

肺部超声对新生儿呼吸窘迫综合征分级的诊断价值*

相虹¹ 常明¹ 卢红艳¹ 张慧霞² 薄祥树³ 钱晓芹³ 王娴³

(1. 江苏大学附属医院儿科, 江苏 镇江 212001; 2. 江苏大学附属医院超声科, 江苏 镇江 212001;

3. 江苏大学附属人民医院超声科, 江苏 镇江 212001)

【摘要】 目的 研究肺部超声对新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)分级的诊断价值。方法 回顾性分析 2019 年 1 月—2021 年 7 月在江苏大学附属医院及江苏大学附属人民医院新生儿科住院并经临床及胸部 X 线确诊的 120 名 NRDS 患儿和 80 名对照组新生儿。受试对象均进行肺部超声(LUS)检查, 确定 LUS 评分和肺实变面积, 应用受试者曲线(ROC)分析 LUS 评分和肺实变面积以评估 NRDS 分级。结果 NRDS 患儿的 LUS 评分高于非 NRDS 患儿($P < 0.05$)。NRDS 患儿的 LUS 评分随着 NRDS 严重程度的增加而增加($P < 0.05$)。对照组新生儿无肺实变区, NRDS 患儿的肺实变区数量也随着 NRDS 严重程度的增加而增加($P < 0.05$)。LUS 评分诊断 NRDS 的 ROC 曲线下面积为 0.928, 最佳截断值为 19.2, 敏感性、特异性分别 94.2%、99.0%。LUS 评分鉴别诊断重度与轻度/中度 NRDS 的 ROC 曲线下面积为 0.993, 最佳截断值为 25.5, 敏感性、特异性分别 91.7%、97.5%。LUS 评分评估机械通气的 ROC 曲线下面积为 0.955, 最佳截断值为 27.5, 敏感性、特异性分别 83.9%、97.6%。结论 LUS 评分和肺实变区可以鉴别诊断 NRDS 与非 NRDS, 用于 NRDS 的分级, 预测机械通气, 对患儿的治疗监测提供重要信息和依据。

【关键词】 超声检查; 肺; 呼吸窘迫综合征; 新生儿

【中图分类号】 R725.6 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2023.04.025

Diagnostic value of pulmonary ultrasonography in the grading of neonatal respiratory distress syndrome

XIANG Hong¹, CHANG Ming¹, LU Hongyan¹, ZHANG Huixia², BO Xiangshu³, QIAN Xiaoqin³, WANG Xian³

(1. Department of Pediatrics, The Affiliated Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang 212001, Jiangsu, China;

2. Department of Ultrasound, The Affiliated Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang 212001, Jiangsu, China;

3. Department of Ultrasound, The Affiliated People's Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang 212001, Jiangsu, China)

【Abstract】 **Objective** To study the diagnostic value of pulmonary ultrasound in the grading of neonatal respiratory distress syndrome (NRDS). **Methods** A retrospective analysis was performed on 120 children with NRDS and 80 neonates in the control group who were admitted to the Affiliated Hospital of Jiangsu University and the Affiliated People's Hospital of Jiangsu University from January 2019 to July 2021 and confirmed by clinical, chest X-ray. Lung ultrasound (LUS) examination was performed to determine LUS score and lung consolidation area. The LUS score and lung consolidation area were analyzed using receiver operating characteristic (ROC) curve to assess NRDS grading. **Results** The LUS score of NRDS children was higher than that of non-NRDS children (25.16 ± 3.49 vs 15.06 ± 2.28), and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The LUS score of children with NRDS increased with the increase of NRDS severity (20.85 ± 0.61 vs 23.66 ± 1.63 vs 29.16 ± 1.51 , $P < 0.05$). In the control group, there was no lung consolidation area, and the number of lung consolidation area in NRDS children also increased with the increase of NRDS severity (0.32 ± 0.29 vs 1.73 ± 0.65 vs 4.16 ± 0.69 , $P < 0.05$). LUS score was used to diagnose NRDS. The area under ROC curve was 0.928, the optimal cut-off value was 19.2, and the sensitivity and specificity were 94.2% and 99.0%,

