID-19: a retrospective analysis of 38 051 cases. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46791>

Received: 12.10.2020

Accepted: 08.12.2020

Published: 25.12.2020

ОБОСНОВАНИЕ

11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила пандемию по заболеванию COVID-19, вызываемому вирусом SARS-CoV-2 [1]. По официальным данным, к третьему кварталу 2020 г. в мире зарегистрировано более 29 млн подтверждённых случаев заболевания и более 940 тыс. летальных исходов [2].

В условиях сложившейся эпидемиологической ситуации компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) играет важную роль в диагностике заболевания. Клинические и КТ-данные позволяют врачам в короткие сроки установить вероятность наличия и прогноз у пациентов с COVID-19 [3]. Следует отметить, что при КТ ОГК отсутствуют патогномичные признаки коронавирусной инфекции, однако наиболее часто визуализируются двусторонние периферические участки «матового стекла», преимущественно в базальных отделах лёгких [4, 5]. Количественный анализ изменений на КТ ОГК облегчает оценку состояния больных COVID-19 [6]. Так, в работе D. Colombi и соавт. [7] представлена количественная оценка поражения лёгочной паренхимы с помощью открытого программного обеспечения,

которая установила высокую корреляцию между сохранной, хорошо вентилируемой лёгочной тканью и исходами (перевод в палату интенсивной терапии или смерть). Степень поражения лёгких при COVID-19 можно оценить полностью автоматически, используя алгоритмы машинного обучения [8].

В связи с эпидемиологической обстановкой возникает необходимость создания и критической оценки прогностических моделей на основе клинических данных [9]. На территории Российской Федерации в условиях большого потока пациентов для быстрой и стандартизированной оценки изменений в лёгких, выявленных при КТ ОГК, рекомендована «эмпирическая» визуальная шкала [10].

Цель исследования — прогнозирование исходов у лабораторно верифицированных больных COVID-19 по данным КТ ОГК с помощью полуколичественной визуальной шкалы степени поражения лёгочной паренхимы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее ретроспективное исследование согласовано с независимым этическим комитетом Московского регионального отделения Российского общества рентгенологов и радиологов. Информированное согласие не требовалось ввиду ретроспективного дизайна исследования (отсутствие проспективной части исследования с вмешательством в лечебно-диагностический процесс).

КРИТЕРИИ СООТВЕТСТВИЯ

Выполнен анализ выгрузки историй болезни из Единого медицинского информационно-аналитического сервиса (ЕМИАС) и протоколов из Единого радиологического информационного сервиса (ЕРИС) в период с 01.03.2020 по 30.07.2020 включительно.

Критерии включения: пациенты с диагнозом U07.1 по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (лабораторно верифицированная коронавирусная инфекция), которым проведена КТ ОГК по направлению врача-терапевта при подозрении на внебольничную пневмонию, вызванную COVID-19; максимально допустимый срок между лабораторной верификацией и КТ ОГК — не более 5 дней. Срок наблюдения за каждым пациентом составлял не менее 30 сут с момента проведения КТ в поликлинике.

Критерии исключения: пациенты, у которых по данным КТ ОГК не выявлено патологических изменений, характерных для COVID-19; пациенты, которым не произведена оценка по системе «КТ0–КТ4»; пациенты с отрицательными результатами теста полимеразной цепной реакции на COVID-19 к 30.07.2020. Всего из ЕМИАС и ЕРИС было отобрано 240 985 пациентов. Из исследования исключены 202 934 пациента без лабораторной верификации и данных по категориям шкалы КТ0–КТ4.

ОПИСАНИЕ МЕДИЦИНСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

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). Для всех исследований использовался стандартный протокол: напряжение 120 кВ; сила тока — автоматически настраиваемая в зависимости от топограммы; направление сканирования — от диафрагмы к верхушкам лёгких; поле обзора (field of view, FOV) 350 мм; толщина срезов ≤ 1 мм; фильтр реконструкции (kernel): лёгочный для Toshiba (Canon) — FC50/FC51/FC52/FC53, для GE — LUNG. Сканирование выполнялось при задержке дыхания на глубине вдоха.

Оценка данных КТ ОГК

Первичную оценку КТ ОГК выполняли в ЕРИС врачи-рентгенологи амбулаторных КТ-центров с опытом работы от 8 до 22 лет. Дополнительно все исследования были пересмотрены в ЕРИС дежурными врачами-экспертами Московского референс-центра лучевой диагностики, другое программное обеспечение не использовалось. После финализации каждого первичного протокола в пределах 30 мин эксперт референс-центра с опытом работы в торакальной рентгенологии от 10 лет проводил аудит, при необходимости с коррекцией категории по шкале степени поражения лёгочной паренхимы КТ 0–4. Таким образом, категория изменялась сразу, без сохранения первичных данных. Согласно отчётам об аудите, процент расхождений при использовании КТ0–КТ4 составил до 5%.

