



MOSCOW CENTER
FOR DIAGNOSTICS & TELEMEDICINE

ISSN 2712–8490 (Print)

DIGITAL DIAGNOSTICS

A peer-reviewed scientific medical journal

1 Volume 1 Issue

ISSUE THEME:

COVID-19 in a megapolis

2020



<https://journals.eco-vector.com/DD>

УЧРЕДИТЕЛИ

- ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ»
- ООО «Эко-Вектор»

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н

E-mail: info@eco-vector.com

WEB: <https://eco-vector.com>

РЕКЛАМА

Отдел рекламы

Тел.: +7 495 308 83 89

РЕДАКЦИЯ

Зав. редакцией

Елена Андреевна Филиппова

Email: ddjournal@eco-vector.com

Тел: +7(965)0127072

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через интернет:

www.journals.eco-vector.com/

www.akc.ru

www.pressa-rf.ru

OPEN ACCESS

В электронном виде журнал распространяется бесплатно — в режиме немедленного открытого доступа

ИНДЕКСАЦИЯ

- РИНЦ
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

Оригинал-макет

подготовлен в издательстве Эко-вектор.

Литературный редактор: *М.Н. Шошина*

Корректор: *М.Н. Шошина*

Вёрстка: *Ф.А. Игнащенко*

Обложка: *И.С. Феофанова*

Сдано в набор 15.11.2020

Подписано в печать 25.12.2020

Формат 60 × 88%. Печать офсетная.

Печ. л. 9,0. Усл. печ. л. 8,37.

Уч.-изд. л. 4,9. Тираж 500 экз.

Заказ №

© ООО «Эко-Вектор», 2020

ISSN 2712–8490 (Print)

Digital Diagnostics

Том 1 | Выпуск 1 | 2020

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Главный редактор

Синицын Валентин Евгеньевич, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-5649-2193

Заместитель главного редактора

Морозов Сергей Павлович, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6545-6170

Редакционная коллегия

Андрейченко Анна Евгеньевна, к.ф.-м.н. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-6359-0763

Berlin Leonard, профессор (Иллинойс, США) ORCID: 0000-0002-0717-0307

Беляев Михаил Геннадьевич, к.ф.-м.н. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-9906-6453

Bisdas Sotirios, MBBS, MD, PhD (Лондон, Великобритания) ORCID: 0000-0001-9930-5549

Гомболевский Виктор Александрович, к.м.н. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0003-1816-1315

Frija Guy, профессор (Париж, Франция) ORCID: 0000-0003-0415-0586

Guglielmi Giuseppe, MD, профессор (Фоджа, Италия) ORCID: 0000-0002-4325-8330

Holodny Andrei, д.м.н. (Нью-Йорк, США) ORCID: 0000-0002-1159-2705

Li Hongjun, MD, профессор, (Пекин, КНР)

Кульберг Николай Сергеевич, к.ф.-м.н., (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-7046-7157

Mannelli Lorenzo, MD (Нью-Йорк, США) ORCID: 0000-0002-9102-4176

Мокиенко Олеся Александровна, к.м.н. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-7826-5135

Neri Emanuele, д.м.н. (Пиза, Италия) ORCID: 0000-0001-7950-4559

van Ooijen Peter, к.м.н. (Гронинген, Нидерланды) ORCID: 0000-0002-8995-1210

Oudkerk Matthijs, профессор (Гронинген, Нидерланды) ORCID: 0000-0003-2800-4110

Ros Pablo Riera, MD, MPH, PhD, профессор (Нью-Йорк, США) ORCID: 0000-0003-3974-0797

Rovira Alex, профессор (Барселона, Испания) ORCID: 0000-0002-2132-6750

Решетников Роман Владимирович, к.ф.-м.н., (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-9661-0254

Румянцев Павел Олегович, д.м.н. (Москва, Россия) ORCID: 0000-0002-7721-634X

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://journals.eco-vector.com/DD/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».



FOUNDERS

- Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies
- Eco-Vector

PUBLISHER

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky pereulok, 191186, Saint Petersburg Russian Federation
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (495) 308 83 89

EDITORIAL

Executive editor

Elena A. Philippova

Email: ddjournal@eco-vector.com

Phone: +7(965)0127072

SUBSCRIPTION

For print version:

www.journals.eco-vector.com/

www.akc.ru

www.pressa-rf.ru

OPEN ACCESS

Immediate Open Access is mandatory for all published articles

INDEXATION

- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

TYPESET

complete in Eco-Vector

Copyeditor: *M.N. Shoshina*

Proofreader: *M.N. Shoshina*

Layout editor: *Ph.Ignashchenko*

Cover: *I.Feofanova*

ISSN 2712-8490 (Print)

Digital Diagnostics

Volume 1 | Issue 1 | 2020

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

EDITOR-IN-CHIEF

Valentin E. Sinitsyn, MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)

ORCID: 0000-0002-5649-2193

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Sergey P. Morozov, MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)

ORCID: 0000-0001-6545-6170

EDITORIAL BOARD

Anna E. Andreychenko, PhD (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0001-6359-0763

Leonard Berlin, Professor (Illinois, United States) ORCID: 0000-0002-0717-0307

Mikhail G. Belyaev, Ph.D., Assistant Professor (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0001-9906-6453

Sotirios Bisdas, MBBS, MD, PhD (London, United Kingdom) ORCID: 0000-0001-9930-5549

Viktor A. Gombolevskiy, MD, PhD (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0003-1816-1315

Guy Fria, Professor (Paris, France) ORCID: 0000-0003-0415-0586

Giuseppe Guglielmi, MD, Professor (Foggia, Italy) ORCID: 0000-0002-4325-8330

Andrei Holodny, MD (New-York, United States) ORCID: 0000-0002-1159-2705

Hongjun Li, MD, Professor (Beijing, China)

Nikolay S. Kul'berg, PhD (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0001-7046-7157

Lorenzo Mannelli, MD (New-York, United States) ORCID: 0000-0002-9102-4176

Olesya A. Mokienko, MD, PhD (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0002-7826-5135

Emanuele Neri, MD, Associate Professor (Pisa, Italy) ORCID: 0000-0001-7950-4559

Peter van Ooijen, PhD, Assoc. Professor (Groningen, Netherlands) ORCID: 0000-0002-8995-1210

Matthijs Oudkerk, Professor (Groningen, Netherlands) ORCID: 0000-0003-2800-4110

Pablo Riera Ros, MD, MPH, PhD, Professor (New-York, United States) ORCID: 0000-0003-3974-0797

Alex Rovira, Professor (Barcelona, Spain) ORCID: 0000-0002-2132-6750

Roman V. Reshetnikov, PhD (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0002-9661-0254

Pavel O. Rumyantsev, MD, PhD (Moscow, Russia) ORCID: 0000-0002-7721-634X

The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://journals.eco-vector.com/DD/>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher - the Eco-Vector publishing house.

СОДЕРЖАНИЕ

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Морозов С.П., Кузьмина Е.С., Ледихова Н.В., Владзимирский А.В., Трофименко И.А., Мокиенко О.А., Панина Е.В., Андрейченко А.Е., Омелянская О.В., Гомболевский В.А., Полищук Н.С., Шулькин И.М., Решетников Р.В. Мобилизация научно-практического потенциала службы лучевой диагностики г. Москвы в пандемию COVID-19	5
---	---

ОБЗОРЫ

Ветшева Н.Н., Решетников Р.В., Леонов Д.В., Кульберг Н.С., Мокиенко О.А. Диагностическая ценность ультразвукового исследования лёгких для выявления COVID-19: систематический обзор и метаанализ	13
--	----

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

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.....	27
Ярёменко С.А., Ручьёва Н.А., Журавлёв К.Н., Сеницын В.Е. Сравнение частоты и характера внебольничных пневмоний до начала и во время эпидемии COVID-19 в многопрофильной больнице.....	37

НАБОРЫ ДАННЫХ

Морозов С.П., Андрейченко А.Е., Блохин И.А., Гележе П.Б., Гончар А.П., Николаев А.Е., Павлов Н.А., Чернина В.Ю., Гомболевский В.А. MosMedData: датасет 1110 компьютерных томографий органов грудной клетки, выполненных во время эпидемии COVID-19	49
---	----

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

Васильев Ю.А., Бажин А.В., Масри А.Г., Васильева Ю.Н., Панина О.Ю., Сеницын В.Е. МРТ лёгких беременной пациентки с пневмонией COVID-19	61
---	----

НЕКРОЛОГИ

Профессор Анатолий Ильич Шехтер	71
---------------------------------------	----

CONTENTS

LETTERS TO THE EDITOR

Morozov S.P., Kuzmina E.S., Ledikhova N.V., Vladzimirskyy A.V., Trofimenko I.A., Mokienko O.A., Panina E.V., Andreychenko A.E., Omelyanskaya O.V., Gombolevskiy V.A., Polishhuk N.S., Shulkin I.M., Reshetnikov R.V. Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow	5
--	---

REVIEWS

Vetsheva N.N., Reshetnikov R.V., Leonov D.V., Kulberg N.S., Mokienko O.A. Diagnostic value of lung ultrasound in COVID-19: systematic review and meta-analysis	13
---	----

ORIGINAL STUDIES

Morozov S.P., Chernina V.Yu., Blokhin I.A., Gombolevskiy V.A. Chest computed tomography for outcome prediction in laboratory-confirmed COVID-19: A retrospective analysis of 38,051 cases	27
Yaremenko S.A., Rucheva N.A., Zhuravlev K.N., Sinitsyn V.E. The frequency and character of community-acquired pneumonia comparison before and during the COVID-19 epidemic in the multi-specialty hospital	37

DATA SETS

Morozov S.P., Andreychenko A.E., Blokhin I.A., Gelezhe P.B., Gonchar A.P., Nikolaev A.E., Pavlov N.A., Chernina V.Yu., Gombolevskiy V.A. MosMedData: data set of 1110 chest CT scans performed during the COVID-19 epidemic	49
--	----

CASE REPORTS

Vasilev Yu.A., Sergunova K.A., Bazhin A.V., Masri A.G., Vasileva Yu.N., Panina O.Yu., Sinitsyn V.E. Chest MRI of a pregnant woman with COVID-19 pneumonia	61
--	----

OBITUARY

Professor Anatoly I. Shekhter	71
-------------------------------------	----

Мобилизация научно-практического потенциала службы лучевой диагностики г. Москвы в пандемию COVID-19

© С.П. Морозов¹, Е.С. Кузьмина¹, Н.В. Ледихова¹, А.В. Владзимирский¹, И.А. Трофименко¹, О.А. Мокиенко¹, Е.В. Панина¹, А.Е. Андрейченко¹, О.В. Омелянская¹, В.А. Гомболевский¹, Н.С. Полищук¹, И.М. Шулькин¹, Р.В. Решетников^{1, 2*}

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

² ФGAOU BO «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

Уже в начале первой волны пандемии COVID-19 для компьютерной томографической (КТ) диагностики поражения лёгких у пациентов с подозрением на вирусную пневмонию в Москве была сформирована сеть амбулаторных КТ-центров (АКТЦ) с круглосуточным режимом работы. Введение шкалы «КТ 0-4» позволило проводить эффективную маршрутизацию. Для предотвращения распространения инфекции среди пациентов и персонала было введено зонирование АКТЦ с разбиением на «красную», «буферную» и «зелёную» зоны. В рамках мобилизации службы лучевой диагностики создан Московский референс-центр, осуществляющий контроль качества, экспертные дистанционные консультации и организационно-методическое сопровождение. Разработано несколько дистанционных курсов и обучающих вебинаров. Для распознавания признаков COVID-19 и оценки степени тяжести были подключены сервисы искусственного интеллекта. Разработанная стратегия службы лучевой диагностики г. Москвы обеспечила готовность к высокой нагрузке на систему здравоохранения города и позволила минимизировать потери среди медицинского персонала. Специалисты службы внесли существенный вклад в эффективное сдерживание распространения инфекции за счёт доступной, своевременной и качественной диагностики и маршрутизации.

Ключевые слова: КТ; COVID-19; искусственный интеллект.

Как цитировать

Морозов С.П., Кузьмина Е.С., Ледихова Н.В., Владзимирский А.В., Трофименко И.А., Мокиенко О.А., Панина Е.В., Андрейченко А.Е., Омелянская О.В., Гомболевский В.А., Полищук Н.С., Шулькин И.М., Решетников Р.В. Мобилизация научно-практического потенциала службы лучевой диагностики г. Москвы в пандемию COVID-19 // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5-12. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>



Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow

Sergey P. Morozov¹, Ekaterina S. Kuzmina¹, Natalya V. Ledikhova¹, Anton V. Vladzimirsky¹, Irina A. Trofimenko¹, Olesya A. Mokienko¹, Elena V. Panina¹, Anna E. Andreychenko¹, Olga V. Omelyanskaya¹, Victor A. Gomboleviskiy¹, Nikita S. Polishchuk¹, Igor M. Shulkin¹, Roman V. Reshetnikov^{1, 2*}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

At the beginning of the first wave of the COVID-19 pandemic, a network of outpatient CT centers (OCTC) for lung pathology diagnostics in patients with suspected viral pneumonia with the round-the-clock operation was formed in Moscow. The introduction of the "CT 0-4" scale allowed for effective routing. To prevent the spread of infection among patients and staff, OCTC zoning was introduced, dividing into "red," "buffer," and "green" zones. As part of the mobilization of the Radiology Service, the Moscow Reference Center was established, aimed at quality control, remote expert consultations, and organizational and methodological support. Several online courses and training webinars have been developed. Artificial Intelligence services were connected to recognize the signs of COVID-19 and assess the severity.

The developed strategy of the Moscow Radiology Service ensured readiness for the high burden on the city health care system and minimized losses among medical personnel. The experts significantly contributed to effective infection control through accessible, timely, and high-quality diagnostics and routing.

Keywords: CT; COVID-19; artificial intelligence.

To cite this article

Morozov SP, Kuzmina ES, Ledikhova NV, Vladzimirsky AV, Trofimenko IA, Mokienko OA, Panina EV, Andreychenko AE, Omelyanskaya OV, Gomboleviskiy VA, Polishchuk NS, Shulkin IM, Reshetnikov RV. Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>



调动莫斯科辐射诊断服务处在COVID-19大流行中的科学和实际潜力

Sergey P. Morozov¹, Ekaterina S. Kuzmina¹, Natalya V. Ledikhova¹,
Anton V. Vladzimirskyy¹, Irina A. Trofimenko¹, Olesya A. Mokienko¹,
Elena V. Panina¹, Anna E. Andreychenko¹, Olga V. Omelyanskaya¹,
Victor A. Gomboleviskiy¹, Nikita S. Polishchuk¹, Igor M. Shulkin¹,
Roman V. Reshetnikov^{1, 2*}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

在2019冠状病毒第一波大流行开始之际，莫斯科已经建立了一个24小时运转的门诊CT诊断中心，用于对疑似病毒性肺炎患者肺部损伤的计算机断层扫描（CT）诊断。CT0—CT4量表的引入允许高效路由。为防止感染在患者和工作人员之间的传播，门诊CT中心被分为《红色》、《缓冲》和《绿色》区。作为辐射诊断服务动员的一部分，成立了莫斯科基准中心，进行质量控制、专家远程咨询以及组织和方法支助。还编制了几个远程学习课程和网络讨论会。人工智能服务被用于识别COVID-19的迹象和评估疾病的严重程度。莫斯科辐射诊断服务处制定的战略确保为该市医疗系统的高负荷做好准备，并使医务人员的死亡率降至最低。该服务处的专家通过可达性、及时和高质量的诊断和路由，为有效遏制疫情传播作出了重大贡献。

关键词： 计算机断层扫描； COVID-19； 人工智

引用本文：

Morozov SP, Kuzmina ES, Ledikhova NV, Vladzimirskyy AV., Trofimenko IA, Mokienko OA, Panina EV, Andreychenko AE, Omelyanskaya OV, Gomboleviskiy VA, Polishchuk NS, Shulkin IM, Reshetnikov RV. 调动莫斯科辐射诊断服务处在COVID-19大流行中的科学和实际潜力. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>



莫斯科是一个繁华的大都市,拥有发达的交通、高速公路和机场网络,在传染病流行的情况下,它将永远处于高风险区域。在俄罗斯登记的所有COVID-19病例中,26%发生在首都,这并不奇怪,因为首都在感染人数方面稳居世界前列[1]¹。尽管如此,莫斯科的经历还是有些独特的。第一波疫情的高峰出现在2020年5月7日,当每10万人口中有53例登记时[1],2020年3月29日,中国出台了严格的自我隔离措施。²相比之下,在西班牙、德国、意大利和美国的大城市,从实行隔离制度到发病率高峰之间的时间跨度为 12 ± 3 天[2-4]。³这种流行病传播如此缓慢,主要是由于莫斯科卫生部各组织制定和采取了及时的措施,初级保健单位在这些措施中发挥了关键作用。

在大流行期间,卫生保健系统的中心任务是限制疾病的传播和减少死亡人数。因此,有需要的患者应在医院接受监测,而对于那些感染了SARS-CoV-2但没有病毒性肺炎症状的患者,居家治疗和隔离将是最佳选择。否则,卫生保健系统的资源将超载,这将不可避免地导致所提供的服务质量下降,并因此导致不受欢迎的治疗结果数量增加。

新冠病毒筛查的金标准是利用逆转录聚合酶链反应(RT-PCR)检测病毒RNA的诊断性检测。然而,该方法的特点是灵敏度低[5],提前期长,假阴性结果的概率可变[6],依赖于试剂的可用性和质量。特别是,缺乏病毒RNA提取试剂盒已经成为世界各地实验室的一个重大问题。⁴最后,尽管RT-PCR可以通过病毒载量的值来评估疾病的严重程度[7],但在诊断时,检测结果仅被归类为阳性或阴性,这增加了该方法的不足之处,即缺乏临床信息。

COVID-19的常见临床表现之一是病毒性肺炎[8]。胸部CT虽然不是诊断急性呼吸道病毒感染的经典方法,但对肺组织压实(COVID-19的典型症状)高度敏感。在这方面,莫斯科市辐射诊断服务已经制定并成功实施了一项战略(图1),其中的关键概念是“COVID-19临床确诊病例”的概念。

在这一概念的框架内,阳性诊断的基础是急性呼吸道感染症状和肺部特征性变化的结合。为

了评估压缩的肺组织的体积,服务专家开发了一种经验的视觉尺度“CT 0-4”,分为五类[9]。CT-0分类为无肺炎症状的患者;在受影响最严重的肺内,压实体积的增长以25%的增量不同。所以胸部器官的CT已经成为在莫斯科大流行时诊断COVID-19的主要方法。

采用CT 0-4评分量表可以有效地进行路由:CT-0、CT-1和CT-2类别的患者被分配在家中,使用远程医疗技术进行监测,而较严重的患者则立即住院。这一策略优化了城市临床医院的负荷,得到了充分的回报。根据我们的估计,CT-0-CT-2类患者中,只有不到5%的患者最终因病情恶化而住院[10]。

为对新冠肺炎患者进行筛查、路由和动态监测,在城市综合门诊的基础上,组建了CT中心门诊。所有位于CT中心门诊的48台CT扫描仪都使用统一医疗信息和分析系统(URIS UMIAS)的统一放射信息服务组合成一个单一的数字空间。这种解决方案允许放射科医生远程描述研究结果,从而大大降低了医务人员感染的风险,其重要性在大流行中不能被高估。

在大流行期间,莫斯科卫生部管理下的所有筛查项目都被终止,释放的x光技术员和外科护士被派往CT中心门诊。此外,为了防止感染在患者和工作人员之间传播,引入了CT中心门诊分区法,分为“红色”、“缓冲”和“绿色”区域。扫描设备位于“红色”区域,在对每个患者进行检查后,对其进行消毒剂处理。所有在该地区工作的医务人员都配备了三级个人防护装备。“缓冲区”用于给工人穿戴个人防护装备,并分为三个部分:用于旧衣物,新衣物消毒和清洁。最后,在“绿色”区域有医生的办公室、护士和手术室。

作为实施该战略的一部分,设立了莫斯科辐射诊断参考中心,其主要目的是控制研究结果描述的质量、专家远程咨询以及CT中心门诊工作人员在组织和方法方面的支助。

社交网络和信息服务已经成为一种额外的通信手段,其中Telegram频道MR0.LIVE放射科医生俱乐部,由3 228名用户放射科医生、超声诊断专家、技术控制部的技术人员和行政人员组成。该渠道已成为实时沟通和磋商、交流COVID-19大

¹ Worldometer. Coronavirus update (live). Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>. Accessed: October 16, 2020.

² Сайт Сергея Собянина. Коронавирус. Ограничение передвижения по городу и социальная поддержка. Режим доступа: <https://www.sobyanin.ru/koronavirus-ogranichenie-peredvizheniya-i-sospodderzhka-grazhdan>. Дата обращения 20.11.2020.

³ Estado de alarma por crisis sanitaria COVID-19 – Atención e informacion – Punto de Acceso General. Available at: administracion.gob.es. Accessed: August 6, 2020.

⁴ RNA extraction kits for COVID-19 tests are in short supply in US. The Scientist Magazine. Available at: <https://www.the-scientist.com/news-opinion/rna-extraction-kits-for-covid-19-tests-are-in-short-supply-in-us-67250>. Accessed: October 14, 2020.



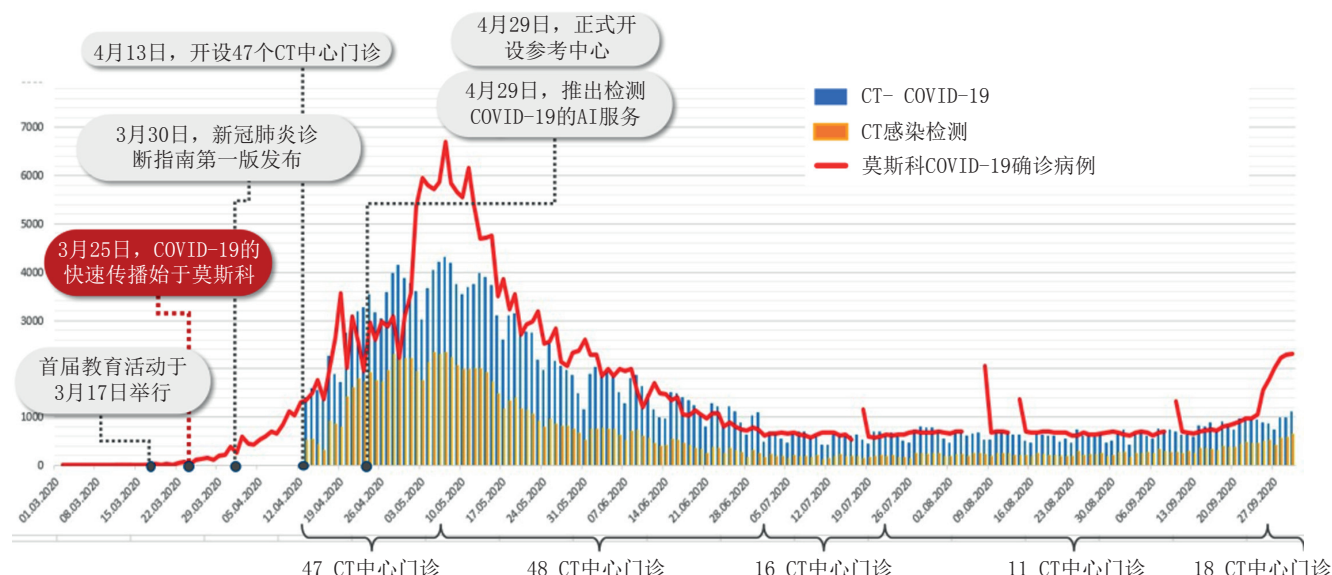


图 1在莫斯科COVID-19疫情发展期间动员辐射诊断服务: CT中心门诊—门诊计算机断层扫描中心; AI服务—人工智能服务

流行现状和进展、监管文件和教育活动信息的重要工具。

新员工的涌入和新冠肺炎诊断循证知识的快速积累,需要组织对医务人员的培训。我们为CT中心门诊管理员、放射科医师、放射科技师和助理等不同的目标受众开发了一些短期远程课程和互动培训网络研讨会。从2020年2月到10月,超过5万名专业人士参加了我们的课程和网络研讨会。约10500名其他类型的放射技师接受过胸部CT训练。

为了识别COVID-19的迹象,一个人工智能服务与莫斯科85家医疗机构的149台诊断设备相连。从4月29日至10月19日,该部门处理了超过35万例COVID-19症状CT扫描。人工智能系统的准确率和灵敏度为0.91,特异性为0.92,假阴性结果比例为7.4%,假阳性结果比例为1.6%。人工智能技术在CT中心门诊的引入使得自动为放射科医生的工作列表中的优先研究提供信息成为可能。该实验展示了医学图像自动分析的功能,表明了由算法识别的病理发现的定位和结果通知,以及自动准备一份研究的草案描述的实际好处。此外,莫斯科卫生部科学和实用诊断和远程医疗技术临床中心员工创建并公开了全球最大的COVID-19参考数据集(数据集)。⁵

截至2020年10月19日,门诊计算机断层扫描中心专家共进行了268 567次CT检查。一台CT机加载记录为每天204次CT检查。130138例患者出现肺炎体征,其中126761例为COVID-19临床确诊病例。因此,在指定的时间段内,莫斯科34.5%的COVID-19诊断是通过辐射诊断做出的。

尽管门诊计算机断层扫描中心继续运作,但为控制感染所采取的措施防止了医务人员的大规模感染。总共有485名放射科医师和775名放射科医师在莫斯科48个门诊中心工作。受感染放射技师的平均人数为 10 ± 4 (2.1%);对于x光技术人员,这个值仅略高一 22 ± 12 (2.8%)。

