

肺超声在不同临床分型新型冠状病毒肺炎中的应用

张瑶¹ 杨学平¹ 何楠¹ 潘国栋¹ 王米雪¹ 马晨瑶¹ 吕志彬²

【摘要】目的 探讨不同临床分型新型冠状病毒肺炎(COVID-19)的肺部超声声像图特点,为临床诊断与疗效评估提供参考。**方法** 回顾性分析2020年3月至7月首都医科大学附属北京地坛医院收治经临床确诊的COVID-19患者共39例,其中普通型13例、重型15例、危重型11例,均于入院时行床旁肺超声检查,观察入组患者肺部超声声像图特征。**结果** 胸膜线超声表现:胸膜线连续但不规则、不光滑或合并胸膜增厚者占23.08%(9/39);胸膜线不连续,出现破损者占46.15%(18/39);胸膜线模糊,出现严重破损者占30.77%(12/39)。B线:出现B线但 ≤ 3 条者占2.56%(1/39);B线增多, ≥ 4 条者占2.56%(1/39);B线明显增多,融合呈“瀑布征”者占94.87%(37/39)。肺实变:未发生实变者占23.08%(9/39);发生胸膜下小实变者占53.85%(21/39);发生大片样实变伴其内支气管气相者占20.51%(9/39)。不同临床分型COVID-19患者肺超声声像图特点:表现为胸膜线连续但不规则、不光滑或合并胸膜增厚和未发生实变的患者中普通型患者占比最多,分别占全部临床分型的66.7%(6/9)和77.8%(7/9);而胸膜线不连续、出现破损和发生胸膜下小实变的患者以重型患者占比最多,分别为50%(9/18)和50.0%(11/22);表现为胸膜线模糊、出现严重破损和发生大片样实变伴其内支气管气相以危重型患者占比最多,分别为50%(6/12)和62.5%(5/8)。其中不同临床分型中超声指标未发生实变的患者比例差异有统计学意义($P = 0.003$)。**结论** 不同临床分型的COVID-19患者肺超声声像图特征不同,可为临床诊断与疗效评估提供参考。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎; 肺; 超声; 临床分型

Application of lung ultrasound in different clinical classifications of novel coronavirus pneumonia

Zhang Yao¹, Yang Xueping¹, He Nan¹, Pan Guodong¹, Wang Mixue¹, Ma Chenyao¹, Lv Zhibin². ¹Department of Ultrasound, ²Department of Radiology, Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100015, China

Corresponding author: Zhang Yao, Email: zgzy007@163.com

【Abstract】Objective To investigate the lung ultrasound characteristics in different clinical classifications of coronavirus disease 2019 (COVID-19), and to provide references for clinical diagnosis and efficacy evaluation. **Methods** Thirty-nine patients with clinically diagnosed COVID-19 from March to July 2020 in Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University were analyzed, retrospectively, including 13 patients with general type, 15 patients with severe type and 11 patients with critical type. All patients underwent lung ultrasound examination, and the features of lung ultrasound images were observed. **Results** Ultrasound findings of pleural line: continuous but irregular and unsmooth pleural lines, or with thickened pleural were observed in 23.08% (9/39) patients; discontinuous and damaged pleural lines were detected in 46.15% (18/39) patients; blurred and serious damaged pleural lines occurred in 30.77% (12/39) patients. B lines: 2.56% (1/39) patients detected B lines (≤ 3); 2.56% (1/39) patients with B increased lines (≥ 4); significantly increased B lines which fused into “waterfall sign” were observed in 94.87% (37/39) patients. Consolidation: 23.08% (9/39) patients were without consolidation; small subpleural consolidation occurred

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2021.03.003

基金项目: 北京市科技计划项目(No. Z201100005420012); 北京市属医院科研培育计划项目(No. PX2020069); 首都医科大学附属北京地坛医院内科研基金“启航计划”项目(No. DTQH201810)

