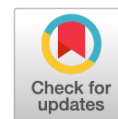


Диагностическая ценность ультразвукового исследования лёгких для выявления COVID-19: систематический обзор и метаанализ



© 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>

Received: 13.10.2020

Accepted: 03.12.2020

Published: 08.12.2020

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

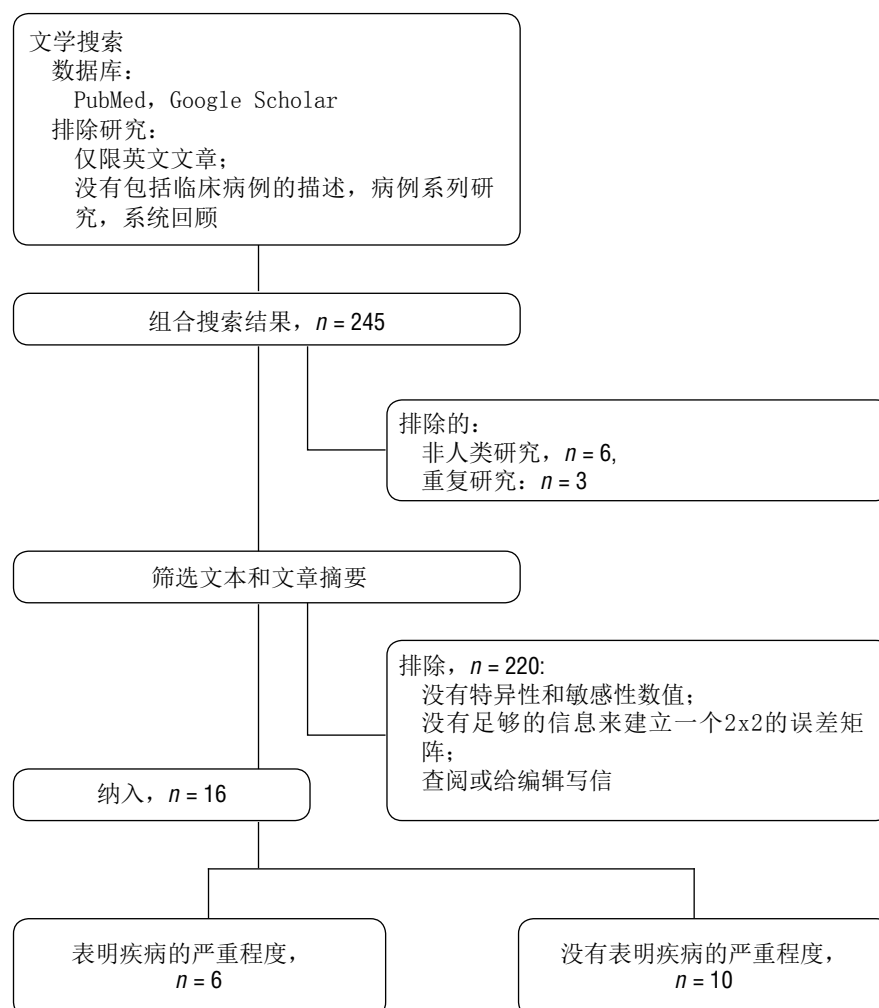


图 1研究选择图表。



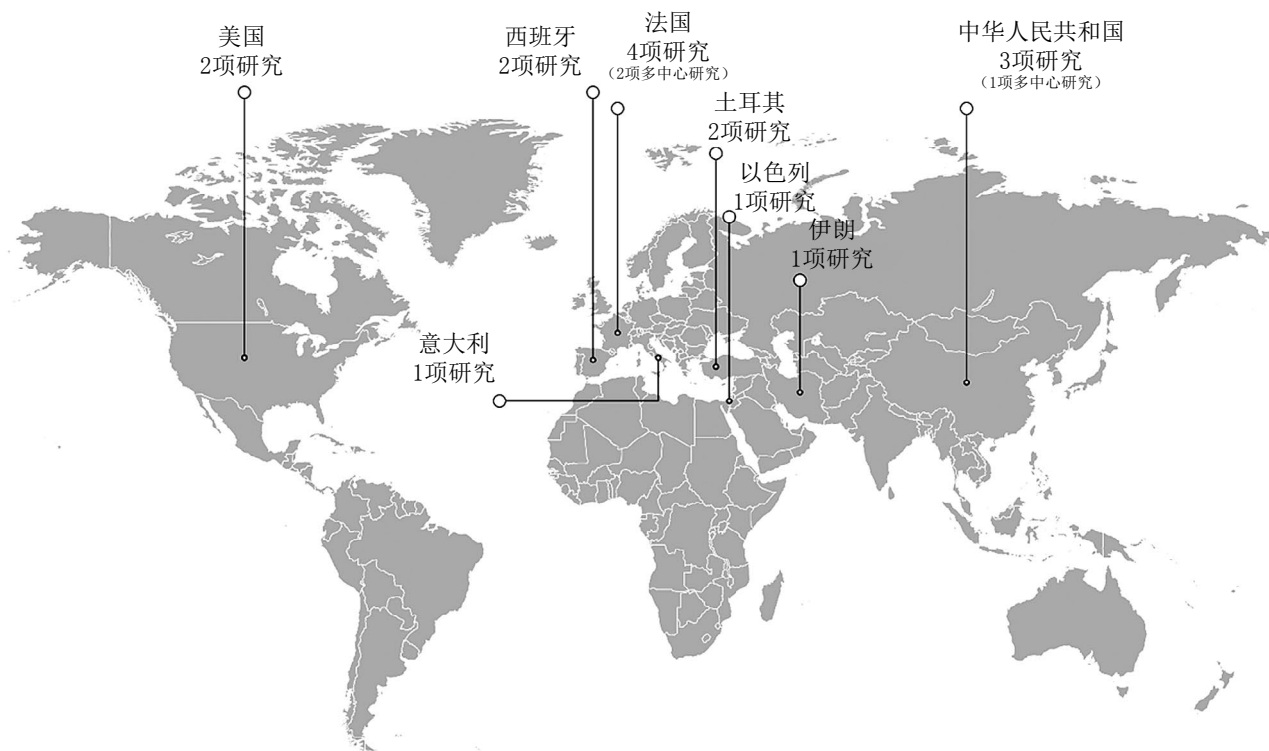


图 2 被纳入研究的研究的地理位置。