基金项目: 国家自然科学基金项目(81771848, 82171702); 江苏省妇幼健康科研项目(F202067); 镇江市重点研发计划-社会发展项目(SH2020046)

通讯作者: 王娴, Email: wangxian8812@126.com

引用本文: 相虹, 常明, 卢红艳, 等. 肺部超声对新生儿呼吸窘迫综合征分级的诊断价值[J]. 西部医学, 2023, 35(4): 594-598. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2023.04.025

respectively. LUS score differentiated the diagnosis of severe NRDS from mild/moderate NRDS. The area under the ROC curve was 0.993, the optimal cut-off value was 25.5, and the sensitivity and specificity were 91.7% and 97.5%, respectively. LUS score was used to evaluate mechanical ventilation. The area under ROC curve was 0.955, the optimal cut-off value was 27.5, and the sensitivity and specificity were 83.9% and 97.6%, respectively. **Conclusion** LUS score and lung consolidation area can differentiate NRDS from non-NRDS, classify NRDS, predict mechanical ventilation, and provide important information and basis for the treatment and monitoring of children.

【Key words】 Ultrasonic examination; Lung; Respiratory distress syndrome; Newborn

新生儿呼吸窘迫综合征 (Neonatal respiratory distress syndrome, NRDS) 是新生儿呼吸衰竭和死亡的最常见原因之一, 尤其是早产儿。NRDS 是由于肺表面活性物质缺乏导致肺结构和生理功能不成熟引起的肺功能不全^[1]。NRDS 的发病率与孕周密切相关, 24~25 周出生的婴儿约 92% 发生 NRDS, 30~31 周出生的婴儿约 57% 发生 NRDS^[2-3]。NRDS 的死亡率与婴儿体重密切相关, <1.0 kg 的 NRDS 患儿约 50% 死亡率, >4.0 kg 的 NRDS 患儿基本死亡率为 0%^[2-4]。NRDS 患儿通常需要肺表面活性物质和辅助通气 (无创或有创通气) 治疗。

肺部超声 (Lung ultrasound, LUS) 是一种非侵入性影像技术, 用于诊断新生儿呼吸系统疾病, 如 NRDS、新生儿肺炎、胎粪吸入综合征、气胸和小儿肺炎等^[5]。LUS 与传统的胸部 X 线相比, 其价格低廉, 无辐射, 便于携带, 对 NRDS 提供了一种更准确的诊断方法, 而肺实变是 NRDS 特异性超声表现^[6-7]。有研究表明, LUS 评分还可以预测持续气道正压下早产儿表面活性物质的给药^[8-10]。但是, 目前对 LUS 评分、肺实变面积与 NRDS 的分级之间的相关性, 以及通过 LUS 监测 NRDS 的治疗研究较少, 且研究结果差异较大。因此, 本研究的目的是确定 LUS 评分、肺实变面积和 NRDS 分级的相关性, 使用 LUS 评分和肺实变预测机械通气应用的可能性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 1 月—2021 年 7 月在江苏大学附属医院和江苏大学附属人民医院新生儿重症监护病房 (Neonatal intensive care unit, NICU) 住院, 经临床、胸部 X 线确诊为 NRDS 患儿 120 例, 其中女性 67 例, 男性 53 例, 早产儿 89 例, 足月儿 31 例, 平均胎龄 (34.89±2.64) 周, 出生体重 850~3940 g, 平均 (1972.40±1059.60) g。入组标准: 新生儿出生后临床表现为发绀、呻吟、鼻翼煽动、呼吸急促 (>60 次/分) 及三凹征。排除标准: 先天性心脏病、先天性肺部疾病、肺不张等。对照组: 同期住院的非肺脏疾病患儿 80 例, 排除先天性畸形和超声检查前插管的患儿, 其中女性 43 例, 男性 37 例, 早产儿 24 例, 足月儿 56 例, 平均胎龄 (37.10±2.44) 周, 出生体重 2860~4450 g,

