

# 肺部超声评分在儿科疾病诊断中的应用进展

方晓慧 张金萍

**摘要** 近年来超声对肺部病变的诊断及鉴别诊断价值逐渐受到临床重视,肺部超声替代儿科胸部 X 线是一种安全可行的方案。目前有关肺部超声评分在儿科疾病中的研究逐步开展,本文总结了儿童肺部超声相关影像学特点,并就肺部超声评分在儿科肺部疾病中的应用进展进行综述。

**关键词** 超声检查,肺;超声评分;儿童

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Application progress of lung ultrasound scoring in the diagnosis of pediatric diseases

FANG Xiaohui, ZHANG Jinping

Department of Pediatrics, Shanghai Jiao Tong University Affiliated Sixth People's Hospital, Shanghai 200233, China

**ABSTRACT** The diagnosis and differential diagnosis of ultrasound on pulmonary lesions is gradually being paid attention to clinically, and the lung ultrasound is a safe and feasible alternative to pediatric chest X-ray. In recent years, the research on lung ultrasound scoring in pediatrics is being carried out gradually. This paper summarizes the imaging characteristics of lung ultrasound scoring in pediatrics, and reviews its application and progress in pediatric lung diseases.

**KEY WORDS** Ultrasonography, lung; Ultrasound scoring; Pediatric

随着超声技术的发展,其对肺部病变的诊断及鉴别诊断价值逐渐受到临床重视。儿童具有胸壁薄、胸廓小等解剖学特点,利于超声成像,研究<sup>[1-2]</sup>表明肺部超声可准确诊断新生儿多种肺部疾病及儿童肺炎等,且具有无辐射、简便、可动态观察及重复性强等优势,有望替代儿科胸部 X 线检查,是一种安全可行的检查方法。目前已有多种肺部超声评分(lung ultrasound scoring, LUS)用于定量评估肺部疾病。近年来,国内外有关儿童肺部超声定量评估的研究正在逐步开展,本文就 LUS 在儿童肺部疾病中的应用及其进展进行综述,旨在促进超声在儿童肺部超声半定量评估领域中的应用。

### 一、儿童 LUS 相关影像学特点

LUS 自 2015 年起源于法国,随后 Rouby 等<sup>[3]</sup>首次对这种评分方法进行了详细介绍,提出将双肺分为 12 个区,肺部失气程度分为 0~3 级,并将每个肺区选择通气最差值相加累积作为总分。但不论成人还是儿童,目前 LUS 标准均未得到统一,主要体现在肺部病变分级和肺部分区的选择两个方面,当病变分级和分区定义不同时,其总分常发生变化。

1. 肺部病变分级:①目前关于 LUS 0 分的标准相对统一,研究者大多将正常肺部超声图像特征,即出现肺滑动征和 A 线记

为 0 分。健康儿童的肺部超声表现与成人基本相同,但由于出生 3~7 d 的新生儿可出现少量 B 线<sup>[4]</sup>,故将 B 线数量 < 3 条也记为 0 分。②1 分和 2 分,即中度和重度肺组织失气,其标准在不同研究中表述差异较大。在肺部超声的发展中, B 线有着举足轻重的地位,围绕 B 线延伸出许多概念和术语,是 LUS 的基础。随着病变程度加重,儿童肺部超声表现为 B 线、融合 B 线、肺泡-间质综合征、致密 B 线及白肺<sup>[5-6]</sup>。不同研究对 B 线的分类存在差异且主观性较强,有研究中还将“碎片征”纳入评分体系,更丰富了分级的多元性。③3 分的标准也较统一,即肺实变或肺实变合并胸腔积液,儿童与成人的超声表现相同<sup>[4-6]</sup>。

2. 肺部分区:按照国内外儿童肺部超声指南及专家建议,通常以腋前线、腋后线及两乳头连线为界,将双侧肺脏分为 12 个肺区,每侧 6 个肺区。在十二分区的基础上合并部分区域衍生出六分区法、十分区法,以及增加肺底区衍生出十四分区法<sup>[4-5]</sup>。