В Российской Федерации, согласно Временным методическим рекомендациям Российского общества рентгенологов и радиологов и Российской ассоциации специалистов по ультразвуковой диагностике в медицине, в условиях большого потока пациентов для оценки изменений в лёгких, выявленных при КТ ОГК, рекомендована так называемая эмпирическая визуальная шкала. Она основана на визуальной оценке примерного объёма поражённой лёгочной ткани [11]. Данная шкала имеет 5 градаций, начинается

с «0», далее с интервалами по 25%. В Департаменте здравоохранения Москвы используются методические рекомендации, согласно которым оценку тяжести поражения лёгочной паренхимы при COVID-19 следует проводить по проценту поражения лёгкого вне зависимости от семиотической фазы процесса («матовое стекло», «бульжная мостовая», консолидация) или их комбинации. Этот параметр оценивается отдельно по каждому лёгкому. Категория изменений определяется по лёгкому с наибольшим поражением (вне зависимости от наличия постоперационных изменений) [10].

Гипотезы исследования

Для проведения исследования были поставлены следующие вопросы:

1. Имеется ли взаимозависимость между значениями КТ0–КТ4 у лабораторно верифицированных пациентов и риском летального исхода?
2. Имеется ли взаимозависимость между значениями КТ0–КТ4 у лабораторно верифицированных пациентов и выживаемостью?
3. Имеется ли взаимозависимость между временем перехода из одной категории КТ0–КТ4 в другую и первоначальной категорией КТ0–КТ4 у лабораторно верифицированных пациентов?
4. Имеется ли взаимозависимость между значениями КТ0–КТ4 у лабораторно верифицированных пациентов и количеством дней от первичного КТ до госпитализации?

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В анализ данных были включены все пациенты с лабораторно верифицированным диагнозом COVID-19, для которых имелись валидные данные по датам госпитализации и датам проведения по крайней мере одного КТ-обследования. При этом за исходный уровень и дату оценки КТ принимали дату и результат первого КТ-обследования, где была поставлена оценка: для 36 958 пациентов это была первая КТ, для 1049 — вторая КТ, для 41 — третья КТ, для 3 — четвёртая КТ).

Для анализа данных по летальным исходам была использована модель логистической регрессии. В качестве факторов модели использовали пол и возраст пациентов, а также категорию по шкале КТ0–КТ4. Для каждого фактора была дана оценка отношения шансов (odds ratio, OR) летального исхода, а также 95% доверительного интервала (ДИ) для OR.

Для анализа данных типа «время до наступления события (общая выживаемость, время до ухудшения КТ, время от первичного КТ до госпитализации)» были использованы метод Каплана–Мейера, а также регрессия Кокса с включением в качестве факторов модели пола, возраста пациентов и категории тяжести по исходному КТ.

Для зависимой переменной «число госпитализаций» было проведено построение регрессии Пуассона с использованием вышеуказанных факторов в качестве ковариатов. Для каждого фактора была дана оценка скоростей наступления события (IRR) и соответствующего 95% ДИ.

Для данных по общей длительности госпитализации (число дней) и числу дней от даты исходного КТ до лабораторной верификации диагноза использовали многофакторную регрессионную модель с факторами «пол», «возраст» и «категория тяжести по КТ». Для каждого фактора приведены значения регрессионных коэффициентов с указанием 95% ДИ.

Статистическая обработка была выполнена с помощью программы Stata 14.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ОБЪЕКТЫ (УЧАСТНИКИ) ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего из ЕМИАС и ЕРИС было отобрано 240 985 пациентов. Из исследования исключены 202 934 пациента без лабораторной верификации и данных по категориям шкалы КТ0–КТ4. Итоговый объём выборки — 38 051 пациент, из них 21 888 (57,5%) мужчин и 16 163 (42,5%) женщин. Средний возраст — $50 \pm 14,7$ года. Общее количество смертей — 182. Блок-схема формирования выборки представлена на рис. 1. Большинство пациентов при первичном сканировании классифицированы как КТ-1 (таблица).