作者单位: 100015 北京, 首都医科大学附属北京地坛医院超声科¹、放射科²

通信作者: 张瑶, Email: zgzy007@163.com

in 53.85% (21/39) patients; large-scale consolidation with air bronchogram sign occurred in 20.51% (9/39) patients. Lung ultrasound features in COVID-19 patients with different clinical classifications: among all the patients with continuous but irregular and unsmooth pleural lines or combined with pleural thickening and no consolidation, the general type accounted for the largest proportion, accounting for 66.7% (6/9) and 77.8% (7/9) of all clinical classifications. Discontinuous pleural line, rupture, and small subpleural consolidation mostly occurred in severe type patients, accounting for 50% (9/18) and 50.0% (11/22), respectively. Blurred and serious damaged pleural lines and large-scale consolidation with air bronchogram sign mostly presented in critical patients, accounting for 50% (6/12) and 62.5% (5/8), respectively. The absence of consolidation was significantly different among different clinical subtypes ($P = 0.003$). **Conclusions** Different clinical classifications of COVID-19 patients have different features in lung ultrasound, which could provide reference for clinical diagnosis and efficacy evaluation.

【Key words】 Coronavirus disease 2019; Lung; Ultrasound; Clinical classification

新型冠状病毒肺炎 (coronnavirus disease 2019, COVID-19) 具有人群普遍易感、传播迅速、进展快、危重症率高的特点^[1-3]。目前确诊该疾病诊断的影像学主要依据为高分辨率CT的影像学征象, 但CT检查本身存在设备短缺、不易移动等基本问题, 尤其在疫情传播期间较易发生患者检查过程中通道交叉感染等问题。随着超声诊断技术的进步及对疾病的深入理解和认知, 肺超声 (lung ultrasound, LUS) 已被证实是最具革命性的诊断工具之一^[4-7]。床旁超声具有安全、无创、方便、快速、可重复性强的优点, 已经成为临床尤其是ICU医生每日进行病情评估诊断的有效工具。本研究主要应用床旁肺超声对不同临床分型的COVID-19患者进行超声声像图分析, 期望对临床诊断及治疗决策提供参考, 现报道如下。

资料与方法

一、一般资料

选取2020年3月至7月首都医科大学附属北京地坛医院收治经临床确诊的COVID-19患者共39例作为研究对象, 其中男性19例、女性20例; 年龄21~92岁, 平均年龄为 (58.79 ± 17.27) 岁。诊断标准参照《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)》, 并根据其临床分型标准, 将入组研究对象分为普通型、重型和危重型。排除合并其他肺部疾病者。本研究经首都医科大学附属北京地坛医院伦理委员会批准[批件文号: 京地伦研字(2020)第(024)-01号]。

二、仪器与方法

1. 仪器: 采用GE VIVID IQ和日立NoPLUS床

旁彩色多普勒超声诊断仪, 探头采用腹部凸阵探头和血管线阵探头, 同时采用一次性探头套对探头及导线进行包裹, 检查后进行严格的机器消毒。

2. 肺超声检查: 参照M-BLUE方案^[8]: 患者平卧位, 膈肌点位置按照超声定位法进行确定, 沿腋中线位置能看到膈肌位点或肺与肝/脾的交接处定位膈肌点; 上蓝点为检查者手的第三、四掌指关节处; M点为上蓝点与膈肌点间的中点; PLAPS点为M点垂直向后与同侧腋后线间的交点。

主要检查内容: ①胸膜线是否连续、光滑, 胸膜是否有增厚; ②B线数目、是否有相互融合; ③是否有实变, 如有实变, 观察是否为胸膜下小实变还是大片样实变(实变范围平均径线 $> 5\text{ cm}$)以及其内是否有支气管气相等。

读图: 每位患者按照M-BLUE方案进行操作, 每个固定点均留存动态图像, 每个区域按照主要检查内容进行描述, 所有患者的图像判读均由两名超声专业副主任医师共同完成(未出现较大分歧)。

