

肺部超声的临床应用及进展

张 琳 朱永胜

摘 要 目前肺部超声已应用于多种肺部疾病的临床诊断,尤其在肺间质综合征、气胸、肺实变、胸腔积液、肺栓塞等疾病诊断中均有较高的敏感性及特异性。近年来肺部超声与心血管超声的联合应用,实现了床旁超声对多种常见危重症疾病的快速排除及诊断,为抢救患者赢得了宝贵的时间。本文就肺部超声的临床应用及进展进行综述。

关键词 超声检查;肺部疾病;临床应用

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Clinical application and advances in lung ultrasound

ZHANG Lin, ZHU Yongsheng

Department of Ultrasound, Shenzhen Hospital of Southern Medical University, Shenzhen 518100, China

ABSTRACT At present, pulmonary ultrasound has been used in the clinical diagnosis of a variety of pulmonary diseases, especially in the diagnosis of pulmonary interstitial syndrome, pneumothorax, lung consolidation, pleural effusion, pulmonary embolism and other diseases with high sensitivity and specificity. In recent years, the combined application of pulmonary ultrasound and cardiovascular ultrasound has realized the rapid elimination and diagnosis of many common critical diseases by bedside ultrasound, which has won precious time for the rescue of patients. This article reviews the clinical application and progress of pulmonary ultrasound.

KEY WORDS Ultrasonography; Pulmonary diseases; Clinical application

肺部超声理论最早由 Lichtenstein 于 1992 年提出^[1],经多年的研究发展及临床实践,现肺部超声技术已广泛应用于多种肺部疾病的诊断。在多种影像学检查中,肺超声因其便捷、无辐射、可在短时间内反复操作的特点应用于肺部疾病的监测及诊疗效果的实时评估。对于急症及重症患者,床旁急性肺部超声方案(BLUE 方案)及肺部超声指导的休克评估方案(FALLS 方案)也为临床诊断及治疗提供了较大帮助。在肺部超声多年广泛及深入的研究中,对于应用中一些常见的问题也有了进一步的明确规范,本文就肺部超声的临床应用及进展进行综述。

一、肺部超声成像原理及扫查方法

由于肺组织内含有大量的气体,声波经胸壁在探头及肺泡之间产生强烈的反射,形成混响伪像^[2]。在肺部超声的应用中,对于不同类型伪像的观察及判断是肺部超声诊断的关键。肺部超声的设备常选取床旁便携式彩色多普勒超声诊断仪,对于探头的选择,成人可使用低频凸阵探头或高频线阵探头,小儿及新生儿因其胸壁组织较薄,建议使用高频线阵探头^[3]。肺部超声扫查体位包含仰卧位、侧卧位和俯卧位,临床中较常用的方法为 12 分区法。将肺部经腋前线、腋中线、腋后线分为前、

中、后 3 个区域,经两乳头连线将上述 3 个区域分为前上、前下、中上、中下、后上、后下 6 个区域,再以左右区分,共计 12 个区域^[4]。

二、肺部超声的基本征象

1. 胸膜线及胸膜滑动征:胸膜线是由脏层胸膜与壁层胸膜共同显示出的线性高回声,正常的胸膜线连续且光滑平整,且脏层胸膜与壁层胸膜在超声下仅显示为一条线^[5]。在正常的呼吸运动时,脏层胸膜与壁层胸膜会有相对运动,此时胸膜线可观察到水平的滑动感,称为胸膜滑动征。

2. A 线:A 线是存在于胸膜线深方的多条平行于胸膜线的线性高回声,并且皮肤、胸膜线与 A 线之间距离相同。A 线会随组织深度的增加而衰减。它是一种伪象,代表组织内含有气体^[6]。

3. B 线:B 线是由于邻近胸膜的肺组织病变,导致组织内含液体的比例增加,气体的比例减少,组织内声阻抗增加而产生。B 线是由胸膜线发出且垂直于胸膜线的线性高回声。B 线随组织深度的增加并无衰减。在呼吸运动下可观察到 B 线随肺滑动同步移动。B 线也可是一种伪象^[6-7]。需要强调的是 B 线并

