

# 肺部超声在肺部危重症患者中的应用进展

钟 英(综述) 汪朝霞 王 冬(审校)

**摘 要** 目前临床上对肺部疾病的诊断主要依赖于胸部 X 线和 CT 检查,但对危重症患者实施搬运存在高风险,且 X 线和 CT 不能实时动态监测疾病的发展变化。随着超声诊断技术的发展,肺部这一超声“禁区”被逐渐打破,并被运用于临床诊疗中。本文就肺部超声在肺部危重症患者中的应用进展作一综述。

**关键词** 超声检查;肺部;危重症患者

[中图分类号] R563;R445.1

[文献标识码] A

## Progress in the application of lung ultrasound in critical patients

ZHONG Ying, WANG Zhaoxia, WANG Dong

Department of Ultrasound, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400014, China

**ABSTRACT** At present, the diagnosis of pulmonary diseases clinical mainly depends on the chest X-ray and CT. However, there is a high risk for the implementation of the handling of critical patients. Moreover, the X-ray and CT can not real-time monitor the progress and outcome of the lung lesions. With the development of ultrasound diagnostic techniques, the lung ultrasound “forbidden area” is gradually broken, and has been applied in clinical diagnosis and treatment. The application progress of lung ultrasound in emergency and severe cases were reviewed in this article.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Lung; Critical patients

由于肺泡内充满气体,以及受骨性胸廓的影响,超声对正常肺组织无法显像,然而在病理状态下,肺组织内气-液比例会发生改变。随着超声诊断技术的不断发展,其在肺部疾病诊断方面具有较高的敏感性和特异性,并逐渐被运用于成人和儿童多种肺部疾病的诊断,甚至认为可以替代胸部 CT 而常规用于急诊重症医学<sup>[1]</sup>。正常肺部超声基本声像图包括静态征象(胸膜线、A 线)和动态征象(肺滑、沙滩征)。本文就肺部超声在危重症患者中的应用进展作一综述。

### 一、肺部超声在气胸中的应用价值

气胸的主要声像图特点为:①平流层征;②无 B 线或彗尾征;③肺滑消失;④可见肺点。在超声实时监测下,肺滑消失及沙滩征被平流层征所取代。Husain 等<sup>[2]</sup>报道, B 线或彗尾征阴性预测值为 98.0%~100%, 肺滑的阴性预测值为 99.2%~100%, 可见 B 线或彗尾征及肺滑的存在能有效排除气胸的诊断。Volpicelli 等<sup>[3]</sup>报道提出,当肺滑及 B 线不存在时,出现肺搏动征也可视为排除气胸的征象,并予肺搏动征很高的评价。肺点对超声诊断气胸具有高度特异性, Lichtenstein 等<sup>[4]</sup>报道肺点诊断气胸的特异性为 100%, 敏感性为 66%。Volpicelli 等<sup>[5]</sup>通过肺部超声对气胸体积进行半定量研究, 结果发现肺点的位置可判断

气胸体积的大小,肺点位于腋中线表明 15%肺组织塌陷,并且肺点的侧向位置变化与气体体积相关。

超声已广泛运用于急救护理中,其对气胸诊断有较高的准确性。Alrajab 等<sup>[6]</sup>通过 Meta 分析肺部超声与胸部 X 线诊断气胸对比研究,结果得出超声诊断气胸的特异性和敏感性分别为 98.4%、78.6%,其特异性与胸部 X 线相似,但其敏感性明显高于胸部 X 线,表明超声对诊断气胸的准确性高于胸部 X 线。

### 二、肺部超声在胸腔积液中的应用价值

超声诊断胸腔积液是非常敏感的,尤其对少量液体,其敏感性优于放射学方法。Yousefifard 等<sup>[7]</sup>对肺部超声与胸部 X 线诊断胸腔积液的比较行 Meta 分析,结果发现两者特异性相近,但超声诊断胸腔积液的敏感性为 94.0%, 明显高于胸部 X 线,表明超声诊断胸腔积液较胸部 X 线更为敏感。Remerand 等<sup>[8]</sup>报道一种多平面超声测量胸腔积液体积的方法,可增加其定量评估的准确性。Bugalho 等<sup>[9]</sup>通过前瞻性研究观察肺部超声预测恶性胸腔积液的诊断价值,发现其诊断敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值及准确率分别为 80.3%、83.6%、82.8%、81.2%及 81.9%;同时还发现胸膜或横膈膜结节及支气管充气征消失是诊断恶性胸腔积液特征性表现,表明超声对恶性胸腔积液的诊