莫斯科辐射诊断服务处制定的战略确保(见图1)为该市医疗系统的高负荷做好准备,并使医务人员的死亡率降至最低。该服务处的专家通过可达性、及时和高质量的诊断和路由,为有效遏制疫情传播作出了重大贡献。利用现有的辐射诊断技术迅速调动初级保健,使人们能够有效地发现疾病的表现,迅速得到诊断的确认,并最终达到发病率的平稳期。

目前,世界正在经历大流行的第二波,莫斯科卫生部已全副武装地着手应对。考虑到实验室检测的数量成倍增加,已不再需要广泛部署辐射诊断。然而,我们的发展和积累的经验在俄罗斯联邦的其他组成实体和国外都有需求,我们愿意通过培训方案、网络研讨会和科学出版物分享这些经验。

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:所有作者都对文章的准备做出了重要贡献,在发表前阅读并批准了最终版本。

⁵ Dataset MosMedData: COVID-19_1110. Available at: https://mosmed.ai/datasets/covid19_1110. Accessed: October 16, 2020.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.10.2020 №31 «О дополнительных мерах по снижению рисков распространения COVID-19 в период сезонного подъёма заболеваемости острыми респираторными вирусными инфекциями и гриппом». Режим доступа: <https://www.rosпотребнадзор.ru/>. Дата обращения 20.11.2020.
2. Badr H.S., Du H., Marshall M., et al. Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: A mathematical modelling study // *Lancet Infect Dis.* 2020. Vol. 20, N 11. P. 1247–1254. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30553-3
3. Karagiannidis C., Mostert C., Hentschker C., et al. Case characteristics, resource use, and outcomes of 10 021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study // *Lancet Respir Med.* 2020. Vol. 8, N 9. P. 853–862. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30316-7
4. Vinceti M., Filippini T., Rothman K.J., et al. Lockdown timing and efficacy in controlling COVID-19 using mobile phone tracking // *EClinicalMedicine.* 2020. Vol. 25. P. 100457. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100457
5. Ai T., Yang Z., Hou H., et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China:

- A report of 1014 cases // *Radiology.* 2020. Vol. 296, N 2. E32–E40. doi: 10.1148/radiol.2020200642
6. Kucirka L.M., Lauer S.A., Laeyendecker O., et al. Variation in false-negative rate of reverse transcriptase polymerase chain reaction-based SARS-CoV-2 tests by time since exposure // *Ann Intern Med.* 2020. Vol. 173, N 4. P. 262–267. doi: 10.7326/M20-1495
 7. Pujadas E., Chaudhry F., McBride R., et al. SARS-CoV-2 viral load predicts COVID-19 mortality // *Lancet Respir Med.* 2020. Vol. 8, N 9. e70. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30354-4
 8. Siordia J.A. Epidemiology and clinical features of COVID-19: A review of current literature // *J Clin Virol.* 2020. Vol. 127. P. 104357. doi: 10.1016/j.jcv.2020.104357
 9. Morozov S.P., Gombolevskiy V.A., Chernina V.Y., et al. Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography // *Tuberc Lung Dis.* 2020. Vol. 98, N 6. P. 7–14. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14
 10. Morozov S., Ledikhova N., Panina E., et al. Re: Controversy in coronaViral Imaging and Diagnostics (COVID) // *Clin Radiol.* 2020. Vol. 75, Issue 11. P. 871–872. doi: 10.1016/j.crad.2020.07.023

REFERENCES

1. Resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation No. 31 of 16.10.2020 «O dopolnitel'nykh merakh po snizheniyu riskov rasprostraneniya SOVID-19 v period sezonnogo pod»ema zaboлеваemosti ostrymi respiratornymi virusnymi infektsiyami i grippom». Available from: <https://www.rosпотребнадзор.ru/>. (In Russ).
2. Badr HS, Du H, Marshall M, et al. Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: A mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(11):1247–1254. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30553-3
3. Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, et al. Case characteristics, resource use, and outcomes of 10 021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study. *Lancet Respir Med.* 2020;8(9):853–862. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30316-7
4. Vinceti M, Filippini T, Rothman KJ, et al. Lockdown timing and efficacy in controlling COVID-19 using mobile phone tracking. *EClinicalMedicine.* 2020;25:100457. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100457
5. Ai T, Yang Z, Hou H, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Chi-

- na: A report of 1014 cases. *Radiology.* 2020;296(2):E32–E40. doi: 10.1148/radiol.2020200642
6. Kucirka LM, Lauer SA, Laeyendecker O, et al. Variation in false-negative rate of reverse transcriptase polymerase chain reaction-based SARS-CoV-2 tests by time since exposure. *Ann Intern Med.* 2020;173(4):262–267. doi: 10.7326/M20-1495
 7. Pujadas E, Chaudhry F, McBride R, et al. SARS-CoV-2 viral load predicts COVID-19 mortality. *Lancet Respir Med.* 2020;8(9):e70. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30354-4
 8. Siordia JA. Epidemiology and clinical features of COVID-19: A review of current literature. *J Clin Virol.* 2020;127:104357. doi: 10.1016/j.jcv.2020.104357
 9. Morozov SP, Gombolevskiy VA, Chernina VY, et al. Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography. *Tuberc Lung Dis.* 2020;98(6):7–14. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14
 10. Morozov S, Ledikhova N, Panina E, et al. Re: Controversy in coronaViral Imaging and Diagnostics (COVID). *Clin Radiol.* 2020;75(11):871–872. doi: 10.1016/j.crad.2020.07.023

ОБ АВТОРАХ

***Решетников Роман Владимирович**, к.ф.-м.н.;
адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>;
eLibrary SPIN: 8592-0558; e-mail: reshetnikov@fbb.msu.ru

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

AUTHORS INFO

Roman V. Reshetnikov, PhD;
address: Petrovka str., 24, 127051, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>;
eLibrary SPIN: 8592-0558; e-mail: reshetnikov@fbb.msu.ru

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



Кузьмина Екатерина Сергеевна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9386>;

eLibrary SPIN: 2571-1150; e-mail: e.kuzmina@npcmr.ru

Ледихова Наталья Владимировна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1446-424X>;

eLibrary SPIN: 6907-5936; e-mail: n.ledikhova@npcmr.ru

Владимирский Антон Вячеславович, д.м.н.;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>;

eLibrary SPIN: 3602-7120; e-mail: a.vladimirsky@npcmr.ru

Трофименко Ирина Анатольевна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-5384>;

eLibrary SPIN: 7627-7470; e-mail: i.trofimenko@npcmr.ru

Мокиенко Олеся Александровна, к.м.н.;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-5135>;

eLibrary SPIN: 8088-9921; e-mail: Lesya.md@yandex.ru

Панина Елена Вячеславовна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9666-0147>;

e-mail: panina@npcmr.ru

Андрейченко Анна Евгеньевна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;

eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

Омелянская Ольга Васильевна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-4431>;

e-mail: o.omelyanskaya@npcmr.ru

Гомболевский Виктор Александрович, к.м.н.;ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;

eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g_victor@mail.ru

Полищук Никита Сергеевич;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8216-601X>;

eLibrary SPIN: 2907-0097; e-mail: polishchuk@npcmr.ru

Шулькин Игорь Михайлович;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7613-5273>;

e-mail: i.shulkin@npcmr.ru

Ekaterina S. Kuzmina;ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9386>;

eLibrary SPIN: 2571-1150; e-mail: e.kuzmina@npcmr.ru

Natalya V. Ledikhova;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1446-424X>;

eLibrary SPIN: 6907-5936; e-mail: n.ledikhova@npcmr.ru

Anton V. Vladzimirskyy, MD, PhD;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>;

eLibrary SPIN: 3602-7120; e-mail: a.vladimirsky@npcmr.ru

Irina A. Trofimenko;ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-5384>;

eLibrary SPIN: 7627-7470; e-mail: i.trofimenko@npcmr.ru

Olesya A. Mokienko, MD, PhD;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-5135>;

eLibrary SPIN: 8088-9921; e-mail: Lesya.md@yandex.ru

Elena V. Panina;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9666-0147>;

e-mail: panina@npcmr.ru

Anna E. Andreychenko, PhD;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;

eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

Olga V. Omelyanskaya;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-4431>;

e-mail: o.omelyanskaya@npcmr.ru

Victor A. Gombolevskiy, MD, PhD;ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;

eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g_victor@mail.ru

Nikita S. Polishchuk;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8216-601X>;

eLibrary SPIN: 2907-0097; e-mail: polishchuk@npcmr.ru

Igor M. Shulkin;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7613-5273>;

e-mail: i.shulkin@npcmr.ru





Диагностическая ценность ультразвукового исследования лёгких для выявления COVID-19: систематический обзор и метаанализ

© Н.Н. Ветшева^{1,2*}, Р.В. Решетников^{1,3}, Д.В. Леонов¹, Н.С. Кульберг¹, О.А. Мокиенко¹

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

² ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского», Москва, Российская Федерация

³ ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

Обоснование. При оценке степени тяжести состояния пациентов с COVID-19 опираются в первую очередь на объём поражения лёгочной ткани. Существует ряд диагностических подходов, позволяющих анализировать этот показатель, каждый из которых сопряжён с определёнными ограничениями. Цель и дизайн исследования, характеристики наблюдаемых пациентов, доступность оборудования — все эти параметры способны повлиять на выбор оптимальной методики.

Цель — провести оценку чувствительности и специфичности ультразвукового исследования (УЗИ) в качестве метода анализа степени поражения лёгких у пациентов с COVID-19 посредством систематического обзора статей на английском языке, доступных в базах данных PubMed и Google Scholar. Ключевые слова для поиска: lung ultrasound, chest ultrasound, thoracic ultrasound, ultrasonography, COVID-19, SARS-CoV-2, coronavirus, diagnosis, diagnostic value, specificity and sensitivity. В обзор включали только исследования, затрагивавшие вопросы диагностической точности УЗИ лёгких для пациентов с подозрением на COVID-19. В качестве эталонных методов рассматривали компьютерную томографию грудной клетки, детекцию вирусной РНК с помощью полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией или лабораторные данные. Извлечение статей проводили два автора независимо друг от друга с заполнением заданных полей стандартизированной таблицы и последующей оценкой индикаторов качества исследования. Для анализа и группировки данных о чувствительности и специфичности УЗИ лёгких для оценки объёма изменённой лёгочной ткани в отобранных работах использовали модель случайных эффектов. По заданным критериям включения подходили 16 работ, однако только в трёх проводили разделение пациентов на чётко заданные группы по тяжести заболевания. Из остальных работ для оценки вторичных результатов использовали значения чувствительности и специфичности УЗИ лёгких для диагностики COVID-19 вне зависимости от состояния пациента. Наблюдаемая гетерогенность для первичных и вторичных результатов сохранялась при группировке исследований по сценариям (скрининг, оценка тяжести заболевания) и когортам пациентов. УЗИ лёгких показало наиболее высокую точность для подтверждения поражения лёгких у пациентов с диагностированной тяжёлой коронавирусной инфекцией COVID-19 (чувствительность $87,6 \pm 12,3\%$, специфичность $80,5 \pm 7,1\%$). При этом самую низкую точность метод продемонстрировал у пациентов с заболеванием лёгкой степени тяжести (чувствительность $72,8 \pm 7,1\%$, специфичность $74,3 \pm 2,7\%$).

Заключение. УЗИ лёгких может быть использовано у пациентов с подтверждённым COVID-19 для выявления значительных повреждений лёгочной ткани. Диагностическая ценность метода для оценки умеренных и незначительных поражений лёгких относительно низкая.

Ключевые слова: COVID-19; УЗИ лёгких; оценка доли поражения; диагностическая ценность; чувствительность; специфичность.

Как цитировать

Ветшева Н.Н., Решетников Р.В., Леонов Д.В., Кульберг Н.С., Мокиенко О.А. Диагностическая ценность ультразвукового исследования лёгких для выявления COVID-19: систематический обзор и метаанализ // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):13–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46834>

Рукопись получена: 13.10.2020

Рукопись одобрена: 03.12.2020

Опубликована: 08.12.2020



Diagnostic value of lung ultrasound in COVID-19: systematic review and meta-analysis

Natalia N. Vetsheva^{1, 2*}, Roman V. Reshetnikov^{1, 3}, Denis V. Leonov¹,
Nikolas S. Kulberg¹, Olesya A. Mokienko¹

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² Moscovs regional research clinical institute n.a. M.F. Vladimirovskiy, Moscow, Russian Federation

³ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

BACKGROUND: Effective and safe tools assisting triage decisions for COVID-19 patients could optimize the pressure on the healthcare system. COVID-19 often has respiratory manifestations, and medical imaging techniques provide an opportunity to assess the disease's severity.

AIMS: To estimate the sensitivity and specificity of lung ultrasound for different degrees of pulmonary involvement in COVID-19 patients by a systematic review of English articles using PubMed and Google Scholar databases. Search terms included lung ultrasound, chest ultrasound, thoracic ultrasound, ultrasonography, COVID-19, SARS-CoV-2, coronavirus, diagnosis, diagnostic value, specificity, and sensitivity. Only studies addressing lung ultrasound diagnostic accuracy for patients with suspected COVID-19 using thoracic computed tomography, reverse transcription polymerase chain reaction, or laboratory data as a reference standard were included. Independent extraction of articles was performed by two authors using predefined data fields with subsequent assessment of study quality indicators. The random-effect model was used to analyze and pool lung ultrasound sensitivity and specificity across the included studies. Sixteen studies met our inclusion criteria, but only three of them divided patients into distinct and defined groups depending on the disease severity. We used the remaining studies' data to assess the secondary outcomes: the values of sensitivity and specificity of lung ultrasound for COVID-19 regardless of the patient's clinical status. Heterogeneity for primary and secondary outcomes was observed that remained when pooling for different scenarios (screening, assessing severity) and cohorts of participants. Lung ultrasound had the highest accuracy for confirmed COVID-19 patients with severe disease (sensitivity $87.6\% \pm 12.3\%$, specificity $80.5\% \pm 7.1\%$), and the lowest accuracy for the patients with mild disease (sensitivity $72.8\% \pm 7.1\%$, specificity $74.3\% \pm 2.7\%$).

CONCLUSIONS: Lung ultrasound can be used in patients with confirmed COVID-19 to detect serious damage to the lung tissue. The diagnostic value of the method for assessing mild and moderate lung lesions is relatively low.

Keywords: COVID-19; lung ultrasound; severity grade estimate; diagnostic value; sensitivity; specificity.

To cite this article

Vetsheva NN, Reshetnikov RV, Leonov DV, Kulberg NS, Mokienko OA. Diagnostic value of lung ultrasound in COVID-19: systematic review and meta-analysis. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):13–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46834>



肺部超声检测COVID-19的诊断价值：系统综述和荟萃分析

Natalia N. Vetsheva^{1, 2*}, Roman V. Reshetnikov^{1, 3}, Denis V. Leonov¹,
Nikolas S. Kulberg¹, Olesya A. Mokienko¹

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Petrovka str., 24, 127051, Moscow, Russia

² The State Budgetary Healthcare Institution of Moscow Area Moscovs regional research clinical institute n.a. M.F. Vladimirskiy, 61/2, Shepkina street, Moscow, 129110

³ Institute of Molecular Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University, Trubetskaya str. 8-2, 119991, Moscow, Russia

论证：在评估COVID-19患者病情的严重程度时，主要依赖肺组织损伤的体积。有许多诊断方法允许分析该指标，每一种方法都有一定的局限性。研究的目的是设计，观察患者的特点，设备的可用性，所有这些参数都可以影响最佳方法的选择。

目的是通过对PubMed和Google Scholar数据库中相关英文文章的系统回顾，评估超声作为一种分析COVID-19患者肺损伤程度的方法的敏感性和特异性。关键词：lung ultrasound; chest ultrasound; thoracic ultrasound; ultrasonography;

COVID-19; SARS-CoV-2; coronavirus; diagnosis; diagnostic value;

specificity; sensitivity该综述仅包括了针对疑似COVID-19患者肺部超声诊断准确性问题的研究。参考方法包括胸部CT、逆转录聚合酶链反应检测病毒RNA、实验室数据等。论文由两位作者独立抽取，填写标准化表格的指定字段，然后对研究质量指标进行评价。为了分析和分组所选研究中肺超声评估肺组织改变体积的敏感性和特异性的数据，使用了随机效应模型。根据规定的纳入标准，适合16项研究，但仅对3例患者根据疾病严重程度划分明确组。通过其他有关材料，为了评估次要结果，使用了肺部超声诊断COVID-19的敏感性和特异性值，而不考虑患者的病情。当研究根据筛查、疾病严重程度评估和患者队列进行分组时，观察到的主要结果和次要结果的异质性得以保持。肺部超声诊断重症冠状病毒感染COVID-19患者肺损害的准确性最高（敏感性为 $87.6 \pm 12.3\%$ ，特异性为 $80.5 \pm 7.1\%$ ）。同时，该方法在轻度疾病患者中的准确率最低（敏感性为 $72.8 \pm 7.1\%$ ，特异性为 $74.3 \pm 2.7\%$ ）。

结果。肺部超声检查可用于确诊COVID-19的患者，以检测肺组织的严重损害。该方法评估轻微-中度肺损伤的诊断价值相对较低。

关键词：COVID-19；肺部超声；病变部位评估；诊断价值；敏感性；特异性

引用本文：

Vetsheva NN, Reshetnikov RV, Leonov DV, Kulberg NS, Mokienko OA. 肺部超声检测COVID-19的诊断价值：系统综述和荟萃分析. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):13–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46834>



论证

截至2020年9月16日,全球感染COVID-19的总人数为29,155,581人,其中926,544人死亡[1]。暑假结束和恢复教育机构对疫情进程的影响尚未充分体现。然而,如果形势发展符合感染的密集传播的情况,可能会出现第二波疫情[2]。随着新病例的增加,以色列成为第一个恢复全国隔离的发达国家[3]。2020年6月30日以来,莫斯科登记的SARS-CoV-2感染病例稳步增加。

由于有效和安全的分类工具有助于解决有关需要住院或后续检查的问题,预计的与该流行病有关的卫生系统负担可以得到优化。一些实验室参数,如通过逆转录-聚合酶链反应(RT-PCR)测定病毒载量[4]、血小板计数[5]、查血D-二聚体定量[6]和其他[7],使能够评估疾病的分期和严重程度。然而,影响病程的主要表现是呼吸系统症状。这使得使用计算机断层扫描(CT)和超声波对肺部进行研究成为确定患者血脑屏障严重程度的关键方法之一[8]。CT扫描对COVID-19相关的肺组织损伤征象具有高度敏感性[9]。在这方面,一些专家认为CT是这种疾病的诊断标准:特别是在莫斯科隔离期间,CT成为诊断和分类患者的关键工具之一[10]。但是,CT并不是一种广泛使用的方法,而且还具有辐射负荷。肺部超声波检查可以弥补这些缺陷,成为一种公开、可移动和安全的方法。这使得它特别适用于孕妇、儿童和重病卧床不起的病人。最近的系统综述研究了在COVID-19中使用肺部超声检查的可能性[11,12]。然而,到目前为止,现有的科学数据还不足以清楚地概述其根据疾病的严重程度做出临床决定的功能[13]。

为了评估超声对不同程度病变的敏感性和特异性,我们研究了COVID-19患者肺部超声和CT比较的已发表的著作。

COVID-19患者肺部超声和CT检查:敏感性和特异性评估

研究方法

本研究根据PRISMA原则编写,该原则涉及对医疗干预措施评估工作的系统评价结果的报道质量和荟萃分析的质量[14]。

研究的类型。纳入标准:(I)任何对COVID-19确诊患者进行过肺部超声检查的工作;(II)提

供敏感性和特异性信息,或提供足够信息构建2×2误差矩阵的研究;(III)对患者的国家、年龄、性别或种族构成无限制。排除标准:(I)无法获得研究的全文;(II)该研究不是在人类身上进行的;(III)临床病例描述、病例系列研究和系统综述;(IV)2020年1月1日前发表的论文。

参与者的类型。所有年龄的住院患者,经RT-PCR或血清学检测证实为COVID-19冠状病毒肺炎症状特征的患者(国际疾病分类代码:U07.1,U07.2)。该综述不包括使用标准参考方法没有完整临床数据或诊断数据的患者。

干预类型。比较肺部超声诊断信息的研究(包括急诊医疗现场研究与胸部CT、胸片和随访医学观察)。

结果类型。主要结果:肺超声的敏感度和特异性数值,以评估COVID-19患者不同程度的肺组织受累。次要结果:肺超声检测COVID-19患者肺组织病变的敏感性和特异性数值。

信息来源。该研究是基于PubMed和Google Scholar电子数据库的搜索结果而选定的。最后一次搜索是在2020年9月1日进行的。

研究结果。PubMed数据库使用了两种类型的搜索查询:在最近的文章中搜索使用Mesh-Library中的术语(I)和关键字(II),因为PubMed需要大约一个月的时间来将术语MeSH分配给一篇发表的研究:

- 1) «Coronavirus infections/diagnosis» [Mesh] or «Coronavirus infections/diagnostic imaging» [Mesh] and «Ultrasonography» [Mesh];
- 2) «lung ultrasound» or «chest ultrasound» or «thoracic ultrasound» or «ultrasonography» and COVID-19 or «SARS-CoV-2» or «coronavirus» and diagnosis.

在Google Scholar的搜索使用了《lung ultrasound diagnostic value specificity sensitivity COVID-19》的关键词。

选择研究。两名审稿人(RVR和LDV)通过在文章文本中自动搜索《sensitivity》和《specificity》,以标准化方式评估研究标准的符合性。另外三位研究人员(VNN、KNS和MOA)根据协议对选定的手稿进行了分析,以消除矛盾。

数据收集过程和数据元素。使用Google Spreadsheet 服务,开发了一个数据提取表,这样所有的审阅者都可以同时不受限制地访问

文档。数据提取表之前在三个选定的研究上进行了测试,并根据测试结果进行了细化。两位审稿人(RVR和LDV)从选取的论文中提取了以下数据:作者,作者工作地点,文章标题,期刊(或预印本放置服务),发表日期,DOI、患者人口(人数、年龄、女性比例、纳入和排除标准、医疗中心位置、研究开始和结束日期),超声方案,超声评价量表,比较方案,比较量表,超声结果,比较结果。其他三位研究人员(VNN、KNS和MOA)验证了提取的数据。在作者之间的讨论中,所有的分歧都得到了解决。在审查开始后,如果参考试验的特异性和敏感性在审查工作中没有得到评估,则加入系统审查的数据。

研究中出现系统错误的风险。为了评估与诊断准确性研究相关的方法论困难,作者使用了美国卫生保健研究和质量机构(Agency for Healthcare Research and Quality, Cochrane Collaboration)推荐的系统评审的QUADAS-2(Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies)检查表[15]。每一篇被选中的论文都在四个方面进行了评估:患者选择、研

究测试、参考测试和患者流量。《Cochrane干预措施系统评价手册》(Cochrane Handbook)提供了每个方向的完整描述和使用的判断标准[16]。

统计分析。采用随机效应模型对所选研究中超声的敏感性和特异性数据进行分析 and 分组。为了测量研究之间的异质性,使用了 I^2 的值的估计, I^2 的变异性百分比,以及Cochran's Q检验的统计数据。阈值为 $I^2=25\%$ (低异质性)、 50% (中异质性)、 75% (显著异质性), $p<0.05$ 。使用dmetar包[17]进行荟萃分析,R为3.6.3[18]。

结果:

选择研究。本综述包括16项研究。基于在PubMed和Google Scholar数据库的搜索结果,我们选择了245项研究,这些研究通过Mendeley链接管理软件导入到图书馆。6项研究被排除在这组研究之外,因为它们不是在人类身上进行的。在检查了副本后,还剩下236项研究。其中,有220项研究在审阅其注释或全文后未被纳入综述,因为它们不符合纳入标准(图1)。通