三、统计学处理

本研究采用SPSS 17.0软件进行统计分析, 患者年龄呈正态分布, 采用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述。超声指标如胸膜线、B线、实变所占比例采用构成比表示, 不同临床分型间超声指标比较采用Fisher确切概率法, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、39例COVID-19患者肺超声的声像图特征
超声主要表现为B线明显增多, 融合呈“瀑布征”^[9-10], 发生率为94.87% (37/39); 其次为发生胸膜下小实变, 发生率为53.85% (21/39);

胸膜线不连续, 出现破损, 发生率为46.15% (18/39), 见表1。

二、不同临床分型的COVID-19患者肺超声声像图特征

入组COVID-19患者中表现为胸膜线连续但不规则、不光滑或合并胸膜增厚和未发生实变者中以普通型占比最多, 分别占全部临床分型的66.7% (6/9) 和77.8% (7/9); 而胸膜线不连续、出现破损和发生胸膜下小实变患者中重型占比最多, 分别为50% (9/18) 和50.0% (11/22); 表现为胸膜线模糊、出现严重破损和发生大片样实变伴其内支气管气相患者中危重型占比最多, 分别为50% (6/12) 和62.5% (5/8)。其中不同临床分型中超声指标未发生实变的患者比例差异有统计学意义 ($P=0.003$)。见表2。

表1 39例 COVID-19 患者肺超声声像图特征

超声指标	例数 (%)
胸膜线	
胸膜线连续但不规则、不光滑、或合并胸膜增厚	9 (23.08)
胸膜线不连续, 出现破损	18 (46.15)
胸膜线模糊, 出现严重破损	12 (30.77)
B线	
出现B线, 但≤ 3条	1 (2.56)
B线增多, ≥ 4条	1 (2.56)
B线明显增多, 融合呈“瀑布征”	37 (94.87)
实变	
未发生实变	9 (23.08)
发生胸膜下小实变	21 (53.85)
发生大片样实变伴其内支气管气相	9 (20.51)

COVID-19患者肺部病变随病情进展而发生变化, 多种超声声像图征象可同时存在, 并可相互交错, 因此超声在床旁实时评估病情进展、及时调整治疗方案对患者有重要的临床价值。入组病例中普通型13例, 重型15例, 危重型11例。

1. 普通型: 一般临床表现多为发热、干咳、乏力, 部分患者伴鼻塞、流涕、咽痛、肌痛和腹泻等症状。超声表现大多数为胸膜线连续但不规则、不光滑或合并胸膜增厚, 大部分患者未发生实变; 胸膜下可探及增多的B线, 一般为多条不连续或1至2个扫描区域有连续2个或以下肋间隙存在连续融合B线(瀑布征), 同时A线消失; 部分可伴小实变征象, 即胸膜下不规则的碎片征。见图1。

