

肺部超声与 CT 对新型冠状病毒肺炎肺损伤的评估：优与劣

李 莉, 张丽娜, 中国重症超声研究组

国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院)中南大学湘雅医院重症医学科, 长沙 410008

通信作者: 张丽娜 电话: 0731-84327095, E-mail: zln7095@163.com

【摘要】肺部 CT 是新型冠状病毒肺炎(以下简称“新冠肺炎”)暴发初期最主要的筛查手段和分级诊疗依据,是肺部损伤影像学诊断的金标准。随新冠肺炎病情进展,患者肺部 CT 呈现不同的病变范围与类型。肺部超声与 CT 相一致,随病程发展呈特征性表现。与肺部 CT 相比,肺部超声检查具有床旁便捷、无创等优点,减少了院内传染和转运风险,且其有助于快速鉴别呼吸衰竭的病因,实现连续动态监测,指导呼吸机参数设置、肺复张、俯卧位治疗等,在急危重症新冠肺炎的救治过程中发挥无可替代的作用。另一方面,肺部超声在探测远离胸膜病变、辨别过度通气、操作者依赖方面亦有其局限性。本文对肺部超声与 CT 的优劣势进行梳理,临床医师在实践过程中应取长补短,以促进新冠肺炎患者的精准诊治。

【关键词】新型冠状病毒肺炎; 超声; CT; 急性肺损伤

【中图分类号】R563.1+3; R445.1 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1674-9081(2020)05-0514-04

DOI: 10.3969/j.issn.1674-9081.2020.05.003

Lung Ultrasound and CT Assessment of Lung Injury in COVID-19: Which One is Better

LI Li, ZHANG Li-na, Chinese Critical Ultrasound Study Group

Department of Critical Care Medicine, Xiangya Hospital, Central South University, National Clinical Research Center for Geriatric Disorders (Xiangya Hospital), Changsha 410008, China

Corresponding author: ZHANG Li-na Tel: 86-731-84327095, E-mail: zln7095@163.com

【Abstract】 Computerized tomography (CT) is the gold standard of imaging technique for lung injury. During the early outbreak of COVID-19 in Wuhan, China, lung CT played an important role in screening and classification. With the development of COVID-19, patients' lung CT presents different lesion types and ranges. Correspondingly, Lung ultrasonography can help to quickly screen for the potential causes of respiratory failure in COVID-19 patients, which takes advantages of convenience, high-accuracy, non-radiation, and fewer transmission in hospital. Moreover, lung ultrasonography is useful for continuous and dynamic management of COVID-19. It dynamically monitors the disease progression; evaluates the effectiveness of the prone position ventilation; and guides ventilation settings, weaning, and extracorporeal membrane therapy. However, lung ultrasonography has limitations on identifying over-inflation, operator dependence, and so on. Clinicians should take advantages of lung CT and ultrasonography and make each modality complementary to the other for promoting precise strategic treatment of COVID-19 patients.

【Key words】 COVID-19; ultrasonography; computerized tomography; acute lung injury

Med J PUMCH, 2020, 11(5): 514-517

新型冠状病毒肺炎（以下简称“新冠肺炎”）已成为全球关注的严重公共卫生事件，呼吸道飞沫和密切接触是其主要传播途径，肺为主要损伤的靶器官。尸检和肺组织病理检查发现，患者肺泡腔内有浆液、纤维蛋白性渗出物积聚及透明膜形成，肺泡隔充血、水肿。在不同病变时期呈现不同的胸部影像学特征，是新冠肺炎的主要临床表现之一，也是诊断的重要依据。因此，《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案（试行第五版）》^[1]首次在湖北地区临床诊断中纳入影像学诊断标准。但行肺部 CT 检查需多人协助转运患者，可能增加院内传染/传播风险。新冠肺炎包括不同的临床分型，症状差异大，部分病情严重且进展迅速，需多次、动态连续监测，外出检查转运风险明显增加，很大程度上限制了肺部 CT 的广泛应用^[2]。肺部超声的成像机制与肺部 CT 具有较高相似性，近年来常规应用于重症患者的肺部病变评估。本文主要阐述肺部超声与 CT 对新冠肺炎患者肺损伤评估的优势与劣势。