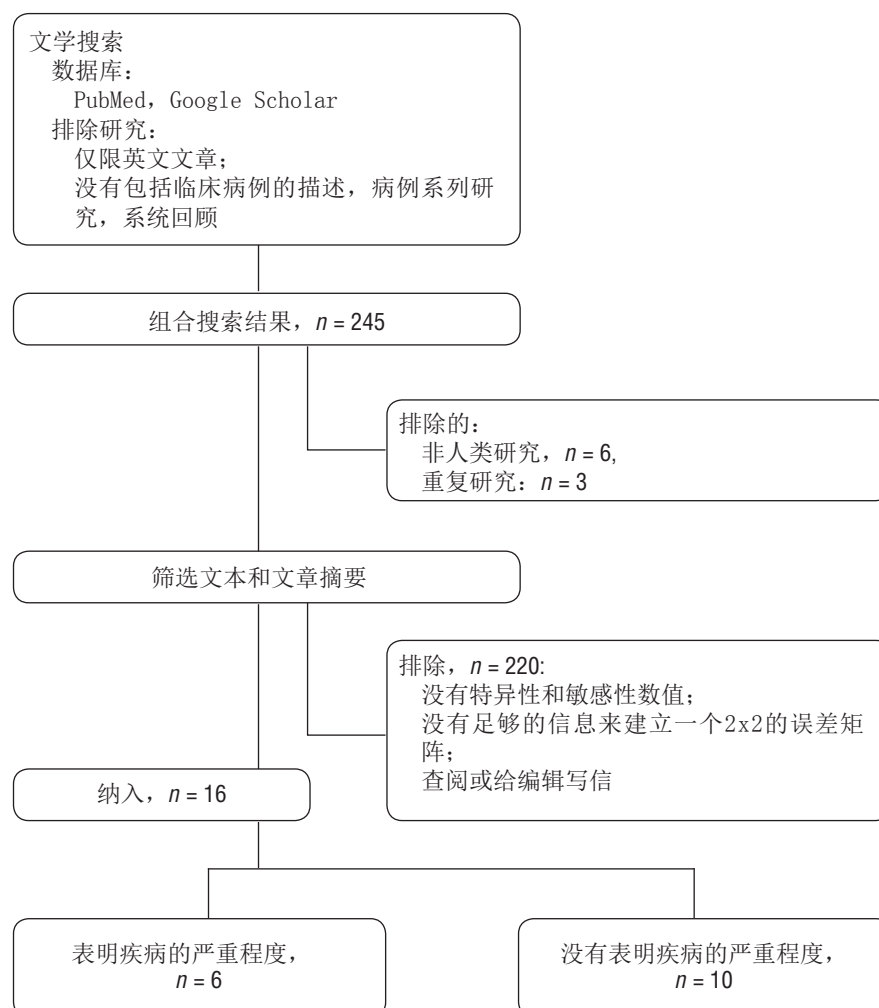


图 1研究选择图表。



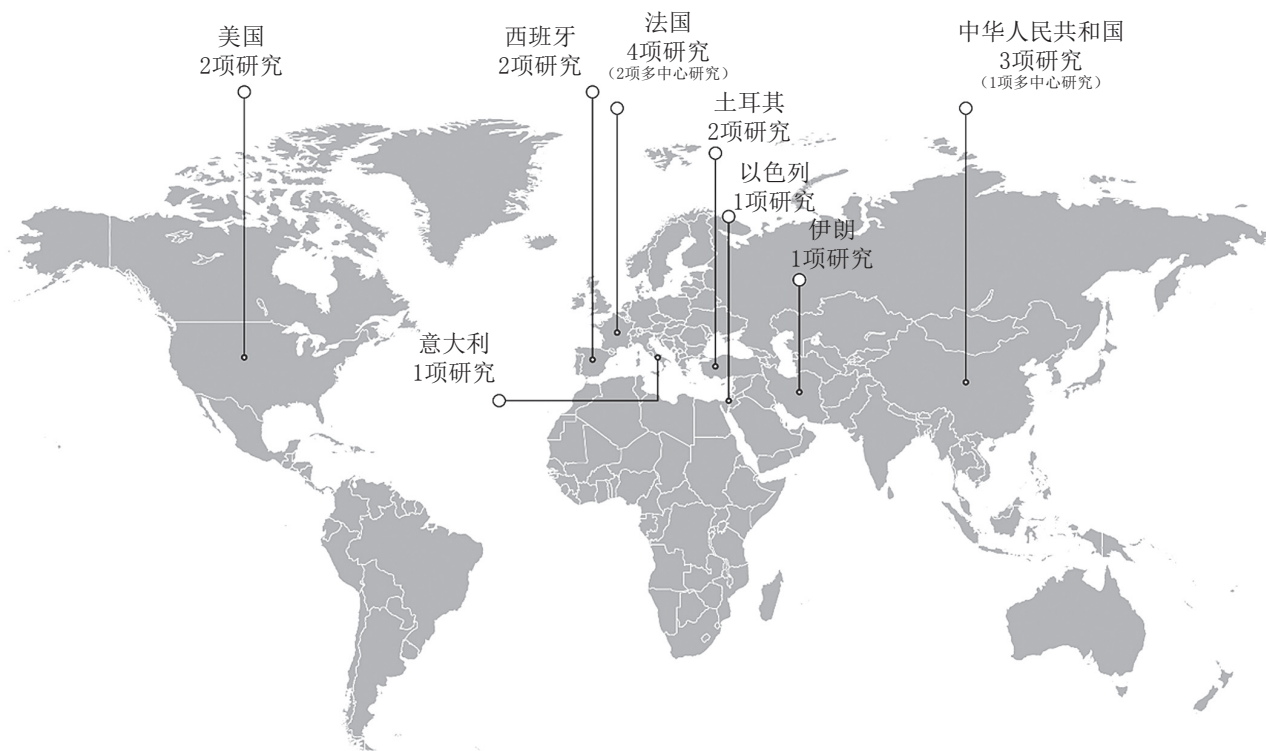


图 2被纳入研究的研究的地理位置。

注: 世界地图的图像是在Shutterstock资源上购买的, 之后进行更改[35]。

过对其余16项研究[19–34], 我们发现只有6项研究评价了超声对不同程度肺损伤的诊断准确性[19, 20, 27–30]。然而, 只有3项研究根据疾病严重程度分为轻度、中度、重度三个级别来选择患者[19, 20, 28]。其余的研究仅包括重病患者[27, 29]或评估超声对预测无创通气需求的诊断意义[30]。N. Veronese等人研究的特点是, 他们分析的数据来自于疗养院的卧床病人(年龄为 84.1 ± 9.8 岁)[24]。对于这些患者, 观察到死亡率与轻微(约11%)肺病变呈正相关, 且随着肺组织压缩体积的增加, 死亡风险不增加。

除H. Hatamabadi等人研究仅提供随访7天的数据外[34], 所有所选研究的平均随访时间为 34 ± 15 天。入选研究包括1696例患者, 其中1121例确诊为COVID-19。这些研究包括13个单中心

研究和3个多中心研究(图2)。参与者的平均或中位年龄在27到69岁之间(除了N. Veronese等人[24])。

所有研究均包含试验组(诊断为COVID-19的患者)的信息, 但只有5项研究纳入了未感染SARS-CoV-2 的对照组[22, 25, 26, 31, 33]。试验组患者采用RT-PCR进行诊断。7项研究以RT-PCR作为参考试验评估了肺超声检测COVID-19临床概率的特异性和敏感性[21, 22, 24–26, 31, 33]。为了评估超声作为一种分析肺损伤程度的方法的诊断特征, 2项研究[28, 29]的参考检查是临床和实验室数据, 7项研究的参考检查是胸部CT数据[19, 20, 23, 27, 30, 32, 34]。

系统错误的风险。误差的主要来源是参与研究的患者的选择(图3)。大部分研究(16项研究中

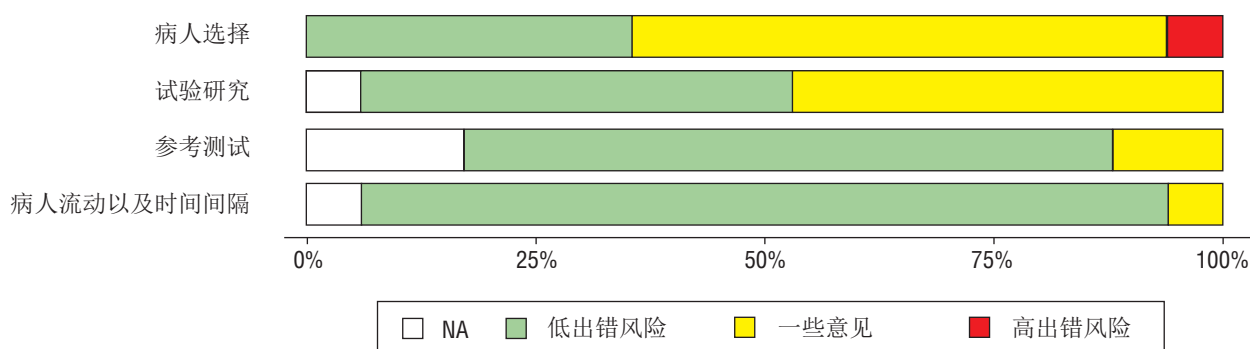


图 316项研究的系统误差风险直方图。

有9项; 75%) 在没有对照组参与的情况下, 对之前确诊的患者进行研究。然而, 在所有的研究中, 参与者都符合本综述的方案标准。进行肺部超声检查并分析结果的专家事先知道COVID-19诊断结果的存在, 这也可能是系统错误的一个来源。

在7项研究中, 适当地提供了研究和参考测试的数据[19, 21, 23, 25, 26, 31, 33]。3项研究对各专家结论的一致性进行了评价[21, 25, 32]。只有3项研究(19%) 提供了超声和参考试验之间的时间间隔信息, 但在大多数纳入的研究(87%) 中, 作者恰当地指出了参考试验对所有纳入的患者的使用。

根据超声数据评估肺部变化的系统。选定的研究使用各种系统来评估肺部的变化, 以分析疾病的存在和严重程度。对于大多数系统(87%), 通常将成像区域划分为单独的区域, 并用反映每个区域肺损伤程度的变化评分。得分的总值计算为各个指标的总和。根据最流行的系统, 每个半胸有6个区, 每个区依次得到0到3分。因此, 总分为0-36分[19, 20, 23, 24, 28, 30]。在3项研究[27, 32, 33]中, 根据8个区域的研究结果收集肺超声数据。与此同时, 使用了一种不同的方法来对变化进行分类: 两个研究小组[27, 32]对每个区域进行了0—3(总分0-24)的评分, 并M. Favot等人[33]根据各种COVID-19兼容模式对图像进行编码。在2项研究中, 胸壁被分为10个区域, 但使用不同的尺度来评估肺的变化, 最大值为40[29]或10[34]。M. Yassa等人[25, 26]收集了14个区域从0到3的估计值(总分为0-42)。最后, 有两个研究组仅根据超声结果对肺损伤程度进行了定性评估[21, 22]。

肺部超声诊断的准确性。所有16项选定的研究都提供了超声对COVID-19肺部病变诊断和检测的敏感性和特异性的数据。灵敏度值为15.5至100%; 特异性值为51.9至100%。只有3项研究评估了参考试验的诊断结果[23, 27, 32]。因此, 为了计算本研究的主要和次要结果, 以RT-PCR[36]和胸部

CT[37]敏感性和特异性荟萃分析的数据作为对照值。对于使用临床和实验室数据作为参考方法的研究[28, 29], 假设这些值为100%(图4)。

荟萃分析结果显示, 肺超声作为COVID-19诊断方法的特异性为 $81.6 \pm 13.3\%$, 敏感性为 $79.4 \pm 21.4\%$ 。然而, Cochran's Q检验显示数据存在显著的异质性: 敏感性为 $Q=2244.8$, $p < 0.001$; 特异性为 $Q=1127.7$, $p < 0.001$ 。

观察到的异质性可能表明所选择的研究评估了该方法对不同目的和患者队列的诊断价值。为了进一步分析, 将N. Veronese等人的研究排除在入选研究列表之外[24]。其余的研究分为两组: 第一组采用超声法筛查COVID-19[19, 21-23, 25, 26, 31, 32]; 第二组研究包含了对危重患者的观察信息[19, 27, 30, 32, 33]。Y. Lichter等人[28]和L. Zhao等人的[29]均未被纳入第二组, 因为他们分别评估了肺超声对死亡率和难治情况的预测价值。在Y. Lichter等人的研究中[28], 在30天死亡率的ROC分析中, 给出了62%的敏感性和74%的特异性的数据, 评估肺部变化的阈值为18(最大值为32)。L. Zhao等人认为[29], 对难治性情况的预测灵敏度为57%, 特异性为89%, 评估阈值为32(最大值为40)。

所研究的试验的特点仍然是不均匀的。Cochran's Q检验和 I^2 的最低值是肺超声法在重症患者中的灵敏度(见表)。

下一步是对不同程度肺损伤患者的敏感性和特异性数据进行分组。Y. Lichter等人[28]的研究不允许我们提取数值来评估必要的特征, 所以被排除荟萃分析之外。根据L. Zieleskiewicz等人的研究[20], 根据作者指定的阈值, 在ROC曲线上三个区域的约登指数最大值获得敏感性和特异性数据。

除了对中度肺损伤患者的特异性值外(见表), 所有指标都存在异质性。值得注意的是, 在荟萃分析中, 我们只使用了两项研究中肺组织损伤患者的数据, 而这两项研究都没有纳入对照组。

表格肺部超声检查对COVID-19患者的疗效观察

组类型	灵敏度		Q	I^2 , %	特异性		Q	I^2 , %
	平均值, %	SD, %			平均值, %	SD, %		
疾病筛查	79,6	21,6	694,2	99,0	79,5	16,1	345,0	98,0
急性肺功能损伤	87,6	12,3	158,9	97,5	80,5	7,1	379,6	98,9
中度肺功能损伤	72,8	7,1	11,24	91,1	74,3	2,7	0,26	0,0
轻度肺功能损伤	80,4	16,5	59,5	98,3	66,6	27,0	33,3	97,0



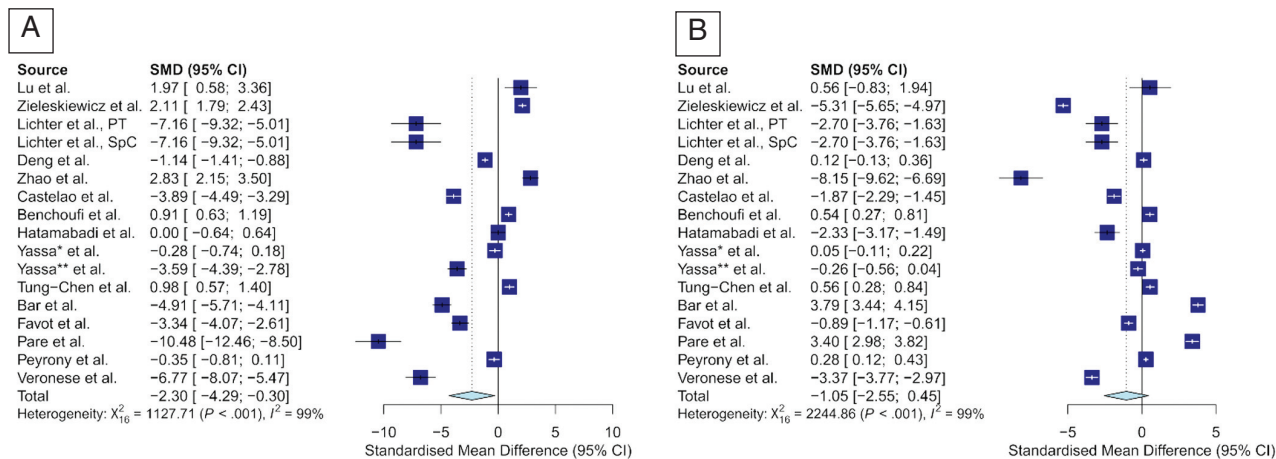


图 4按特异性 (A) 和敏感性 (B) 分组数据的森林图*和**符号表示M. Yassa等人的研究, 分别致力于不同专家结论的一致性[25]和超声在COVID-19筛查中的诊断意义[26]。SMD—标准均数差; CI—置信区间。

讨论

所选的研究使用不同的评估阈值来评估肺的变化, 这些评估值用于确定肺组织损伤的程度。这些差异使得不可能直接比较这些值。然而, 无论采用何种评价体系, 几乎所有作者都一致认为, 严重疾病患者, 以及肺组织致密体积较大的患者, 其肺变化评分将高于中轻型患者。第一个例外是N. Veronese等人的研究[24], 在他们的研究中, 作者发现对肺部超声变化评估值 ≥ 4 和 < 4 (最大值32) 的养老院患者的死亡风险没有显著差异。作者没有对这一观察结果提供解释, 然而, 我们假设这与本研究中患者的整体健康有关。他们是患有痴呆症的老年人, 经常卧床不起。另一个例外是M. Benchoufi等人的研究[32]显示, 与正常和病理、轻度和中度或重度疾病的分类相比, 作者使用的系统评估在超声过程中肺损伤程度的有效性较低。一个可能的解释是作者使用的评价体系, 由于从测量区域的得分总和, 不可能区分有一个显著病变或几个轻微病变的患者。

总体而言, 对于确诊为重症COVID-19的患者, 超声过程中对肺损伤程度的评估与基于CT结果的类似评估呈正相关。根据本荟萃分析的结果, 超声的敏感性为88%, 特异性为80% (见表)。这一组是重症患者的特殊队列, 然而, 在健康风险和物质技术限制来看, 肺超声优于胸部CT。超声和CT结果的最大差异出现在肺实质平均受累程度的患者中。本组超声法灵敏度最低 (73%, 见表)。L. Zieleskiewicz等人在他们的研究中[20], 他们将ROC曲线上的相应区域指定为“具有不确定值的灰色区域”。因此, 尽管统计异质性相对较小, 超声对评估中度肺损伤的诊断价值相对较低。

超声对肺部病变评估的低价值也是一个有价值的信息来源, 使我们能够排除严重冠状病毒肺炎的发展。根据L. Zieleskiewicz等人的观点[20], 如果首次超声检查的得分 < 13 分 (总分为36分), 则不需要使用胸部CT。Y. Lichter等人的研究显示[28], 肺超声可以预测良好的临床结果存在症状, 而没有风险胸膜线增厚或胸膜下实变。尽管肺部超声对轻度病变的评估效率相对较低[19], 但这些结果可能对收治的COVID-19症状患者的分类具有实际意义。

使用超声波筛查COVID-19对有特征性症状的孕妇检查有许多优势。在M. Yassa等人的研究中[26], 接受超声检查并最终RT-PCR检测结果为阳性的17%孕妇, 最初为RT-PCR阴性。根据超声波检测到的变化要求进行重复检测, 以限制疾病的传播。

胸部CT在鉴别肺部病理改变的准确性上优于超声检查[38, 39]。肺部超声不能区分肺部改变的原因: 肺炎和纤维化可能显示相同的超声图像[11, 40]。此外, 肺部超声诊断的准确性高度依赖于操作者的经验, 且检测前患病的可能性高, 可能会影响结果。在有相关数据的情况下, 所选研究中各专家结论的一致性水平可低至68%。另外, 在Y. Tung-Chen等人的研究中[23], 有3例患者的肺部超声检查变化与COVID-19类似。两名患者后来被诊断为病毒性毛细支气管炎, 而第三名患者被诊断为转移性肺损伤[23]。另一方面, 肺部超声检查已被证明是实时跟踪疾病快速进展的有效方法[19, 28]。

值得注意的是, 根据荟萃分析的结果, 肺超声检查的特异性明显高于胸部CT的特异性 (分别为79%和31%), 而胸部CT是诊断性成像的金标准。这种情况可能是由于这样一个事实, 即大多数选定的工作是在测试前疾病存在的高概率条件

下进行的。在选择患者和研究中的试验中存在明显的系统性错误风险，这可能会影响所观察到的特异性值（见图3）。

研究的局限性。这项研究有一些局限性。根据非正式的建议，至少5项研究应该用于荟萃分析。虽然最终的研究名单包括16个名字，获得的数据是不完整的。许多分析方法使用了仅从2项研究中的获得的具有高度异质性的值。数据的显著异质性也是由于患者群体、研究中的测试、参考测试方案和临床结果的确定因研究不同而不同。

结论

2020年，发表了多项关于肺超声检测COVID-19患者肺组织损伤的适用性的荟萃分析。研究人员一致认为，尽管非特异性，但超声显示的肺部损伤迹象可以用于诊断、分类和随访SARS-CoV-2感染患者。遗憾的是，这些综述没有关注不同肺病变患者之间的差异和疾病的预后。胸部CT是评估COVID-19肺组织受累程度的金标准。然而，根据患者的队列和疾病的阶段，其他诊断方法可能更需要。肺部超声对诊断为COVID-19的重症患者的肺部变化具有足够的敏感性和特异性。对于这类患者，以及孕妇、儿童和年龄相关的卧床患者，超声可以作为评估肺部病变的初步指示性指标，并跟踪CT后的动态。对于轻度和中度的疾病患者，使用超声评估改变的肺组织

体积是不合理的，因为这种方法没有足够的诊断信息。

在后续的研究中，有必要探讨敏感性和特异性值存在高度异质性的原因。这些研究应在大量随机的患者队列中进行，并以包含明确和标准化的疾病分期定义的系统方案为指导，前提是有对照组可用。另一个需要进一步研究的问题与评估疾病严重程度的不同系统的敏感性和特异性的比较有关。

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。作者声明，没有明显的和潜在的利益冲突相关的发表这篇文章。

作者参与：N.N. Vetsheva—负责文本写作，分析与专家评价研究；R.V. Reshetnikov—负责搜索关于该主题的出版物，处理获得的结果，撰写评论文本；D.V. Leonov—负责搜索关于该主题的出版物，处理获得的结果；N.S. Kulberg—负责评议的系统化和最终编辑；O.A. Mokienko—负责定义审查的主要焦点，系统地提出问题。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

1. WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020 [дата обращения: 16.09.2020]. Доступ по ссылке: <https://covid19.who.int/>
2. Franco N. Covid-19 Belgium: Extended SEIR-QD model with nursery homes and long-term scenarios-based forecasts from school opening // medRxiv. 2020. doi: 10.1101/2020.09.07.20190108
3. Schwartz F., Lieber D. Israel to enter lockdown again as second Coronavirus wave hits // Wall Street J [Internet]. 2020 [дата обращения: 16.09.2020]. Доступ по ссылке: <https://www.wsj.com/articles/israel-to-shut-down-again-as-second-coronavirus-wave-hits-11600028298>
4. Pujadas E., Chaudhry F., McBride R., et al. SARS-CoV-2 viral load predicts COVID-19 mortality // Lancet Respir Med. 2020. Vol. 8, N 9. e70. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30354-4
5. Lippi G., Plebani M., Henry B.M. Thrombocytopenia is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19) infections: A meta-analysis // Clin Chim Acta. 2020. Vol. 506. P. 145–148. doi: 10.1016/j.cca.2020.03.022
6. Paliogiannis P., Mangoni A.A., Dettori P., et al. D-Dimer concentrations and COVID-19 severity: a systematic review and meta-analysis // Front Public Heal. 2020. Vol. 8. P. 432.
7. Gao L., Jiang D., Wen X., et al. Prognostic value of NT-proBNP in patients with severe COVID-19 // Respir Res. 2020. Vol. 21, N 1. P. 83. doi: 10.1186/s12931-020-01352-w
8. World Health Organization Team [Internet]. Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide, 11 June 2020. Доступ по ссылке: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332336>
9. Xu B., Xing Y., Peng J., et al. Chest CT for detecting COVID-19: a systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy // Eur Radiol. 2020. Vol. 30, N 10. P. 5720–5727. doi: 10.1007/s00330-020-06934-2
10. Morozov S., Ledikhova N., Panina E., et al. Re: Controversy in coronaViral Imaging and Diagnostics (COVID) // Clin Radiol. 2020. Vol. 75, N 11. P. 871–872. doi: 10.1016/j.crad.2020.07.023
11. Di Serafino M., Notaro M., Rea G., et al. The lung ultrasound: facts or artifacts? In the era of COVID-19 outbreak // Radiol Med. 2020. Vol. 125, N 8. P. 738–753. doi: 10.1007/s11547-020-01236-5