平均 (3518.12±673.47) g。本研究经医院伦理委员会审核通过。

1.2 肺部超声检查方法 在入院后 2 h 内, 由同一名高年资的超声科医师在培养箱中进行 LUS (GE Voluson E6 床旁彩色多普勒超声诊断仪, 频率为 8~12 MHz 的线阵探头), 并由 NICU 护士协助, 对患儿进行仰卧位和俯卧位检查。如果肺部超声图像不清晰, 则将患者处于侧卧位。本研究中每个肺被分成六个区域 (前部、后部和侧部的上部和下部区域), 总共 12 个区域, 将 LUS 评分根据研究者提出的标准分 3 级^[8,11]。I 级: 仅存在 A 线或仅在呼气相横膈上方见放射状排列的 B 线; II 级: 吸气相横膈上方可见放射状排列的 B 线, 呼气相可见 ≥3 条融合的 B 线; III 级: 无论呼气相及吸气相横膈上方均可见大量融合的 B 线, 伴或不伴局限于胸膜下间隙的实变 (肺泡-间质综合征)。A 线表示由于超声通过充满空气的肺扩散引起的胸膜反射。B 线为气液共存形成的界面反射, 其多少反应了肺间质增厚 (肺水肿) 的程度; 通过 B 线的多少对双肺 12 区各个区域 B 线进行分级。对双肺 12 区超声声像图进行规范化存图、记录。

1.3 NRDS 的诊断和治疗的临床数据 临床数据包括临床表现、胸部 X 线检查和动脉血气分析。新生儿科医师根据临床症状和体征、胸部 X 线检查和动脉血气对 NRDS 进行诊断。临床标准^[12]: ①呼吸频率 >60 次/min。②呼吸性呻吟, 吸气时三凹征, 呼吸困难, 其特征为肋间、肋下或胸骨上回缩或发绀。实验室标准: ①血液 pH <7.25。②二氧化碳浓度 >60 mmHg。③ PaO₂ <50 mmHg。胸部 X 线分级标准参考《实用儿科放射诊断学》^[4]。I 级 (轻度): 轻度磨砂玻璃纹理; II 级 (中度): 双侧明显网状结节性硬化症; III 级 (中度): 空气支气管影; IV 级 (重度): 双侧白肺。临床医师记录患儿呼吸支持方式, 有主要三种模式: 经鼻持续气道正压通气 (NCPAP)、同步间歇指令通气 (SIMV) 和 高频振荡通气 (HFOV)。

1.4 统计学分析 应用 SPSS 20.0 统计软件, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较行 *t* 检验或 χ^2 检验。使用肯德尔 tau-b 相关分析 LUS 评分、NRDS 分级之间的相关性。绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线评估 LUS 评分、肺部实变区域诊断、NRDS 分级、预测机械

通气的能力,获得诊断截断值,并计算曲线下面积(AUC)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿的临床资料 NRDS 组患儿平均年龄为 (2.87 ± 1.05) h,其中轻度 NRDS 25 例(20.8%)(图 1A、B),中度 NRDS 59 例(49.1%)(图 1C、D),重度 NRDS 36 例(30.0%)(图 1E、F)。89 例(74.2%) NRDS 患儿接受了 NCPAP 治疗,31 例(34.8%)接受了插管机械通气治疗。对照组患儿平均年龄为 (3.84 ± 0.75) h。