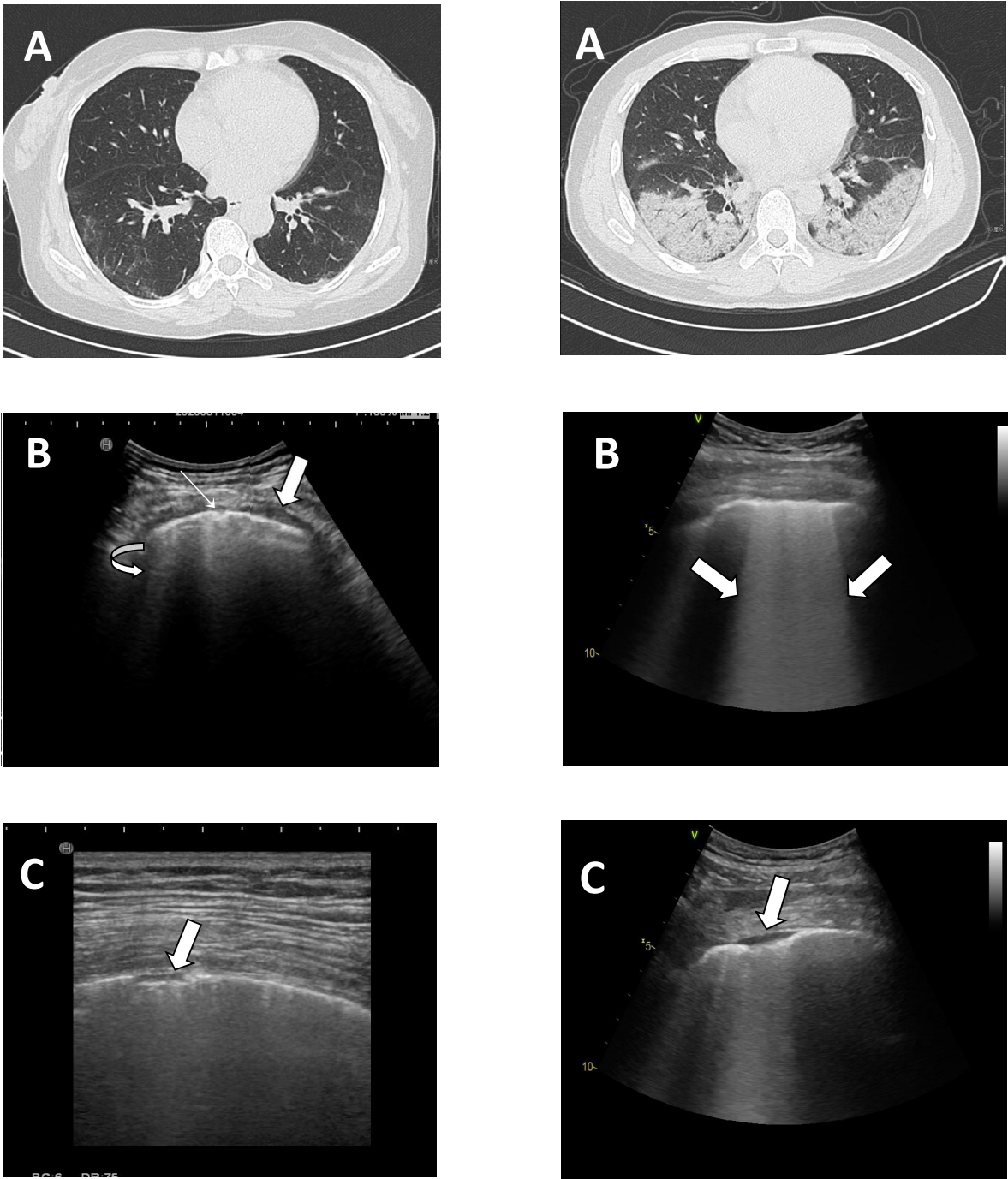
2. 重型: 重症患者多在发病1周后出现呼吸困难和(或)低氧血症。超声大多表现为胸膜线不连续、出现破损, 大部分发生胸膜下小实变, 即胸膜线下可见多发不规则的碎片征, 局部可见范围较大的实变区, 实变肺组织内可见支气管气相; 病灶下可见相互融合的B线; 部分病灶相邻胸膜腔内可见局限性胸腔积液, 病灶多分布于双肺后野, 以后下肺野为著。见图2。

3. 危重型: 危重型患者为出现呼吸衰竭, 且需要机械通气或出现休克或合并其他器官功能衰竭需ICU监护治疗者^[1]。超声表现大多为胸膜线模糊、出现严重破损, 大部分发生大片样实变伴其内支气管气相, 累及多个肺区, 以双肺后下野实变为著, 其他肺区也可见分布较广泛的不规则碎片征; 病灶后方B线呈弥漫性分布, 可累及多个肺区; 部分病灶相邻胸膜腔内可见游离胸腔积液。见图3。

表2 不同临床分型 COVID-19 患者肺超声的声像图特征 [例 (%)]