12. Mohamed M.F., Al-Shokri S., Yousaf Z., et al. Frequency of abnormalities detected by point-of-care lung ultrasound in symptomatic COVID-19 patients: systematic review and meta-analysis // *Am J Trop Med Hyg.* 2020. Vol. 103, N 2. P. 815–821. doi: 10.4269/ajtmh.20-0371
13. Piscaglia F., Stefanini F., Cantisani V., et al. Benefits, open questions and challenges of the use of ultrasound in the COVID-19 pandemic era. The views of a panel of worldwide international experts // *Ultraschall Med.* 2020. Vol. 41, N 3. P. 228–236. doi: 10.1055/a-1149-9872
14. Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration // *PLoS Med.* 2009. Vol. 6, N 7. e1000100. doi: 10.1371/journal.pmed.1000100
15. Whiting P.F. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies // *Ann Intern Med.* 2011. Vol. 155, N 8. P. 529–536. doi: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009
16. Higgins J.P., Thomas J., Chandler J., et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.* 2nd ed. Chichester (UK): John Wiley & Sons; 2019.
17. Harrer M., Cuijpers P., Furukawa T.A., Ebert D.D. Doing meta-analysis in R: a hands-on guide [дата обращения: 10.09.2020]. Доступ по ссылке: https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing_Meta_Analysis_in_R
18. R Core Team. *A Language and Environment for Statistical Computing.* 2020. Доступ по ссылке: <https://www.r-project.org/>
19. Lu W., Zhang S., Chen B., et al. A clinical study of noninvasive assessment of lung lesions in patients with Coronavirus Disease-19 (COVID-19) by bedside ultrasound // *Ultraschall Med.* 2020. Vol. 41, N 3. P. 300–307. doi: 10.1055/a-1154-8795
20. Zieleskiewicz L., Markarian T., Lopez A., et al. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia // *Intensive Care Med.* 2020. Vol. 46, N 9. P. 1707–1713. doi: 10.1007/s00134-020-06186-0
21. Pare J.R., Camelo I., Mayo K.C., et al. Point-of-care lung ultrasound is more sensitive than chest radiograph for evaluation of COVID-19 // *West J Emerg Med.* 2020. Vol. 21, N 4. P. 771–778. doi: 10.5811/westjem.2020.5.47743
22. Peyrony O., Marbeuf-Gueye C., Truong V., et al. Accuracy of emergency department clinical findings for diagnosis of Coronavirus disease 2019 // *Ann Emerg Med.* 2020. Vol. 76, N 4. P. 405–412. doi: 10.1016/j.annemergmed.2020.05.022
23. Tung-Chen Y., Martí de Gracia M., Díez-Tascón A., et al. Correlation between chest computed tomography and lung ultrasonography in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19) // *Ultrasound Med Biol.* 2020. Vol. 46, N 11. P. 2918–2926. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.003
24. Veronese N., Sbrogiò L.G., Valle R., et al. Prognostic value of lung ultrasound in older nursing home residents affected by COVID-19 // *J Am Med Dir Assoc.* 2020. Vol. 21, N 10. P. 1384–1386. doi: 10.1016/j.jamda.2020.07.034
25. Yassa M., Mutlu M.A., Birol P., et al. Lung ultrasound in pregnant women during the COVID-19 pandemic: an interobserver agreement study among obstetricians // *Ultrasonography.* 2020. Vol. 39, N 4. P. 340–349. doi: 10.14366/usg.20084
26. Yassa M., Yirmibes C., Cavusoglu G., et al. Outcomes of universal SARS-CoV-2 testing program in pregnant women admitted to hospital and the adjuvant role of lung ultrasound in screening: a prospective cohort study // *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2020. Vol. 33, N 22. P. 3820–3826. doi: 10.1080/14767058.2020.1798398
27. Deng Q., Zhang Y., Wang H., et al. Semiquantitative lung ultrasound scores in the evaluation and follow-up of critically ill patients with COVID-19: a single-center study // *Acad Radiol.* 2020. Vol. 27, N 10. P. 1363–1372. doi: 10.1016/j.acra.2020.07.002
28. Lichter Y., Topilsky Y., Taieb P., et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients // *Intensive Care Med.* 2020. Vol. 46, N 10. P. 1873–1883. doi: 10.1007/s00134-020-06212-1
29. Zhao L., Yu K., Zhao Q., et al. Lung ultrasound score in evaluating the severity of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pneumonia // *Ultrasound Med Biol.* 2020. Vol. 46, N 11. P. 2938–2944. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.024
30. Castela J., Graziani D., Soriano J.B., Izquierdo J.L. Findings and prognostic value of lung ultrasound in COVID-19 pneumonia // *medRxiv.* 2020. doi: 10.1101/2020.06.29.20142646
31. Bar S., Lecourtois A., Diouf M., et al. The association of lung ultrasound images with COVID-19 infection in an emergency room cohort // *Anaesthesia.* 2020. Vol. 75, N 12. P. 1620–1625. doi: 10.1111/anae.15175
32. Benchoufi M., Bokobza J., Chauvin A.A., et al. Lung injury in patients with or suspected COVID-19: a comparison between lung ultrasound and chest CT-scanner severity assessments, an observational study // *medRxiv.* 2020. doi: 10.1101/2020.04.24.20069633
33. Favot M., Malik A., Rowland J., et al. Point-of-Care lung ultrasound for detecting severe presentations of Coronavirus disease 2019 in the emergency department: a retrospective analysis // *Crit Care Explor.* 2020. Vol. 2, N 8. e0176. doi: 10.1097/CCE.0000000000000176
34. Hatamabadi H., Shojaei M., Bagheri M., Raoufi M. Lung ultrasound findings compared to chest CT scan in patients with COVID-19 associated pneumonia: a pilot study // *Adv J Emerg Med.* 2020.
35. Svajka P. Abstract world map. Grey world map. Isolated on the white background. Shutterstock [дата обращения: 16.09.2020]. Доступ по ссылке: <https://www.shutterstock.com/ru/image-vector/abstract-world-map-grey-isolated-on-1041962431>
36. Böger B., Fachi M.M., Vilhena R.O., et al. Systematic review with meta-analysis of the accuracy of diagnostic tests for COVID-19 // *Am J Infect Control.* 2020. N S0196-6553(20)30693-3. doi: 10.1016/j.ajic.2020.07.011
37. Xu B., Xing Y., Peng J., et al. Chest CT for detecting COVID-19: a systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy // *Eur Radiol.* 2020. Vol. 30, N 10. P. 5720–5727. doi: 10.1007/s00330-020-06934-2
38. Driggin E., Madhavan M.V., Bikdeli B., et al. Cardiovascular considerations for patients, health care workers, and health systems during the COVID-19 pandemic // *J Am Coll Cardiol.* 2020. Vol. 75, N 18. P. 2352–2371. doi: 10.1016/j.jacc.2020.03.031
39. Rubin G.D., Ryerson C.J., Haramati L.B., et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner Society // *Chest.* 2020. Vol. 158, N 1. P. 106–116. doi: 10.1016/j.chest.2020.04.003
40. Sperandio M., Quarato C.M., Rea G. Diagnosis of coronavirus disease 2019 pneumonia in pregnant women: can we rely on lung ultrasound? // *Am J Obstet Gynecol.* 2020. Vol. 223, N 4. P. 615. doi: 10.1016/j.ajog.2020.06.028



REFERENCES

1. WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard. Geneva: World Health Organization; 2020 [cited 2020 Sept 16]. Available from: <https://covid19.who.int/>
2. Franco N. Covid-19 Belgium: Extended SEIR-QD model with nursery homes and long-term scenarios-based forecasts from school opening. *medRxiv*. 2020:2020.09.07.20190108. doi: 10.1101/2020.09.07.20190108
3. Schwartz F, Lieber D. Israel to enter lockdown again as second Coronavirus wave hits. *Wall Street J*. [cited 2020 Sept 16]. Available from: <https://www.wsj.com/articles/israel-to-shut-down-again-as-second-coronavirus-wave-hits-11600028298>
4. Pujadas E, Chaudhry F, McBride R, et al. SARS-CoV-2 viral load predicts COVID-19 mortality. *Lancet Respir Med*. 2020;8(9):e70. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30354-4
5. Lippi G, Plebani M, Henry BM. Thrombocytopenia is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19) infections: A meta-analysis. *Clin Chim Acta*. 2020;506:145–148. doi: 10.1016/j.cca.2020.03.022
6. Paliogiannis P, Mangoni AA, Dettori P, et al. D-Dimer concentrations and COVID-19 severity: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Heal*. 2020;8:432.
7. Gao L, Jiang D, Wen X, et al. Prognostic value of NT-proBNP in patients with severe COVID-19. *Respir Res*. 2020;21(1):83. doi: 10.1186/s12931-020-01352-w
8. World Health Organization Team. Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide, 11 June 2020. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332336>
9. Xu B, Xing Y, Peng J, et al. Chest CT for detecting COVID-19: a systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Eur Radiol*. 2020;30(10):5720–5727. doi: 10.1007/s00330-020-06934-2
10. Morozov S, Ledikhova N, Panina E, et al. Re: Controversy in coronaViral Imaging and Diagnostics (COVID). *Clin Radiol*. 2020;75(11):871–872. doi: 10.1016/j.crad.2020.07.023
11. Di Serafino M, Notaro M, Rea G, et al. The lung ultrasound: facts or artifacts? In the era of COVID-19 outbreak. *Radiol Med*. 2020;125(8):738–753. doi: 10.1007/s11547-020-01236-5
12. Mohamed MF, Al-Shokri S, Yousaf Z, et al. Frequency of abnormalities detected by point-of-care lung ultrasound in symptomatic COVID-19 patients: systematic review and meta-analysis. *Am J Trop Med Hyg*. 2020;103(2):815–821. doi: 10.4269/ajtmh.20-0371
13. Piscaglia F, Stefanini F, Cantisani V, et al. Benefits, open questions and challenges of the use of ultrasound in the COVID-19 pandemic era. The views of a panel of worldwide international experts. *Ultraschall Med*. 2020;41(3):228–236. doi: 10.1055/a-1149-9872
14. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000100. doi: 10.1371/journal.pmed.1000100
15. Whiting PF. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med*. 2011;155(8):529–536. doi: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009
16. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2nd ed. Chichester (UK): John Wiley & Sons; 2019.
17. Harrer M, Cuijpers P, Furukawa TA, Ebert DD. Doing meta-analysis in R: a hands-on guide [cited 2020 Sept 10]. Available from: https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing_Meta_Analysis_in_R
18. R Core Team. A Language and Environment for Statistical Computing. 2020. Available from: <https://www.r-project.org/>
19. Lu W, Zhang S, Chen B, et al. A clinical study of noninvasive assessment of lung lesions in patients with Coronavirus Disease-19 (COVID-19) by bedside ultrasound. *Ultraschall Med*. 2020;41(3):300–307. doi: 10.1055/a-1154-8795
20. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, et al. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia. *Intensive Care Med*. 2020;46(9):1707–1713. doi: 10.1007/s00134-020-06186-0
21. Pare JR, Camelo I, Mayo KC, et al. Point-of-care lung ultrasound is more sensitive than chest radiograph for evaluation of COVID-19. *West J Emerg Med*. 2020;21(4):771–778. doi: 10.5811/westjem.2020.5.47743
22. Peyrony O, Marbeuf-Gueye C, Truong V, et al. Accuracy of emergency department clinical findings for diagnosis of Coronavirus disease 2019. *Ann Emerg Med*. 2020;76(4):405–412. doi: 10.1016/j.annemergmed.2020.05.022
23. Tung-Chen Y, Martí de Gracia M, Díez-Tascón A, et al. Correlation between chest computed tomography and lung ultrasonography in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Ultrasound Med Biol*. 2020;46(11):2918–2926. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.003
24. Veronese N, Sbrogiò LG, Valle R, et al. Prognostic value of lung ultrasound in older nursing home residents affected by COVID-19. *J Am Med Dir Assoc*. 2020;21(10):1384–1386. doi: 10.1016/j.jamda.2020.07.034
25. Yassa M, Mutlu MA, Birol P, et al. Lung ultrasound in pregnant women during the COVID-19 pandemic: an interobserver agreement study among obstetricians. *Ultrasonography*. 2020;39(4):340–349. doi: 10.14366/usg.20084
26. Yassa M, Yirmibes C, Cavusoglu G, et al. Outcomes of universal SARS-CoV-2 testing program in pregnant women admitted to hospital and the adjuvant role of lung ultrasound in screening: a prospective cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020;33(22):3820–3826. doi: 10.1080/14767058.2020.1798398
27. Deng Q, Zhang Y, Wang H, et al. Semiquantitative lung ultrasound scores in the evaluation and follow-up of critically ill patients with COVID-19: a single-center study. *Acad Radiol*. 2020;27(10):1363–1372. doi: 10.1016/j.acra.2020.07.002
28. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. *Intensive Care Med*. 2020;46(10):1873–1883. doi: 10.1007/s00134-020-06212-1
29. Zhao L, Yu K, Zhao Q, et al. Lung ultrasound score in evaluating the severity of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pneumonia. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46(11):2938–2944. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.024
30. Castela J, Graziani D, Soriano JB, Izquierdo JL. Findings and prognostic value of lung ultrasound in COVID-19 pneumonia. *medRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.06.29.20142646



31. Bar S, Lecourtois A, Diouf M, et al. The association of lung ultrasound images with COVID-19 infection in an emergency room cohort. *Anaesthesia*. 2020;75(12):1620–1625. doi: 10.1111/anae.15175
32. Benchoufi M, Bokobza J, Chauvin AA, et al. Lung injury in patients with or suspected COVID-19: a comparison between lung ultrasound and chest CT-scanner severity assessments, an observational study. *medRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.04.24.20069633
33. Favot M, Malik A, Rowland J, et al. Point-of-Care lung ultrasound for detecting severe presentations of Coronavirus disease 2019 in the emergency department: a retrospective analysis. *Crit care Explor*. 2020;2(8):e0176. doi: 10.1097/CCE.0000000000000176
34. Hatamabadi H, Shojaee M, Bagheri M, Raoufi M. Lung ultrasound findings compared to chest CT scan in patients with COVID-19 associated pneumonia: a pilot study. *Adv J Emerg Med*. 2020.
35. Svajka P. Abstract world map. Grey world map. Isolated on the white background. Shutterstock [cited 2020 Sept 16]. Available from: <https://www.shutterstock.com/ru/image-vector/abstract-world-map-grey-isolated-on-1041962431>
36. Böger B, Fachi MM, Vilhena RO, et al. Systematic review with meta-analysis of the accuracy of diagnostic tests for COVID-19. *Am J Infect Control*. 2020;S0196-6553(20)30693-3. doi: 10.1016/j.ajic.2020.07.011
37. Xu B, Xing Y, Peng J, et al. Chest CT for detecting COVID-19: a systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Eur Radiol*. 2020;30(10):5720–5727. doi: 10.1007/s00330-020-06934-2
38. Driggin E, Madhavan MV, Bikdeli B, et al. Cardiovascular considerations for patients, health care workers, and health systems during the COVID-19 pandemic. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(18):2352–2371. doi: 10.1016/j.jacc.2020.03.031
39. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner Society. *Chest*. 2020;158(1):106–116. doi: 10.1016/j.chest.2020.04.003
40. Sperandeo M, Quarato CM, Rea G. Diagnosis of coronavirus disease 2019 pneumonia in pregnant women: can we rely on lung ultrasound? *Am J Obstet Gynecol*. 2020;223(4):615. doi: 10.1016/j.ajog.2020.06.028

ОБ АВТОРАХ

***Ветшева Наталья Николаевна**, д.м.н.;

адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>,

eLibrary SPIN: 9201-6146, e-mail: vetsheva@npcmr.ru

Решетников Роман Владимирович, к.ф.-м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>,

eLibrary SPIN: 8592-0558, e-mail: reshetnikov@fbb.msu.ru

Леонов Денис Владимирович, к.ф.-м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0916-6552>,

eLibrary SPIN: 5510-4075, e-mail: d.leonov@npcmr.ru

Кульберг Николай Сергеевич, к.ф.-м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7046-7157>,

eLibrary SPIN: 2135-9543, e-mail: kulberg@npcmr.ru

Мокиенко Олеся Александровна, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-5135>,

eLibrary SPIN: 8088-9921, e-mail: o.mokienko@npcmr.ru

AUTHORS INFO

***Natalia N. Vetsheva**, MD, PhD;

address: Petrovka str., 24, 127051, Moscow, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>,

eLibrary SPIN: 9201-6146, e-mail: vetsheva@npcmr.ru

Roman V. Reshetnikov, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>,

eLibrary SPIN: 8592-0558, e-mail: reshetnikov@fbb.msu.ru

Denis V. Leonov, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0916-6552>,

eLibrary SPIN: 5510-4075, e-mail: d.leonov@npcmr.ru

Nikolas S. Kulberg, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7046-7157>,

eLibrary SPIN: 2135-9543, e-mail: kulberg@npcmr.ru

Olesya A. Mokienko, MD, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-5135>,

eLibrary SPIN: 8088-9921, e-mail: o.mokienko@npcmr.ru







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. Gombolevskiy

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, Gombolevskiy 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>



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. Gomboleviskiy

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, Gomboleviskiy 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>

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常可见,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-Meier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)。

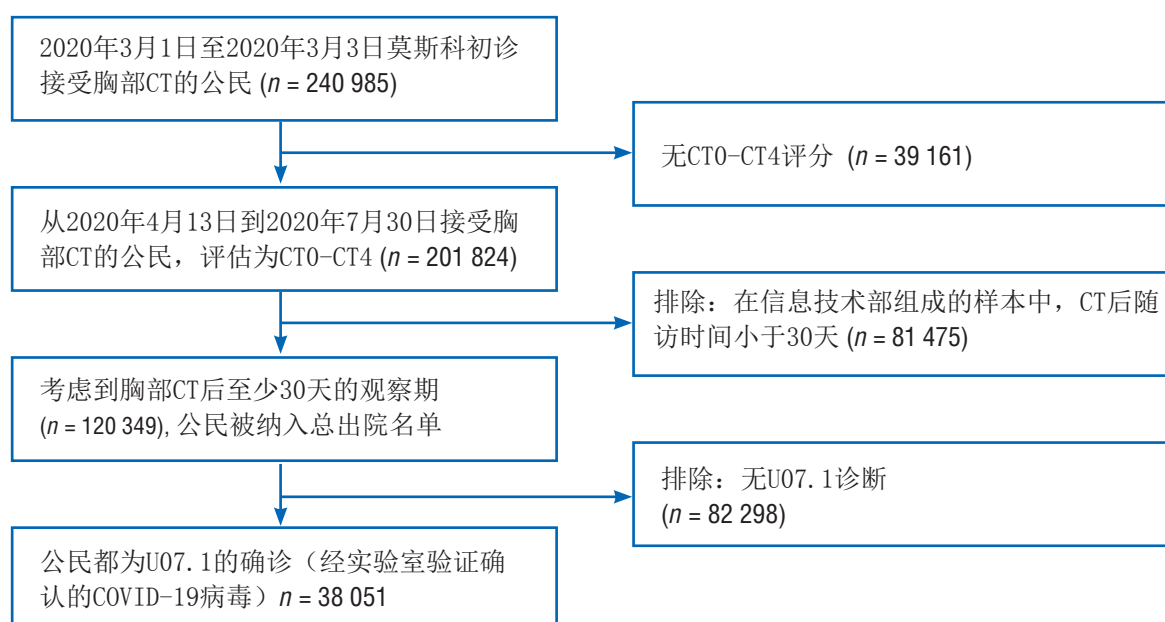


图 1抽样生成的框图。



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-Meier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 ± 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 ± 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 ± 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-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,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

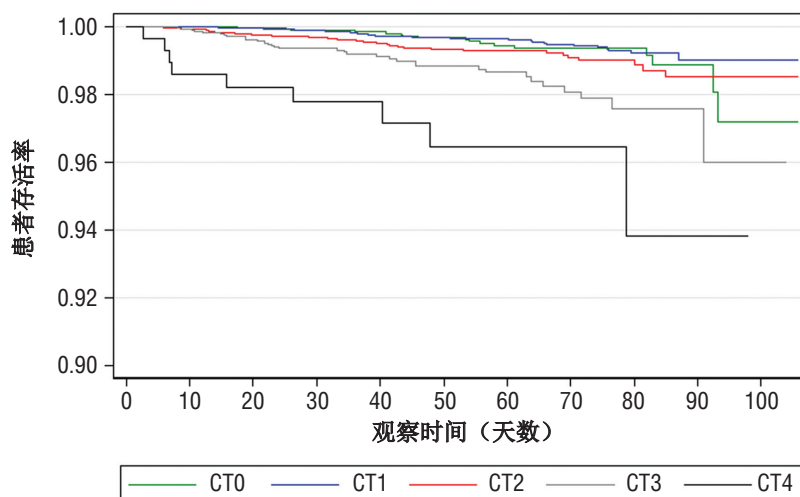


图 2CT0-CT4分级Kaplan-Meier的总体生存曲线 ($p<0.0001$)。

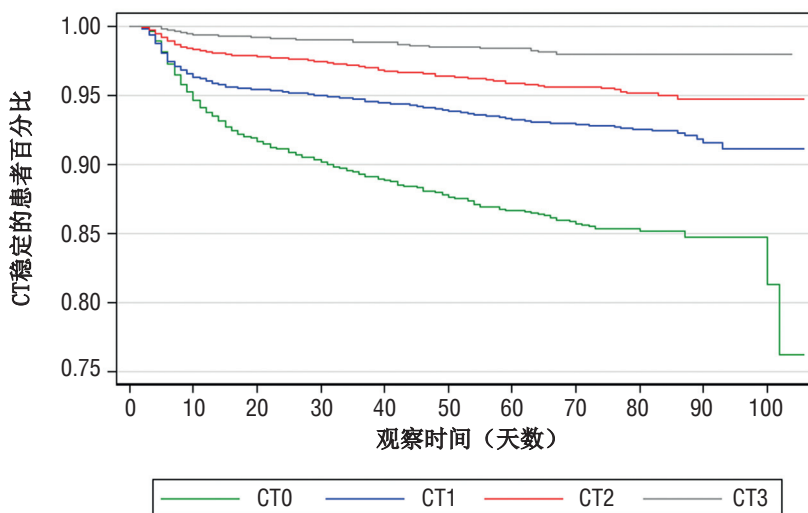


图 3与基线水平相比,胸部计算机断层扫描显示的恶化时间的Kaplan-Meier曲线 ($p<0.0001$)。

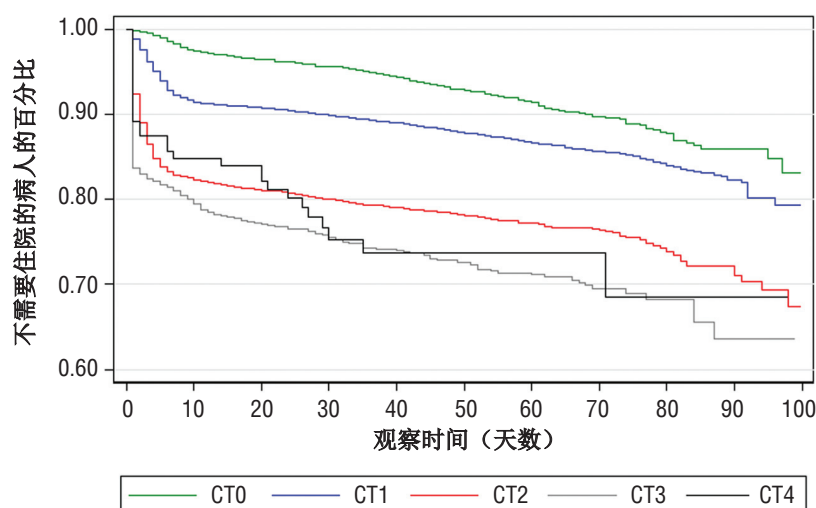


图 4从胸部器官首次计算机断层扫描到住院的时间数据的Kaplan-Meier曲线 ($p < 0.0001$)。

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。

Заключение

Для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. Gomboleviskyi—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

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. 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
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, Gomboleviskiy 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

***Гомболеvisкий 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. Gomboleviskiy**, 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





Сравнение частоты и характера внебольничных пневмоний до начала и во время эпидемии COVID-19 в многопрофильной больнице

© С.А. Ярёмченко^{1, 2*}, Н.А. Ручьёва¹, К.Н. Журавлёв¹, В.Е. Синицын²

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени И.В. Давыдовского», Москва, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, Российская Федерация

Обоснование. Вспышка коронавирусной инфекции 2019 года (COVID-19) быстро — всего за месяц — охватила весь мир. В диагностике этого заболевания помогает метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), однако данный тест имеет ограничения, связанные с ложноотрицательными результатами, а также сроками выполнения. С учётом повышенного распространения инфекции компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки (ОГК) может стать одной из основных методик в арсенале клинициста для раннего выявления COVID-19 у впервые обратившихся за медицинской помощью пациентов.

Цель — сравнение частоты внебольничных пневмоний и их характеристик по данным КТ в многопрофильной больнице Москвы до начала и во время эпидемии COVID-19 и изучение возможностей их своевременного выявления и дифференциального диагноза.

Материалы и методы. Проведён ретроспективный анализ результатов КТ грудной клетки пациентов Городской клинической больницы имени И.В. Давыдовского (Москва) за период с 1 по 17 апреля 2020 года. В исследование включены все пациенты с диагнозом вирусной пневмонии по заключению КТ. Всем пациентам с подозрением на вирусную пневмонию выполняли тестирование ПЦР. В качестве группы сравнения ретроспективно проанализированы данные КТ грудных клеток пациентов с подозрением на пневмонию за аналогичный промежуток 2019 г.

Результаты. С 1 по 17 апреля 2020 г. по данным КТ ОГК пневмония диагностирована в 140 случаях, из которых 65 (46,4%) описаны как вирусные, в сравнении с тем же периодом 2019 г. — 7 (10,3%) диагнозов вирусной пневмонии: наблюдается значимое увеличение частоты вирусных пневмоний (5,723; $p < 0,01$). Результаты ПЦР-теста у пациентов с вирусной пневмонией по данным КТ: положительный — у 34 (52,3%), отрицательный — у 22 (33,8%), у 9 (13,9%) больных тест не проводился. При сравнении частоты обнаружения на КТ паттернов вирусной пневмонии у пациентов за одинаковый промежуток времени в 2019 и 2020 гг. не было обнаружено никаких достоверных различий. Вероятность COVID-19 по КТ-картине ОГК: средняя — 13,8%, высокая — 75,4%. Тяжесть вирусной пневмонии по данным КТ ОГК: лёгкая — 38,5%, среднетяжёлая — 46,2%, тяжёлая — 12,3%, крайне тяжёлая — 3,1%.

Заключение. КТ-диагностика COVID-19, в том числе при ложноотрицательных результатах ПЦР-тестов, позволяет вовремя изолировать пациента с подозрением на COVID-19, своевременно приступить к лечению и предотвратить дальнейшее распространение вирусной инфекции в условиях пандемии. Однако ввиду неспецифичности выявляемых изменений возможности КТ для идентификации поражения лёгких конкретными вирусными агентами ограничены.

Ключевые слова: COVID-19; компьютерная томография; пневмония; вирусная пневмония; полимеразная цепная реакция.

Как цитировать

Ярёмченко С.А., Ручьёва Н.А., Журавлёв К.Н., Синицын В.Е. Сравнение частоты и характера внебольничных пневмоний до начала и во время эпидемии COVID-19 в многопрофильной больнице // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):37–47. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46833>



A comparison of the frequency and character of community-acquired pneumonia before and during the COVID-19 pandemic in a multi-specialty hospital

Stepan A. Yaremenko^{1, 2*}, Natalia A. Rucheva¹, Kirill N. Zhuravlev¹,
Valentin E. Sinitsyn²

¹ State Moscow Clinical Hospital I.V.Davydovskiy, Moscow, Russian Federation

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

BACKGROUND: The 2019 coronavirus disease (COVID-19) outbreak, first reported in Wuhan, China, quickly spread worldwide in just a month. Polymerase chain reaction (PCR) is used in the diagnosis of this disease, but this test has limitations related to false negative results and the time-consuming procedure. Under these conditions, chest computed tomography (CT) can become one of the main methods in the Clinician's Arsenal that is used for the early detection of COVID-19 in patients who first seek medical help.