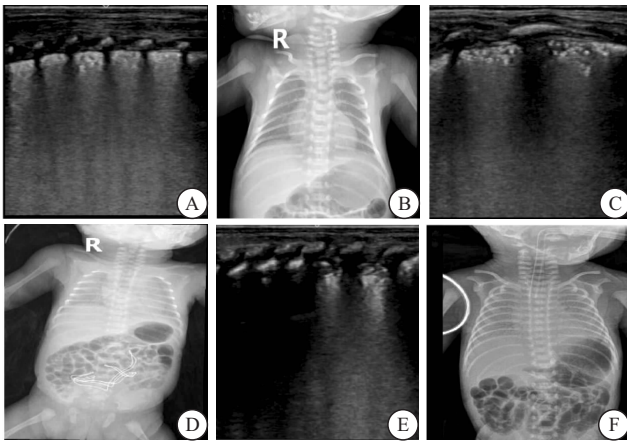


图 1 NRDS 不同程度超声图和 X 线图

Figure 1 Ultrasonography and X-ray diagram of different degrees of NRDS

2.2 NRDS 肺超声征象 NRDS 患儿出现胸膜线异常、双侧白肺和肺实变。25 例轻度 NRDS 患儿中,16 例可见肺实变伴空气支气管影,主要位于胸膜下区域。36 例重度 NRDS 患儿中,肺实变向其他区域扩展,甚至累及肺深层组织,并且空气支气管影更明显。15 例出现胸腔积液,20 例重度 NRDS 患儿出现肺搏动。

2.3 LUS 评分与 NRDS 分级相关性 LUS 评分、肺实变面积均与 NRDS 分级有显著相关性(均 $P < 0.05$)。NRDS 患儿的 LUS 评分高于对照组 [(25.16 ± 3.49) vs (15.06 ± 2.28) , $P < 0.05$]。在 NRDS 的患儿中,LUS 评分随着 NRDS 严重程度的增加而增加 [(20.85 ± 0.61) vs (23.66 ± 1.63) vs (29.16 ± 1.51) ,均 $P < 0.05$]。对照组无肺实变区,而 NRDS 组有 (1.7 ± 1.2) 个肺实变区($P < 0.05$)。肺实变区的数量也随着 NRDS 严重程度的增加而增加 [(0.32 ± 0.29) vs (1.73 ± 0.65) vs (4.16 ± 0.69) ,均 $P < 0.05$]。轻度 NRDS 和对照组肺实变区比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.4 两组的 LUS 评分、肺实变面积的 ROC 曲线分析 LUS 评分临界值为 19.2 时,敏感性 94.2%,特异

性 99% (AUC: 0.928; 95% CI: 0.887~0.970) 鉴别 NRDS 的约登指数和 AUC 均最大,见图 2A。肺实变面积临界值为 0.2 时,敏感性 83.3%,特异性 100% (AUC: 0.917; 95% CI: 0.876~0.958) 鉴别 NRDS 的约登指数和 AUC 均最大,见图 2B。

2.5 重度 NRDS 与轻、中度 NRDS 的 LUS 评分、肺实变面积的 ROC 曲线分析 LUS 评分临界值为 25.5 时,敏感性 91.7%,特异性 97.5% (AUC: 0.993; 95% CI: 0.984~1.000) 鉴别重度 NRDS 的约登指数和 AUC 均最大,见图 3A。肺实变面积临界值为 1.0 时,敏感性 97.3%,特异性 96.3% (AUC: 0.980; 95% CI: 0.947~1.000) 鉴别重度 NRDS 的约登指数和 AUC 均最大,见图 3B。

2.6 NRDS 应用机械通气的 LUS 评分、肺实变面积的 ROC 曲线分析 LUS 评分临界值为 27.5 时,敏感性 83.9%,特异性 97.6% (AUC: 0.955; 95% CI: 0.915~0.995) 鉴别 NRDS 应用机械通气的约登指数和 AUC 均最大,见图 4A。肺实变面积临界值为 3.05 时,敏感性 96.9%,特异性 98.2% (AUC: 0.972; 95% CI: 0.928~1.000) 鉴别 NRDS 应用机械通气的约登指数和 AUC 均最大,见图 4B。

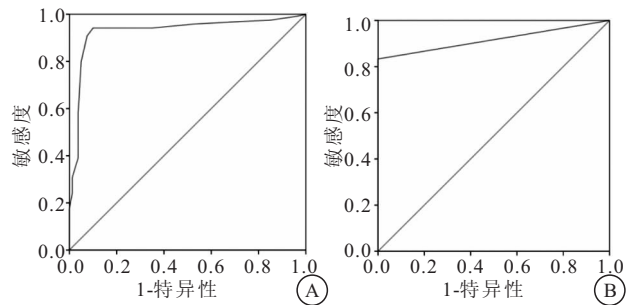


图 2 LUS 评分、肺实变面积鉴别 NRDS 的 ROC 曲线分析

Figure 2 ROC curve analysis of LUS score and lung consolidation area to identify NRDS