断准确率高,其声像图的形态特征有助于鉴别胸腔积液的良恶性。此外,超声可准确定位胸腔穿刺部位,减少操作失败及并发症,尤其对于重症加强护理病房内接受机械通气的患者,超声引导穿刺使之成为一项更简捷、安全的操作。

### 三、肺部超声在成人及新生儿呼吸窘迫综合征(respiratory distress syndrome, RDS)中的应用价值

成人 RDS 与新生儿 RDS 的肺部超声表现相似,主要表现为:①肺实变伴支气管充气征,彩色多普勒于肺实变区内可见血流信号;②胸膜线异常;③双肺弥漫性白肺或肺泡间质综合征;④A 线消失;⑤部分可见胸腔积液。其中,肺实变及支气管充气征的程度及范围与 RDS 的程度有关。Liu 等<sup>[10]</sup>报道发现新生儿 RDS 双肺呈现弥漫性白肺,肺实变区可仅限于胸膜下,呈小范围、局灶性。

### 四、肺部超声在肺炎中的应用价值

肺炎的主要超声表现为:①肺实变伴支气管充气征。超声可见肺组织呈边界不规则且范围较大的片状“肝样变”,彩色多普勒于实变区内可见条状血流信号;②B 线增多。肺通气缺失的程度决定 B 线的数量,并随呼吸运动而加强。肺通气差则可见大量 B 线融合呈弥漫性白肺;肺通气尚可,则见散在 B 线为肺泡间质综合征;③胸膜线异常;④严重者肺实变区周围肺滑动消失伴肺搏动征;⑤部分可见胸腔积液。部分肺炎患者声像图出现实变区内点状高回声呈动态变化,即动态支气管充气征,与支气管内气体随呼吸进出实变区所致,借此可与肺不张相鉴别。研究<sup>[11]</sup>报道,肺炎与新生儿 RDS 可通过 B 线数量、肺实变部位及范围进行鉴别,肺炎可见实变区范围较大且双肺不均匀分布的 B 线;而新生儿 RDS 多表现为双肺绝大多数区域的弥漫性白肺,可伴或不伴胸膜下小片状肺实变。张山红等<sup>[12]</sup>通过对比分析床旁超声与胸部 X 线诊断重症肺炎结果发现,超声诊断重症肺炎的敏感性、阴性预测值及准确率均优于 X 线,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),表明肺部超声是诊断重症肺炎的可靠方法。但目前肺部超声在肺炎中的应用仅限于辅助诊断,尚缺乏一种量化手段来评估肺炎的病情严重程度。

### 五、肺部超声在肺不张中的应用价值

肺不张的主要超声表现包括:①边界清楚且面积较大的肺实变区伴支气管充气征,彩色多普勒于实变区内可见彩色血流信号;②胸膜线异常;③A 线消失;④病灶周围可见肺泡间质综合征;⑤严重者存在明显的肺搏动征伴肺滑消失。肺搏动征是完全性肺不张早期动态征象。隐匿性肺不张表现为局限性肺实变伴点状支气管充气征,病变部位胸膜线异常及 A 线消失,非病变区声像图仍可正常,肺滑多仍存在,肺搏动征不明显。

近年来有学者已开始研究超声诊断肺不张的价值,结果表明具有较高的敏感性及准确性。Lichtenstein 等<sup>[13]</sup>发现动态支气管充气征可排除肺不张的诊断,其特异性为 94%,敏感性为 61%。Liu 等<sup>[14]</sup>应用肺部超声诊断新生儿肺不张,结果显示其敏感性为 100%,明显高于胸部 X 线,且超声表现为大面积边界清楚的肺实变征象。郑东等<sup>[15]</sup>应用超声诊断 67 例肺不张患者,并与 CT 对照分析,结果显示超声诊断一侧肺不张和肺叶肺不张的准确率为 94.64%,诊断肺段型肺不张的准确率为 54.55%,研

究表明超声诊断可作为肺不张筛查的首选诊断方法。

### 六、肺部超声在肺泡间质综合征中的应用价值

肺泡间质综合征的超声特点是在一个扫查切面内,存在垂直于胸膜线的 B 线且达 3 条以上。B 线数量的增多与肺泡间质综合征相关,特别是肺水肿前期的间质性肺水肿,可提示间质水肿增厚的程度。间质性肺水肿表现为一个扫描切面内 3 条以上间距约为 7 mm 的 B 线(称 B7 线),为增厚的胸膜下小叶间隔所引起;肺泡性肺水肿呈现 B 线间距  $\leq 3$  mm,称 B3 线,是胸膜下毛玻璃样病变所产生<sup>[16]</sup>。B 线数量取决于肺通气缺失的程度,并随呼吸运动而加强。弥漫性白肺是急性肺水肿早期超声特征性征象,实时监测 B 线可指导液体复苏治疗。