非异常征象,正常人也可见 B 线,但仅可在双侧胸壁最后一个肋间隙处探及,且数目不超过 3 个^[5,8]。

4. 肺点:肺点的实质是一个交界点,它代表气胸区域与肺组织的交界点。当扫查过程中探及 A 线但无肺滑动征的区域时,移动探头直到出现肺滑动征或存在 B 线的区域,即为肺点^[9]。

5. 肺部实变:肺实变的超声表现为胸膜下的实性组织样回声。在肺实变组织中可见高回声的树枝样分布的支气管管壁回声,当支气管内探及高回声气体影时,称支气管充气征。如支气管内气体随呼吸运动在其内部移动时,称为动态支气管充气征。当探及支气管内为液体回声时,称为支气管充液征^[6,10]。

6. 碎片征:当探查到实变肺组织与含气肺组织相接且边界不清时,实变组织形成了不规则的碎片状回声区,此区域称为碎片征。

7. 沙滩征、平流层征(条形码征):在肺部超声中亦可使用 M 型超声,胸膜线为水平线样高回声,胸膜线下方肺组织随肺滑动呈现颗粒样点状回声,类似于海边沙滩,称沙滩征。如肺滑动消失,胸膜线下方肺组织呈现多条平行线,称平流层征或条形码征。

三、成人肺部疾病的超声诊断

1. 肺间质综合征:在两肋骨之间的单个切面可探及 2 条以上的 B 线。研究^[10]显示 B 线的密集程度与肺部病变的严重程度相关;当符合以下特征时可诊断为弥漫 B 线也称肺火箭征:在同一个切面至少可探查到 3 条 B 线并且间距 < 7 mm,双侧肺部可探及且每侧肺部有 50% 以上区域发现 B 线。应用肺部超声此征象诊断肺间质综合征与胸片相比具有 93% 的准确率,与肺部 CT 诊断结果的一致性为 100%^[6-7,10]。

临床肺间质综合征的主要病因包括多种疾病引起的肺水肿、肺炎、弥漫性实质性肺部疾病(如肺纤维化)等^[6]。肺部超声可鉴别心源性肺水肿与肺源性肺水肿。二者鉴别主要在于弥漫 B 线的分布:当双肺出现均匀对称分布的弥漫 B 线及双侧胸腔积液时,多提示心源性肺水肿,并且此时胸膜线多正常;肺源性肺水肿主要表现为非对称性分布的 B 线及实变区(多为下肺叶及背区),且此时常可探及异常的胸膜线^[11]。在急性呼吸窘迫综合征的患者中,肺部超声表现为非对称性弥漫分布的 B 线并且伴有肺滑动征减少或消失、局部肺实变、胸腔积液等^[1-2,6]。如探及局灶性多发 B 线可由肺炎、肺不张、肺挫伤、肺梗塞、胸膜疾病及肿瘤引起^[6]。

2. 气胸:当气胸发生时,因胸膜破裂,气体进入胸膜腔,使脏层胸膜与壁层胸膜的相对运动消失,故此时胸膜滑动征消失。因病变部位内为气体,故可探及 A 线,无 B 线显示;反之,如探及 B 线则可排除探查部位气胸的可能。肺点在 M 型超声表现为在呼吸运动下为平流征与沙滩征的交替出现。肺点是诊断气胸的特异性征象,诊断气胸的特异性为 100%,敏感性为 70%^[6,12]。超声对气胸的诊断较胸片更准确,但在诊断气胸时应注意:①中度以上气胸时,肺点探查存在困难;②肺大疱、胸膜固定术后,以及导致通气缺乏的其他原因(心脏骤停、急性呼