注: A. LUS 评分; B. 肺实变面积。

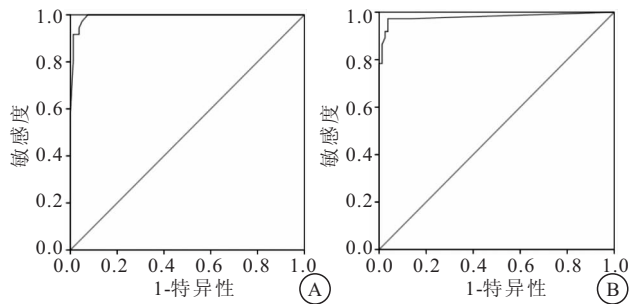


图 3 LUS 评分、肺实变面积鉴别重症 NRDS 的 ROC 曲线分析

Figure 3 ROC curve analysis of LUS score and lung consolidation area in distinguishing severe NRDS

注: A. LUS 评分; B. 肺实变面积。

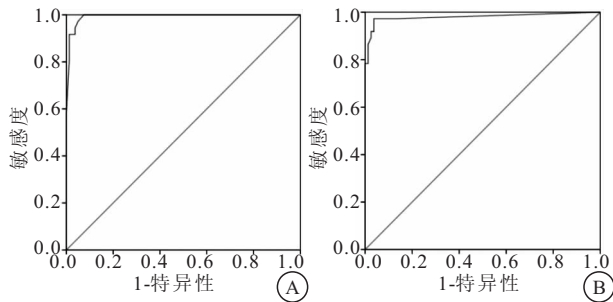


图 4 LUS 评分、肺实变面积鉴别 NRDS 机械通气的 ROC 曲线分析
Figure 4 ROC curve analysis of LUS score and lung consolidation area to identify NRDS mechanical ventilation

注:A. LUS 评分;B. 肺实变面积。

3 讨论

目前对 LUS 是否可以用来诊断新生儿 NRDS 的分级还存在争议。因此,本研究旨在研究 LUS 评分在评估新生儿 NRDS 分级中的作用。超声波遇到气体可发生反射,长期以来,超声被认为是无法检查正常充满气体的肺组织的,因此肺部检查是超声诊断的禁区^[13-17]。但近年来,由于技术的进步,肺部超声在新生儿重症监护领域得到迅速发展:一方面,新生儿胸壁较薄,有利于超声波声束的穿透,图像清晰;另一方面,当肺组织受到损伤时,肺内含气量下降,炎性渗出物增加,肺实质中空气和液体之间平衡发生变化,而这种变化决定了声学模式的相应变化,超声很容易检测到这种变化。B 线是可以被 LUS 检测到的一条带有彗星尾的伪像,自胸膜线发出,通常与肺通气的减少和肺水肿的增加相关^[18-22]。如果肺水肿严重,肺通气少,B 线也会相应增加。因此,我们能够通过计算 B 线的数量来评估肺水肿、血管外肺水和肺通气面积的变化。Anile 等^[16]研究表明,存在 3 个以上 B 线阳性肺象限在识别血管外肺水、氧和情况评价具有重要意义。

NRDS 的主要病理特点是肺毛细血管弥漫性病变和通透性增加,主要病理变化包括肺水肿、肺不张和透明膜的形成,与正常新生儿的肺相比,NRDS 新生儿血管外肺水更多,气体更少。Brat 等^[8]研究表明,LUS 评分可用于预测 NRDS 新生儿对表面活性剂的需求。但是,目前还很少有研究探讨如何使用 LUS 预测新生儿 NRDS 的分级。NRDS 的主要肺部超声特征包括肺实变及支气管充气征(雪花征)、胸膜线异常、肺泡-间质综合征及弥漫性白肺(磨玻璃征)^[22-24]。LUS 对新生儿 NRDS 的诊断具有很高的敏感性和特异性。除了肺实变,其他异常也可以在新生儿暂时性呼吸急促中发现。因此,新生儿 NRDS 最重要特征是肺实变。本研究 LUS 采用 12 区分法,以预测 NRDS