### 二、LUS 在儿科肺部疾病中的应用

1. 新生儿暂时性呼吸增快(transient tachypnea of newborn, TTN):为发生在晚期早产儿和足月儿的一种良性自限性疾病,也称湿肺。研究<sup>[7]</sup>显示肺部超声诊断 TTN 的敏感性和特异性

基金项目:上海市卫生健康委先进适宜技术推广项目(2019SY051)

作者单位:200233 上海市,上海交通大学附属第六人民医院儿科

通讯作者:张金萍, Email: zhang-jin-ping@163.com

分别为 67% 和 97%。TTN 的发病机制与肺液清除有关, LUS 可反映肺水含量。Li 等<sup>[8]</sup>研究发现 TTN 患儿生后第 1 天的 LUS 分数最高, 随后逐渐下降, 生后第 1、2 天的 LUS 分数显著高于健康新生儿 (均  $P < 0.05$ ), 生后第 3 天的 LUS 分数与健康新生儿比较差异无统计学意义 ( $P = 0.065$ ); 且 TTN 患儿生后第 1、2 天的 LUS 分数差值与健康新生儿比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ); TTN 患儿 LUS 分数与呼吸窘迫的严重性呈正相关 ( $r = 0.494, P < 0.05$ ), 表明应用 LUS 可较好地反映 TTN 患儿呼吸状态, 有助于临床监测病情变化。TTN 所致的呼吸窘迫常发生在生后不久, 是最常见的围生期呼吸异常。多种疾病均可表现为生后早期出现呼吸急促, 其中新生儿呼吸窘迫综合征 (respiratory distress syndrome, RDS) 与重症 TTN 临床表现极相似, 不易鉴别。研究<sup>[9]</sup>发现 RDS 患儿的 LUS 分数高于 TTN 患儿, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), LUS 鉴别诊断 RDS 与 TTN 的敏感性为 74.44%, 特异性为 88.89%。

2. RDS: 是一种由于肺表面活性物质 (pulmonary surfactant, PS) 缺乏所致的疾病, 多见于早产儿和择期剖宫产新生儿, 是新生儿死亡的主要原因之一。PS 的应用大大改善了 RDS 患儿的预后。RDS 的诊断通常依据病史、临床表现及胸部 X 线变化。其胸部 X 线表现为毛玻璃样改变、支气管充气征、白肺等, 并按照病情程度分为 4 级, 对指导该病的治疗和预测预后具有重要的意义。但该方法存在放射性损伤, 临床应用受限。超声操作简便、安全且便于动态监测病情及判断预后。江秋霞等<sup>[10]</sup>应用十四分区法 LUS 评估 RDS 患儿 PS 治疗的疗效, 结果发现 PS 治疗后 12 h 的肺部超声与胸部 X 线表现的改善程度相似, 而六分区法、十分区法、十二分区法 LUS 与胸部 X 线表现的改善存在分离现象。肖燕等<sup>[11]</sup>发现 RDS 组 LUS 分数与正常对照组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), LUS 预测 RDS 预后不良的准确率为 82.76%。目前 PS 已成为 RDS 患儿的首选常规治疗方法, LUS 在给药时机和给药次数的判定中具有重要的指导价值。一项随机、非盲临床试验<sup>[12]</sup>表明, LUS 较吸入氧浓度可以更早期地提示早产 RDS 患儿对 PS 的需求。还有研究<sup>[13]</sup>认为 LUS 可以判断 RDS 早产儿是否需要二次使用 PS 治疗, 其预测首次治疗和二次治疗的准确率分别为 89% 和 72%。近年来临床倡导无创呼吸支持治疗 RDS, 对严重 RDS 或无创呼吸支持治疗疗效不理想者再行机械通气。Szymański 等<sup>[14]</sup>提出改良 LUS, 即五级评分法 (0~4 分), RDS 患儿生后 24 h 内的 LUS 分数可以预测生后第 3 天是否需进行有创机械通气治疗, 受试者工作特征 (ROC) 曲线的曲线下面积 (AUC) 为 0.845, 并认为后肺的 LUS 占主要因素。