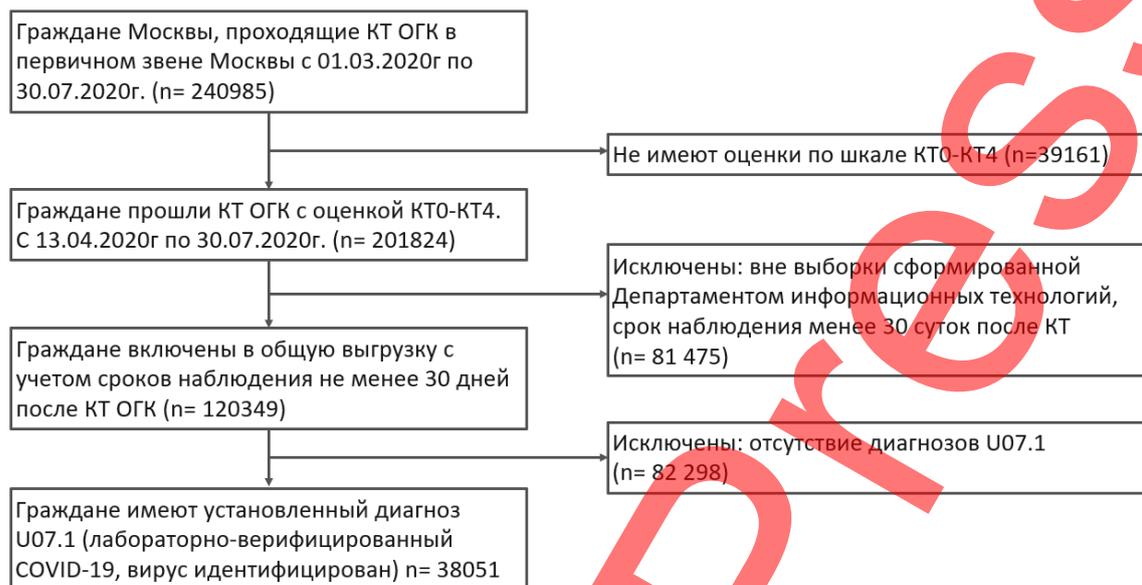


Рис. 1. Блок-схема формирования выборки.

Таблица. Распределение пациентов по исходной категории шкалы КТ0–КТ4

Категория по шкале КТ0–КТ4	Количество пациентов, <i>n</i>	Доля, %
0	8112	21,3
1	18 704	49,2
2	8180	21,5
3	2773	7,3
4	282	0,7
Суммарно	38 051	100,0

Для пациентов категории КТ-4 риск смерти был выше в 3 раза ($p = 0,010$). Для категорий КТ-2 и КТ-3 статистически значимых отличий не выявлено. Аналогичные результаты получены и при анализе общей выживаемости. По кривым Каплана–Мейера для анализа выживаемости доля выживших пациентов в категории КТ-3 почти в 3 раза ниже ($HR = 2,94$), чем в категориях КТ0–КТ2 (рис. 2).

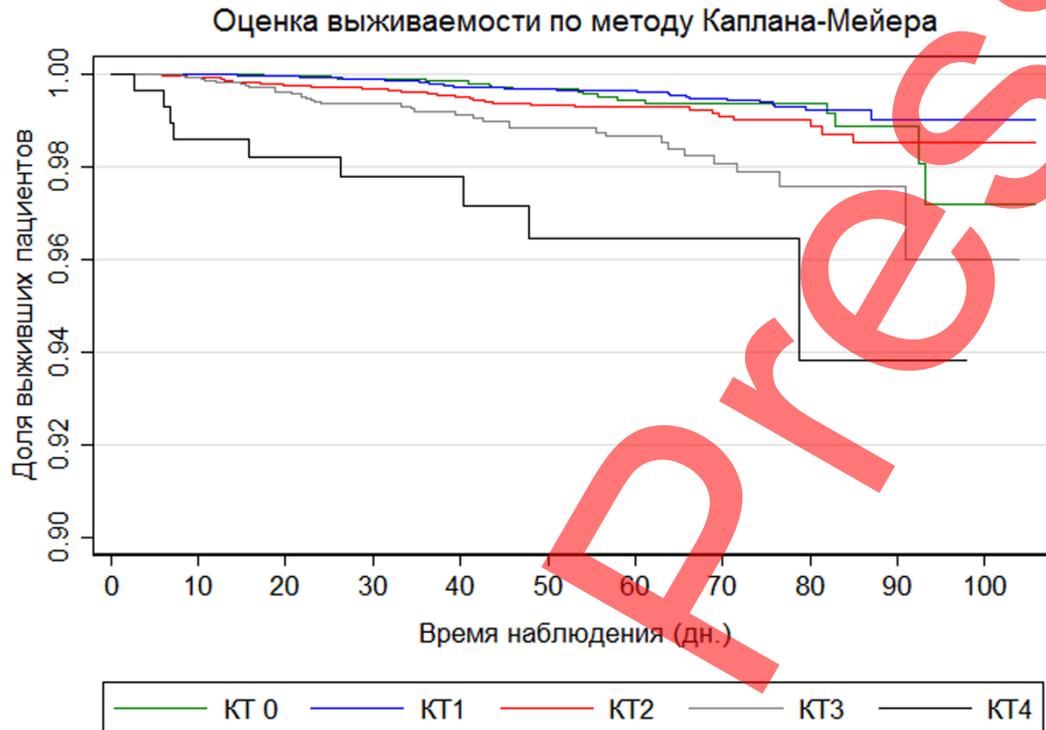


Рис. 2. Кривые общей выживаемости по методу Каплана–Мейера для категорий по шкале КТ0–КТ4 ($p < 0,0001$).