### 七、肺部超声在肺复张评估中的作用

肺部超声能对呼气末正压诱导肺复张情况进行实时评估,指导呼吸机参数设置及脱机,较胸部 X 线具有更高的敏感性和特异性,与 CT 检查结果具有较高的一致性<sup>[17]</sup>。Bouhemad 等<sup>[17]</sup>使用肺部超声对全肺复张状态进行评分,并且与 CT 定量评价肺复张的方法具有良好的相关性,推荐可每日使用胸部超声对肺复张进行评估,根据肺部不同区域的声像图表现可进行超声评分以量化肺部病变,并将肺通气的超声表现分为 4 级。Rode 等<sup>[18]</sup>通过比较肺压力-容积曲线与超声在指导急性 RDS 肺复张的作用发现,后者明显优于前者。安曙光等<sup>[19]</sup>应用床旁超声对 30 例急性 RDS 患者进行肺复张评估,结果显示超声评分与氧合指数诊断具有较好的一致性( $K = 0.475$ ),肺含气评分与肺压力-容积曲线具有良好的相关性( $r = 0.82$ ),表明超声在急性 RDS 患者肺复张检测中的准确性高。李莲花等<sup>[20]</sup>通过肺部超声评分对 62 例急性 RDS 患者评估病情严重程度及预后,结果发现肺部超声评分对轻度急性 RDS 的预测值为 7 分,中度急性 RDS 的预测值为 11 分,重度急性 RDS 的预测值为 18 分,评分 19 分以上患者死亡率高。因此,超声能有效评价肺复张效应,可作为危重症患者不宜进行胸部放射学检查的替代方法。但超声评分目前多用于成人急性肺损伤及急性 RDS,在儿童肺部疾病尚未见报道。

### 八、肺部超声在肺栓塞中的应用价值

肺部超声可用于辅助诊断肺栓塞,尤其针对无法进行增强 CT 检查的患者极有意义。肺血管造影是诊断肺栓塞的金标准,然而部分患者如生命体征不稳定者、严重肾功能不全者、造影剂过敏者及孕妇则禁用。超声检查简便、无创伤、无绝对禁忌证,可用于肺血管造影禁忌患者。周围型肺栓塞超声表现为胸膜下多个楔形团状低回声,基底朝向胸膜,尖端指向肺门,也可能表现为三角形或圆形低回声,可伴局部或肺底胸腔积液,彩色多普勒提示病变区内无血流信号,可与其他疾病所致肺实变相鉴别。Squizzato 等<sup>[21]</sup>对肺部超声诊断肺栓塞的准确性行 Meta 分析,结果得出肺部超声诊断肺栓塞的敏感性为 87.0%,特异性为 81.8%。Mostafa 等<sup>[22]</sup>对胸部超声加速急性肺栓塞患者溶栓行 Meta 分析,结果发现胸部超声溶栓的出血率为 2.3%,较系统溶栓出血率明显减低,表明对大面积及亚大面积肺栓塞患者,胸部超声加速溶栓是一种安全有效的方法,较系统溶栓的出血率低。基于以上数据,肺部超声虽不作为诊断肺栓塞的首选方法,

但当肺血管造影被禁用时可作为一种可靠选择。

### 九、其他

肺部超声可监测膈肌功能状态,能及早发现膈肌功能障碍。Vivier 等<sup>[23]</sup>对无创通气患者经超声评估膈肌运动,发现吸气及呼气末膈肌厚度对评价膈肌运动功能有重要意义。何伟和许媛<sup>[24]</sup>将超声探头置于肋缘下右侧锁骨中线与右侧腋前线中点以 M 型超声测定,以及探头置于右侧腋前线分别以 M 型和 B 型超声测定膈肌运动幅度,通过 3 种超声方法检测膈肌运动状态的实用性和可重复性,研究发现超声测量右侧膈肌运动有较高的可操作性及可重复性,且以右侧锁骨中线肋缘下以 M 型超声记录随呼吸活动的膈肌运动幅度的可重复性最好。

### 十、肺部超声的局限性

虽然目前已有较多研究表明肺部超声具有较高的准确性及敏感性,但仍存在一定局限性:①超声易受肺内气体的干扰,无法显示含气良好的肺组织;②由于受骨性胸廓及肩胛骨的影响,超声扫查结果难以提供肺的整体结构;③对病变所在位置以分叶、分段准确定位难度大;④对操作人员具有依赖性,若操作人员缺乏训练或者经验不足,则难以保证诊断的准确性。

