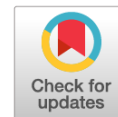


# Прогнозирование исходов при лабораторно верифицированном COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки: ретроспективный анализ 38 051 пациента



© 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).

**Материал 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 КТ4 риск смерти выше в 3 раза по сравнению с категорией КТ0. По кривым Каплана–Мейера для анализа выживаемости доля выживших пациентов в категории КТ3 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):27–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46791>



# Chest computed tomography 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. Gomboleviskiy

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

**BACKGROUND:** In the current epidemiological situation, computed tomography (CT) of chest organs plays an important role in disease diagnosis. Clinical and CT data allow physicians to quickly establish the probability of the presence and prognosis of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19).

**AIMS:** This study aimed to predict outcomes in patients with laboratory-confirmed COVID-19 based on chest CT and 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 and Unified Radiological Information Service records from March 01, 2020 to July 30, 2020 was performed. The inclusion criteria were as follows: patients diagnosed with U07.1 (laboratory-verified coronavirus infection) from March 01, 2020 to July 30, 2020 and referred for a chest CT by a physician with suspected community-acquired pneumonia caused by COVID-19; the maximum period between laboratory verification and CT was not more than five days. The observation period for each patient was at least till 30 days from the date of CT. CT was performed in 48 medical organizations providing primary medical care to adults in Moscow. The exclusion criterion was a negative reverse transcription-polymerase chain reaction results by July 30, 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 CT-4 than for CT-0. In the Kaplan–Meier survival curve, the survival rate of patients in the CT-3 category was almost three times lower (hazard ratio = 2.94) than in the CT 0–2 categories; in addition, the higher the initial category of CT, the lower the risk of deterioration. The time for hospitalization decreased with the increase in the CT grade.

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

**Keywords:** COVID-19; community-acquired pneumonia; computed tomography.

## To cite this article

Morozov SP, Chernina VYu, Blokhin IA, Gomboleviskiy VA. Chest computed tomography for outcome prediction in laboratory-confirmed COVID-19: A retrospective analysis of 38,051 cases. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):27–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46791>

Received: 12.10.2020

Accepted: 08.12.2020

Published: 25.12.2020



# 基于胸部CT的实验室验证COVID-19预后预测：38,051例患者的回顾性分析

© 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, Russian Federation

**论证：**在目前的流行病学情况下，胸部器官CT（胸部器官的计算机断层扫描）在该病的诊断中起着重要的作用。临床和CT数据使医生能够快速判断COVID-19患者的存在概率和预后。

**目的：**预测实验室证实的COVID-19患者的结果，基于胸部器官CT，使用肺实质损伤程度半定量视觉量表（CT0—CT4量表）。

**材料与方**法。对2020年3月1日至2020年7月30日期间从统一医疗信息和分析服务处（UMIAS）和从统一放射信息服务处（ERIS）卸载的医疗记录和协议进行了回顾性分析。本研究纳入了根据ICD-10诊断为U07.1患者的病历（实验室确诊新型冠状病毒感染病例）。从2020年3月1日至7月30日，这些患者在疑似COVID-19引起的社区获得性肺炎的内科医生的指导下接受胸部器官CT检查；实验室检查和胸部器官计算机断层扫描之间最长允许的时间不超过5天。每位病人的随访期由CT日期起计最少为30天。这项研究是在向莫斯科成年人口提供初级医疗保健的48个医疗机构中进行的。本研究不包括截至2020年7月30日COVID-19聚合酶链反应试验结果为阴性的患者。CT0-CT4量表推荐在俄罗斯联邦用于评估疑似COVID-19病例肺实质损害的程度。

**结果。**样本量为38,051例。根据研究结果，CT-4类患者的死亡风险比CT-0类患者高3倍。Kaplan-Meier生存曲线显示，CT-3类患者的存活比例比CT0-CT2类患者低3倍（HR = 2.94）。此外，发现了CT的初始类别越高，恶化的风险越低。根据胸部器官CT显示，住院时间随类别的增加而减少。