3. 新生儿肺炎: 可发生在产前、产时或产后, 常由细菌、病毒、衣原体、支原体等引起。新生儿肺炎临床表现和早期胸部 X 线表现并不典型, 与 RDS 极相似, 临床易漏、误诊。LUS 可为新生儿肺炎的诊断及病情严重程度的评估提供可靠的影像学依据。江秋霞等<sup>[15]</sup>研究发现 LUS 与二氧化碳分压、血氧饱和度、氧分压、pH 值均相关 ( $r = 0.661, -0.77, -0.85, -0.55$ , 均  $P < 0.05$ )。胡安辉等<sup>[16]</sup>研究发现新生儿肺炎患儿的 LUS 与氧合指数、新生儿危重评分均呈正相关 ( $r = 0.775, 0.815$ , 均  $P < 0.05$ ), LUS 联合血

清除钙素原水平预测呼吸衰竭的 AUC 为 0.908, 血清降钙素原水平与 LUS 在判断新生儿肺炎病情程度中存在相关性, 二者联合可以提高预测患儿合并呼吸衰竭及发展至危重症的效能。

4. 新生儿支气管肺发育不良 (bronchopulmonary dysplasia, BPD): 是早产儿尤其是极早产儿、极低出生体质量儿最常见、最严重的呼吸系统疾病。目前有关 BPD 的概念存在不同的观点, 故统一其诊断标准具有重要的意义。LUS 为 BPD 的影像学检查研究提供了新方向。研究<sup>[17]</sup>发现未发生 BPD 的极低出生体质量儿 LUS 分数在生后 1 周逐渐下降, 发生 BPD 的极低出生体质量儿 LUS 分数直到矫正胎龄 36 周时仍较高, 而生后 4 周的 LUS 分数区分轻度与中重度 BPD 的敏感性为 100%, 特异性 78.1%, 认为生后进行早期 LUS 有助于 BPD 诊断。高淑强等<sup>[18]</sup>等回顾性分析了极早产儿或极低出生体质量儿入院后动态床旁肺部超声特征及 LUS 变化, 发现生后 3 d 内出现肺泡-间质综合征和生后 28 d 出现“碎片征”联合 LUS 预测 BPD 的敏感性、特异性和 AUC 分别为 81.25%、63.27%、0.85, 肺部超声可以提高预测早产儿 BPD 的效能。Liu 等<sup>[19]</sup>比较了不同肺部分区法 LUS 不同时间点对 BPD 的预测价值, 认为最佳预测时间为生后第 9 天和第 15 天, 应用十二分区法、十分区法、六分区法 LUS 在生后第 9 天和 15 天的 AUC 分别为 0.836 和 0.833、0.826 和 0.835、0.757 和 0.743。此外, BPD 是 RDS 较常见且最严重的合并症之一, LUS 有助于预测 RDS 患儿是否合并 BPD。卫晶丽等<sup>[20]</sup>研究表明 RDS 患儿出生后 2 d 内 LUS 分数以 37 分为截断值, 其预测 RDS 合并 BPD 的敏感性为 78%、特异性为 89%, AUC 为 0.832。Raimondi 等<sup>[21]</sup>研究认为胎龄 25~30 周的 RDS 早产儿生后第 7 天的 LUS 预测 BPD 的 AUC 为 0.82。目前尚无疗效显著的治疗 BPD 的方法, 由于 BPD 患儿对吸氧或呼吸机依赖, 病情改善时应及时调低各项参数, 尽早撤离呼吸机。研究<sup>[22]</sup>表明 LUS 对新生儿撤机时机的选择具有一定的指导价值, 成功从控制通气模式转换为同步间歇指令通气模式 (SIMV) 组和从 SIMV 模式直接撤机组的 LUS 分数均显著低于撤机失败组, 分别以  $\leq 14$  分和  $\leq 6$  分为截断值, 其敏感性、特异性分别为 85.0%、100% 和 87.5%、100%。