1 新冠肺炎患者肺部 CT 和超声影像学表现特点及一致性比较

《新型冠状病毒肺炎影像诊断指南（2020 年第二版简版）》推荐新冠肺炎患者首选高分辨率计算机断层成像（high resolution computerized tomography, HRCT）（层厚 ≤ 1 mm）检查，证据级别为 II 级，强烈推荐^[3]。新冠肺炎患者在病情发展过程中，依据肺泡损伤和水肿、间质增厚在肺部 CT 呈现不同的病变范围与类型，可分为早期、进展期、重症期与转归期。早期多见中下肺背段或外侧段外周或胸膜下局限性淡薄磨玻璃密度影；随病变进展，磨玻璃密度影范围逐渐扩大、密度增高，表现为双肺非对称性节段性或小叶性磨玻璃变或组织密度影；部分患者发展为重

症、出现呼吸衰竭时，常表现为双肺弥漫性磨玻璃变或组织密度影，病灶范围可在 48 h 内增加 50%，可见少量胸腔积液；随病情控制/好转，病灶逐渐吸收消散，可残存肺纤维条索影。

新冠肺炎患者相关的肺部超声模式包括^[4]：（1）胸膜线不规则伴增厚；（2）局灶、多发局灶或弥漫融合的 B 模式；（3）多发小叶、肺叶或跨肺叶肺实变伴支气管充气征；（4）少见胸腔积液。新冠肺炎的肺部超声特征与 CT 一致，随病程发展呈特异性表现^[5-6]。早期多见单侧或双侧局灶性 B 模式，进展期多见双侧弥漫性 B 线、胸膜线异常、胸膜下实变或组织样变，恢复期实变消失、呈现 A 模式^[4]。有研究对比肺部超声与肺部 CT 影像学特征^[7]，发现二者诊断急性呼吸窘迫综合征的整体一致性为 0.775，局部病变诊断的一致性亦相似；以肺部 CT 为标准，肺部超声诊断正常表现、肺泡-间质综合征、肺实变和胸腔积液的准确度分别为 88.6%、86.5%、97.2% 和 92.3%。新冠肺炎患者肺部超声与肺部 CT 影像见图 1。

2 肺部超声对新冠肺炎患者肺损伤评估的优势

2.1 与肺部 CT 相比，肺部超声具有早期分检筛查的便捷性优势

新冠肺炎暴发初期，尚无法普及核酸检测，对于有流行病学史者，无论是否有相关症状，肺部 CT 均是重要的诊断手段，且操作简单、检查结果客观，在早期筛查疑似或确诊病例中发挥重要作用。基于肺部 CT 明确了新冠肺炎的影像学诊断标准和严重程度分级，是新冠肺炎影像学诊断的金标准。但鉴于大部分患者无症状或症状轻微，广泛的 CT 检查不仅增加射线暴露，加重医疗资源负担，亦增加了放射科工作人

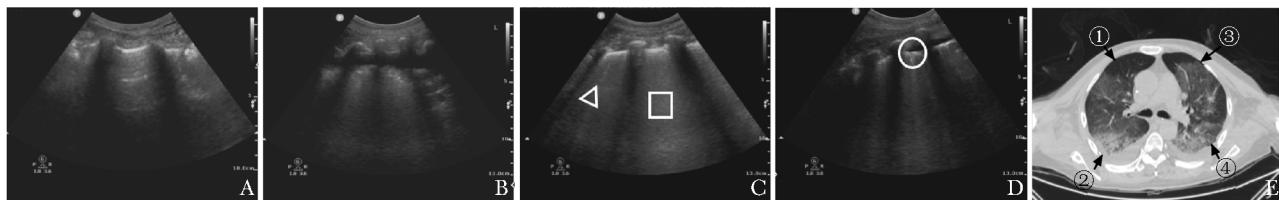


图 1 一例新冠肺炎患者的典型肺部超声声像（A、B、C、D）和 CT（E）影像图

A. 右肺前侧超声表现正常，对应的 CT（E①）显示正常通气；B. 右肺背侧超声显示少量液暗区及小片实变，对应的 CT（E②）显示胸腔积液及肺实性病灶；C. 左肺前外侧超声显示为多发局灶（ Δ ）和弥漫融合（ \square ）的 B 模式，对应的 CT（E③）为片状渗出；D. 左肺背侧超声显示为微量液暗区、胸膜线不规则（ \circ ）及多发 B 模式，对应 CT（E④）为微量胸腔积液及少量渗出病灶

员的感染风险。在新冠肺炎大流行的背景下，肺部超声可帮助筛查病例，无症状且“肺部超声阴性”者可避免进一步行CT检查，而将其隔离；对于有症状，尤其是呼吸困难且“肺部超声提示阳性”的病例，可协助专业人员将新冠肺炎导致的肺损伤进行分级，即分为轻度、重度、危重^[8]，从而快速准确地分诊进入病房、急诊或ICU。