**结果。**CT0-CT4的视觉尺度可用于预测疑似COVID-19患者的预后（住院和死亡），如果患者在初级卫生保健的基础上接受了胸部器官CT检查。

**关键词：**COVID-19；社区获得性肺炎；计算机断层扫描

## 引用本文：

Morozov SP, Chernina VYu, Blokhin IA, Gombolevskiy VA. 基于胸部CT的实验室验证COVID-19预后预测：38,051例患者的回顾性分析. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):27-36. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46791>



# 论证

2020年3月11日世界卫生组织宣布COVID-19为大流行疾病,由SARS-CoV-2病毒引起[1]。官方数据显示,截至2020年第三季度,全球确诊病例超过2900万例,死亡病例超过94万例[2]。

在目前的流行病学情况下,胸部器官CT(胸部CT)在该病的诊断中起着重要的作用。临床和CT数据使医生能够快速判断COVID-19患者的存在概率和预后[3]。值得注意的是,在胸部CT未见冠状病毒感染的单发征象,但双侧磨砂玻璃的外周区域最可见,主要见于肺基底部[4,5]。胸部CT定量分析变化有助于COVID-19患者病情的评估[6]。因此,在D. Colombi等人的研究中[7],使用开放软件对肺实质损伤进行了定量评估,建立了保存完好、通气良好的肺组织与预后之间的高度相关性(转入重症监护室或死亡)。使用机器学习算法可以完全自动估计COVID-19肺损伤程度[8]。

由于流行病学情况,有必要建立并严格评估基于临床数据的预后模型[9]。在俄罗斯联邦境内,在病人大量流动的情况下,建议采用经验性视觉模拟评分法,对胸部CT检测到的肺部变化进行快速和标准化的评估[10]。

**目的:** 预测实验室证实的COVID-19患者的结果,基于胸部CT,使用肺实质损伤程度半定量视觉量表。

## 材料与方法。

### 研究设计

这项回顾性研究得到了俄罗斯放射学家协会莫斯科地区分支独立伦理委员会的批准。由于该研究采用回顾性设计(没有对治疗和诊断过程进行干预的前瞻性部分),不需要知情同意。

### 遵从准则

对2020年3月1日至2020年7月30日期间从统一医疗信息和分析服务处(UMIAS)和从统一放射信息服务处(URIS)卸载的医疗记录和协议进行了分析。

### 入选标准:

诊断为U07.1的患者根据《国际疾病与相关问题统计分类第十版》(第10次修订本),疑似COVID-19引起的社区获得性肺炎患者在全科医生的指导下接受了胸部CT;从化验所核实到接受胸部CT的最长时间不超过5天。每位

患者的随访时间至少为30天,从胸部CT到综合诊所。

### 排除标准:

胸部CT未显示COVID-19任何病理变化特征的患者;未根据CT0-CT4系统评估的患者;2020年7月30日COVID-19聚合酶链反应阴性患者。从UMIAS和URIS中选择240 985例患者。202 934例患者在没有任何实验室验证和CT0-CT4量表分类数据的情况下被排除在研究之外。

## 医学研究的描述

### 设备和CT通讯协议

研究对象为48台CT扫描仪,包括Toshiba Aquilion 64(Canon,日本)、Toshiba Aquilion CXL(Canon,日本)、General Electric HiSpeed(GE,美国)。所有研究均采用标准方案:120 kV电压;电流强度—根据内存存储图示自动调整;扫描方向—从横膈膜到肺顶;视场(field of view, FOV)—350 mm;片厚<1 mm;可重构滤波器(kernel): Toshiba(Canon)—FC50/FC51/FC52/FC53,为GE—LUNG。扫描是在吸气深度屏气时进行的。

### 胸部CT数据的评估

最初的胸部CT评估是由门诊CT中心的放射科医师在URIS中进行的,其工作经验从8年到22年。此外,所有的研究都是由Moscow Radiology Reference Center的当值医生专家在URIS中进行审查的,没有使用其他软件。在30分钟内完成每个主要方案后,参考中心具有至少10年胸部放射学经验的专家进行了审核,如有必要,根据CT肺实质病变程度0-4对类别进行纠正。因此,类别立即更改,而不保存主要数据。根据审计报告,使用CT0-CT4的差异百分比高达5%。