吸衰竭、食管插管等)可导致假阳性诊断^[2,6,10,13]。

肺点作为气胸区域与肺组织的交界点,可提示气胸的实际范围,如在前胸壁探查至肺点则提示少量气胸或隐匿性气胸,如在侧胸壁探查至肺点提示中等量气胸,如在 PLAPS 点探及肺点提示为大量气胸,如在脊柱旁探及肺点提示极大量气胸。如未探及肺点也可能为极大量气胸^[9]。

3. 肺实变:在实变的肺组织内可探查呈树枝样分布的血管回声、动态或静态支气管充气征、支气管充液征。肺部超声检查中,同时观察到碎片征和实性组织样回声时诊断肺实变的敏感性为 90%,特异性为 98%^[10]。肺部超声不能排除未到达胸膜的肺实变,但 98% 的肺实变会触及胸膜且 90% 的肺实变会在 PLAPS 点探及^[4,10,14]。需要注意的是肺实变并不等同于肺炎^[5],肺实变可以由肺部感染引起,但肺栓塞、肺癌、肺转移癌、肺挫伤、压迫性肺不张、阻塞性肺不张等也可导致肺部实变^[6]。当实变肺组织中观察到动态支气管充气征时,提示肺实变不是由阻塞性肺不张引起,此时的肺实变多由肺部感染引起^[9]。

4. 胸腔积液:胸腔积液出现于脏、壁层胸膜之间且分布于重力依赖区。当积液为渗出液时,超声表现为无回声区;当积液为漏出液时内部回声可表现为多种形式,如弱回声、低回声等,也可伴有漂浮物分隔带等。与仰卧位胸片相比,肺部超声诊断胸腔积液的准确率更高,其敏感性为 93%,特异性为 97%^[15]。对于非包裹性胸腔积液,最佳的检查部位位于膈肌上方的腋后线^[6]。研究^[16-17]显示,胸腔积液穿刺术最常见的并发症为气胸,如在超声引导下胸腔积液穿刺术,可将气胸的发生率由 9% 降低至 4%,且经超声引导下少量胸腔积液穿刺成功率可由 66% 提升至 90%。Balik 等^[18]也提出了准确率较高的方法来估测胸腔积液量,患者仰卧位 15°,躯干轻度抬高,探头在腋后线肺底部扫查,获得与体轴垂直的横截面,在呼气末测量脏层胸膜与壁层胸膜的最大距离(SEP),代入公式 $V(\text{ml}) = 20 * \text{SEP}(\text{mm})$,V 值为胸腔积液的估测量。采用此方法平均预测误差为 $(158.4 \pm 160.6) \text{ml}$ 。

5. 肺栓塞:超声表现为肺部外周可见三角形、楔形或圆形的均匀实性低回声区,胸腔积液可作为诊断肺栓塞的附加标准^[10]。肺部超声诊断肺栓塞的敏感性和特异性分别为 80% 和 92%^[1,8,19]。当患者有禁忌症无法行 CT 肺血管造影检查时,肺部超声结合血管及心脏超声可为临床诊断提供更多诊断信息。

6. 急性呼吸困难疾病:在急诊床旁超声中,常需对呼吸困难疾病进行鉴别诊断,BLUE 方案描述了常见的 6 种急性呼吸困难疾病鉴别诊断的方法,包括肺栓塞、慢性阻塞性肺疾病、哮喘、肺炎、心源性肺水肿、气胸。BLUE 方案中首先对可能观察到的征象进行了分类描述。A 特征:前胸壁可探查至肺滑动征且以 A 线为主要表现;A' 特征:肺滑动征消失,前胸壁可探及 A 线;B 特征:前胸壁可探及肺滑动征并伴有肺火箭征;B' 特征:肺滑动征消失且前胸壁探及肺火箭征;A/B 特征:存在肺滑动征但仅单侧肺探及肺火箭征。后侧肺泡/胸膜综合征:存在后侧肺泡/胸膜渗出征象。根据 BLUE 方案,当观察到 A 特征并且合并静脉血栓时提示为肺栓塞;当观察到 A 特征且无静脉血栓时