的分级和机械通气的使用。在本研究中,轻度 NRDS 的 LUS 评分与对照组的 LUS 评分比较差异无统计学意义。本研究结果还表明,中度和重度 NRDS 的 LUS 评分明显高于轻度 NRDS。本研究发现轻度 NRDS 患儿的肺实变区仅限于胸膜下区域。中度和重度 NRDS 患儿肺实变区面积较大,而其他无实变的肺则为白肺或肺泡-间质综合征。NRDS 各分级之间的主要差异是肺实变面积。

LUS 不仅能评估 NRDS 的严重程度,还能预测 NRDS 患儿的进展情况。Rodriguez-Fanjul 等^[19]研究表明,LUS 评分和肺实变区域可以预测机械通气的使用。Tenza-Lozano 等^[20]研究表明,LUS 可用于预测机械通气的撤机。本研究中,中度和重度 NRDS 患儿肺实变区面积较轻度 NRDS 大。因此,我们通过 LUS 评分能预测中度和重度 NRDS 患儿的进展情况。

本研究也有一些局限性。首先,本研究是回顾性研究,可能会造成研究结果的偏差;其次,未对采集超声图像人员之间的一致性进行分析;第三,本研究样本量不够大,期待今后大样本临床研究为 NRDS 分级诊断提供更多数据。

4 结论

LUS 评分和肺实变区可以鉴别诊断 NRDS 与非 NRDS,用于 NRDS 的分级,预测机械通气,对患儿的治疗监测提供重要信息和依据。

【参考文献】

- [1] 代苗英,李少兵,胡金绘,等. 不同胎龄新生儿呼吸窘迫综合征高危因素及临床分析[J]. 临床儿科杂志,2014,32(7):644-648.
- [2] SWEET D G, CARNIELLI V, GREISEN G, *et al*. European consensus guidelines on the management of neonatal respiratory distress syndrome in preterm infants—2013 update[J]. *Neonatology*, 2013,103(4):353-68.
- [3] 高敏,朱影,叶玉兰. 不同胎龄新生儿呼吸窘迫综合征的临床分析[J]. 中国妇幼保健,2018,33(7):1545-1548.
- [4] 孙国强,曾津津,彭芸. 实用儿科放射诊断学[J]. 第 2 版,北京:人民军医出版社,2011:305-306.
- [5] LIU J, CAO H Y, FU W. Lung ultrasonography to diagnose meconium aspiration syndrome of the newborn[J]. *J Int Med Res*, 2016,44(6):1534-1542.
- [6] TENZA-LOZANO E, LLAMAS-ALVAREZ A, JAIMEZ-NAVARRO E, *et al*. Lung and diaphragm ultrasound as predictors of success in weaning from mechanical ventilation. *Crit Ultrasound [J]*. 2018,10(1):12. doi: 10.1186/s13089-018-0094-3.
- [7] ANILE A, RUSSO J, CASTIGLIONE G, *et al*. A simplified lung ultrasound approach to detect increased extravascular lung water in critically ill patients[J]. *Crit Ultrasound J*, 2017,9(1):13. doi: 10.1186/s13089-017-0068-x.
- [8] BRAT R, YOUSEF N, KLIFA R, *et al*. Lung Ultrasonography Score to Evaluate Oxygenation and Surfactant Need in Neonates