在俄罗斯联邦,根据俄罗斯放射学家协会和俄罗斯医学超声诊断专家协会的临时指南,在病人大量流动的情况下,所谓的经验视觉分级被推荐用于评估胸部CT所检测到的肺部变化。它是基于对受影响肺组织的大致体积的视觉评估[11]。这个尺度有5个层次,从“0”开始,然后以25%为间隔。莫斯科卫生部使用方学建议,根据该建议,COVID-19肺实质损伤的严重程度评估应按肺损伤的百分比进行,无论过程的符号学阶段或符号学阶段的组合是什么(肺磨砂玻璃结



节、铺路石征、固结带)。每个肺单独评估该参数。改变的类别是由有最大病变的肺决定的(无论是否存在术后改变)[10]。

## 研究假设

本研究提出以下问题:

1. 实验室验证患者的CT0-CT4值与死亡风险之间是否存在相关性?
2. 在实验室验证的患者中CT0-CT4值与存活率之间是否存在相关性?
3. 在经过实验室验证的患者中,从一个类别的CT0-CT4过渡到另一个类别的时间与CT0-CT4的初始类别之间是否存在相关性?
4. 经实验室验证的患者CT0-CT4值与初次CT到住院天数之间是否存在相关性?

## 统计分析

数据分析包括所有经实验室验证诊断为COVID-19的患者,他们有住院日期和至少一次CT检查日期的有效数据。同时以CT评估的初始水平和日期作为第一次CT检查的日期和结果,评估如下:对于36 958例患者,这是第一个CT检查,对于1049例—第二个CT检查,对于41例—第三个CT检查,对于3例—第四个CT检查。

使用逻辑回归模型分析死亡数据。以患者性别、年龄、CT0-CT4量表分类为模型因子。对于每个因素,对致命结果的优势比(odds ratio, OR)以及对OR的95%置信区间(CI)进行了估计。

采用Kaplan-Meyer方法和Cox回归分析时间到事件的数据(总生存率,从入院前初次CT到CT恶化的时间),包括基于基线CT的性别、年龄和

表格患者按CT0-CT4量表初始类别分布

CT0-CT4量表的类别	患者人数, <i>n</i>	比例, %
0	8,112	21.3
1	18,704	49.2
2	8,180	21.5
3	2,773	7.3
4	282	0.7
总数	38,051	100.0

严重程度分类模型作为因素。

对于因变量住院人数,以上述因素为协变量构建泊松回归。对每个因素估计事件发生率(IRR)和相应的95%置信区间。

对于总住院时间(天数)和从初次CT扫描日期到实验室验证诊断的天数,使用包含“性别”、“年龄”和“CT严重程度类别”因素的多元回归模型。对于每个因素,给出回归系数的值,表示95% CI。

使用Stata 14程序进行统计处理。

## 结果

### 研究对象(参与者)

从UMIAS和URIS中选择240 985例患者。202 934例患者在没有实验室验证和CT0-CT4量表分类数据的情况下被排除在研究之外。总样本量为38 051例患者,其中21 888(57.5%)为男性,16 163(42.5%)为女性。平均年龄为50±14.7岁。死亡总人数为182人。抽样的框图如图1所示。大多数初次扫描的患者被归类为CT-1(见表)。