5. 社区获得性肺炎 (community acquired pneumonia, CAP): 是儿童的主要常见病, 多见于婴幼儿, 是婴儿时期主要死亡原因之一。一项 Meta 分析<sup>[23]</sup>结果显示肺部超声诊断儿童肺炎的敏感性为 98%, 特异性为 92%。目前, 肺部超声对儿童 CAP 的诊断价值不断得到验证。但婴幼儿 CAP 的 LUS 相关研究较新生儿及成人少。有学者<sup>[24]</sup>尝试对初诊为 CAP 患儿在入院 48 h 内行肺部超声检查, 结果表明 LUS 预测重症肺炎的 AUC 为 0.71, 其敏感性、特异性分别为 54.5%、84.6%。

6. 重症机械通气撤机: 机械通气是救治重症患儿的重要方式, 但长时间的机械通气易导致呼吸机相关肺炎等严重并发症。为改善患儿预后, 尽早撤离呼吸机是简单有效的预防手段, 撤机时间的选择是临床工作中的难点。目前对需要机械通气的患儿通常采用呼吸氧合指标评估其撤机条件, 但这并未明显缩短重症患儿的置管时间, 同时存在较高的撤机失败率。张雯澜等<sup>[25]</sup>和李慧莲等<sup>[26]</sup>对计划机械通气撤机前的患儿实施床

旁肺部超声检查,同时计算患儿浅快呼吸指数和氧合指数,均认为 LUS 分数 $\geq 16$ 分是预测撤机失败发生的截断值,且预测效能显著优于浅快呼吸指数和氧合指数。

### 三、总结与展望

近年来,由于肺部超声具有无创、便于动态观察、易于学习等优势逐渐受到临床医师重视,尤其是无辐射这一特点使其可以更好地应用于儿科领域,在诊断成人及儿童肺炎、RDS 等疾病中的准确性和应用价值已经得到证实和肯定。目前 LUS 在儿科领域的研究逐步开展,尤其对新生儿 RDS 及 BPD 的研究较多。但部分学者发现 LUS 不能准确评估肺部疾病的严重程度,甚至引起极大的偏差。刘敬<sup>[27]</sup>认为 LUS 并不适用于气胸、肺出血等疾病的诊断,其对不同类型 B 线的评分不合理,且未明确诊断标准,忽视了 B 线分布差异对结果的影响。同时,探头频率、谐波成像、超声仪器对 LUS 结果也存在影响。然而,一项多中心、前瞻性和教育性研究<sup>[3]</sup>显示,对重症加强护理病房和急诊医师培训 LUS 的基本操作后,其对患者的评估能力与超声专业医师的一致性高,可见规范化培训是统一 LUS 检查标准的重要方法。目前 LUS 用于儿科评估相关疾病严重程度和预后评估等方面的结论尚不明确,尤其对婴幼儿的相关研究较成人及新生儿少,LUS 能否对疾病严重程度等情况进行准确预测仍需不断深入研究。新型冠状病毒肺炎疫情也进一步推动了 LUS 的研究,应用人工智能技术进行 LUS 评估患者病情,有助于未来 LUS 在更多领域得到应用和拓展。

综上所述,LUS 在多种儿科肺部疾病的诊断、病情判断、治疗评估及预后预测中均有重要的价值,值得在临床中深入探索及推广应用。

### 参考文献

- [1] 刘玲,李树军,付素珍.超声检查在儿童肺部疾病领域的应用进展[J].新乡医学院学报,2019,36(6):596-600.
- [2] Corsini I, Parri N, Ficial B, et al. Lung ultrasound in the neonatal intensive care unit: review of the literature and future perspectives[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(7): 1550-1562.
- [3] 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.
- [4] 刘敬,冯星,胡才宝,等.新生儿肺脏疾病超声诊断指南[J].中国当代儿科杂志,2019,21(2):105-113.
- [5] Jaworska J, Komorowska-Piotrowska A, Pomiećko A, et al. consensus on the application of lung ultrasound in pneumonia and bronchiolitis in children[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2020, 10(11): 935.
- [6] 刘敬,胡才宝,叶瑞忠,等.感染性肺炎超声诊断专家建议[J].中华医学超声杂志(电子版),2020,17(3):244-250.
- [7] He L, Sun Y, Sheng W, et al. Diagnostic performance of lung ultrasound for transient tachypnea of the newborn: a Meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2021, 16(3): e0248827.
- [8] Li CS, Chu SM, Lien R, et al. Prospective investigation of serial ultrasound for transient tachypnea of the newborn[J]. *Pediatr Neonatol*, 2021, 62(1): 64-69.