Анализ времени до ухудшения состояния по данным КТ ОГК на одну и более категории относительно исходного уровня показал взаимозависимость исходно высокого уровня поражения и низкого риска ухудшения ($p < 0,001$) (рис. 3).

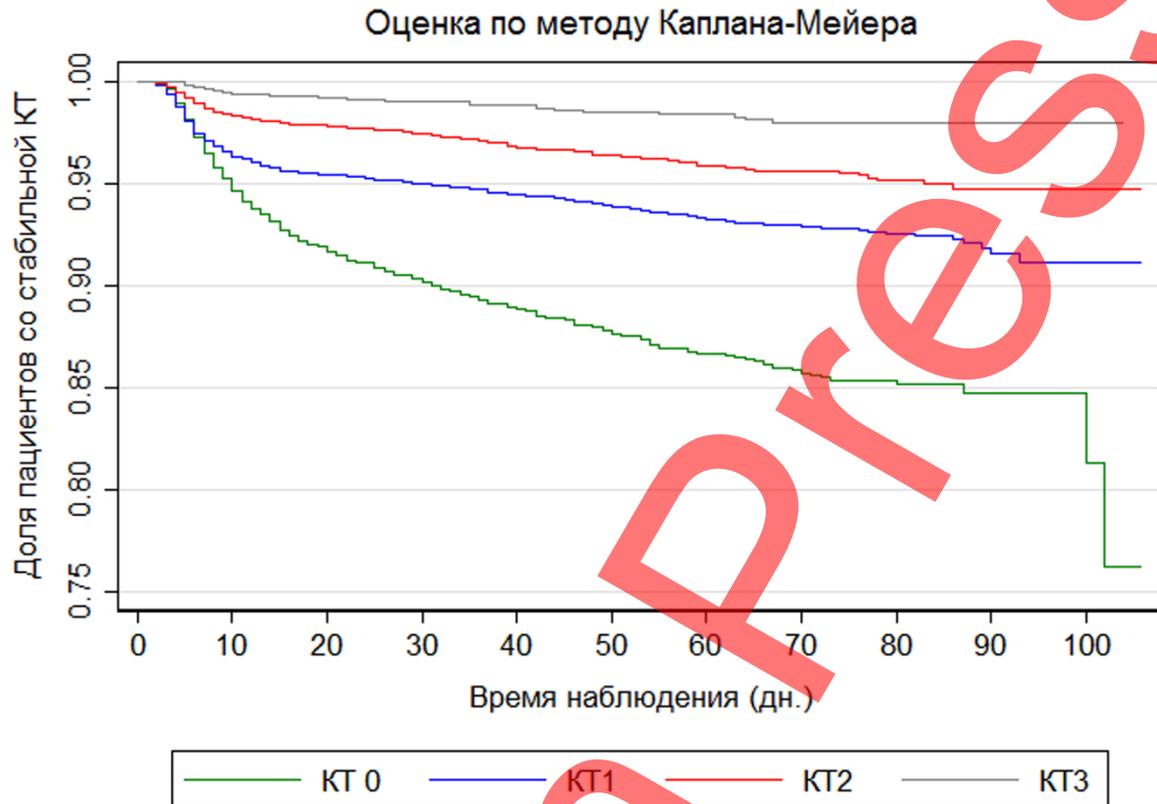


Рис. 3. Кривые Каплана–Мейера для данных по времени до ухудшения состояния по данным компьютерной томографии органов грудной клетки на одну и более категории относительно исходного уровня ($p < 0,0001$).

Кроме того, было выявлено, что время до госпитализации снижалось при увеличении категории по данным КТ ОГК ($p < 0,001$); [рис. 4](#).