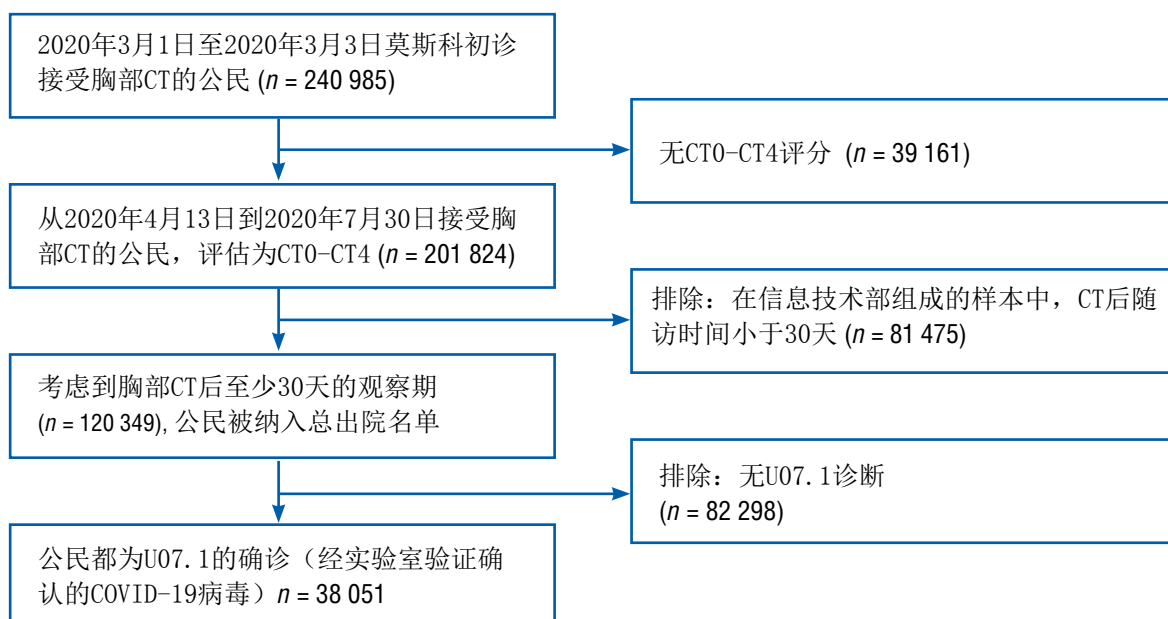


图 1抽样生成的框图。



对于CT-4类患者，死亡风险高3倍 ( $p=0.010$ )。CT-2和CT-3分类差异无统计学意义。在总生存率分析中也得到了类似的结果。根据Kaplan-Meyer曲线的生存分析，CT-3类患者的生存比例几乎是CT0-CT2类患者少3倍 ( $HR=2.94$ ) (图2)。通过胸部CT分析到一个或多个基线类别的恶化时间，显示了原始高级别病变与低恶化风险之间的相关性 ( $p<0.001$ ) (图3)。此外，根据胸部CT数据发现，住院时间随着类别的增加而减少 ( $p<0.001$ )；图4所示。分析第一次和第二次CT间隔时间 ( $n=12726$ ) 时，平均等待时间为  $25.1\pm 21.9$  天 (95% CI 24.7-25.5)，中位数为20天。分析第一次和第三次CT间隔时间 ( $n=2847$ ) 时，平均等待时间为  $36.6\pm 28.8$  天 (95% CI 35.4-37.5)，中位数为30天。分析第一次和第四次CT间隔时间 ( $n=582$ ) 时，平均等待

时间为  $44.6\pm 26.5$  天 (95% CI 42.4-46.7)，中位数为40天。

## 讨论

本研究结果发现，CT-4类患者的死亡风险比CT-0类患者高3倍。Kaplan-Meyer生存曲线显示，CT-3类患者的存活比例比CT0-CT2类患者低3倍 ( $HR = 2.94$ )。此外，研究发现初始CT分类越高，恶化风险越低。在图3中，CT-3曲线随时间变化最为稳定，CT-0、CT-1、CT-2曲线呈现恶化趋势。这就是为什么病变的轻微阶段 (CT-0、CT-1、CT-2) 需要与严重阶段一样重视，因为疾病进展的风险更大。根据胸部器官CT显示，住院时间随类别的增加而减少。应当指出的是，关于住院的决定取决于病人的临床状况、专门病床