AIMS: To compare the frequency of community-acquired pneumonia and its characteristics according to CT data in a multi-specialty Clinical Hospital I.V.Davydovskiy, State Moscow, before and during the COVID-19 epidemic and to study the possibilities of their timely detection and differential diagnosis.

MATERIALS AND METHODS: A retrospective analysis of chest CT scan results was performed in Davydovsky hospital, located in Moscow, for the period from April 1 to April 17, 2020. It included all patients diagnosed with viral pneumonia using the CT scan report. All patients with a suspected diagnosis of viral pneumonia underwent PCR testing on the first day of hospitalization and the results were analyzed. Retrospective analysis of chest CT data from patients admitted to the hospital with suspected pneumonia for the same period in 2019, taken as a comparison group, was performed.

RESULTS: From April 1 to April 17, 2020, according to the chest CT results, pneumonia was diagnosed in 140 cases, of which 65 (46.4%) were described as viral, compared with the same period in 2019; the diagnosis of seven cases of viral pneumonia (10.3%) was described as a significant increase in the cases of viral pneumonia (5.723; $p < 0.01$). Results of the PCR test in patients with viral pneumonia according to CT data were as follows: positive in 34 (52.3%) cases, negative in 22 (33.8%) cases, and 9 (13.9%) patients were not tested. When comparing the frequency of detection of viral pneumonia patterns in patients on CT for the same period of time in 2019 and 2020, no significant differences were found. The probability of COVID-19 due to results of chest CT was as follows: average, 13.8%; and high, 75.4%. The severity of viral pneumonia according to CT data was as follows: light, 38.5%; medium, 46.2%; severe, 12.3%; extremely severe, 3.1%. The following radiological phenomena were present in the group of patients with viral pneumonia according to the CT data: lymphadenopathy in 32.3%, hydrothorax in 21.5%, hydropericardium in 4.6%, and pulmonary hypertension in 21.5% of patients.

CONCLUSIONS: Our study showed that the rapid CT diagnosis of COVID-19, even with false negative results of PCR tests, can help to isolate patients with suspected COVID-19, start treatment on time, and prevent the further spread of the viral infection during pandemic. Nevertheless, due to the non-specificity of the revealed morphological picture, the possibilities of identifying lung lesions on CT caused by specific viral agents are limited.

Keywords: COVID-19; computed tomography; pneumonia; virus; polymerase chain reaction.

To cite this article

Yaremenko SA, Rucheva NA, Zhuravlev KN, Sinitsyn VE. A comparison of the frequency and character of community-acquired pneumonia before and during the COVID-19 pandemic in a multi-specialty hospital. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):37–47. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46833>

Received: 10.10.2020

Accepted: 03.11.2020

Published: 12.12.2020



某专科医院COVID-19流行前后社区获得性肺炎发生频率和性质比较

Stepan A. Yaremenko^{1,2*}, Natalia A. Rucheva¹, Kirill N. Zhuravlev¹,
Valentin E. Sinitsyn²

¹ State Moscow Clinical Hospital I.V.Davydovskiy, Moscow, Russian Federation

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

论证: 2019年中国武汉首次报道的2019冠状病毒病 (COVID-19) 在短短一个月内迅速席卷全球。聚合酶链反应 (PCR) 方法有助于诊断这种疾病,但这种检测有与假阴性结果,以及截止日期有限制。考虑到感染传播的增加,对胸部器官进行计算机断层扫描 (CT) 可以成为临床医生用于早期检测COVID-19患者的主要技术之一。

目的是根据莫斯科某专科医院COVID-19流行前和流行期间的CT资料,比较社区获得性肺炎的发生频率及其特征,并探讨其及时发现和鉴别诊断的可能性。

材料与方法。 2020年4月1日至4月17日期间对I. V. Davydovsky City Clinical Hospital (莫斯科) 患者胸部CT检查结果进行了回顾性分析。本研究纳入所有根据CT诊断为病毒性肺炎的患者。所有疑似病毒性肺炎患者均在住院第一天进行PCR检测。作为对照组,对2019年同期以疑似肺炎入院患者的胸部CT资料进行了回顾性分析。

结果。 在2020年4月1日至4月17日期间,根据胸部器官计算机断层扫描,有140例确诊为肺炎,其中65例 (46.4%) 被描述为病毒性肺炎,与2019年同期相比,7例 (10.3%) 被诊断为病毒性肺炎:病毒性肺炎病例显著增加 (5723例; $p < 0.01$)。根据计算机断层扫描对病毒性肺炎患者进行PCR检测结果:34例 (52.3%) 为阳性,22例 (33.8%) 为阴性,未进行检测9例 (13.9%)。比较2019年与2020年同期患者病毒性肺炎型CT检出频次,差异无统计学意义。胸部CT显示COVID-19的概率:平均概率为13.8%,高概率为75.4%。根据胸部CT检查病毒性肺炎的严重程度:轻度—38.5%,中度—46.2%,重度—12.3%,极重度—3.1%。在病毒性肺炎患者组中,根据CT资料,出现以下X线现象:淋巴结病为32.3%,胸水为21.5%,心包水为4.6%,肺动脉高压为21.5%。

结论。 已经证明,以研究的相对速度对COVID-19进行CT诊断,并对获得的结果 (包括PCR检测假阴性结果) 进行解释,可以及时隔离疑似COVID-19患者,及时开始治疗,并防止病毒感染在大流行中进一步传播。然而,由于所检测到的形态学图像的非特异性,CT用特异性病毒制剂鉴别肺病变的可能性有限。

关键词: COVID-19; 计算机断层扫描; 肺炎; 病毒性肺炎; 聚合酶链反应

引用本文:

Yaremenko SA, Rucheva NA, Zhuravlev KN, Sinitsyn VE. 某专科医院COVID-19流行前后社区获得性肺炎发生频率和性质比较. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):37–47. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46833>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46833>



论证

2019年12月,一种新型冠状病毒引起的肺炎在中国爆发,并在全球迅速蔓延[1]。

冠状病毒是导致普通感冒和更严重呼吸系统疾病,特别是严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)和中东呼吸综合征的病毒(Middle East respiratory syndrome, MERS)之一,死亡率分别高达10和37[2, 3]。已经确定,这两种疾病(SARS和MERS)都是人畜共患传染病。这种新型冠状病毒被国际病毒分类学委员会命名为严重急性呼吸综合征冠状病毒2(severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2, SARS-CoV-2),是引起冠状病毒病(CoronaVirus Disease 2019, COVID-19)的原因[4]。新冠肺炎疫情迅速蔓延至中国,再蔓延至世界其他国家。目前,COVID-19被宣布为大流行病。这种疾病也严重影响了俄罗斯联邦。众所周知,许多(高达80%)感染患者可能没有明显的感染史和疾病的临床表现[5]。该疾病的传播速度证实了新型冠状病毒的高度传染性,通过气溶胶(空气和飞沫)和接触途径在人与人之间传播[6]。

SARS-CoV-2感染的临床表现与以前由乙型冠状病毒引起的感染有相似之处[7]。采用聚合酶链式反应(PCR)方法进行新冠肺炎实验室诊断,对识别感染者、防止疫情传播具有重要意义。但很明显,PCR检测的结果需要等待相当长的时间(1-4天)。此外,还发现聚合酶链式反应可在大量(高达30-40%)患者中产生假阴性结果,从而对流行病学情况产生负面影响。多项研究表明,在COVID-19流行的情况下(当确定这种疾病典型的肺组织损伤模式时),胸部计算机断层扫描(CT)的灵敏度可达80-97%[8]。基于胸部CT的病毒性肺炎准确诊断,可以及时发现和隔离感染者,选择治疗策略,评估疾病的动态。由于该病在疫情大背景下广泛传播,且无症状过程频繁,疑似社区获得性肺炎的患者可能会进入多学科医疗机构(医院)就诊。及时隔离并转诊到专业机构,取决于对新冠肺炎的早期正确诊断。

目的是根据莫斯科某专科医院COVID-19流行前和流行期间的CT资料,比较社区获得性肺炎的发生频率及其特征,并探讨其及时发现和鉴别诊断的可能性。

材料与方法。

研究设计

2020年4月1日至4月17日期间(在莫斯科COVID-19疫情期间),对莫斯科市卫生部Dr. Davydovsky City Clinical Hospital患者进行了胸部CT结果的回顾性分析。

遵从准则

该研究包括了医院急诊科收治的所有疑似社区获得性肺炎患者。住院的原因是发烧超过38.5°C,无效干咳,胸痛,呼吸急促,虚弱,头痛和腹泻。

医疗干预说明

所有患者住院第一天均行PCR及CT胸部检查。研究是在Philips Ingenuity(荷兰)计算机断层上进行的,没有静脉注射造影剂,使用标准的临床方案(切片厚度为1mm,管上电流为120kv,电流与时间的乘积(mAs)自动设定)。

所有CT图像均按照COVID-19流行背景下形成标准化肺部CT结论的国际建议进行评估[9]。诊断为细菌性肺炎依据的标准:无磨砂玻璃类型的压实区,有固结区,单侧或双侧病变伴或不伴胸水。病毒性肺炎在胸部CT诊断的标准为特征性X线模式,如磨砂玻璃型肺组织压实区(主要是周边定位),铺路石征,有无固结区。根据最新的病毒病原学胸部器官改变的鉴别诊断建议,在描述胸部病变时,按4分制计算COVID-19肺炎(高、中、低)发生的概率和肺实质病变的严重程度[10]。

我们还分析了2020年CT诊断为病毒性肺炎患者的PCR检测结果。

为了评估病毒性肺炎总数量的动态变化,并在一年前进行的CT研究中确定病毒性病因性肺炎的形态学差异,作为对照组,回顾性分析了2019年同期疑似肺炎住院患者的CT扫描资料。比较2020年和2019年病毒性肺炎患者的CT资料,包括磨砂玻璃症状、铺路石征、有无固结带、病变性质(单侧或双侧)等模式的出现频率。

在2020年大流行期间罹患病毒性肺炎的患者组中,我们评估了如胸腔积液(胸腔内存在液体),心包积水(心包腔里有液体),肺动脉高压(肺动脉干扩张30毫米以上),淋巴结病(淋巴结沿短轴增大10mm以上,定量)等继发性放射学现象。

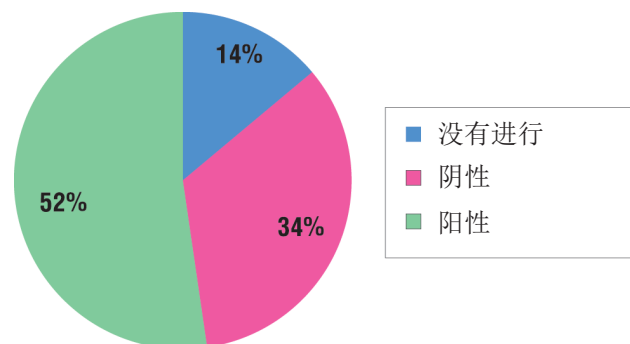


图 1CT诊断为病毒性肺炎的患者PCR检测结果。

注：PCR—聚合酶链式反应。

统计分析

对于统计数据的处理，我们使用SPSS Statistics 23.0的软件包（美国）。定量数据以带有标准偏差的平均值来表示。采用Fisher标准和卡方共轭表等统计标准对各组进行比较分析。

结果

研究对象（参与者）

2020年4月1日至4月17日，在City Clinical Hospital named after I. V. Davydovsky行胸部器官CT检查476次。140例确诊为肺炎，其中65例（46.4%）为病毒性肺炎，75例（53.6%）为细菌性肺炎。2019年同期，行309例胸部CT扫描：68例患者发现肺炎，其中7例（10.3%）为病毒型，61例（89.7%）为细菌型。

因此，2020年4月报告的病毒性肺炎病例数较2019年同期有明显增加（确切Fisher标准值为5.723； $p < 0.01$ ）。这表明，2020年4月COVID-19肺炎引起的病毒性肺炎数量显著增加。

研究的主要结果

COVID-19大流行背景下CT结果分析

CT扫描诊断为病毒性肺炎的患者，绝大多数（95.4%）被紧急隔离转移到专科医院，重新专科治疗COVID-19患者。唯一例外的是由于多种原因（伴随病理、严重病情等）不能转到专门机构的患者（3.1%）。

65例CT诊断为病毒性肺炎的患者中，34例（52.3%）COVID-19 PCR检测阳性，22例（33.8%）PCR检测阴性；在9例（13.9%）患者中，由于我们无法控制的原因（拒绝、转诊到居住地的医疗机构）没有进行检测（图1）。

病毒性肺炎CT诊断比PCR诊断平均早2-3天。因此，CT诊断COVID-19的准确率较高，可作为非专科医院诊断COVID-19的一种方法。

COVID-19相关性和非相关性肺炎肺部改变的CT表现

在所有65例COVID-19患者中，胸部CT扫描均观察到该疾病典型的病毒性肺炎症状：广泛的双边区域或磨砂玻璃，具有突出的周边位置和存在或不存在固结区。

随着严重的传染病的发展，SARS肺实质的异常最终扩散到中央区域和两侧的上叶[11。 12]在我们的研究中，COVID-19的CT图像进展（13.8%）证实了这一数据（图2）。

COVID-19患者组首发胸部CT扫描以周围（胸膜下）为主，局限于肺中下区。进一步的研究表明，随着疾病的发展，肺固结区和浸润融合渗入器官上叶，并影响到它们：一些患者双肺五叶全部受累，CT扫描可见白肺。在我们的研究小组中，磨砂玻璃种类变化的增加和肺固结区密度的增

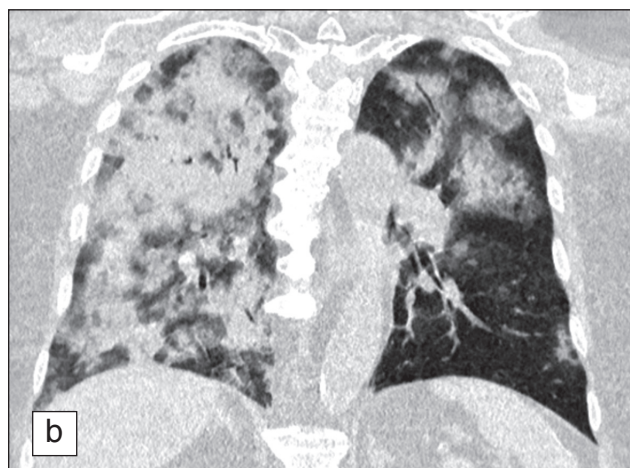
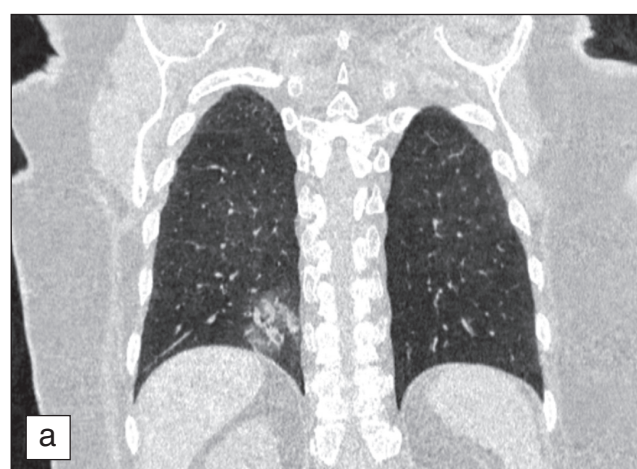


图 2最初因干咳和发热入院的患者胸部器官的计算机断层扫描：a — 在右肺下叶，根据磨砂玻璃的类型确定肺组织单个压实区；b — 在5天后获得的对照图像中，在全身恶化和明显呼吸困难的背景下，有一个双侧病变累及75%的肺实质，这对应着一个极其严重的病程。

加表明疾病的进展,而纤维化和固结区毛玻璃影的形成或实变的发生则表明疾病的改善。然而,由于纤维化引起的支气管畸形可导致不可逆的改变,影响患者的呼吸功能。这些发现表明,COVID-19的肺部病变可能在患者症状变得明显之前就已经存在,即使是无症状的疾病,也应立即进行CT扫描。

在进行CT扫描时,一些患者感到呼吸困难,所以在进行CT扫描时,在最后一次呼吸时获得完美的图像可能是有问题的。因此,在阅读CT图像时,放射科医生应特别注意区分磨砂玻璃类型造成的肺组织压实区域和呼吸伪影造成的实质改变。

病毒性肺炎的CT鉴别诊断

病毒性肺炎的CT表现与病毒感染的发病机制有关。大多数病毒性肺炎有类似的发病机制[13]。因此,不同病毒引起的病毒性肺炎在胸部CT图像上表现出相似的模式,这是我们在比较COVID-19大流行前(2019年4月)和大流行期间(2020年4月)病毒性肺炎胸部CT图像时显示的;图3所示。

对比2019年和2020年同期患者CT扫描中病毒性肺炎型的检测频率,发现两组患者中均有100%的患者出现磨砂玻璃等征象;2020年的患者样本中,有40%的患者观察到铺路石征类型的网状改变,2019年—42%,固结区为27和14%,双侧肺损害为86.4和71.4%。

我们还发现,在COVID-19患者的初步CT研究中观察到的病毒性肺炎的所有特征(主要是肺组织周边压实,呈磨砂玻璃状;血管舒张;小叶间和小叶内间质增厚;表明空气支气管征)与急性呼吸道病毒感染的CT特征相似。同时,所有列出

的病毒性肺损伤的放射学特征均可归因于肺泡和器官间质损伤,其水肿。

COVID-19相关性肺炎肺损伤机制研究

根据国外研究,COVID-19重症肺炎患者可能会表现出全身炎症过度的症状,即一般术语巨噬细胞活化综合征(macrophage activation syndrome, MAS),或细胞素风暴,也被称为继发性淋巴组织细胞增生症(hemophagocytic lymphohistiocytosis, sHLH) [14]。

据推测,严重的弥漫性肺泡和间质炎症扩展到附近的肺血管网,引起肺内的MAS样炎症反应,可导致严重的局部血管功能障碍,包括肺血管内凝血病的表现为微血栓形成和出血。

C-反应蛋白水平升高和高铁蛋白血症是诊断MAS/sHLH的主要指标,在许多重症COVID-19相关性肺炎中均可见[15]。其他MAS/sHLH标志物—凝血病和肝功能障碍也可能发生在COVID-19肺炎患者的亚组中,这表明这些参数组合的患者会形成细胞因子风暴[16]。

我们的观察部分证实了关于COVID-19相关性肺炎患者可能存在MAS/sHLH的假设。因此,研究中纳入的数名在支气管镜检查期间患有严重covid-19肺炎的患者在黏膜充血的背景下显示接触性出血增加,这可能在一定程度上表明在肝功能受损的背景下活跃的炎症(大多数患者C-反应蛋白升高)和凝血病。

COVID-19肺部损伤的发病机制需要更详细的研究,并将COVID-19患者的CT图像与支气管镜检查结果、凝血图数据和血液生化参数进行比较,这可以解释磨砂玻璃类型导致肺部组织形成固结区域的机制,以及胸部CT扫描结果的快速变化。

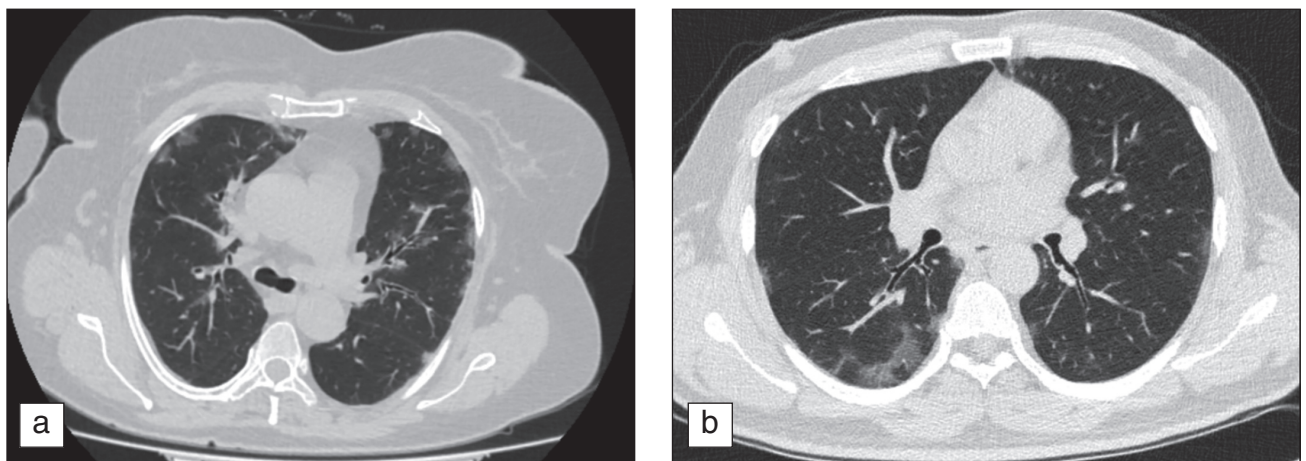


图 3在COVID-19大流行前和期间比较病毒性肺炎的图像时,胸部CT显示: a — 磨砂玻璃类型压实肺组织多发胸膜下定位区域(2019年4月); b — 由病毒引起的非典型肺炎的相似图(2020年4月)。

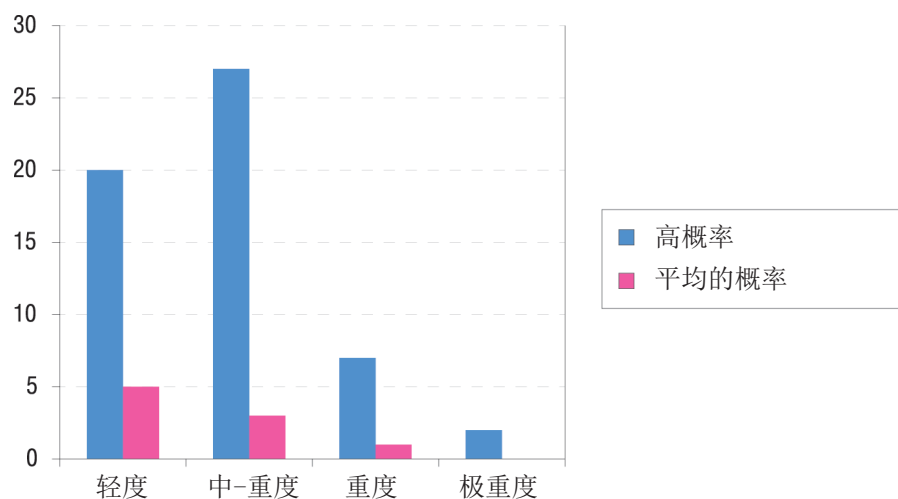


图 4根据胸部CT数据划分COVID-19高、中概率患者的分布，视病情严重程度而定。

COVID-19的可能性和严重程度

胸部CT扫描诊断为COVID-19 (65例) 的可能性为13.8%，高达86.2% (图4)。

胸部CT检查病毒性肺炎的严重程度：轻度—38.5% (图5, a)、中-重度—46.2% (图5, b)、重度—12.3% (图5, c)、极重度—3.1% (图5, d)。并注意到伴随的形态现象，如：

- 淋巴结病占7.7%，其中仅定量淋巴结病变占24.6%，无淋巴结病变占66.2%；
 - 单侧胸腔积液占7.7%，双侧占13.8%，无积液占78.5%；
 - 心包积水占4.6%，无积水占95.4%；
 - 肺动脉高压占21.5%，无肺动脉高压占78.5%。
- 86.2%的患者未追踪到病毒性肺炎动态，13.8%的