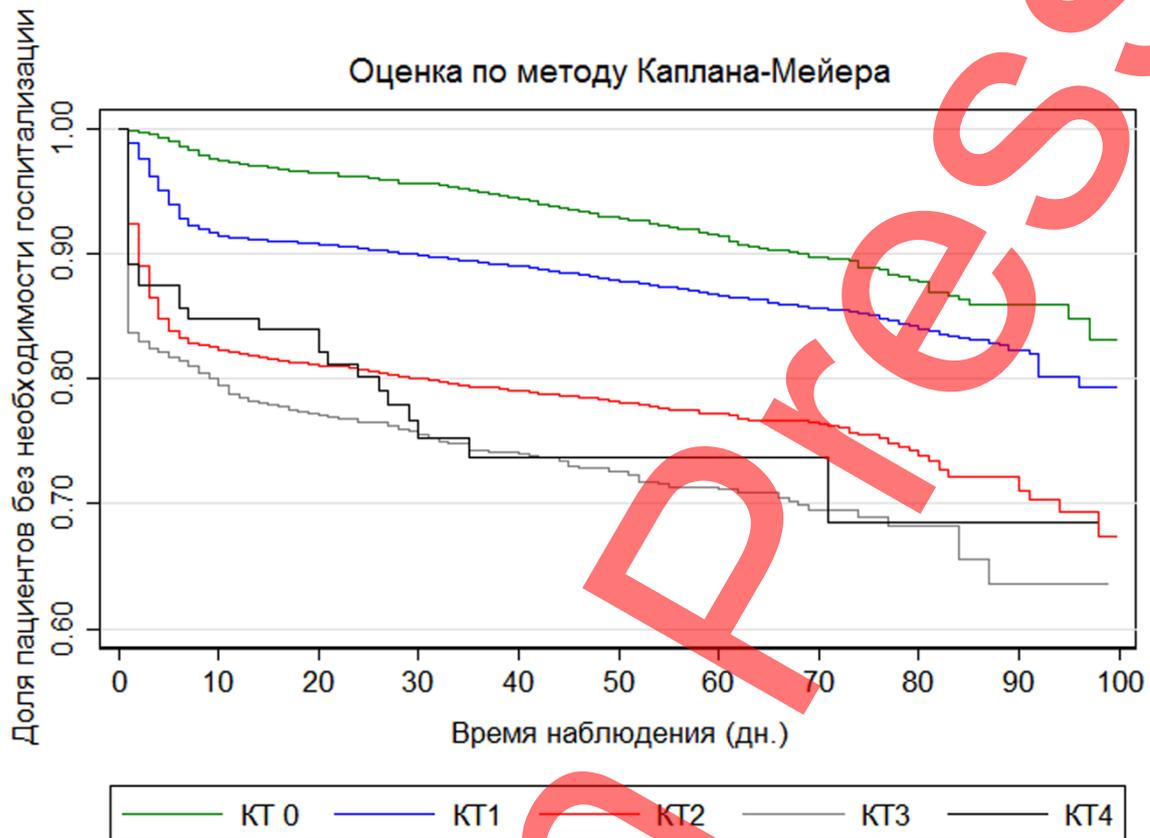


Рис. 4. Кривые Каплана–Мейера для данных по времени от первичной компьютерной томографии органов грудной клетки до госпитализации ($p < 0,0001$).

При анализе длительности интервала между первой и второй КТ ($n = 12\,726$) среднее время ожидания составило $25,1 \pm 21,9$ дня (95% ДИ 24,7–25,5), медианное — 20 дней. При анализе длительности интервала между первой и третьей КТ ($n = 2847$) среднее время ожидания составило $36,6 \pm 28,8$ дня (95% ДИ 35,4–37,5), медианное — 30 дней. При анализе длительности интервала между первой и четвертой КТ ($n = 582$) среднее время ожидания составило $44,6 \pm 26,5$ дня (95% ДИ 42,4–46,7), медианное — 40 дней.

ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам данного исследования выявлено, что для пациентов с категорией КТ-4 риск смерти был выше в 3 раза, чем при КТ-0. По кривым Каплана–Мейера для анализа выживаемости доля выживших пациентов в категории КТ-3 была почти в 3 раза ниже ($HR = 2,94$), чем в категориях КТ0–КТ2. Кроме того, было установлено, что чем выше исходная категория КТ, тем риск ухудшения ниже. На рис. 3 кривая КТ-3 является наиболее стабильной во времени, в то время как кривые КТ-0, КТ-1 и КТ-2 имеют тенденцию к ухудшению. Именно поэтому лёгкие стадии поражения (КТ-0, КТ-1, КТ-2) требуют такого же внимания, как и тяжёлые, поскольку имеется больший риск прогрессирования заболевания. Время до госпитализации снижалось при увеличении категории по данным КТ ОГК. Следует отметить, что решение о госпитализации зависит от клинического статуса пациента, особенностей организации специализированного коечного фонда, нормативно-правовых актов. Пациенты могли быть госпитализированы также вне периода наблюдения или госпитализированы в учреждения, не имеющие подключения к ЕМИАС. Установлен более высокий уровень смертности от всех причин в июне, что может быть связано с загрузкой системы здравоохранения и несовершенством алгоритмов оказания медицинской помощи в условиях сложной эпидемиологической обстановки.

Ранее нами было проведено ретроспективное исследование, по результатам которого выявлено, что вероятность летального исхода направленно увеличивалась от КТ-0 к КТ-4. Возраст пациента и категория по шкале КТ0–КТ4 были статистически значимо ассоциированы со временем до наступления смерти от

COVID-19. При переходе из одной категории КТ в следующую риск увеличивался в среднем на 38% [12]. Однако в данное исследование были включены пациенты без лабораторной верификации коронавирусной инфекции, период наблюдения за пациентами был значительно меньше, а оценивались только корреляция степени тяжести поражения по КТ ОГК и летальные исходы.