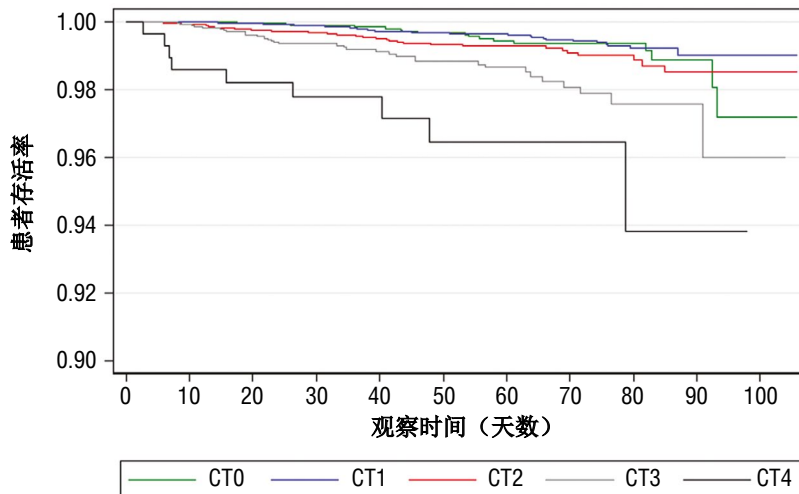


图 2CT0-CT4分级Kaplan-Meier的总体生存曲线 ( $p<0.0001$ )。

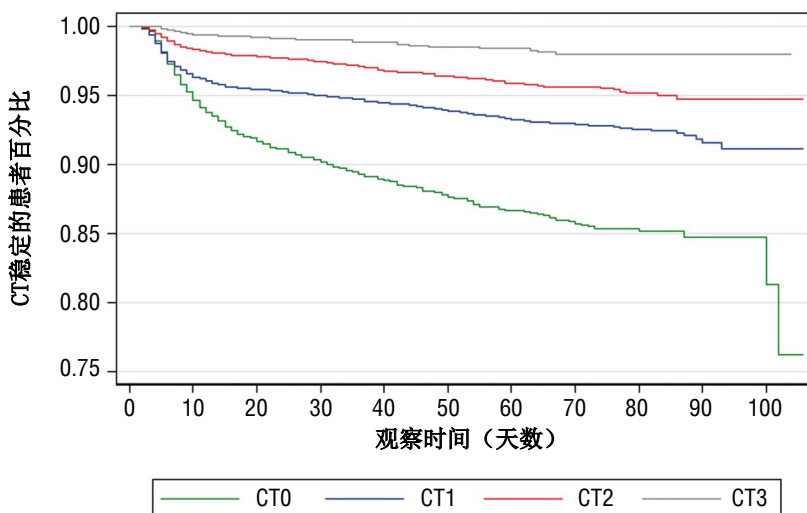


图 3与基线水平相比，胸部计算机断层扫描显示的恶化时间的Kaplan-Meyer曲线 ( $p<0.0001$ )。

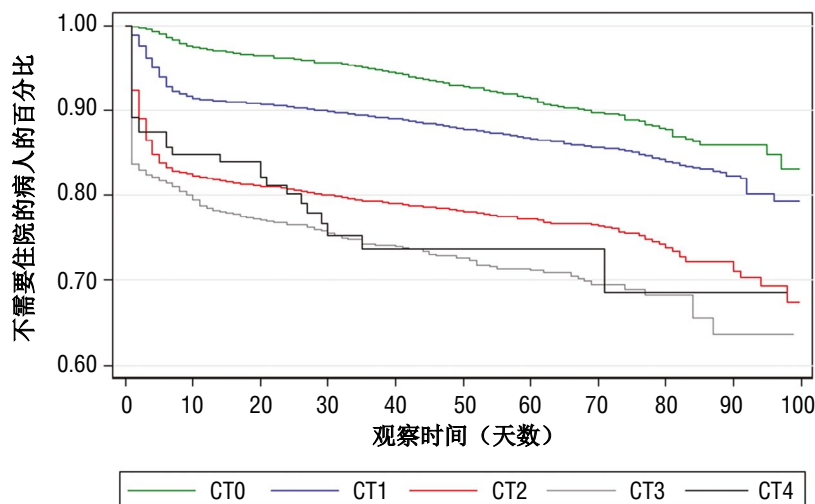


图 4从胸部器官首次计算机断层扫描到住院的时间数据的Kaplan-Meier曲线 ( $p < 0.0001$ )。

基金组织的具体情况以及规范性法律行为。患者也可以在随访期之外住院，或入住与UMIAS没有联系的机构。今年6月，全因死亡率有所上升，这可能是由于卫生保健系统工作量过大，以及在复杂的流行病学情况下提供医疗护理的算法不完善。