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

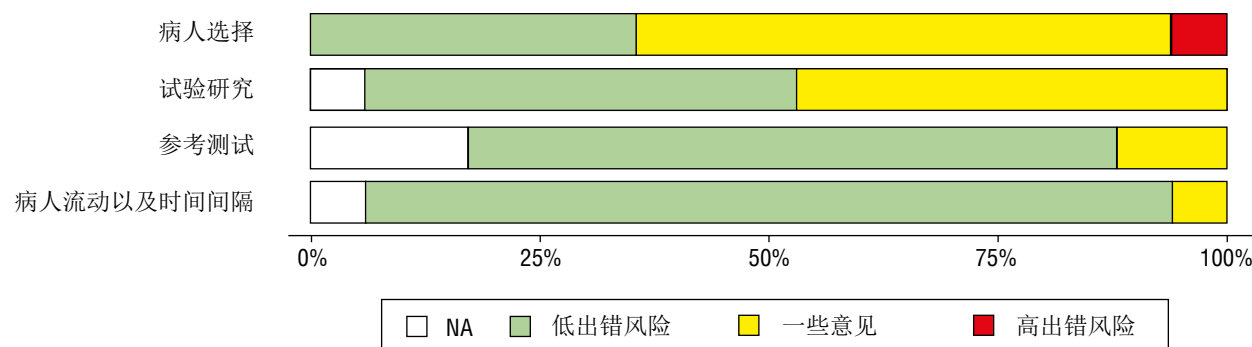


图 3 16项研究的系统误差风险直方图。

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



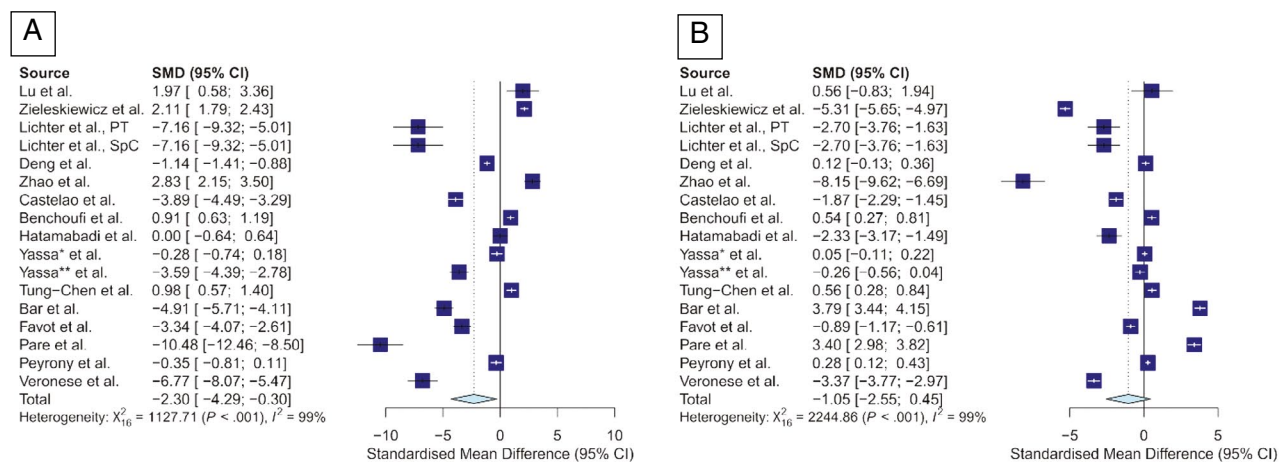


图 4按特异性 (A) 和敏感性 (B) 分组数据的森林图*和**符号表示M. Yassa等人的研究, 分别致力于不同专家结论的一致性[25]和超声在COVID-19筛查中的诊断意义[26]。SMD—标准均数差; CI—置信区间。

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项研究中获得的高度异质性的值。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