随着核酸检测技术的广泛应用，肺部CT的检查需求大为减少，肺部超声因其无辐射、床旁便捷、可反复检查、灵敏度高等优点受到越来越多的重视，可以指导新冠肺炎患者的分层管理^[9]。有学者认为其可以取代胸部X线^[10]。有研究表明，对重症患者行床旁肺部超声检查，胸部X线检查比率减少了26%，肺部CT减少了47%，差异具有统计学意义^[11]。有研究对核酸检测阳性的8例妊娠新冠肺炎患者行常规肺部超声检查，用十四分区法进行半定量，其中7例患者肺部超声检查阳性，3例避免了CT检查，余5例肺部CT检查结果与肺部超声一致^[12]。值得说明的是，其中1例因超声发现肺部病变严重而改变策略，转入ICU治疗。可见超声检查具有床旁便捷、无创等优点，避免了患者转运，且无辐射，在妊娠患者或医疗资源匮乏的环境中优势突出，减少了医院内暴露于病毒的风险。

2.2 与肺部CT相比，肺部超声可实现动态连续监测，指导治疗决策和效果评价

肺部超声在重症新冠肺炎的救治过程中可床旁及时、连续、动态监测，在快速诊断重症病因、指导治疗、评估疗效中作用均更加突出。三级防护下，几乎不可能进行肺部听诊，在新冠肺炎患者病情发生变化（包括呼吸衰竭和/或循环衰竭）时，肺部超声在鉴别病因方面发挥了不可替代的作用^[13]，其可以及时发现气胸、肺水肿、肺实变、呼吸机相关性肺炎^[14]、大量胸腔积液等；结合心脏超声可以明确循环衰竭的类型，指导血流动力学治疗^[15-16]。肺部超声可以通过对肺部病变性质、活动度，膈肌位移和增厚率等评估呼吸驱动力，协助判断气管插管时机、镇痛镇静治疗目标等^[17]。对于接受机械通气的患者，肺部超声可以指导呼吸机参数设置、评估肺复张潜能、监测肺复张的效果和并发症发生情况。肺部超声可通过半定量评分预测俯卧位通气的有效性，并可实时监测效果，指导俯卧位治疗时间和频率。

2.3 与肺部CT相比，肺部超声在特定临床场景下具有诊断和治疗评估优势

与肺部CT相比，肺部超声有助于确定胸腔积液

的性质，漏出液大多表现为均一的、无回声液暗区；而渗出液表现为低中等回声、不均一的液暗区；高回声纤维条索状影提示为血性液体。尤其在隔离病房，在肺部超声引导下穿刺定位引流胸腔积液提高了操作安全性。肺部超声可床旁动态探测肺血流情况，若超声显示肺呈组织样变而血流丰富，提示可能存在肺内分流。对于呼吸机撤离困难者，可在撤机前后评估其肺失充气评分、心功能、膈肌位移和增厚率^[18]，明确撤机失败的原因，及时调整治疗方案。对于需体外膜肺支持的新冠肺炎危重患者，外出转运检查风险极大，因而肺部超声是最实用、有效的评估手段，可监测肺部病情变化，同时结合心脏超声评估心功能，指导撤机。重症超声是体外生命支持团队必不可少的工具。

3 肺部超声对新冠肺炎患者肺损伤评估的局限性

与金标准肺部CT相比，肺部超声亦存在一定局限性。如无法检测到未累及胸膜的病变，可能漏诊肩胛骨下方等超声无法透过的解剖区域的病变^[13]，不适用于存在皮下气肿的区域检查。此外，肺部超声无法鉴别肺的正常通气和过度通气；评估“胸膜滑动征”及B线的定量存在主观性；难以定量测定肺实变面积和胸腔积液的体积。同时，肺部超声声像的获取和解读依赖操作者的熟练程度和专业性，需经过专业培训^[19]。肺部超声需遵循规范的流程，根据需求选择筛查部位和方案，以提高其灵敏度和特异度。由于新冠肺炎在短时间内的暴发大流行，有关肺部超声应用的文献多限于通讯稿或病例报告，缺乏高级别的循证医学证据。通常情况下，肺部超声可由单人完成，同时探查和控制图像采集。也有学者建议在新冠肺炎流行的背景下由双人完成检查^[20]。一名操作者（有更多经验和技术的专业人士）操控探头、获取声像；另一人进行观察，主要负责记录图像和视频，不接触患者及其周围物体，从而最大限度地减少医院内感染和传播的机会。虽然对于在新冠肺炎中如何应用肺部超声仍然存在争议，但肺部超声的重要性及实用性已经达成共识。