之前，我们进行了一项回顾性研究，结果显示CT-0到CT-4的致命结果的概率增加。患者的年龄和CT0-CT4评分分类与COVID-19死亡时间有统计学意义的相关性。当从一种CT类别切换到另一种CT类别时，风险平均增加了38%[12]。但本研究纳入未经实验室证实为冠状病毒感染的患者，随访时间明显较短，仅根据胸部CT评估病变严重程度与死亡的相关性。

本研究补充了早期的发现，基于更大的样本和实验室验证的诊断和更详细的结果信息。

研究发现，胸部CT可以检测COVID-19肺部特征的变化，并评估其程度，这与其他作者的研究结果一致[13,14]。在M. Yuan等人的研究中[15]，开发了一个COVID-19死亡的预后模型，该模型考虑了CT数据，但使用了对CT数据的全面逐段评估。对变化的多组分半定量估计似乎是该模型的一个局限性，它会导致误差的累积。该模型的其他局限性包括分析数据的时间长和在日常实践中使用它的复杂性。我们研究中提出的对胸部CT数据评估的不同方法在实践中很容易适用，与各种原因导致的死亡风险、总生存率以及临床状态恶化的风险相关。

S. Petrikov等人[16]发表的研究显示，CT判断的肺损伤程度增加与患者临床病情恶化具有显著的相关性。在一项回顾性多中心观察研究中，P. Xu等人对703例经实验室验证的CO-

VID-19病例进行了多因素分析[17]，其根据CT显示，死亡结果与伴随疾病、白细胞增多、淋巴细胞减少、肺实质广泛损伤等存在相关性。作者提出了一种视觉分节半定量评估肺损伤的标准，即不管浸润性改变的形态如何，病变节段估计为1分，当累及14个（70%）节段或更多时，死亡风险增加3倍。在D. Colombi等人的研究中[7]，使用开放软件对肺实质损伤进行了定量评估，建立了保存完好、通气良好的肺组织与预后之间的高度相关性（转到重症监护室或者死亡）。在Y. Xiong等人的研究中[18]，42例患者的小样本显示，在最初的研究中，受影响的肺叶数量与浸润性改变面积增加的风险呈正相关。这些研究的结果与我们的结果具有可比性。主要的差别在于使用了CT0-CT4的原始规模，以及被审查的患者：在我们的案例中，他们只是在初级卫生保健系统中独立申请医疗保健的患者。

## 研究的局限性

这项研究有一些局限性。首先，我们对数据进行了回顾性分析。然而，这种设计使得纳入大量随访期较长的患者成为可能。其次，本文作者没有对胸部CT研究进行综述，这可能会影响患者在CT0-CT4量表类别中的分布。考虑到样本量大，低估或高估肺实质损伤程度的边缘评估病例的影响被最小化。此外，所有研究都由Moscow Radiology Reference Center的当值专家进行了审查。第三，使用半自动方法生成的大量数据限制了验证的可能性。然而，高水平的统计显著性和文献分析结果支持了本研究结果的有效性。



## 结论

对于疑似COVID-19的患者,在初级卫生保健的基础上进行了胸部CT,CT0-CT4视觉尺度可作为预后的预测指标(住院和死亡)。

## 附加信息

**资金来源。**这篇文章的研究和发表是由作者团队的个人费用进行的。

**利益冲突。**本文作者已证实没有利益冲突需要报道。

**作者的参与:** S.P. Morozov—负责研究概念,批准最终版本的手稿; V.Yu. Chernina—负责搜索与文章主题相关的出版物,编辑稿件文本; I.A. Blokhin—负责数据集的形成,手稿的写作; V.A. Gombolevskyi—专家评估信息,批准最终版本的手稿。所有作者都对文章的研究和准备做出了重大贡献,在发表前阅读并批准了最终版本。

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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>
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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.
- Синицын 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;  
eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g\_victor@mail.ru

**Морозов Сергей Павлович**, д-р мед. наук, 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**;  
ORCID: <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;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;  
eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g\_victor@mail.ru

**Sergey P. Morozov**, MD, PhD, Professor;  
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;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2681-9378>;  
eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru