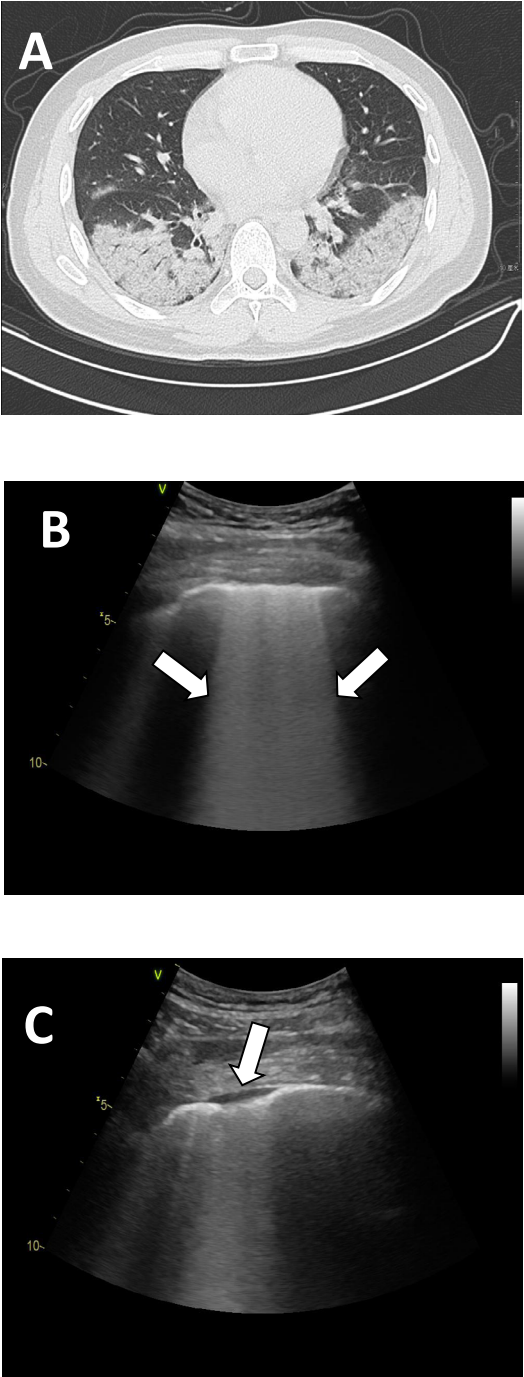
超声指标	普通型 (13例)	重型 (15例)	危重型 (11例)	P值
胸膜线				
胸膜线连续但不规则、不光滑、或合并胸膜增厚	6 (66.7)	2 (22.2)	1 (11.1)	0.080
胸膜线不连续, 出现破损	5 (27.8)	9 (50.0)	4 (22.2)	0.513
胸膜线模糊, 出现严重破损	2 (16.7)	4 (33.3)	6 (50.0)	0.116
B线				
出现B线, 但≤ 3条	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0.615
B线增多, ≥ 4条	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	1.000
B线明显增多, 融合呈“瀑布征”	12 (32.4)	14 (37.8)	11 (29.7)	1.000
实变				
未发生实变	7 (77.8)	2 (22.2)	0 (0.0)	0.003
发生胸膜下小实变	5 (22.7)	11 (50.0)	6 (27.3)	0.184
发生大片样实变伴其内支气管气相	1 (12.5)	2 (25.0)	5 (62.5)	0.083

注: 统计学分析采用 Fisher 确切概率法



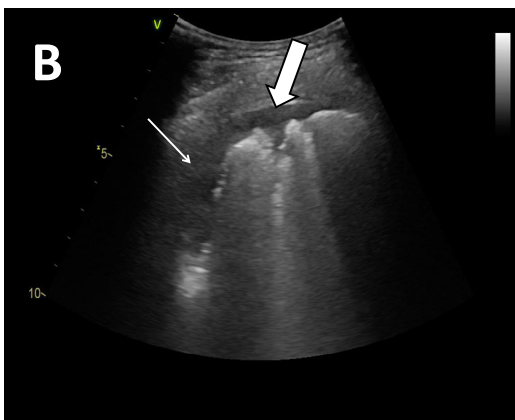
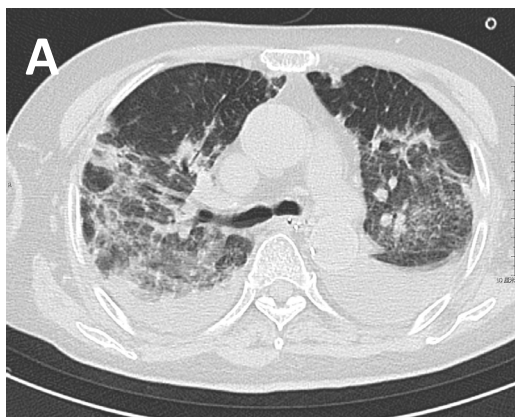
注：病例1：女性、61岁，发热6 d，体温最高37.3 ℃，伴头晕、头痛、恶心、呕吐、咳嗽、咯痰等不适，从湖北乘坐私家车回北京，既往有类风湿关节炎，诊断为新型冠状病毒肺炎、普通型。A（胸部CT）：CT表现为两肺下叶多发磨玻璃斑片，边界模糊，胸膜下分布为主，病变区内少量索条。B（肺部超声）：右侧PLAPS点探查可见胸膜增厚（粗箭头所示），胸膜线毛糙，部分不连续（细箭头所示），可见B线（弯箭头所示）；C（肺部超声）：左侧PLAPS点探查超声表现为胸膜线不连续，局部中断，可见小实变（箭头所示）

图1 普通型COVID-19患者胸部CT及肺部超声



注：病例2：男性、37岁，后背痛2周，发热1周，伴咳嗽、咯白痰，伴胸闷、憋气、头晕、头痛，体温最高39.6 ℃，入院当天患者从西班牙入境。诊断为新型冠状病毒肺炎、重型。A（胸部CT）：CT表现为两肺下叶大片状实变，边界清晰，内部支气管穿行，可见支气管气相。B（肺部超声）：左侧PLAPS点探查超声表现为胸膜线不光滑，胸膜增厚，可见致密融合B线（箭头所示）；C（肺部超声）：右侧PLAPS点探查超声表现为胸膜线不光滑，局部胸膜增厚（箭头所示），可见致密融合B线

图2 重型COVID-19患者胸部CT及肺部超声



注：病例3：女性、76岁，失语、左侧肢体偏瘫2 d，咳嗽呼吸困难1 d收入院，有接触史，既往有脑梗、肾功能不全、高血压、糖尿病，诊断为新型冠状病毒肺炎、危重型。A（胸部CT）：CT表现为两侧胸腔积液，两肺多发片状磨玻璃密度，边界模糊，病变区多发粗大索条影，局部呈网格状改变；B（肺部超声）：左侧PLAPS点探查超声表现为胸膜线模糊、中断，可见实变（粗箭头所示），病灶后方可见致密融合B线，可见胸腔积液（细箭头所示）；C（肺部超声）：右侧M点探查超声表现为胸膜线模糊，可见大面积实变（粗箭头所示），其内可见支气管充气相

图3 危重型COVID-19患者胸部CT及肺部超声

讨 论

COVID-19作为一种新出现且有高流行强度的传染病，主要导致肺组织炎症，可快速进展为急性呼吸窘迫综合征和肺功能衰竭，严重者可因呼吸衰竭而死亡^[12-14]。其发病机制，病理、生理、临床特征及治疗方案尚未完全明确，须在临床实践中进行更多探索。

肺脏为含气器官，一直是超声检查的盲区，随着相关研究的深入和认知的提高，发现超声波能够在肺脏表面局部传播，形成特有的超声图像，用作辅助诊断^[15-17]。目前，关于COVID-19影像学诊断的关注点还在CT检查，关于超声诊断的报道相对较少。本研究主要通过描述COVID-19患者在不同临床分型的肺部超声声像图特征，以说明超声在辅助临床诊断及疗效评估方面的价值。COVID-19患者的肺病理学特征主要表现为渗出性病变，大量单核和巨噬细胞渗出；同时可以合并血管炎，血管通透性增加，进而导致肺组织灶性充血、坏死；支气管黏膜上皮脱落，形成黏液栓，影响肺泡的充气功能，导致部分肺泡代偿性扩张，肺泡隔断裂，囊腔形成；这些病理学改变可以继发肺间隔增生，出现肺间质纤维化。这些病理学基础正是COVID-19肺部超声所发现的声像图特征形成的根本原因。

COVID-19临床分型主要是根据患者症状及是否需要创干预而进行区分，但患者临床症状与肺部损伤程度相关。本研究中普通型COVID-19患者超声声像图特征主要表现为胸膜线连续但不规则、不光滑、或合并胸膜增厚，大部分患者未发生实变，胸膜下可探及增多的B线，一般为多条不连续或1~2个扫描区域有连续2个或以下肋间隙存在连续融合B线（瀑布征），同时A线消失^[18]；主要是肺炎导致大量的单核和巨噬细胞渗出，肺水增多所致。重型患者症状加重，一般会出现呼吸困难和低氧血症，肺部损伤也会更加严重，超声大多表现为胸膜线不连续、出现破损，大部分发生胸膜下小实变，病灶下可见相互融合的B线^[19-21]；这主要是肺水进一步增加，血管通透性增加，引起了肺组织灶性充血、坏死，影响了肺泡的充气功能。而危重型患者症状最重，需要呼吸机甚至体外膜肺氧合（extracorporeal membrane oxygenation, ECMO）的支持，超声大多表现为胸膜线模糊、出现严重破损，大部分发生大片样实变伴支气管气相，累及多个肺区，病灶后方

B线弥漫性分布,可累及多个肺区;主要是继发肺间隔增生,出现肺间质纤维化。这均与COVID-19患者的肺损伤严重程度相关。但本研究中不同病情患者组间超声指标比较,未发生实变差异有统计学意义,其他各指标不同病情患者间差异均无统计学意义,可能与本研究样本量小有关。

床旁超声作为一种可以进行COVID-19患者床旁检查的影像学技术,对临床医生预先判断患者预后及观察病情演变过程有重要的临床价值^[22-24]。但肺部超声检查也有一定局限性,如对皮下脂肪过厚的肥胖患者、出现皮下气肿的患者以及受检者胸部有大的敷料覆盖或体位无法配合时,均会阻碍超声波传播,从而影响检查结果;肺部超声不能诊断未累及胸膜的病变,特别是一些病变位于被气体包裹的肺叶中央时则无法探测;另外,任何超声检查的准确率均依赖于超声医师本身的技术与经验,肺部超声也不例外,存在主观差异。

综上,本研究发现不同临床分型COVID-19患者超声声像图具有不同特征,可为临床诊断及疗效评估提供参考,具有一定的临床应用价值。

参 考 文 献

- [1] Wu J, Li J, Zhu G, et al. Clinical features of maintenance hemodialysis patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2020, 15(8): 1139-1145.
- [2] Yu P, Zhu J, Zhang ZD, et al. A familial cluster of infection associated with the 2019 novel coronavirus indicating possible person-to-person transmission during the incubation period[J]. J Infect Dis, 2020, 221(11): 1751-1761.
- [3] Wang W, Tang J, Wei F. Updated understanding of the outbreak of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) in Wuhan, China[J]. J Med Virol, 2020, 92(4): 441-447.
- [4] Lei J, Li J, Li X, et al. CT imaging of the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. Radiology, 2020, 295(1): 18.
- [5] 杨勇, 王臻, 杜虹, 等. 肺部超声在甲型H7N9流感重症肺炎中的应用[J/CD]. 中华医学超声杂志(电子版), 2019, 16(1): 72-76.
- [6] 刘惠. 肺部超声在危重症患者中的应用[J]. 基层医学论坛, 2018, 22(25): 3585-3586.
- [7] 刘莹, 邓西龙, 潘越峻, 等. 重症社区获得性肺炎合并急性呼吸窘迫

综合征的肺部超声影像特点[J]. 广东医学, 2018, 39(16): 2442-2446.