- [9] 程元辉.肺部超声征象及肺超声评分对 NRDS 及新生儿湿肺患儿的临床诊断价值[J].中国妇幼保健,2021,36(2):449-451.
- [10] 江秋霞,吕国荣,李晓庆,等.肺部超声新评分法评估新生儿呼吸窘迫综合征肺泡表面活性物质的疗效[J].中国医学影像学杂志,2021,29(5):464-468.
- [11] 肖燕,闫媛媛,娄君鸽.肺超声评分在新生儿呼吸窘迫综合征的诊断及预后评估应用[J].临床肺科杂志,2021,26(3):361-365.
- [12] Rodriguez-Fanjul J, Jordan I, Balaguer M, et al. Early surfactant replacement guided by lung ultrasound in preterm newborns with RDS: the ULTRASURF randomised controlled trial[J]. *Eur J Pediatr*, 2020, 179(12): 1913-1920.
- [13] De Martino L, Yousef N, Ben-Ammar R, et al. Lung ultrasound score predicts surfactant need in extremely preterm neonates[J]. *Pediatrics*, 2018, 142(3): e20180463.
- [14] 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(1): 17.
- [15] 江秋霞,沈龙源,陈林君,等.肺部超声评分对新生儿肺炎的诊断价值[J].中外医学研究,2020,18(29):79-81.
- [16] 胡安辉,简敏,宗渝敏,等.肺部超声评分及血清 PCT 对新生儿感染性肺炎病情程度的评估价值[J].中华医院感染学杂志,2021,31(12):1802-1805.
- [17] Alonso-Ojembarrena A, Lubián-López SP. Lung ultrasound score as early predictor of bronchopulmonary dysplasia in very low birth weight infants[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2019, 54(9): 1404-1409.
- [18] 高淑强,肖甜甜,巨容,等.床旁肺部超声在早产儿发生支气管肺发育不良中的预测价值[J].中国循证医学杂志,2020,20(12):1385-1389.
- [19] Liu X, Lv X, Jin D, et al. Lung ultrasound predicts the development of bronchopulmonary dysplasia: a prospective observational diagnostic accuracy study[J]. *Eur J Pediatr*, 2021, 180(9): 2781-2789.
- [20] 卫晶丽,李敏,李娜,等.肺超声评分预测新生儿呼吸窘迫综合征合并支气管肺发育不良的临床价值[J].临床超声医学杂志,2021,23(1):45-48.
- [21] Raimondi F, Migliaro F, Corsini I, et al. Lung ultrasound score progress in neonatal respiratory distress syndrome [J]. *Pediatrics*, 2021, 147(4): e2020030528.
- [22] Eltomey M, Shehata AH, Nassar MAE, et al. Can lung ultrasound assist in the decision of weaning mechanically ventilated neonates? [J]. *Egypt J Radiol Nucl Med*, 2019, 50(1): 1-7.
- [23] 邓清月.肺部超声对儿童肺炎诊断价值的 meta 分析[D].重庆:重庆医科大学,2016.
- [24] 熊丽君,陈巧彬,林萌.肺部超声评分在儿童社区获得性肺炎的临床应用价值[J].福建医药杂志,2021,43(1):72-75.
- [25] 张雯澜,傅丽娟,王莹,等.床旁肺部超声评分对机械通气患儿撤机结局的预测价值[J].临床儿科杂志,2020,38(12):900-904.
- [26] 李慧莲,张方梅,张春云.肺部超声评分(LUS)指导重症患儿撤机时机的价值研究[J].影像研究与医学应用,2021,5(13):40-41.
- [27] 刘敬.对肺脏超声评分系统的几点思考[J].中国小儿急救医学,2019,14(8):561-564.

(收稿日期:2020-11-29)