Настоящее исследование дополняет ранее полученные результаты, основано на большей выборке с лабораторно верифицированными диагнозами и более подробной информацией об исходах.

Установлено, что КТ ОГК позволяет выявить изменения в лёгких, характерные для COVID-19, и оценить их степень, что совпадает с результатами исследований других авторов [13, 14]. В работе М. Yuan и соавт. [15] разработана прогностическая модель летальных исходов при COVID-19, учитывающая данные КТ, но использующая комплексную посегментную оценку КТ-данных. Многокомпонентная полуколичественная оценка изменений представляется ограничением модели, способным привести к накоплению ошибок. К другим ограничениям модели можно отнести длительное время для анализа данных и сложность использования в рутинной практике. Предлагаемый в нашем исследовании вариант оценки данных КТ ОГК легко применим на практике, коррелирует с риском смерти от всех причин, общей выживаемостью, риском ухудшения клинического статуса.

В публикации С. Петрикова и соавт. [16] выявлена достоверно значимая корреляционная связь между увеличением степени поражения лёгких, определённой с помощью КТ, с ухудшением клинического состояния пациентов. В публикации Р. Ху и соавт. [17] в ходе ретроспективного мультицентрового наблюдательного исследования проведён мультивариантный анализ 703 лабораторно верифицированных случаев COVID-19, показавший корреляцию между летальным исходом и наличием сопутствующих заболеваний, лейкоцитозом, лимфопенией, обширным поражением лёгочной паренхимы по данным КТ. Авторами предложена визуальная посегментная полуколичественная шкала оценки поражения лёгких, где поражённый сегмент оценивается в 1 балл вне зависимости от морфологии инфильтративных изменений, при вовлечении 14 (70%) сегментов и более риск летального исхода увеличивается в 3 раза. В работе D. Colombi и соавт. [7] представлена количественная оценка поражения лёгочной паренхимы с помощью открытого программного обеспечения, которая установила высокую корреляцию между сохранной, хорошо вентилируемой лёгочной тканью и исходами (перевод в палату интенсивной терапии или смерть). В работе Y. Xiong и соавт. [18] на маленькой выборке из 42 пациентов отмечена положительная корреляция между количеством поражённых долей лёгких при первичном исследовании и риском увеличения площади инфильтративных изменений. Результаты этих исследований сопоставимы с нашими. Основные отличия заключаются в использовании оригинальной шкалы КТ0–КТ4, а также в обследованных контингентах: в нашем случае это только пациенты, самостоятельно обратившиеся за медицинской помощью в первичное звено здравоохранения.

ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наше исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, анализ данных проведён ретроспективно. Однако такой дизайн позволил включить в исследование большое количество пациентов с большим периодом наблюдения. Во-вторых, авторами статьи не производился пересмотр исследований КТ ОГК, что могло повлиять на распределение пациентов по категориям шкалы КТ0–КТ4. Учитывая большой размер выборки, влияние пограничных случаев оценки с занижением или завышением степени поражения лёгочной паренхимы было минимизировано. Кроме того, все исследования были рассмотрены дежурными врачами-экспертами Московского референс-центра лучевой диагностики. В-третьих, использование большого массива данных, сформированных полуавтоматическим методом, ограничивает возможности по валидации. Тем не менее высокие уровни статистической значимости и результаты литературного анализа подкрепляют валидность полученных результатов настоящего исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов, которым при подозрении на COVID-19 выполнена КТ ОГК на базе первичного звена здравоохранения, визуальная шкала КТ0–КТ4 может быть использована в качестве предиктора исходов (госпитализаций и летальных исходов).