- [8] 欧艳, 李芳, 刘利. M-BLUE对于急性呼吸衰竭鉴别及病因诊断中的价值[J]. 临床肺科杂志, 2020, 25(6): 857-861.
- [9] 国家卫生健康委能力建设和继续教育中心, 中国医学装备学会超声装备技术委员会战创伤和急重症超声专业委员会, 中国医学装备学会超声装备技术委员会远程及移动超声专业委员会. 新型冠状病毒肺炎重症超声应用专家共识(战时应急稿)[J]. 中国急救医学, 2020, 40(3): 185-195.
- [10] 中华医学会超声医学分会, 中华医学会呼吸病学分会, 中华医学会心血管病学分会心血管病影像学组, 等. 新型冠状病毒肺炎肺部超声检查及远程诊断实施方案(第一版)[J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(2): 93-103.
- [11] 国家卫生健康委员会办公厅, 国家中医药管理局办公厅. 《新型冠状病毒肺炎诊疗方案》(试行第七版) [EB/OL]. [2020-03-04]. http://www.gov.cn/zhen-gce/zhengceku/2020-03/04/content_5486705.htm.
- [12] Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China[J]. Lancet, 2020, 395(10223): 497-506.
- [13] 史河水, 韩小雨, 樊艳青, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎临床特征及影像学表现[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(1): 8-11.
- [14] Daniel W, Wang NS, Kizzmekia SC, et al. Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation[J]. Science, 2020, 367(6483): 1260-1263.
- [15] Rouby JJ, Arbelot C, Gao Y, et al. Training for lung ultrasound score measurement in critically ill patients[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2018, 198(3): 398-401.
- [16] Pienkowski M. On the etiology of listening difficulties in noise despite clinically normal audiograms[J]. Ear Hear, 2017, 38(2): 135-148.
- [17] 汪晓强, 吴彤, 田婕. 超声诊断肺部疾病在重症医学中的应用[J]. 医学综述, 2018, 24(23): 161-165.
- [18] 何罗宜, 赖洁, 汤展宏. 床旁重症超声肺部B线形成因素探究及其与氧合相关性研究[J]. 临床急诊杂志, 2018, 19(8): 29-34.
- [19] 朱维维, 李虹, 李一丹, 等. 心肺联合超声在检出间质性肺疾病合并症中的表现[J]. 中国超声医学杂志, 2018, 34(12): 1088-1091.
- [20] 曾丽钦, 吕国荣, 连细华, 等. 超声B线征与肺水肿严重程度的相关性[J]. 中国超声医学杂志, 2019, 35(3): 272-274.
- [21] 肖甜甜, 金梅, 巨容, 等. 床旁肺部超声在新生儿肺炎中的诊断价值[J]. 中国当代儿科杂志, 2018, 20(6): 444-448.
- [22] 祝静, 杨远征, 徐昉, 等. 肺部超声在重症监护中的综合应用进展[J]. 临床超声医学杂志, 2018, 20(5): 47-49.
- [23] 兰长利. 急诊及床旁肺脏超声对急性呼吸窘迫综合征的价值[J]. 实用医学影像杂志, 2017, 18(1): 80-82.
- [24] 陈卫挺, 陈英姿, 陈仁辉, 等. 改良BLUE方案在ICU患者肺实变评估中的应用[J]. 浙江医学, 2019, 41(8): 826-828.

(收稿日期: 2020-07-21)

(本文编辑: 孙荣华)

张瑶, 杨学平, 何楠, 等. 肺超声在不同临床分型新型冠状病毒肺炎中的应用[J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2021, 15(3): 158-163.