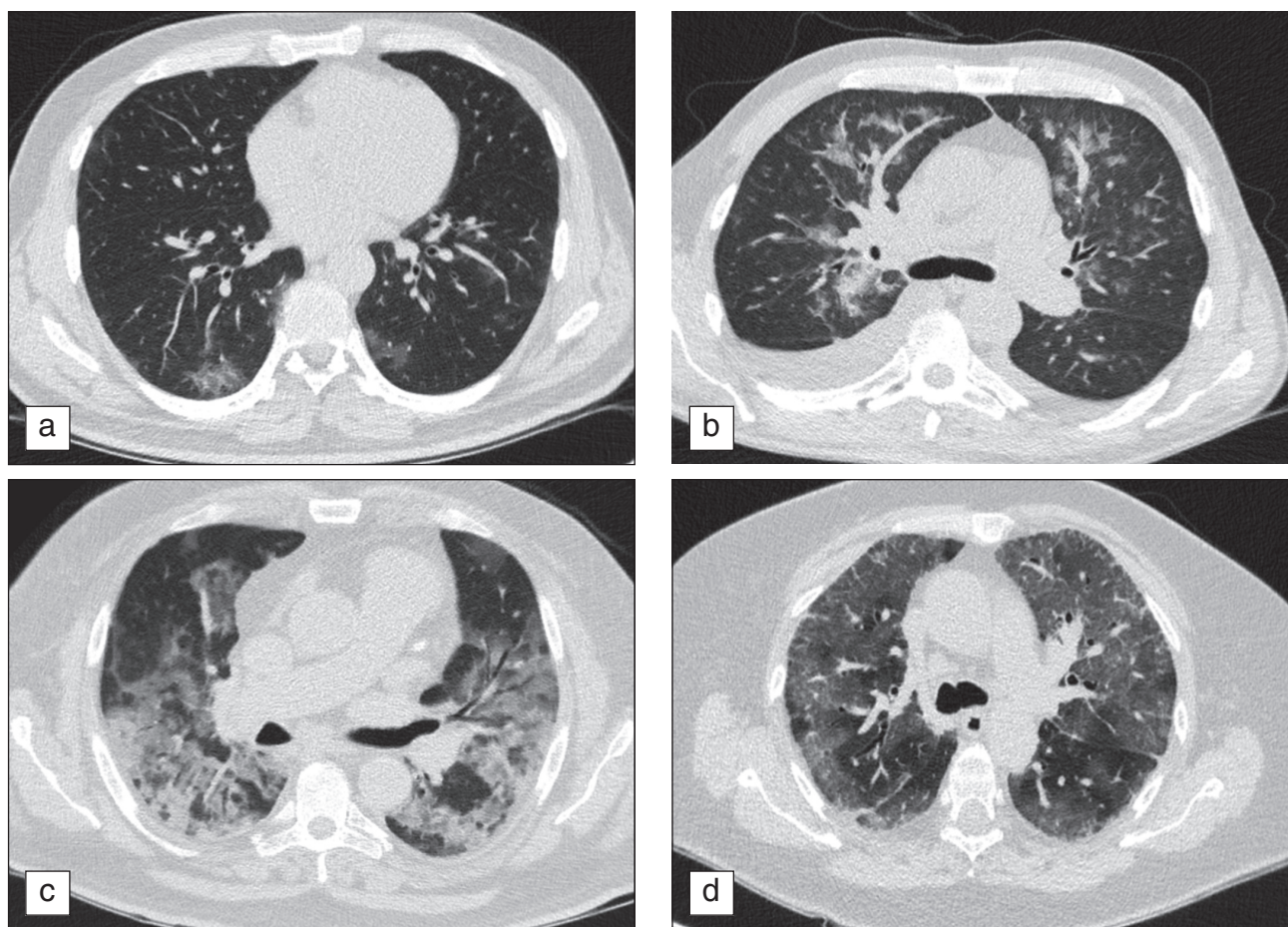


图 5胸部CT检查病毒性肺炎的严重程度：a — 轻度改变 (CT-1)，肺实质受累 $\leq 25\%$ ；b — 中-重度度改变 (CT-2)，肺实质受累25–50%；c — 重度改变 (CT-3)，肺实质受累50–75%；d — 极重度 (CT-4)，肺实质受累 $\geq 75\%$ 。



患者追踪到负性动态。

病毒性肺炎的结果：患者病情改善（出院）—1.5%，转到COVID-19医院—95.4%，死亡结果—3.1%。

值得注意的是，在较严重的病毒性肺炎病例中，胸部CT扫描可见X线现象，如胸膜积水（双侧或单侧）以及肺动脉高压（Kruskal-Wallis检测，其中分别为 $p=0.031$ ， $p=0.026$ ）。在费歇尔试验中，将不同严重程度的病毒性肺炎和这些现象两两比较时，轻度肺炎（0/25）和中度肺炎（11/30）的肺高压发生率在统计学上更高（ $p<0.01$ ），而胸膜积水多见于中度（8/30）和重度（4/8）CT图像（ $p<0.01$ ）。

最后，病毒性肺炎的严重程度对病程的影响具有统计学意义：与中-重度（30例有2例，费歇尔试验， $p<0.01$ ）和轻度（25例有3例，费歇尔试验， $p<0.05$ ）肺炎相比，重症肺炎（8例有4例）的负面动态更常见。

结论

由于新病毒病原体（COVID-19）的出现，2020年4月检测到的病毒性肺炎数量明显高于2019年同期。

在1/3 CT表现为特征性病毒性肺炎的患者中，PCR检测结果为阴性，这表明可能出现假阴性的检测结果，需要胸部CT和PCR检测相结合。计算机断层扫描在2020年COVID-19大流行背景下的结果部分与2019年4月检测到的其他病毒性肺炎的计算机断层扫描结果一致。在65例病毒

性肺炎病例中，入院时CT图像越严重，病情发展为不利情况（负面动态）的可能性越大：因此，在严重肺损伤组，有2例死亡记录。此外，X线现象如胸膜积水（双侧或单侧）和肺动脉高压在严重的病毒性肺炎CT扫描上更常见。然而，CT扫描识别特定病毒制剂肺部病变的能力有限，因为COVID-19肺部损伤的X线CT图像与其他呼吸道病毒感染者胸部CT扫描结果部分一致。

我们的研究表明，CT结合临床和回顾性数据，PCR检测可作为COVID-19诊断的标准方法，特别是在非核心医院设置。COVID-19 CT诊断的特点是研究的相对速度和对所获得结果的解释，即使PCR检测结果为假阴性，也可以及时隔离疑似COVID-19患者，及时开出治疗处方，防止大流行期间病毒感染的进一步传播，这有助于优化患者管理。

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.A. Yaremenko—负责写的文章，本文的分析和专家评价；N.A. Ruchieva—专家评估文章信息；K.N. Zhuravlev—负责搜索与文章主题相关的出版物，编辑评论；V.E. Sinitsyn—负责评审工作的系统化和最终编辑。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

1. Zhu N., Zhang D., Wang W., et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019 // *N Engl J Med*. 2020. Vol. 382, N 8. P. 727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017
2. Xie X., Zhong Z., Zhao W., et al. Chest CT for Typical 2019-nCoV Pneumonia: Relationship to Negative RT-PCR Testing // *Radiology*. 2020. Vol. 296, N 2. P. E41–E4. doi: 10.1148/radiol.202000343
3. World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003 (based on data as of December 31, 2003). Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/summary-of-probable-sars-cases-with-onset-of-illness-from-1-november-2002-to-31-july-2003>
4. World Health Organization. Naming the coronavirus disease (COVID-2019) and the virus that causes it. Available from: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
5. She J., Jiang J., Ye L., et al. 2019 novel coronavirus of pneumonia in Wuhan, China: emerging attack and management strategies // *Clin Transl Med*. 2020. Vol. 9, N 1. P. 19. doi: 10.1186/s40169-020-00271-z
6. Xu X., Chen P., Wang J., et al. Evolution of the novel coronavirus from the ongoing Wuhan outbreak and modeling of its spike protein for risk of human transmission // *Sci China Life Sci*. 2020. Vol. 63, N 3. P. 457–460. doi: 10.1007/s11427-020-1637-5
7. Huang C., Wang Y., Li X., et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // *Lancet*. 2020. Vol. 395, N 10223. P. 497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5
8. Fang Y., Zhang H., Xie J., et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR // *Radiology*. 2020. Vol. 296, N 2. P. E115–E117. doi: 10.1148/radiol.202000432
9. Chung M., Bernheim A., Mei X., et al. CT Imaging of the 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia // *Radiology*. 2020. Article in press. doi: 10.1148/radiol.202000230



10. BSTI. COVID-19 BSTI reporting templates and Codes. Available from: <https://www.bsti.org.uk/covid-19-resources/covid-19-bsti-reporting-templates/>
11. Paul N.S., Roberts H., Butany J., et al. Radiologic pattern of disease in patients with severe acute respiratory syndrome: The Toronto experience // *Radiographics*. 2004. Vol. 24. P. 553–563. doi: 10.1148/rg.242035193
12. Das K.M., Lee E.Y., Langer R.D., Larsson S.G. Middle East respiratory syndrome coronavirus: What does a radiologist need to know? // *AJR Am J Roentgenol*. 2016. Vol. 206, N 6. P. 1193–1201. doi: 10.2214/AJR.15.15363
13. Koo H.J., Lim S., Choe J., et al. Radiographic and CT features of viral pneumonia // *Radiographics*. 2018. Vol. 38, N 3. P. 719–739. doi: 10.1148/rg.2018170048

14. McGonagle D., Sharif K., O'Regan A., Bridgewood C. Interleukin-6 use in COVID-19 pneumonia related macrophage activation syndrome // *Autoimmun Rev*. 2020. ID: 102537. doi: 10.1016/j.autrev.2020.102537
15. Colafrancesco S., Priori R., Alessandri C., et al. sCD163 in AOSD: a biomarker for macrophage activation related to hyperferritinemia // *Immunol Res*. 2014. Vol. 60, N 2-3. P. 177–183. doi: 10.1007/s12026-014-8563-7
16. Wu C., Chen X., Cai Y., et al. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China // *JAMA Intern Med*. 2020. Vol. 180, N 7. P. 934–943. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.0994

REFERENCES

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020;382(8):727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017
2. Xie X, Zhong Z, Zhao W, et al. Chest CT for Typical 2019-nCoV Pneumonia: Relationship to Negative RT-PCR Testing. *Radiology*. 2020;296(2):E41–E4. doi: 10.1148/radiol.202000343
3. World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003 (based on data as of December 31, 2003). Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/summary-of-probable-sars-cases-with-onset-of-illness-from-1-november-2002-to-31-july-2003>
4. World Health Organization. Naming the coronavirus disease (COVID-2019) and the virus that causes it. Available from: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
5. She J, Jiang J, Ye L, et al. 2019 novel coronavirus of pneumonia in Wuhan, China: emerging attack and management strategies. *Clin Transl Med*. 2020;9(1):19. doi: 10.1186/s40169-020-00271-z
6. Xu X, Chen P, Wang J, et al. Evolution of the novel coronavirus from the ongoing Wuhan outbreak and modeling of its spike protein for risk of human transmission. *Sci China Life Sci*. 2020;63(3):457–460. doi: 10.1007/s11427-020-1637-5
7. Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5
8. Fang Y, Zhang H, Xie J, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020; 296(2):E115–E117. doi: 10.1148/radiol.202000432
9. Chung M, Bernheim A, Mei X, et al. CT Imaging of the 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. *Radiology*. 2020. doi: 10.1148/radiol.202000230
10. BSTI. COVID-19 BSTI reporting templates and Codes. Available from: <https://www.bsti.org.uk/covid-19-resources/covid-19-bsti-reporting-templates/>
11. Paul NS, Roberts H, Butany J, et al. Radiologic pattern of disease in patients with severe acute respiratory syndrome: The Toronto experience. *Radiographics*. 2004;24:553–563. doi: 10.1148/rg.242035193
12. Das KM, Lee EY, Langer RD, Larsson SG. Middle East respiratory syndrome coronavirus: What does a radiologist need to know? *AJR Am J Roentgenol*. 2016;206(6):1193–1201. doi: 10.2214/AJR.15.15363
13. Koo HJ, Lim S, Choe J, et al. Radiographic and CT features of viral pneumonia. *Radiographics*. 2018;38(3):719–739. doi: 10.1148/rg.2018170048
14. McGonagle D, Sharif K, O'Regan A, Bridgewood C. Interleukin-6 use in COVID-19 pneumonia related macrophage activation syndrome. *Autoimmun Rev*. 2020;102537. doi: 10.1016/j.autrev.2020.102537
15. Colafrancesco S, Priori R, Alessandri C, et al. sCD163 in AOSD: a biomarker for macrophage activation related to hyperferritinemia. *Immunol Res*. 2014;60(2-3):177–183. doi: 10.1007/s12026-014-8563-7
16. Wu C, Chen X, Cai Y, et al. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med*. 2020;180(7):934–943. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.0994

ОБ АВТОРАХ

*Ярёменко Степан Андреевич, аспирант;
адрес: 109240, Москва, ул. Яузская, д. 11;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7709-977X>,
e-mail: yaremenkosa@yandex.ru

AUTHORS INFO

* Stepan A. Yaremenko, MD, PhD student;
address: 11 Yauzskaya str., Moscow, 109240;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7709-977X>,
e-mail: yaremenkosa@yandex.ru



Ручьёва Наталья Александровна, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8063-4462>,
e-mail: rna1969@yandex.ru

Журавлёв Кирилл Николаевич;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1733-267X>,
e-mail: kir232@mail.ru

Синицын Валентин Евгеньевич, д-р мед. наук, проф.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>,
e-mail: vsini@mail.ru

Natalia A. Rucheva, MD, PhD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8063-4462>,
e-mail: rna1969@yandex.ru

Kirill N. Zhuravlev, MD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1733-267X>,
e-mail: kir232@mail.ru

Valentin E. Sinitsyn, MD, PhD, Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>,
e-mail: vsini@mail.ru





MosMedData: датасет 1110 компьютерных томографий органов грудной клетки, выполненных во время эпидемии COVID-19

© С.П. Морозов, А.Е. Андрейченко, И.А. Блохин, П.Б. Гележе, А.П. Гончар, А.Е. Николаев, Н.А. Павлов, В.Ю. Чернина, В.А. Гомболевский*

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

В условиях пандемии COVID-19 и лавинообразного роста числа выполняемых компьютерных томографий (КТ) лёгких особое значение приобретают методы автоматизации процесса анализа изображений, использование которых позволит повысить производительность и минимизировать ошибки. Создание качественных наборов данных необходимо для развития технологий искусственного интеллекта. Алгоритмы искусственного интеллекта обладают достаточной точностью для диагностики COVID-19. Данный датасет¹ содержит как анонимизированные компьютерные томограммы (КТ) лёгких человека с признаками COVID-19, так и нормальные исследования грудной клетки. Некоторая часть исследований была размечена с использованием бинарных пиксельных масок представляющих интерес областей (например, зон консолидации и уплотнений по типу матового стекла). КТ-данные были получены в период с 1 марта 2020 г. по 25 апреля 2020 г. и предоставлены муниципальными больницами г. Москвы (Россия)². Предлагаемый набор данных лицензирован Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND 3.0).

Ключевые слова: искусственный интеллект; COVID-19; машинное обучение; датасет; КТ; органы грудной клетки.

Как цитировать

Морозов С.П., Андрейченко А.Е., Блохин И.А., Гележе П.Б., Гончар А.П., Николаев А.Е., Павлов Н.А., Чернина В.Ю., Гомболевский В.А. MosMedData: датасет 1110 компьютерных томографий органов грудной клетки, выполненных во время эпидемии COVID-19 // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):49–59. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46826>

¹ Data set — *набор данных (set of data)*, обработанная и структурированная информация, обычно в табличном виде, пригодная для статистического анализа, визуализации и обработки алгоритмами машинного обучения.

² Постоянная ссылка: https://mosmed.ai/datasets/covid19_1110.



MosMedData: data set of 1110 chest CT scans performed during the COVID-19 epidemic

Sergey P. Morozov, Anna E. Andreychenko, Ivan A. Blokhin, Pavel B. Gelezhe, Anna P. Gonchar, Alexander E. Nikolaev, Nikolay A. Pavlov, Valeria Yu. Chernina, Victor A. Gombolevskiy*

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

With the ongoing COVID-19 pandemic decreasing availability of polymerase chain reaction with reverse transcription and the snowballing growth of medical imaging, especially the number of chest computed tomography (CT) scans being performed, methods to augment and automate the image analysis, increasing productivity and minimizing human error are of particular importance. The creation of high-quality datasets is essential for the development and validation of artificial intelligence algorithms. Such technologies have sufficient accuracy in diagnosing COVID-19 in medical imaging. The presented large-scale dataset contains anonymized human CT scans with COVID-19 features as well as normal studies. Some studies were tagged by radiologists using binary pixel masks of regions of interest (e.g., characteristic areas of consolidation and ground-glass opacities). CT data were acquired between March 1, 2020, and April 25, 2020, and provided by municipal hospitals in Moscow, Russia. The presented dataset is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND 3.0).

Keywords: artificial intelligence; COVID-19; machine learning; dataset; CT, chest.

To cite this article

Morozov SP, Andreychenko AE, Blokhin IA, Gelezhe PB, Gonchar AP, Nikolaev AE, Pavlov NA, Chernina VYu, Gombolevskiy VA. MosMedData: data set of 1110 chest CT scans performed during the COVID-19 epidemic. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):49–59. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46826>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46826>

Received: 12.10.2020

Accepted: 11.12.2020

Published: 21.12.2020



MosMedData: COVID-19疫情期间进行的1110次胸部CT扫描数据集

Sergey P. Morozov, Anna E. Andreychenko, Ivan A. Blokhin, Pavel B. Gelezhe, Anna P. Gonchar, Alexander E. Nikolaev, Nikolay A. Pavlov, Valeria Yu. Chernina, Victor A. Gomboleviskiy*

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

在COVID-19大流行和雪崩式增加肺部计算机断层扫描的数量背景下，图像分析过程的自动化方法特别重要，使用这种方法将提高生产率并减少错误。高质量数据集的创建是人工智能技术发展的必要条件。人工智能算法对COVID-19的诊断具有足够的准确性。该数据集1包含有COVID-19征象的患者的匿名肺部CT图像和正常的胸部检查。一些研究使用感兴趣区域的二元像素遮罩进行标记（例如，肺结节整合和磨砂玻璃结节）。获取2020年3月1日至2020年4月25日期间的CT数据，提供给莫斯科市医院（俄罗斯）²。建议的数据集由Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported授权（CC BY-NC-ND 3.0）。

关键词：人工智能；COVID-19；机器学习；数据集；CT；胸部器官

引用本文：

Morozov SP, Andreychenko AE, Blokhin IA, Gelezhe PB, Gonchar AP, Nikolaev AE, Pavlov NA, Chernina VYu, Gomboleviskiy VA. MosMedData: COVID-19疫情期间进行的1110次胸部CT扫描数据集. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):49–59. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46826>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46826>

¹ Data set是数据集（set of data），经过处理的结构化信息，通常以表格形式，适用于机器学习算法的统计分析、可视化和处理。

² 永久链接: https://mosmed.ai/datasets/covid19_1110



论证

在大多数国家COVID-19大流行期间,卫生机构承受了额外的沉重负担。这种情况需要比以往更加谨慎地使用财政和人力资源。不幸的是,医疗机构采取的预防措施并不总是足以避免医务人员的死亡。特别令人关注的是在紧急护理、放射学和其他紧急医学方面训练有素的专业人员的流失。计算机断层扫描(CT)被认为是诊断和评估COVID-19进展的关键工具,是在门诊基础上进行的,适用于有急性呼吸系统症状的患者,以及诊断明确、病情轻微的患者,在医生的监督下,利用远程医疗技术在家中进行治疗。在住院医疗机构中,CT用于初级和鉴别诊断、评估疾病进展和确定进一步的患者管理策略——在重症监护病房或在基层医疗机构医生的监督下在家[1-3]。

扫描、图像重建和数据库保存技术

CT的使用越来越多,给医疗保健系统带来了沉重的负担。例如,在莫斯科,一个市级门诊CT中心网络每天为每台计算机断层扫描机进行90次检查(CT记录器每天进行163次检查)。为了标准化和简化专家的临床决策,开发了一种分类模型,该模型与其他症状一起评估胸部CT扫描所观察到的肺组织异常的严重程度(表1)。因此,确定肺实质的损害程度可以预测COVID-19的死亡[4]。

医疗保健专业人员的职业倦怠和高死亡风险要求图像分析过程的自动化,这将提高生产率并将错误降到最低[5]。初步数据显示,人工智能算法诊断COVID-19具有足够的准确性(敏感性90%,特异性96%,AUC达到了0.96,总准确度76.37-98.26)[6,7]。

对同一模型的42张X线胸片进行胸部CT扫描(Toshiba Aquilion 64; Canon Medical Systems, 日本)。所有的研究都是根据标准方法学和制造商推荐的标准方案进行的(表2)。

一项研究涉及一名患者,包括一项3D重建。纳入研究的标准是患者在城市综合诊所的治疗事实,该诊所在疫情时被转换为门诊CT中心;由全科医生会诊,并由强制医疗保险基金支付费用,转诊做胸部器官的CT扫描。

排除标准为怀孕和年龄在18岁以下。CT前血氧检测低于93%的患者退出研究,转到救护车服务住院。

数据集包括5个阶段(图1):

数据收集

数据收集是在2020年3月1日至4月25日期间在莫斯科市卫生保健中心的医疗机构进行的。这些医疗机构进行门诊预约:国家预算保健机构莫斯科市第19卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第214卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第52卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第23卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第6卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第5卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第3卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第209卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第9卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第62卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第4卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第218卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第175卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第212卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第170卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第191卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第8卫生局城市综合诊所、莫斯科市以M.P. Konchalovsky卫生保健部命名的国家卫生保健城市临床医院预算机构(门诊和住院接待)、国家预算保健机构莫斯科市第195卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第64卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第134卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第115卫生局城市综合诊所、国家预算医疗机构莫斯科市第1卫生部诊断临床中心、国家预算保健机构莫斯科市第67卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第121卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第36卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第68卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第2卫生部咨询和诊断中心、国家预算保健机构莫斯科市第11卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第180卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第45卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第5卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第5卫生局城市综合诊所(第一医院分支机构)、国家预算保健机构莫斯科市第2卫生局城市综合诊所、莫斯科东南行政区卫生部国家预算机构莫斯科结核病控制科学

表 1 COVID-19肺组织损伤严重程度的分类及处理规则

严重程度	CT分类	临床数据	决定
Zero K T-0	无肺炎症状 (包括COVID-19)	—	通知主治医生
轻度 (CT-1)	磨砂玻璃压实区有/无固结区, 铺路石征。 最小数量/流行率。 肺实质受累≤25%	$T < 38.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 呼吸速率 $< 20/\text{分钟}$ $\text{SpO}_2 > 95\%$	利用远程医疗技术在家中 进行动态监测 (强制远程监测健康 状况)
中-重度 (CT-2)	磨砂玻璃压实区有/无固结区, 铺路石征。 平均数量/流行率。 肺实质受累25-50%	$T < 38.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 呼吸速率 $20-30/\text{分钟}$ $\text{SpO}_2\ 95\%$	由初级保健组织的一名医生在家 中进行动态监测
重度 (CT-3)	磨砂玻璃密封区。 固结带, 铺路石征。 显著的数量/流行率。 肺实质受累50-75%。 在呼吸系统疾病的背景下, 如果 研究是动态进行的, 病变体积在 24-48小时内增加50%	$\geq$ 发烧背景上的2个症状: $T > 38.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\text{RR} \geq 30/\text{分钟}$ $\text{SpO}_2 \leq 93\%$ $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300\text{ mmHg}$ ($1\text{ mmHg} = 0.133\text{ kPa}$)	立即入住指定的收治COVID-19患 者的住院设施。 在医院环境下: 立即转到ICU。 紧急CT (如果之前没有进行过)
极重度 (CT-4)	磨砂玻璃型肺组织弥漫性压实, 固 结区伴铺路石征。 胸水 (双侧, 以左侧为主)。 小计数量/流行率。 肺实质受累 $\geq 75\%$	休克, 多器官衰竭, 呼吸衰 竭	提供紧急医疗救护。立即入住指 定的收治COVID-19患者的住院 设施。 在医院环境下: 立即转到ICU。 急诊CT (如果没之前没有进行 过, 而且病人的情况满意)

注: CT — 计算机断层摄影; CT1-CT4 — 基于CT结果的肺损伤程度; RR—呼吸速率; ICU — 重症监护室; T—体
温; PaO_2 — 动脉血氧分压; FiO_2 — 氧浓度。

表2扫描、图像重建和数据库保存技术

组类型	变数	意义和评论
设备	CT扫描仪	Toshiba Aquilion 64 (Canon Medical Systems, 日本)
	切片数量	64
病患	患者位置	胸部的位置在龙门的中心。 调整工作台高度和定心, 使锁骨中线在等心。 手举过头顶。 呼吸指令。 病人教育和预扫描呼吸指导
	衣物及异物	所有可以移除的异物都要从扫描区域移除, 包括珠宝和项链。 内衣是可以接受的
	Localizer / scout / 射线照片*	为了将扫描范围限制在肺的范围内, 我们在胸部进行了扫描。 用于在扫描级别搜索可能降低质量的额外异物。 吸气深度屏气扫描
	扫描范围	全肺体积, 包括肺上5cm和肺下5cm
	呼吸阶段	CT扫描, 同时屏气吸气深度
	视野 Display Field of View (FOV)	离肋骨不少于1厘米 (从350毫米至500毫米)。 乳腺包括在扫描区域, 但可以部分排除在视野之外



组类型	变数	意义和评论
医务人员	X射线实验室助理	在控制室里未与患者接触。为了安全起见，与训练员面对面的接触已经减少到了最低限度
	处理人	处理人是辐射诊断部的一名医务人员，在疫情期间，根据莫斯科卫生部的命令，他从乳房x光摄影技术人员转到CT室。 在控制室（放置患者并从手术台上抬起）和在走廊（扫描期间）。有人与病人有过接触。按照指导方针行事[8, 9]
扫描和重建方案，检查和解释	龙门倾斜	无
	扫描时间	≤10秒（通常为6秒）
	静脉注射对比	缺席
	口服对比	缺席
	电压	120 kV
	电流强度	Sure exp. 3d自动电流调制系统内置在CT扫描仪的制造商。系统自动调整安培数，以达到噪音水平为10胡5.0毫米切片在80 - 500毫安范围。 XY调制在
	X射线管转速	0.5 s
	体积间距	95.0
	侦察的过程	QDS+
	重建CT序列的数目	2（含肺和软组织内核） ³
	软组织重建核（单独CT系列）	FC07或FC18
	肺重建核（单独CT系列）	FC51
	切片厚度	1.0 mm（两个内核相同）
扫描和重建方案，检查和解释	切片厚度间的步骤	0.8 mm（两个内核相同）
	迭代重建	AIDR 3D仅在5个层析图中发现，其余缺乏迭代重建算法，故采用FBP (filter back projection)
	对于CT解释，我们使用	AGFA Enterprise 8.0 Vitrea FX
	最大强度投影 (maximum intensity projections, MIP)、最小强度投影 (minimum intensity projections, MinIP)、多平面重建 (multiplanar reconstructions, MPR)	使用
	人工智能算法	并不是对所有研究使用。 在应用时，机器学习算法向医生展示了一系列额外的研究，这些研究提供了样本环境，其中疑似COVID-19病变的存在仅限于红色矩形，吸引了医生的注意。此外，一个总结三维重建的肺病变区域标记为红色，并通过自动算法识别。没有定量的信息被提供来评估肺损伤的程度。