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование и публикации статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. Морозов С.П. – концепция исследования, утверждение финальной версии манускрипта; Чернина В.Ю. – поиск публикаций по теме статьи, редактирование текста манускрипта; Блохин И.А. – формирование набора данных, написание манускрипта; Гомболевский В.А. – экспертная оценка информации, утверждение финальной версии манускрипта. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Health Organization. Timeline of WHO's response to COVID-19 [Internet]. WHO, 2020 [дата обращения: 09.09.2020]. Доступ по ссылке: <https://www.who.int/news-room/detail/29-06-2020-covidtimeline>
2. Dong E., Du H., Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time // *Lancet Infect Dis*. 2020. Vol. 20, N 5. P. 533–534. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1
3. Zhang R., Ouyang H., Fu L., et al. CT features of SARS-CoV-2 pneumonia according to clinical presentation: a retrospective analysis of 120 consecutive patients from Wuhan city // *Eur Radiol*. 2020. Vol. 30, N 8. P. 4417–4426. doi: 10.1007/s00330-020-06854-1
4. Silverstein W.K., Stroud L., Cleghorn G.E., Leis J.A. First imported case of 2019 novel coronavirus in Canada, presenting as mild pneumonia // *The Lancet*. 2020. Vol. 395, N 10225. P. 734. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30370-6
5. Yoon S.H., Lee K.H., Kim J.Y., et al. Chest radiographic and CT findings of the 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19): analysis of nine patients treated in Korea // *Korean J Radiol*. 2020. Vol. 21, N 4. P. 494–500. doi: 10.3348/kjr.2020.0132
6. Sverzellati N., Milanese G., Milone F., et al. Integrated radiologic algorithm for COVID-19 pandemic // *J Thorac Imaging*. 2020. Vol. 35, N 4. P. 228–233. doi: 10.1097/RTI.0000000000000516
7. Colombi D., Bodini F.C., Petrini M., et al. Well-aerated lung on admitting chest CT to predict adverse outcome in COVID-19 pneumonia // *Radiology*. 2020. Vol. 296, N 2. E86–E96. doi: 10.1148/radiol.2020201433
8. Li K., Fang Y., Li W., et al. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19) // *Eur Radiol*. 2020. Vol. 30, N 8. P. 4407–4416. doi: 10.1007/s00330-020-06817-6
9. Wynants L., van Calster B., Collins G.S., et al. Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19: systematic review and critical appraisal // *BMJ*. 2020. Vol. 369. M1328. doi: 10.1136/bmj.m1328
10. Морозов С.П., Проценко Д.Н., Сметанина С.В. и др. 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. Москва : ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. 78 с.
11. Сеницын В.Е., Тюрин И.Е., Митьков В.В. Временные методические рекомендации Российского общества рентгенологов и радиологов (РОРР) и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) «Методы лучевой диагностики пневмонии при новой коронавирусной инфекции при COVID-19» (версия 2) // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2020. Т. 101, № 2. С. 72–89. doi: 10.20862/0042-4676-2020-101-2-72-89
12. Морозов С.П., Гомболевский В.А., Чернина В.Ю. и др. Прогнозирование летальных исходов при COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки // *Туберкулез и болезни легких*. 2020. Т. 98, № 6. С. 7–14. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14
13. Христенко Е.А., фон Стакельберг О., Кауцор Х.У. и др. КТ-паттерны при COVID-19 ассоциированных пневмониях — стандартизация описаний исследований на основе глоссария

- общества Флейшнера // REJR. 2020. Т. 10, № 1. С. 16–26. doi: 10.21569/2222-7415-2020-10-1-16-26
14. Raptis C.A., Hammer M.M., Short R.G., et al. Chest CT and coronavirus disease (COVID-19): a critical review of the literature to date // *AJR Am J Roentgenol*. 2020. Vol. 215, N 4. P. 839–842. doi: 10.2214/AJR.20.23202
 15. Yuan M., Yin W., Tao Z., et al. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // *PLoS One*. 2020. Vol. 15, N 3. E0230548. doi: 10.1371/journal.pone.0230548
 16. Петриков С.С., Попугаев К.А., Бармина Т.Г. и др. Сопоставление клинических данных и компьютерно-томографической семиотики легких при COVID-19 // *Туберкулез и болезни легких*. 2020. Т. 98, № 7. С. 14–25. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-7-14-25
 17. Xu P.P., Tian R.H., Luo S., et al. Risk factors for adverse clinical outcomes with COVID-19 in China: a multicenter, retrospective, observational study // *Theranostics*. 2020. Vol. 10, N 14. P. 6372–6383. doi: 10.7150/thno.46833
 18. Xiong Y., Sun D., Liu Y., et al. Clinical and High-Resolution CT Features of the COVID-19 Infection: Comparison of the Initial and Follow-up Changes // *Investigative Radiology*. 2020. Vol. 55, N 6. P. 332–339. doi: 10.1097/RLI.0000000000000674