4 小结

肺部CT是诊断新冠肺炎的影像学金标准，肺部超声是重症治疗不可缺少的手段，二者各有其优势，

亦有其不足，可互为补充，不可互相替代。临床医师在实践过程中应取长补短，有助于明确诊断、动态观察病情变化，从而促进新冠肺炎患者的及时、正确诊治。

参 考 文 献

- [1] 国家卫生健康委员会办公厅. 新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案（试行第五版）[EB/OL]. (2020-02-05). http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/5474791/files/de44557832ad4be1929091_debcfa891.pdf.
- [2] Convissar D, Gibson LE, Berra L, et al. Application of Lung Ultrasound during the COVID-19 Pandemic: A Narrative Review [J]. *Anesth Analg*, 2020, 131: 345-350.
- [3] 中国研究型医院学会感染与炎症放射学专业委员会, 中国医师协会放射医师分会感染影像专业委员会, 中华医学会放射学分会传染学组中国性病艾滋病防治协会感染(传染病)影像工作委员会, 等. 新型冠状病毒肺炎影像诊断指南(2020年第二版简版)[J]. *首都医科大学学报*, 2020, 42: 168-173.
- [4] Peng QY, Wang XT, Zhang LN, et al. Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019-2020 epidemic [J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46: 849-850.
- [5] Fiala MJ. Ultrasound in COVID-19: a timeline of ultrasound findings in relation to CT [J]. *Clin Radiol*, 2020, 75: 553-554.
- [6] Chen TY. Lung ultrasound in the monitoring of COVID-19 infection [J]. *Clin Med (Lond)*, 2020, 20: e62-e65.
- [7] Chiumello D, Umbrello M, Sferrazza Papa GF, et al. Global and Regional Diagnostic Accuracy of Lung Ultrasound Compared to CT in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome [J]. *Crit Care Med*, 2019, 47: 1599-1606.
- [8] Smith MJ, Hayward SA, Innes SM, et al. Point-of-care lung ultrasound in patients with COVID-19: a narrative review [J]. *Anaesthesia*, 2020, 75: 1096-1104.
- [9] 张丽娜, 尹万红, 何伟, 等. 基于重症超声的重症新型冠状病毒肺炎救治建议 [J/OL]. *中华内科杂志*, 2020, 59 (2020-06-15). <http://rs.yiigle.com/yufabiao/1202852.htm>.
- [10] Mayo PH, Copetti R, Feller-Kopman D, et al. Thoracic ultrasonography: a narrative review [J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45: 1200-1211.
- [11] Liu LL, Aldrich JM, Shimabukuro DW, et al. Special article: rescue therapies for acute hypoxemic respiratory failure [J]. *Anesth Analg*, 2010, 111: 693-702.
- [12] Yassa M, Birol P, Mutlu AM, et al. Lung Ultrasound Can Influence the Clinical Treatment of Pregnant Women With COVID-19 [J]. *J Ultrasound Med*, 2020. doi: 10.1002/jum.15367.
- [13] Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38: 577-591.
- [14] Mongodi S, Via G, Girard M, et al. Lung Ultrasound for Early Diagnosis of Ventilator-Associated Pneumonia [J]. *Chest*, 2016, 149: 969-980.
- [15] Peng QY, Wang XT, Zhang LN, et al. Using echocardiography to guide the treatment of novel coronavirus pneumonia [J]. *Crit Care*, 2020, 24: 143.
- [16] 邢志群, 王小亭, 刘大为. 重症超声: 血流动力学的推手 [J]. *协和医学杂志*, 2019, 10: 461-464.
- [17] Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, et al. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019, 199: 701-714.
- [18] Jr LeCour L, Boyapati VK, Liu J, et al. The Structural Basis for Cdc42-Induced Dimerization of IQGAPs [J]. *Structure*, 2016, 24: 1499-1508.
- [19] Kulkarni S, Down B, Jha S. Point-of-care (POC) lung ultrasound in intensive care during the COVID-19 pandemic [J]. *Clin Radiol*, 2020. doi: 10.1016/j.crad.2020.05.001.
- [20] Antunez-Montes OY, Buonsenso D. Routine use of Point-of-Care lung ultrasound during the COVID-19 pandemic [J]. *Med Intensiva*, 2020. doi: 10.1016/j.medin.2020.04.010.

(收稿日期: 2020-07-06)