³ Kernel是一种用于CT数据重建的滤波器



组类型	变数	意义和评论
扫描和重建方案, 检查和解释	敲定协议的时间	10分钟到3小时在极少数情况下, 24小时
	协议标准化	该方案模板在方法学建议中形成和规范, 也被引入到统一放射信息服务中, 该方案是由放射科医生形成的
	COVID-19病变分类	根据CT0-CT4标度使用分类 (见表1)
	第二个意见	对于来自综合诊所的90%的CT检查, 莫斯科卫生部科学和实用诊断和远程医疗技术临床中心的专家提供了第二种意见
数据库	辐射剂量计算	我们使用自动生成的DoseReport CT系列的DLP数据。在俄罗斯联邦, 根据方法学指南 (MU 2.6.1.2944-11) 为了计算有效剂量 (mSv), 需要计算DLP和0.017 (胸部CT扫描系数) 的乘积
	收集研究	统一放射信息服务, 包括AGFA Enterprise 8.0
	初始数据收集格式	DICOM 3.0
	平面	轴平面
数据库	切片厚度	1.0 mm
	切片厚度间的步骤	8.0 mm (每10切片保存一次)
	保存数据库格式	NIfTI
	肺病灶高亮的二元掩膜注释软件	MedSeg® (© 2020 Artificial Intelligence AS)

注: *不在数据库中, 但对形成CT扫描是必要的。CT—计算机断层摄影, CT1-CT4—根据CT结果判断肺损伤程度。

和实践中心的分支机构、国家预算保健机构莫斯科市第46卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第166卫生局城市综合诊所、莫斯科中部和西部行政区卫生部莫斯科结核病控制科学和实践中心国家预算机构分支机构、国家预算保健机构莫斯科市第12卫生局城市综合

诊所、国家预算保健机构莫斯科市第220卫生局城市综合诊所、国家预算保健机构莫斯科市第66卫生局城市综合诊所、莫斯科第3保健部国家预算保健机构诊断中心。

本数据集 (1110项研究) 包含有COVID-19体征 (CT1-CT4) 和无体征 (CT0) 的人类肺部匿名

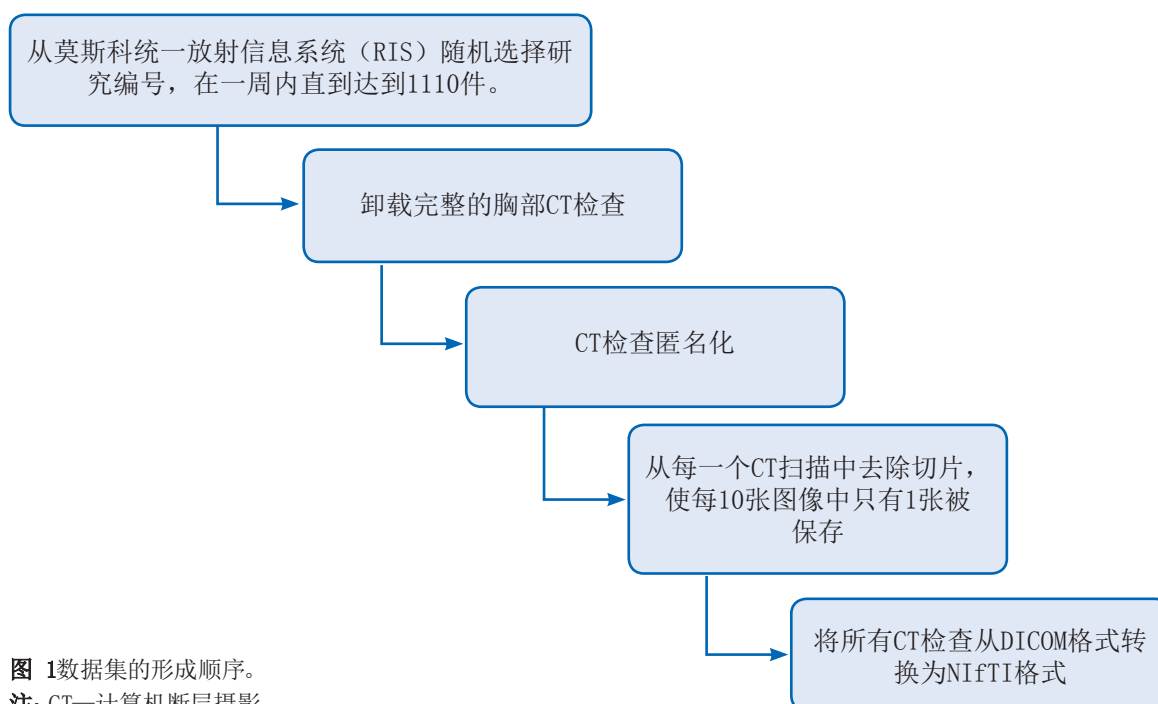


图 1数据集的形成顺序。

注: CT—计算机断层摄影



Table 3: List of medical organizations where CT data was collected

Municipal Hospital (MH) № 19 Department of Health Care of Moscow	MH № 214	MH № 52
MH № 23	MH № 6	Diagnostic Center № 5
MH № 3	MH № 209	MH № 9
MH № 62	Diagnostic Center № 4	MH № 218
MH № 175	MH № 212	MH № 170
MH № 191	MH № 8	M. P. Conchalovsky hospital (outpatient and in-patient care)
MH № 195	MH № 64	MH № 134
MH № 115	Pediatric Diagnostic Center № 1	MH № 67
Diagnostic Center № 121	MH № 36	MH № 68
Diagnostic Center № 2	MH № 11	MH № 180
MH № 45	MH № 5	MH № 5
MH № 2	Moscow Research and Practical Center for Tuberculosis Control of the South-East Moscow District	MH № 46
MH № 166	Moscow Research and Practical Center for Tuberculosis Control of the Central and West Moscow Districts	MH № 12
MH № 220	MH № 66	Diagnostic Center № 3

CT扫描(图2)。样本特征: 1110人, 其中42%是男性, 56%是女性, 2%是其他/未知; 年龄为18—97岁, 中位年龄为47岁。在第一阶段, 所有研究($n=1110$)按分类分为5类(见表1)。按类别划分的个案数目: CT-0—254例(22.8%)、CT-1—684例(61.6%)、CT-2—125例(11.3%)、CT-3—45例(4.1%)、CT-4—2例(0.2%)。每项研究均以NifTI格式保存, 并以Gzip格式存档。在这个过程中, 只有每10个图像(Instance)被保存在最终的研究文件中。

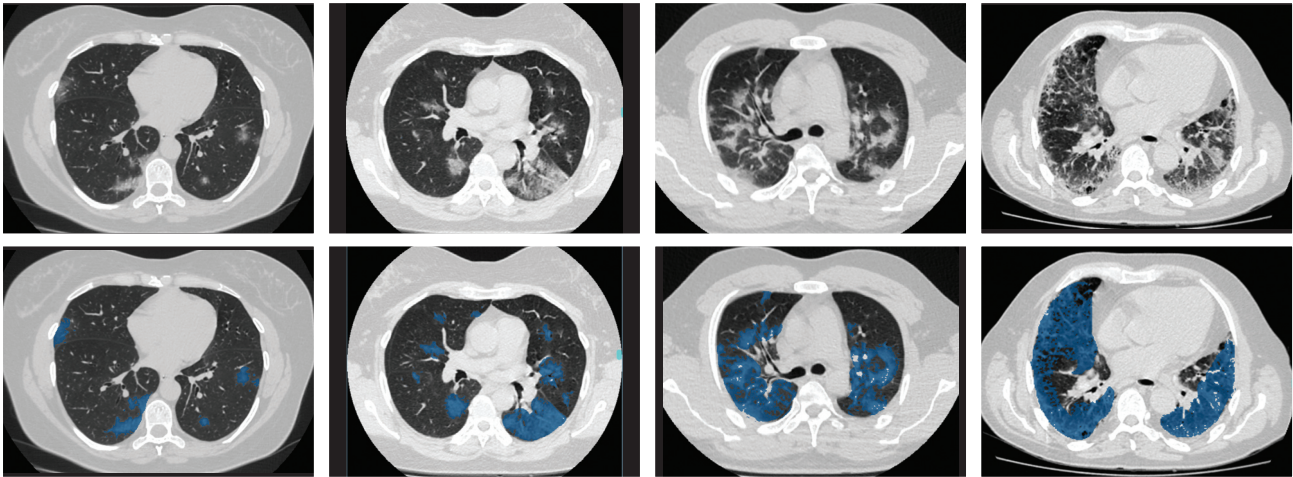


图 2不同严重程度COVID-19患者胸部器官计算机断层标记示例
注: 上一行, 从左至右: COVID-19患者的CT轴向切片, 从轻度 (CT-1) 到极重度 (CT-4)。从左到右, 下一行: 打标后相同的CT数据。

研究的一小部分 (n=50) 由Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Department of Health的专家进行标记。在标记过程中, 对于每幅图像, 在对应的二值像素掩模上选择正 (白) 像素。结果蒙版被保存为NIfTI格式, 然后转换为Gzip档案。MedSeg®注释软件用于创建二进制掩码 (© 2020 Artificial Intelligence AS)。

本软件仅标记COVID-19典型的变化, 包括磨玻璃类型、实变、小血管和细支气管的变化。条纹口罩的平均密度为-700至-130 HU, 但可以根据灵感的深度而有所不同。大血管和支气管、可见不变的肺实质、运动伪影 (咳嗽和呼吸衰竭引起的呼吸伪影)、重力变化 (如果可以可靠鉴别)、钙化、胸腔积液作为标记的例外。

在数据库建立之前, 所有胸部CT扫描都由Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Department of Health的放射科医师独立审核。根据公认的CT0-CT4分类, 将该意见作为评估COVID-19肺损伤严重程度的最后意见。这些数据以结构化形式存放在统一的放射信息系统 (RIS) 中, 形成最终的评估结果表。因此, 所有研究都由至少两名专家进行评估。此外, 50项研究由3位

专家进行评估, 并使用外部MedSeg软件进行注释。

该数据集用于人工智能 (计算机视觉) 算法的训练、校准和独立评估[10]。为了帮助抗击COVID-19, 人工智能 (计算机视觉) 算法将:

- 1) 在门诊检查患者, 以确保其快速和一致的路径选择 (包括基于CT0-CT4标准);
- 2) 优先考虑有COVID-19迹象的研究;
- 3) 通过对多项研究的比较, 对异常变化进行快速、定性的评估;
- 4) 最小化错误和遗漏异常的风险。

目前, 有广泛的COVID-19公开数据集[11,12]。然而, 这不应该被视为一个障碍, 因为人工智能算法的发展需要大量高质量的临床信息, 这些信息能够代表真实的患者群体。此外, 人工智能算法需要使用在训练和校准阶段没有使用的新数据集进行验证。可用的开源数据越多, 对开发人员就越有利。可用的数据集相对较小, 很少包含额外的信息, 如标签和/或感兴趣区域 (ROI) 的二进制掩码。

如何使用数据集

永久链接: https://mosmed.ai/datasets/covid19_1110
https://mosmed.ai/datasets/covid19_1110 此数据集已获得许可Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND 3.0)。

```

|-- dataset_registry.xlsx
|-- LICENSE
|-- README_EN.md
|-- README_RU.md
|-- README_EN.pdf
|-- README_RU.pdf
|-- masks
|   |-- study_BBBB_mask.nii.gz
|   |-- ...
|   '-- study_BBBB_mask.nii.gz
'-- studies
    |-- CT-0
    |   |-- study_BBBB.nii.gz
    |   |-- ...
    |   '-- study_BBBB.nii.gz
    |-- CT-1
    |   |-- study_BBBB.nii.gz
    |   |-- ...
    |   '-- study_BBBB.nii.gz
    |-- CT-2
    |   |-- study_BBBB.nii.gz
    |   |-- ...
    |   '-- study_BBBB.nii.gz
    |-- CT-3
    |   |-- study_BBBB.nii.gz
    |   |-- ...
    |   '-- study_BBBB.nii.gz
    '-- CT-4
        |-- study_BBBB.nii.gz
        |-- ...
        '-- study_BBBB.nii.gz

```

README_EN.md和README_RU.md包含Markdown数据集的一般信息, 分别为英语和俄语; 同样的信息以PDF格式显示在README_EN.pdf和README_RU.pdf中

dataset_registry.xlsx包含数据集中包含的研究列表, 对应文件的路径和掩码的路径 (如果有)

研究目录包含目录CT-0, CT-1, CT-2, CT-3和CT-4, 其中每一个包含研究NIfTI格式存档在Gzip。研究名称基于study_BBBB.nii.gz模板, 其中BBBB是整个数据集中研究的唯一序列号 (顺序编号)

Masks目录包含NIfTI格式的二进制标记掩码, 归档到Gzip中。蒙版的名称基于study_BBBB_mask.nii.gz模板, 其中BBBB是对应研究性的著作的序号

图 3 数据集中的数据存储结构。



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。作者声明，没有明显的和潜在的利益冲突相关的发表这篇文章。

作者的贡献：S.P. Morozov—负责研究概念，批准最终版本的手稿；A.E. Andreychenko—负责文章设计，数据集形成；I.A. Blokhin—负责数据标记，手稿文本编辑；P.B. Gelezhe—负责搜索出

刊物上的主题文章，数据标记；A.P. Gonchar—扶额数据标记，信息专家评估；A.E. Nikolaev—负责数据标记，信息的专家评估；N.A. Pavlov—负责写文章，形成数据集；V. Yu. Chernina—负责数据标记，手稿书写；V.A. Gombolevsky—负责数据标记，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。

谢意的表示。提交人向正在抗击这一流行病的莫斯科卫生部医疗机构的所有医生表示感谢。

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ai T., Yang Z., Hou H., et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID19) in China: a report of 1014 cases // *Radiology*. 2020. Vol. 296, N 2. E32–E40. doi: 10.1148/radiol.202000642
2. Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment. Ed. by T. Liang. Zhejiang University School of Medicine, 2020. 68 p.
3. Huang Z., Zhao S., Li Z., et al. The battle against Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): emergency management and infection control in a Radiology Department. *J Am Coll Radiol*. 2020. Vol. 17, N 6. P. 710–716. doi: 10.1016/j.jacr.2020.03.011
4. 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
5. Morozov S., Guseva E., Ledikhova N., et al. Telemedicine-based system for quality management and peer review in radiology // *Insights Imaging*. 2018. Vol. 9, N 3. P. 337–341. doi: 10.1007/s13244-018-0629-y
6. Li L., Qin L., Xu Z., et al. Using artificial intelligence to detect COVID-19 and community-acquired pneumonia based on pulmonary CT: evaluation of the diagnostic accuracy // *Radiology*. 2020. Vol. 296, N 2. E65–E71. doi: 10.1148/radiol.202000905
7. Ucar F., Korkmaz D. COVIDiagnosis-Net: Deep Bayes-SqueezeNet based diagnosis of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) from X-ray images // *Med Hypotheses*. 2020. Vol. 140. P. 109761. doi: 10.1016/j.mehy.2020.109761
8. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9» (утв. Министерством здравоохранения РФ 26 октября 2020). Режим доступа: <https://base.garant.ru/74810808/>. Дата обращения: 12.10.2020.
9. Морозов С.П., Проценко Д.Н., Сметанина С.В. и др. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов: методические рекомендации. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Вып. 65. Москва, 2020.
10. Morozov S.P., Vladzimirskiy A.V., Klyashstornyy V.G., et al. Clinical acceptance of software based on artificial intelligence technologies (radiology). Series «Best practices in medical imaging». Moscow, 2019. Issue 57.
11. Cohen J.P., Morrison P., Dao L. COVID-19 Image Data Collection [Internet]. 2020 [дата обращения: 25.03.2020]. Доступ по ссылке: <https://arxiv.org/abs/2003.11597>
12. Jun M., Cheng G., Yixin W., et al. COVID-19 CT lung and infection segmentation dataset. Version 1.0. 2020. doi: 10.5281/zenodo.3757476

REFERENCES

1. Ai T., Yang Z., Hou H., et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID19) in China: a report of 1014 cases. *Radiology*. 2020;296(2):E32–E40. doi: 10.1148/radiol.202000642
2. Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment. Ed. by T. Liang. Zhejiang University School of Medicine; 2020. 68 p.
3. Huang Z., Zhao S., Li Z., et al. The battle against Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): emergency management and infection control in a Radiology Department. *J Am Coll Radiol*. 2020;17(6):710–716. doi: 10.1016/j.jacr.2020.03.011
4. 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
5. Morozov S, Guseva E, Ledikhova N, et al. Telemedicine-based system for quality management and peer review in radiology. *Insights Imaging*. 2018;9(3):337–341. doi: 10.1007/s13244-018-0629-y
6. Li L, Qin L, Xu Z, et al. Using artificial intelligence to detect COVID-19 and community-acquired pneumonia based on pulmonary CT: evaluation of the diagnostic accuracy. *Radiology*. 2020;296(2):E65–E71. doi: 10.1148/radiol.202000905
7. Ucar F, Korkmaz D. COVIDiagnosis-Net: Deep Bayes-SqueezeNet based diagnosis of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) from X-ray images. *Med Hypotheses*. 2020;140:109761. doi: 10.1016/j.mehy.2020.109761
8. Vremennye metodicheskie rekomendatsii "Profilaktika, diagnostika i lechenie novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). Ver-



siya 9" (utv. Ministerstvom zdravookhraneniya RF 26 oktyabrya 2020). Available from: <https://base.garant.ru/74810808/>

9. Morozov SP, Protsenko DN, Smetanina SV, editors. Radiation diagnostics of coronavirus disease (COVID-19): organization, methodology, interpretation of results: guidelines. Series "Best practices of radiation and instrumental diagnostics". Issue 65. Moscow; 2020.

10. Morozov SP, Vladzmyrskyy AV, Klyashtorny VG, et al. Clinical acceptance of software based on artificial intelligence tech-

nologies (radiology). Series "Best practices in medical imaging". Moscow; 2019. Issue 57.

11. Cohen JP, Morrison P, Dao L. COVID-19 Image Data Collection [Internet]. 2020 [cited 2020 Mar 25]. Available from: <https://arxiv.org/abs/2003.11597>

12. Jun M, Cheng G, Yixin W, et al. COVID-19 CT lung and infection segmentation dataset. Version 1.0. 2020. doi: 10.5281/zenodo.3757476

ОБ АВТОРАХ

***Гомболевский Виктор Александрович**, к.м.н.;
адрес: Россия, 127051, Москва, ул. 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

Андрейченко Анна Евгеньевна, к.ф.-м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;
eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

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

Гележе Павел Борисович, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1072-2202>;
eLibrary SPIN: 4841-3234; e-mail: gelezhe.pavel@gmail.com

Гончар Анна Павловна;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5161-6540>;
eLibrary SPIN: 3513-9531; e-mail: a.gonchar@npcmr.ru

Николаев Александр Евгеньевич;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5151-4579>;
eLibrary SPIN: 1320-1651; e-mail: a.e.nikolaev@yandex.ru

Павлов Николай Александрович;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4309-1868>;
eLibrary SPIN: 9960-4160; e-mail: n.pavlov@npcmr.ru

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

Anna E. Andreychenko, MD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;
eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

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

Pavel B. Gelezhe, MD, PhD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1072-2202>;
eLibrary SPIN: 4841-3234; e-mail: gelezhe.pavel@gmail.com

Anna P. Gonchar, MD;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5161-6540>;
eLibrary SPIN: 3513-9531 e-mail: a.gonchar@npcmr.ru

Alexander E. Nikolaev, MD;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5151-4579>;
eLibrary SPIN: 1320-1651; e-mail: a.e.nikolaev@yandex.ru

Nikolay A. Pavlov, MD, MPA;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4309-1868>;
eLibrary SPIN: 9960-4160; e-mail: n.pavlov@npcmr.ru

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



MPT лёгких беременной пациентки с пневмонией COVID-19

© Ю.А. Васильев^{1, 2}, А.В. Бажин³, А.Г. Масри³,
Ю.Н. Васильева^{3, 4}, О.Ю. Панина^{1*}, В.Е. Сеницын¹

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

² ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая онкологическая больница №1 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

³ ГБУЗ города Москвы «Городская поликлиника № 3 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

В работе представлен клинический случай 39-летней беременной женщины с респираторными признаками новой коронавирусной инфекции COVID-19. Результаты исследования органов грудной клетки методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) показали билатеральное поражение в базальных отделах. Тест на коронавирус методом полимеразной цепной реакции был положительным. Оценка состояния лёгких проведена без потери значимой диагностической информации. Кроме того, отсутствие воздействия ионизирующего излучения позволило избежать высокой дозовой нагрузки на пациентку и плод. Данный случай раскрывает перспективные возможности МРТ в диагностике лёгочной патологии без воздействия ионизирующего излучения, особенно в группах риска (дети, беременные и др.).

Ключевые слова: COVID-19; беременность; магнитно-резонансная томография; пневмония.

Как цитировать

Васильев Ю.А., Бажин А.В., Масри А.Г., Васильева Ю.Н., Панина О.Ю., Сеницын В.Е. МРТ лёгких беременной пациентки с пневмонией COVID-19 // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):61–68. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46800>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46800>



Chest MRI of a pregnant woman with COVID-19 pneumonia

Yuriy A. Vasilev^{1,2}, Alexander V. Bazhin³, Amir G. Masri³,
Yulia N. Vasileva^{3,4}, Olga Yu. Panina¹, Valentin E. Sinitsyn¹

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² City Clinical Oncological Hospital No. 1 of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

³ City Polyclinic No. 3 of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

⁴ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation

This paper presents a clinical case of a 39-year-old pregnant woman with respiratory signs of the novel coronavirus Covid-19 infection. Chest MRI showed bilateral lesions in basal segments. The PCR test was positive. A lung condition was assessed without loss of significant diagnostic information. Besides that, the absence of exposure to ionizing radiation allowed to avoid a high loading dose on the patient and the fetus. This case reveals potential opportunities of MRI in the diagnosis of pulmonary pathology without exposure to ionizing radiation, especially in patient risk groups (children, pregnant women, etc.).

Keywords: COVID-19; pregnancy; magnetic resonance imaging; pneumonia.