综上所述,肺部超声具有可床旁、可重复性及实时动态观察患者病情变化的优点,与传统放射学检查方法相比,无辐射、费用低,尤其适用于不宜搬动的危重症患者。因此,肺部超声在肺部危重症患者中具有较好的应用前景,可作为常规检查方法。

### 参考文献

- [1] Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38(4): 577-591.
- [2] Husain LF, Hagopian L, Wayman D, et al. Sonographic diagnosis of pneumothorax [J]. *J Emerg Trauma Shock*, 2012, 5(1): 76-81.
- [3] Volpicelli G, Boero E, Stefanone V, et al. Unusual new signs of pneumothorax at lung ultrasound [J]. *Crit Ultrasound J*, 2013, 5(1): 10.
- [4] Lichtenstein Daniel A, Meziere Gilbert, Lascols Nathalie, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax [J]. *Crit Care Med*, 2005, 33(6): 1231-1238.
- [5] Volpicelli G, Boero E, Sverzellati N, et al. Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound [J]. *Intensive Care Med*, 2014, 40(10): 1460-1467.
- [6] Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, et al. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2013, 17(5): 208.
- [7] Youseffard M, Baikpour M, Ghelichkhani P, et al. Screening performance characteristic of ultrasonography and radiography in detection of pleural effusion: a Meta-analysis [J]. *Emerg (Tehran)*, 2016, 4(1): 1-10.
- [8] Remerand F, Dellamonica J, Mao Z, et al. Multiplane ultrasound approach to quantify pleural effusion at the bedside [J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36(4): 656-664.
- [9] Bugalho A, Ferreira D, Dias SS, et al. The diagnostic value of transthoracic ultrasonographic features in predicting malignancy in undiagnosed pleural effusions: a prospective observational study [J]. *Respiration*, 2014, 87(4): 270-278.
- [10] Liu J, Cao HY, Wang HW, et al. The role of lung ultrasound in diagnosis of respiratory distress syndrome in newborn infants [J]. *Iran J Pediatr*, 2015, 25(1): 323.
- [11] 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.
- [12] 张山红, 张洪波, 刘笑雷, 等. 床旁超声和胸部 X 线检查在重症肺炎诊断中的临床对比观察 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2014, 23(12): 1366-1370.
- [13] Lichtenstein D, Meziere G, Seitz J. The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis [J]. *Chest*, 2009, 135(6): 1421-1425.
- [14] Liu J, Chen SW, Liu F, et al. The diagnosis of neonatal pulmonary atelectasis using lung ultrasonography [J]. *Chest*, 2015, 147(4): 1013-1019.
- [15] 郑东, 李俊峰, 刘洪, 等. B 型超声对肺不张诊断价值探讨 [J]. *华西医学*, 2010, 25(7): 1300-1302.
- [16] Luecke T, Corradi F, Pelosi P. Lung imaging for titration of mechanical ventilation [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2012, 25(2): 131-140.
- [17] Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, et al. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 183(3): 341-347.
- [18] Rode B, Vucic M, Siranovic M, et al. Positive end-expiratory pressure lung recruitment: comparison between lower inflection point and ultrasound assessment [J]. *Wien Klin Wochenschr*, 2012, 124(23-24): 842-847.
- [19] 安曙光, 冼海涛, 谢国平, 等. 床边 B 超在 ARDS 肺复张监测中的应用分析 [J]. *中外医疗*, 2014, 34(23): 47-49.
- [20] 李莲花, 杨倩, 李黎明, 等. 肺部超声评分评估急性呼吸窘迫综合征患者病情严重程度及预后的价值 [J]. *中华危重病急救医学*, 2015, 27(7): 579-584.
- [21] Squizzato A, Rancan E, Dentali F, et al. Diagnostic accuracy of lung ultrasound for pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Thromb Haemost*, 2013, 11(7): 1269-1278.
- [22] Mostafa A, Briasoulis A, Shokr M, et al. Ultrasound accelerated thrombolysis in patients with acute pulmonary embolism: a systematic review and proportion meta-analysis [J]. *Int J Cardiol*, 2016, 211(1): 27-30.
- [23] Vivier E, Mekontso Dessap A, Dimassi S, et al. Diaphragm ultrasonography to estimate the work of breathing during non-invasive ventilation [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38(5): 796-803.
- [24] 何伟, 许媛. 3 种超声方法测量膈肌运动的比较研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2014, 26(12): 914-916.

(修回日期: 2016-07-31)