- Treated With Continuous Positive Airway Pressure[J]. *JAMA Pediatr*, 2015,169(8):e151797. doi: 10.1001/jamapediatrics.
- [9] LOUIS D, BELEN K, FAROOQUI M, *et al*. Prone versus supine position for lung ultrasound inneonates with respiratory distress[J]. *Am J Perinatol*, 2019. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1695776>.
- [10] VARDAR G, N KARADAG, G KARATEKIN. The Role of Lung Ultrasound as an Early Diagnostic Tool for Need of Surfactant Therapy in Preterm Infants with Respiratory Distress Syndrome[J]. *Am J Perinatol*, 2021, 38(14):1547-1556.
- [11] RAIMONDI F, YOUSEF N, MIGLIARO F, *et al*. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications[J]. *Pediatr Res*, 2021, 90(3):524-531. doi: 10.1038/s41390-018-0114-9.
- [12] 邵肖梅,叶鸿瑁,丘小油.实用新生儿学[J].第4版,人民卫生出版社,2011:396-398.
- [13] GUO B B, WANG K K, XIE L, *et al*. Comprehensive Quantitative Assessment of Lung Liquid Clearance by Lung Ultrasound Score in Neonates with No Lung Disease during the First 24 Hours[J]. *Biomed Res Int*, 2020,2020:6598348. doi: 10.1155/2020/6598348.
- [14] ELSAYED Y N, HINTON M, GRAHAM R, *et al*. Lung ultrasound predicts histological lung injury in a neonatal model of acute respiratory distress syndrome[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(11):2913-2923. doi: 10.1002/ppul.24993.
- [15] 刘敬.肺脏超声诊断新生儿呼吸窘迫综合征[J].中华实用儿科临床杂志,2014,29(18):1438-1440.
- [16] ANILE A, RUSSO J, CASTIGLIONE G, *et al*. A simplified lung ultrasound approach to detect increased extravascular lung water in critically ill patients[J]. *Crit Ultrasound J*, 2017, 9(1):13. doi: 10.1186/s13089-017-0068-x.
- [17] CORSINI I, PARRI N, GOZZINI E, *et al*. Lung Ultrasound for the Differential Diagnosis of Respiratory Distress in Neonates [J]. *Neonatology*, 2019, 115(1):77-84. doi: 10.1159/000493001.
- [18] MONGODI S, BOUHEMAD B, ORLANDO A, *et al*. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration[J]. *Ultraschall Med*, 2017, 38(5):530-537. doi: 10.1055/s-0042-120260.
- [19] RODRIGUEZ-FANJUL J, BALCELLS C, ALDECOA-BILBAO V, *et al*. Lung Ultrasound as a Predictor of Mechanical Ventilation in Neonates Older than 32 Weeks[J]. *Neonatology*, 2016, 110(3):198-203. doi: 10.1159/000445932.
- [20] TENZA-LOZANO E, LLAMAS-ALVAREZ A, JAIMEZ-NAVARRO E, *et al*. Lung and diaphragm ultrasound as predictors of success in weaning from mechanical ventilation[J]. *Crit Ultrasound J*, 2018, 10(1):12. doi: 10.1186/s13089-018-0094-3.
- [21] SZYMAŃSKI P, KRUCZEK P, HOŻEJOWSKI R, *et al*. Modified lung ultrasound score predicts ventilation requirements in neonatal respiratory distress syndrome [J]. *BMC Pediatrics*, 2021, 21:17. doi:10.1186/s12887-020-02485-z.
- [22] BIAGI C, PIERANTONI L, BALDAZZI M, *et al*. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children with acute bronchiolitis. *Biagieta* [J]. *BMCPulmonaryMedicine*, 2018, 18:191. doi:10.1186/s12890-018-0750-1.
- [23] GREGORIO-HERNÁNDEZ R, ARRIAGA-REDONDO M, PÉREZ-PÉREZ A, *et al*. Lung ultrasound in preterm infants with respiratory distress: experience in a neonatal intensive care unit[J]. *European Journal of Pediatrics*, 2020, 179(1):81-89.
- [24] YIGIT S, OĞUZ B, CELIK T, *et al*. Accuracy of lung ultrasonography in the diagnosis of respiratory distress syndrome in newborns[J]. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 2019, 4:281-286.

(收稿日期: 2021-01-09; 修回日期: 2023-02-25; 编辑: 黎仕娟)