To cite this article

Vasilev YuA, Sergunova KA, Bazhin AV, Masri AG, Vasileva YuN, Panina OYu, Sinitsyn VE. Chest MRI of a pregnant woman with COVID-19 pneumonia. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):61–68. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46800>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46800>



COVID-19

感染孕妇的肺部核磁共振成像

Yuriy A. Vasilev^{1, 2}, Alexander V. Bazhin³, Amir G. Masri³,
Yulia N. Vasileva^{3, 4}, Olga Yu. Panina¹, Valentin E. Sinitsyn¹

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² City Clinical Oncological Hospital No. 1 of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

³ City Polyclinic No. 3 of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

⁴ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation

本文报告介绍一例39岁孕妇临床表现为COVID-19呼吸体征的病例。胸部器官MRI显示双侧基底节病变。PCR检测结果阳性。在不丢失重要诊断信息的情况下对肺部状况进行评估。此外，非电离辐射使患者和胎儿避免大剂量辐射成为可能。本病例显示MRI在非电离辐射的情况下诊断肺病理，特别是在危险群体（儿童、孕妇等）。

关键词： COVID-19；妊娠；磁共振成像；肺炎

引用本文：

Vasilev YuA, Sergunova KA, Bazhin AV, Masri AG, Vasileva YuN, Panina OYu, Sinitsyn VE. COVID-19感染孕妇的肺部核磁共振成像. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):61–68. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46800>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD46800>



论证

肺部病灶的放射诊断已成为管理由新型冠状病毒感染 (COVID-19) 引起的疑似肺炎患者的综合策略的一部分。由于选择的方法是计算机断层扫描 (CT), 问题的可视化在怀孕妇女的肺部提出了一个重大的困难。需要注意的是, 对胸部器官进行CT扫描时, 平均个体剂量为5.6 mSv[1]。因此, 对替代非电离方法的探索导致了使用磁共振成像 (MRI) 进行肺成像的经验。

病例报告

女性, 39岁, 怀孕26周。妊娠过程令人满意。第四次怀孕, 0次人流, 0次流产。前几次怀孕都没有并发症, 生下了健康的孩子。

家族史不明显。

流行病学史: 患者就诊时丈夫和母亲有病毒性肺炎表现。2020年7月, 患者以胸痛、体温高达38.5°C、头痛、乏力等症状就诊。查体资料: 听诊时多见弱泡性呼吸, 无喘息及杂音。脉搏血氧仪数据: 饱和度95%。在访问时, 没有实验室检测结果。MRI检测SARS-CoV-2聚合酶链反应阳性。

由于流行病学和临床表现怀疑COVID-19感染, 需要胸部器官影像学来明确疾病的病因。为了避免高剂量负荷所带来的不良后果, 孕妇和胎儿接受了胸部器官MRI检查。我们要强调的是, 在整个入住放射诊断科的过程中, 为了确保安全, 科室工作人员和患者都使用了个人口罩 (不含铁磁元素的外科口罩) 作为个人防护装备。

减少扫描时间, 以快速和舒适地进行孕妇的研究, 包括不丧失质量, 是形成磁共振方案的主要任务。首先, 利用单次激发快速自旋回波

(SSFSE) 和其他参数在3个平面上获得T2加权像 (T2WI): TR 1300 ms, TE 80ms, 倾角为90°, FOV为450-450 mm, 矩阵为512×512, 层间距6 mm, 片间距离6 mm, 平均个数0.6, k空间填充法是一个笛卡尔坐标系。T1WI由LAVA 3D和IDEAL 3D完成。熔岩3D的扫描参数为TR 4 ms, TE 2.2 ms和1.1 ms, 倾斜为10°, FOV为400-400 mm, 矩阵为512×512, 片厚3 mm, 层间距51.5 mm, 在WATER和FAT (in phase/out phase) 馏分中, 求平均值的数目是0.7。理想的三维扫描参数为TR 5.8 ms, TE 2.5 ms, 倾斜为3°, FOV为440-440 mm, 矩阵为256×256, 片厚10 mm, 层间距10 mm, 在WATER和FAT (in phase/out phase) 馏分中, 求平均值的数目是0.7。采用脉冲序列进行弥散加权成像 (DWI), EPI TR 10 000 ms, TE 62.3 ms, 倾斜为89°, FOV为400-400 mm, 矩阵为128-140, 层间距5 mm, 层间距5 mm, 平均次数是1。b因子的值为50秒和800秒/每mm²。SSFSE、LAVA-Flex和EPI系列的平均次数选择不超过1, 以减少磁化率伪影。该研究在没有使用物理呼吸触发器的情况下进行, 仅使用自动同步运动的隔膜圆顶以优化采集时间。

放置腹部和脊柱射频线圈, 使患者仰卧。腹部线圈的中心位于胸骨中间。固定射频线圈是为了减少病人呼吸产生的动态伪影。激光束沿胸骨中线集中。每隔7天对肺部进行MRI检查, 因为在治疗期间病情没有改善, 呼吸道症状以干咳、无效咳嗽的形式增加。一周后MRI显示肺下叶病灶浸润 (图1, 2)。

讨论

SARS-CoV-2冠状病毒感染的诊断依据是流行病学史、临床表现、实验室检测结果、胸部CT扫描

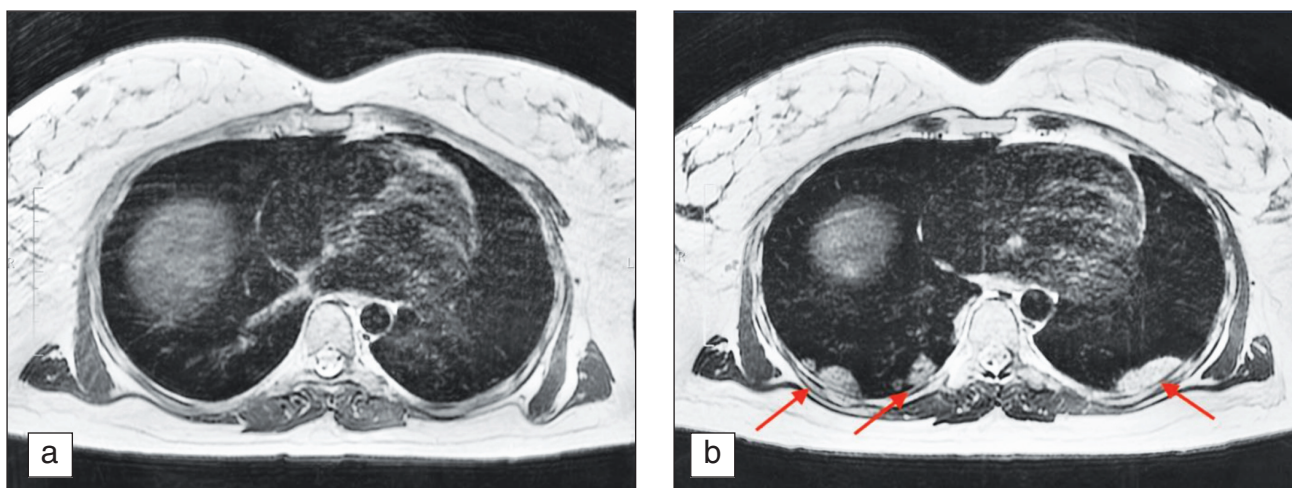


图 1 胸部磁共振成像, T2-WI SSFSE, 轴位面: a — 初检, b — 7天后 (箭头标记S9、S10为双侧高信号及等信号区实变区)。

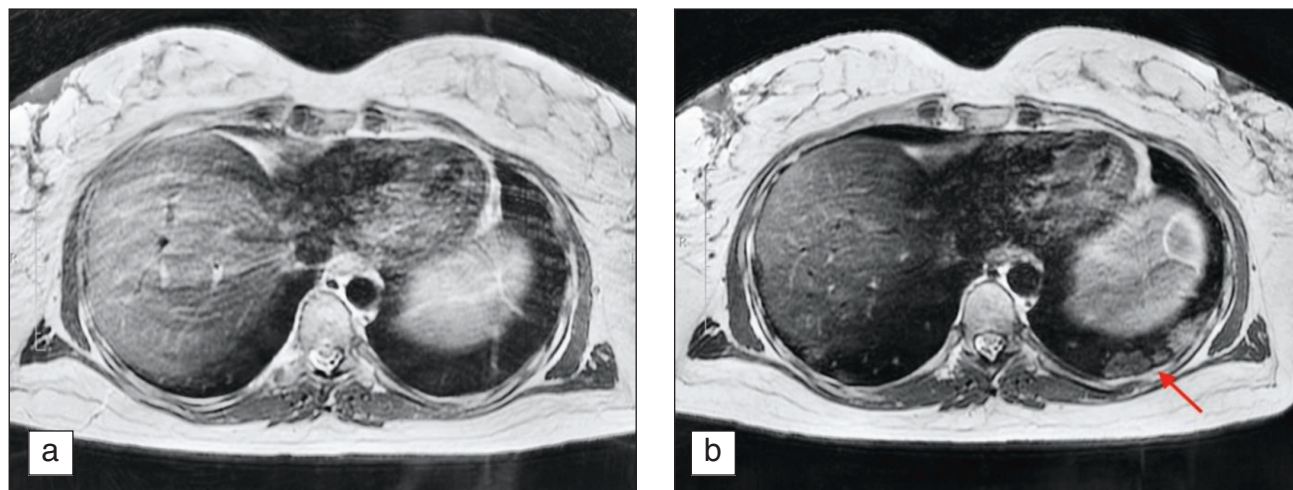


图 2胸部磁共振成像, T2-WI SSFSE, 轴位面: a — 初检, b — 7天后(箭头示左肺S9、S10实变区为高信号区)。

和SARS-CoV-2阳性PCR结果。所有这些方法都是有用的和有限的,因为PCR有至少30%的假阴性率。因此,诊断过程必须是复杂的[2]。对于有临床和流行病学怀疑的患者,特别是SARS-CoV-2 PCR检测阴性的患者,使用肺部计算机断层扫描筛查COVID-19是合理的[3]。当前大流行突出了CT在COVID-19肺炎诊断和随访中的重要性,因为它比x线更敏感。此外,胸部CT(包括孕妇胸部CT)对于确诊或不确诊SARS-CoV-2具有早期发现、评估病情严重程度和监测治疗效果的作用[4,5]。CT检查与患者的高辐射暴露有关。如果需要动态观察,那么负载相应地增加[1]。根据新指南,新型冠状病毒感染的诊断方法是CT,肺部MRI检测COVID-19相关肺炎适用于特殊病例(单个设备故障,射线检查结果不确定等),也适用于有从事和解读此类研究经验的医生在场的情况[6]。目前,胸部MRI诊断冠状病毒肺炎的资料较少[7-9]。

本文介绍了一例对患有COVID-19肺炎的孕妇进行肺部MRI检查的独特病例。此外,根据MRI数据,该病例显示了疾病随时间的发展。需要强调的是,这并不是第一例孕女性MRI胸部成像[10-15]。M. Kapdagli等人报道了一名23岁孕妇在MRI上发现右肺软骨肉瘤。体积形成的尺寸为18×16×17m,起源于边缘[14]。M. Said等人还描述了一例罕见的MRI诊断原发性肺脂肪肉瘤的28岁孕妇患者,主诉呼吸急促[15]。与此同时,撰写本文时未发现关于COVID-19肺炎孕妇影像学方法的文献数据。

在这个临床病例的框架内,局限性是无法比较MRI和CT的数据。

目前,新的脉搏序列、软件和现代技术设备使使用MRI评估肺部状态成为可能[16]。由于肺实质中氢质子密度低,以及可用信号的快速衰减,肺

成像在技术上比较困难。但结节、浸润、黏液、胸腔积液等导致组织增大(加组织)的病变容易发现,诊断准确性高[17]。MRI在检测肺部精细形态结构方面优于CT,得益于CT软件的不断改进,目前提供的功能成像范围越来越广。在不使患者暴露于电离辐射风险的情况下,重新检查可以通过定量评估评估疾病的病程和控制治疗反应,提供了任何其他成像方法都无法获得的功能细节[18,19]。

文章中提供的数据也可以用于其他区域的核磁共振成像,特别是心脏、乳腺、胸椎和腹腔。例如,腹腔MRI显示胸部下部的发现[12]。由于其位置不在本研究的主要关注点之外,以及忽视冠状病毒肺炎在MRI上的信号迹象,这些已识别的变化可能被忽视或误解。

结论

MRI可用于诊断疑似COVID-19肺炎孕妇的肺部变化。肺MRI有一定的优势,在需要动态监测的情况下可以考虑选择肺MRI。随着体层摄影软件的不断完善,胸部器官MRI是肺病理放射诊断发展的一个很有前途的方向。

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: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

1. Морозов С.П., Солдатов И.В., Лантух З.А., и др. Характеристика дозовой нагрузки на пациентов в медицинских организациях г. Москвы [Интернет]. Режим доступа: https://tele-med.ai/documents/482/harakteristika_dozovoj_nagruzki_na_pacientov_v_meditsinskih_organizacijah_g_moskvy_1.pdf. Дата обращения: 12.10.2020.
2. Rajewska A., Mikołajek-bedner W., Lebdowicz-knul J., et al. COVID-19 and pregnancy – where are we now? A review // *J Perinat Med*. 2020. Vol. 48, N 5. P. 428–434. doi: 10.1515/jpm-2020-0132
3. Fang Y., Zhang H., Xie J., et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR // *Radiology*. 2020. Vol. 296, N 2. E115–E117. doi: 10.1148/radiol.202000432.
4. Liu H., Liu F., Li J., et al. Clinical and CT imaging features of the COVID-19 pneumonia: Focus on pregnant women and children // *J Infect*. 2020. Vol. 80, N 5. e7–e13. doi: 10.1016/j.jinf.2020.03.007
5. Gong X.M., Song L., Li H., et al. CT characteristics and diagnostic value of COVID-19 in pregnancy // *PLoS One*. 2020. Vol. 15, N 7. e0235134. doi: 10.1371/journal.pone.0235134
6. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 8 (утв. Министерством здравоохранения РФ 3 сентября 2020). Режим доступа: <https://base.garant.ru/74596434/>. Дата обращения: 12.10.2020.
7. Torkian P., Rajebi H., Zamani T., et al. Magnetic resonance imaging features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia: The first preliminary case series // *Clin Imaging*. 2021. Vol. 69. P. 261–265. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.09.002
8. Ates O.F., Taydas O., Dheir H. Thorax magnetic resonance imaging findings in patients with Coronavirus Disease (COVID-19) // *Acad Radiol*. 2020. Vol. 27, N 10. P. 1373–1378. doi: 10.1016/j.acra.2020.08.009
9. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): магнитно-резонансная томография. Препринт. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» [Интернет]. Режим доступа: <https://tele-med.ai/biblioteka-dokumentov/luchevaya-dagnostika-covid-19-mri>. Дата обращения: 12.10.2020.
10. Schloß M., Heckrodt J., Schneider C., et al. Magnetic resonance imaging of the lung as an alternative for a pregnant woman with pulmonary tuberculosis // *J Radiol Case Rep*. 2015. Vol. 9, N 5. P. 7–13. doi: 10.3941/jrcr.v9i5.2256
11. Holzmann K., Kropfmüller R., Schinko H., et al. Lung cancer in pregnancy // *Wien Klin Wochenschr*. 2015. Vol. 127, N 15-16. P. 639–644. doi: 10.1007/s00508-015-0726-6
12. Bin Saeedan M., Alabdulkarim F.M., Aloufi F.F., et al. Check the chest: review of chest findings on abdominal MRI // *Clin Imaging*. 2020. Vol. 59, N 1. P. 68–77. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.10.005
13. Oto A., Ernst R., Jesse M.K., et al. Magnetic resonance imaging of the chest, abdomen, and pelvis in the evaluation of pregnant patients with neoplasms // *Am J Perinatol*. 2007. Vol. 24, N 4. P. 243–250. doi: 10.1055/s-2007-973444
14. Kapdagli M., Erus S., Tanju S., Dilege S. Extensive chest wall resection, reconstruction and right pneumonectomy in a 24-week pregnant patient // *Lung Cancer*. 2018. N 122. P. 7–9. doi: 10.1016/j.lungcan.2018.05.005
15. Said M., Migaw H., Hafsa C., et al. Imaging features of primary pulmonary liposarcoma // *Australas Radiol*. 2003. Vol. 47, N 3. P. 313–317. doi: 10.1046/j.1440-1673.2003.01198.x
16. Ali M., Monti C.B., Secchi F., et al. Fast thoracic MRI as an alternative to chest x-ray: A retrospective evaluation of 287 patients // *Clin Imaging*. 2020. Vol. 60, N 2. P. 244–248. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.12.016
17. Romei C., Turturici L., Tavanti L., et al. The use of chest magnetic resonance imaging in interstitial lung disease: A systematic review // *Eur Respir Rev*. 2018. Vol. 27, N 150. P. 180062. doi: 10.1183/16000617.0062-2018
18. Wielpütz M., Kauczor H.U. MRI of the lung: State of the art // *Diagnostic Interv Radiol*. 2012. Vol. 18, N 4. P. 344–353. doi: 10.4261/1305-3825.DIR.5365-11.0
19. Zeng J., Liu Z., Shen G., et al. MRI evaluation of pulmonary lesions and lung tissue changes induced by tuberculosis // *Int J Infect Dis*. 2019. Vol. 82. P. 138–146. doi: 10.1016/j.ijid.2019.03.004

REFERENCES

1. Morozov SP, Soldatov IV, Lantuh ZA, et al. Characteristic of radiation exposure of patients in medical centers of Moscow [Internet]. (In Russ). Available from: https://tele-med.ai/documents/482/harakteristika_dozovoj_nagruzki_na_pacientov_v_meditsinskih_organizacijah_g_moskvy_1.pdf
2. Rajewska A, Mikołajek-bedner W, Lebdowicz-knul J, et al. COVID-19 and pregnancy – where are we now? A review. *J Perinat Med*. 2020;48(5):428–434. doi: 10.1515/jpm-2020-0132
3. Fang Y, Zhang H, Xie J, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020;296(2):E115–E117. doi: 10.1148/radiol.202000432
4. Liu H, Liu F, Li J, et al. Clinical and CT imaging features of the COVID-19 pneumonia: Focus on pregnant women and children. *J Infect*. 2020;80(5):e7–e13. doi: 10.1016/j.jinf.2020.03.007
5. Gong XM, Song L, Li H, et al. CT characteristics and diagnostic value of COVID-19 in pregnancy. *PLoS One*. 2020;15(7):e0235134. doi: 10.1371/journal.pone.0235134
6. Vremennye metodicheskie rekomendatsii. Profilaktika, diagnostika i lechenie novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). Versiya 8 (utv. Ministerstvom zdavookhraneniya RF 3 sentyabrya 2020). (In Russ). Available from: <https://base.garant.ru/74596434/>
7. Torkian P, Rajebi H, Zamani T, et al. Magnetic resonance imaging features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia: The first preliminary case series. *Clin Imaging*. 2021;69:261–265. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.09.002



8. Ates OF, Taydas O, Dheir H. Thorax magnetic resonance imaging findings in patients with Coronavirus Disease (COVID-19). *Acad Radiol.* 2020;27(10):1373–1378. doi: 10.1016/j.acra.2020.08.009
9. Luchevaya diagnostika koronavirusnoi bolezni (COVID-19): magnitno-rezonansnaya tomografiya. Preprint. Seriya "Luchshie praktiki luchevoi i instrumental'noi diagnostiki": Gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie zdravookhraneniya goroda Moskvy "Nauchno-prakticheskii klinicheskii tsentr diagnostiki i teleditsinskikh tekhnologii Departamenta zdravookhraneniya goroda Moskvy" [Internet]. (In Russ). Available from: <https://tele-med.ai/biblioteka-dokumentov/luchevaya-diagnostika-covid-19-mri>
10. Schloß M, Heckrodt J, Schneider C, et al. Magnetic resonance imaging of the lung as an alternative for a pregnant woman with pulmonary tuberculosis. *J Radiol Case Rep.* 2015;9(5):7–13. doi: 10.3941/jrcr.v9i5.2256
11. Holzmann K, Kropfmüller R, Schinko H, et al. Lung cancer in pregnancy. *Wien Klin Wochenschr.* 2015;127(15-16):639–644. doi: 10.1007/s00508-015-0726-6
12. Bin Saeedan M, Alabdulkarim FM, Aloufi FF, et al. Check the chest: review of chest findings on abdominal MRI. *Clin Imaging.* 2020;59(1):68–77. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.10.005
13. Oto A, Ernst R, Jesse MK, et al. Magnetic resonance imaging of the chest, abdomen, and pelvis in the evaluation of pregnant

patients with neoplasms. *Am J Perinatol.* 2007;24(4):243–250. doi: 10.1055/s-2007-973444

14. Kapdagli M, Erus S, Tanju S, Dilege S. Extensive chest wall resection, reconstruction and right pneumonectomy in a 24-week pregnant patient. *Lung Cancer.* 2018;(122):7–9. doi: 10.1016/j.lungcan.2018.05.005
15. Said M, Migaw H, Hafsa C, et al. Imaging features of primary pulmonary liposarcoma. *Australas Radiol.* 2003;47(3):313–317. doi: 10.1046/j.1440-1673.2003.01198.x
16. Ali M, Monti CB, Secchi F, et al. Fast thoracic MRI as an alternative to chest x-ray: A retrospective evaluation of 287 patients. *Clin Imaging.* 2020;60(2):244–248. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.12.016
17. Romei C, Turturici L, Tavanti L, et al. The use of chest magnetic resonance imaging in interstitial lung disease: A systematic review. *Eur Respir Rev.* 2018;27(150):180062. doi: 10.1183/16000617.0062-2018
18. Wielpütz M, Kauczor HU. MRI of the lung: State of the art. *Diagnostic Interv Radiol.* 2012;18(4):344–353. doi: 10.4261/1305-3825.DIR.5365-11.0
19. Zeng J, Liu Z, Shen G, et al. MRI evaluation of pulmonary lesions and lung tissue changes induced by tuberculosis. *Int J Infect Dis.* 2019;82:138–146. doi: 10.1016/j.ijid.2019.03.004

ОБ АВТОРАХ

***Панина Ольга Юрьевна**, мл. научный сотрудник;
адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24;
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8684-775X>;
eLibrary SPIN: 5504-8136; e-mail: olgayurpanina@gmail.com

Васильев Юрий Александрович, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0208-5218>;
eLibrary SPIN: 4458-5608; e-mail: dr.vasilev@me.com

Бажин Александр Владимирович, к.м.н.;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3198-1334>;
eLibrary SPIN: 6122-5786; e-mail: avbazhin@yandex.ru

Масри Амиз Гази;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6294-1285>;
eLibrary SPIN: 5357-1487; e-mail: amir.masri6@gmail.com

Васильева Юлия Николаевна, к.м.н.;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4955-2749>;
eLibrary SPIN: 9777-2067; e-mail: drugya@yandex.ru

Валентин Евгеньевич Синицын, д-р мед. наук, профессор,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>;
e-mail: v.sinitsyn@npcmr.ru

AUTHORS INFO

Olga Yu. Panina, Junior Scientist Researcher;
address: 24, ul. Petrovka, Moscow, 127051, Russia;
ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-8684-775X>;
eLibrary SPIN: 5504-8136; e-mail: olgayurpanina@gmail.com

Yuriy A. Vasilev, Ph.D.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0208-5218>;
eLibrary SPIN: 4458-5608; e-mail: dr.vasilev@me.com

Alexander V. Bazhin, Ph.D.;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3198-1334>;
eLibrary SPIN: 6122-5786; e-mail: avbazhin@yandex.ru

Amir Gazi Masri;
ORCID <http://orcid.org/0000-0001-6294-1285>; eLibrary SPIN:
5357-1487; e-mail: amir.masri6@gmail.com

Yulia N. Vasileva, Ph.D.;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4955-2749>;
eLibrary SPIN: 9777-2067; e-mail: drugya@yandex.ru

Valentin E. Sinitsyn, Professor of Radiology Chair
(Faculty of Fundamental Medicine),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>;
e-mail: v.sinitsyn@npcmr.ru





Профессор Анатолий Ильич Шехтер (18 января 1935 – 26 ноября 2020)

26 ноября 2020 г. нас постигла печальная весть — на 85-м году жизни после болезни скончался один из самых известных и уважаемых советских и российских рентгенологов профессор Анатолий Ильич Шехтер.

Десятки лет Анатолий Ильич нёс знания, свет и добро множеству поколений студентов и врачей. Его имя широко известно в нашей стране и за рубежом. Вся его жизнь с самого рождения была связана с медициной.



Professor Anatoly I. Shekhter (January 18, 1935 – November 26, 2020)

On November 26, 2020, sad news befell us: at the age of 85, one of the most famous and respected Soviet and Russian radiologists, Professor Anatoly I. Shekhter, died after an illness.

For decades, Anatoly Ilyich carried knowledge, light and goodness to many generations of students and doctors. His name is widely known in our country and abroad. His whole life from birth was associated with medicine.

Anatoly Ilyich Shechter教授 (1935年1月18日—2020年11月26日)

在2020年11月26日，我们收到了一个悲伤的消息，苏联和俄罗斯最著名和最受尊敬的放射学家之一Anatoly Ilyich Shechter教授因病去世，享年85岁。

几十年来，Anatoly Ilyich为许多代学生和医生带来了知识以光明和善。他的名字在俄罗斯和国外都非常有名。他出生起就与医学有关。

战前6年，Anatoly Ilyich出生于乌克兰第聂伯罗彼得罗夫斯克的一个医生家庭。他的父亲 Shekhter Ilya Aleksandrovich (1907–1975) 在战后成为苏联著名的放射学家、医学博士、教授、荣誉科学技术工作者。他参加了战争，担任阿拉木图（哈萨克斯坦）后送医院的院长。1943年，Shekhter家搬到了莫斯科。从1954年到1975年，I.A. Shekhter教授是他在莫斯科医学牙科研究所（以N.A. Semashko命名）创办的放射学和放射学系主任。延续家族传统，Anatoly Ily-

ich的弟弟Yuri Ilyich Shekhter也成为了俄罗斯著名的放射学家。

1958年，父亲影响了长子人生道路的选择。Anatoly Ilyich毕业于莫斯科第二国立医学院（已更名为Pirogov Russian National Research Medical University）。毕业生的医学传记，像当时许多年轻的专家一样，开始于在哈萨克斯坦的处女地的一名全科医生的工作。

1964年回到莫斯科后，Anatoly Ilyich进入了 I.M. Sechenov First Moscow State Medical



Institute (目前是I.M. Sechenov First Moscow State Medical University) 的放射诊断与治疗部, 他的工作地点没有变。他生命中的大部分时间都与这所大学和他所钟爱的院系密不可分。

多年来, 呼吸系统疾病的放射诊断已成为Anatoly Ilyich科研和教学的主要方向之一。1964年, 他为他的博士论文进行答辩, 题目是肺病变的临床和放射诊断; 1972年, 他为他的博士论文进行答辩, 题目是肺慢性炎症疾病的放射诊断。

自1975年以来, A.I. Schechter开始研究一个新的科学课题—乳腺疾病的放射诊断。1980年他被授予教授头衔。

几十年来, Anatoly Ilyich的教学和科研工作一直与第一医学放射诊断与治疗部门的著名领导Leonid Davidovich Lindenbraten教授、Leonid Andreevich Yudin教授和Sergei Konstantinovich Ternov院士密切合作。

A.I. Schechter教授是系里最聪明最有名的教授之一。他是数百篇科学论文的作者, 三部专著和一本教科书, 几本教材的合著者。在他的指导下完成了16篇博士论文。

由于他积极和富有成果的工作, A.I. Schechter教授获得了许多奖项: 1958年获得了开发处女地奖章, 1970年—卫生保健奖章, 1980年—

劳动奖章。2008年, Anatoly Ilyich获得了以Yu.Sokolov教授命名的荣誉徽章。

Anatoly Ilyich是个有教养的人。他以专业、仁慈、乐观和乐于帮助年轻同事而闻名。他受到了学生、住院医师、研究生和系里同事们的爱戴和尊敬。

除了医学, 阿纳托利·伊里奇对文学和诗歌也很熟悉, 能背诵几百首诗。我最喜欢的是Boris Pasternak那首著名的诗:

**“在任何事情上,
我都想触及最本质的东西。
在工作中, 在寻找出路时
在心碎时。
向过去岁月的精华,
向他们的理性
向基础, 向根源,
向核心。
始终抓住命运、
事件的线索,
生活、思考、感觉、爱、
完成开放……”**

让我们永远记住他……对Anatoly Ilyich Shekhter教授的美好回忆将永远留在我们的心中。

V. E. Sinitsyn, S. P. Morozov代表俄罗斯放射学家协会和莫斯科放射学家协会