REFERENCES

1. World Health Organization. Timeline of WHO's response to COVID-19 [Internet]. WHO; 2020 [cited 2020 Sept 9]. Available from: <https://www.who.int/news-room/detail/29-06-2020-covid-timeline>
2. Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis*. 2020;20(5):533–534. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1
3. Zhang R, Ouyang H, Fu L, et al. CT features of SARS-CoV-2 pneumonia according to clinical presentation: a retrospective analysis of 120 consecutive patients from Wuhan city. *Eur Radiol*. 2020;30(8):4417–4426. doi: 10.1007/s00330-020-06854-1
4. Silverstein WK, Stroud L, Cleghorn GE, Leis JA. First imported case of 2019 novel coronavirus in Canada, presenting as mild pneumonia. *Lancet*. 2020;395(10225):734. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30370-6
5. Yoon SH, Lee KH, Kim JY, et al. Chest radiographic and CT findings of the 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19): analysis of nine patients treated in Korea. *Korean J Radiol*. 2020;21(4):494–500. doi: 10.3348/kjr.2020.0132
6. Sverzellati N, Milanese G, Milone F, et al. Integrated radiologic algorithm for COVID-19 pandemic. *J Thorac Imaging*. 2020;35(4):228–233. doi: 10.1097/RTI.0000000000000516
7. Colombi D, Bodini FC, Petrini M, et al. Well-aerated lung on admitting chest CT to predict adverse outcome in COVID-19 pneumonia. *Radiology*. 2020;296(2):E86–E96. doi: 10.1148/radiol.2020201433
8. Li K, Fang Y, Li W, et al. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19). *Eur Radiol*. 2020;30(8):4407–4416. doi: 10.1007/s00330-020-06817-6
9. Wynants L, van Calster B, Collins GS, et al. Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19: systematic review and critical appraisal. *BMJ*. 2020;369:M1328. doi: 10.1136/bmj.m1328
10. Morozov SP, Protsenko DN, Smetanina SV, et al. Radiation diagnostics of coronavirus disease (COVID-19): organization, methodology, interpretation of results: Preprint No. CDT – 2020 – II. Version 2 from 17.04.2020. Series "Best practices of radiation and instrumental diagnostics". Issue 65. Moscow: GBUZ "NPKTS DIT DZM"; 2020. 78 p. (In Russ).
11. Sinitsyn VE, Tyurin IE, Mitkov VV. Consensus Guidelines of Russian Society of Radiology (RSR) and Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) "Role of

- Imaging (X-ray, CT and US) in Diagnosis of COVID-19 Pneumonia" (version 2). *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2020;101(2):72–89. (In Russ). doi: 10.20862/0042-4676-2020-101-2-72-89
12. Morozov SP, Gombolevskiy VA, Chernina VY, et al. Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2020;98(6):7–14. (In Russ). doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14
 13. Khristenko E, von Stackelberg O, Kauczor HU, et al. Ctpatterns in COVID-19 associated pneumonia – unification of radiological reports based on glossary of Fleischner society. *REJR*. 2020;10(1):16–26. (In Russ). doi: 10.21569/2222-7415-2020-10-1-16-26
 14. Raptis CA, Hammer MM, Short RG, et al. Chest CT and coronavirus disease (COVID-19): a critical review of the literature to date. *AJR Am J Roentgenol*. 2020;215(4):839–842. doi: 10.2214/AJR.20.23202
 15. Yuan M, Yin W, Tao Z, et al. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *PLoS One*. 2020;15(3):E0230548. doi: 10.1371/journal.pone.0230548
 16. Petrikov SS, Popugaev KA, Barmina TG, et al. Comparison of clinical data and computed tomography semiotics of the lungs in COVID-19. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2020;98(7):14–25. (In Russ). doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-7-14-25
 17. Xu PP, Tian RH, Luo S, et al. Risk factors for adverse clinical outcomes with COVID-19 in China: a multicenter, retrospective, observational study. *Theranostics*. 2020;10(14):6372–6383. doi: 10.7150/thno.46833
 18. Xiong Y, Sun D, Liu Y, et al. Clinical and High-Resolution CT Features of the COVID-19 Infection: Comparison of the Initial and Follow-up Changes. *Invest Radiol*. 2020;55(6):332–339. doi: 10.1097/RLI.0000000000000674

ОБ АВТОРАХ

***Гомболевский Виктор Александрович**, к.м.н.; адрес: Россия, 127051, Москва, улица Петровка, д.24/1; телефон: 8 (926) 394-81-49; **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>; **eLibrary SPIN**: 6810-3279; **e-mail**: g_victor@mail.ru.

Морозов Сергей Павлович, д.м.н., профессор; **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-6545-6170>; **eLibrary SPIN**: 8542-1720; **e-mail**: morozov@npcmr.ru.

Чернина Валерия Юрьевна; **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-0302-293X>; **eLibrary SPIN**: 8896-8051; **e-mail**: v.chernina@npcmr.ru.

Блохин Иван Андреевич; <http://orcid.org/0000-0002-2681-9378>; **eLibrary SPIN**: 3306-1387; **e-mail**: i.blokhin@npcmr.ru.

AUTHORS INFO

***Victor A. Gombolevskiy**, MD, PhD, MPH; address: Petrovka 24/1, Moscow, Russia, 127051; Phone: 8 (926) 394-81-49; **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>; **eLibrary SPIN**: 6810-3279; **e-mail**: g_victor@mail.ru.

Sergey P. Morozov, MD, PhD, Prof; **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-6545-6170>; **eLibrary SPIN**: 8542-1720; **e-mail**: morozov@npcmr.ru.

Valeria Yu. Chernina, MD; **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-0302-293X>; **eLibrary SPIN**: 8896-8051; **e-mail**: v.chernina@npcmr.ru.

Ivan A. Blokhin, MD; <http://orcid.org/0000-0002-2681-9378>; **eLibrary SPIN**: 3306-1387; **e-mail**: i.blokhin@npcmr.ru.