提示为慢性阻塞性肺病或哮喘;当观察到 A 特征、无静脉血栓但合并后侧肺泡/胸膜综合征时提示为肺炎;当观察到 A/B、B' 或 C 特征时亦提示为肺炎;观察到 B 特征提示为肺水肿;当观察到 A' 特征合并肺点时,则提示为气胸;当观察到 A' 特征但未探及肺点时需行进一步检查。应用 BLUE 方案诊断以上 6 种疾病的准确率高达 90.5%^[9]。

7. 急性循环衰竭疾病:在不明原因的循环系统衰竭的情况下,应用 FALLS 方案可对导致循环系统衰竭的几种原因进行快速鉴别。首先探查心包,排除心包填塞;然后简单评估右室容积,排除肺栓塞可能;扫查肺脏,若肺滑动征消失则考虑气胸,如肺滑动征存在且出现肺火箭征考虑心源性休克可能,如肺滑动征存在且出现 A 线则在此时进行补液治疗,如出现临床改善则考虑低血容量休克的可能,如在补液后未得到临床改善反而出现火箭征通常考虑感染性休克的可能。需要注意,FALLS 方案并不能鉴别所有导致循环衰竭的病因,但可对临床诊断给予一定的提示^[9]。

四、肺部超声的局限性

肺部超声无法探查未累及至胸膜的病变,如肺部深方纵隔旁等部位的病变,因为探头与肺之间有充气的肺影响。因肩胛骨等的遮挡,部分肺叶无法探查,对于重症无法翻身体的患者,可探查区域将进一步缩小。对于一些外伤或其他疾病导致的软组织损伤、皮下气肿、包扎敷料等均会影响肺部超声的检查。对于软组织较厚的肥胖患者肺超声图像的质量也将会受到不同程度的影响^[17,20]。

总之,目前肺部超声作为检测和监测的工具受到更多学科医师的关注与应用。其不仅可诊断间质综合征、气胸、胸腔积液、肺实变、肺栓塞等疾病,还可通过多次反复扫查病变区域评估其治疗效果,进而指导临床决策和治疗方案。近年来肺部超声与心血管超声的联合诊断使疾病的诊断更加准确全面,相信在不断的研究与应用中肺部超声会在更多的领域中得到应用与发展。

参考文献

- [1] 胡才宝, Lichtenstein DA. 重症肺部超声的过去、现在与未来[J]. 中华诊断学电子杂志, 2018, 6(2): 77-79.
- [2] 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.
- [3] 中华医学会儿科学分会围产医学专业委员会, 中国医师协会新生儿科医师分会超声专业委员会, 中国医药教育协会超声医学专业委员会重症超声学组, 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.
- [4] 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.
- [5] Lichtenstein MD. Current misconceptions in lung ultrasound: a short guide for experts[J]. CHEST, 2019, 156(1): 21-25.
- [6] 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.
- [7] 张磊, 俞万钧, 马坚. 超声在肺部疾病中的临床应用[J]. 中国医学影像技术, 2017(4): 129-132.
- [8] 张丹. 肺超声检查的应用与进展[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2018, 15(7): 486-489.
- [9] Lichtenstein D. Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now? [J]. Breathe, 2017, 13(2): 100-111.
- [10] Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-care lung ultrasound in critically ill patients [J]. Rev Recent Clin Trials, 2018, 13(1): 15-26.
- [11] 吴文, 吴海鹰, 钱传云. 心肺超声在急性呼吸窘迫综合征的应用[J]. 中国急救医学, 2015, 35(8): 753-757.
- [12] Liu J, Chi JH, Ren XL, et al. Lung ultrasonography to diagnose pneumothorax of the newborn [J]. Am J Emerg Med, 2017, 35(9): 1298-1302.
- [13] 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.
- [14] Lichtenstein DA, Lascols N, Mezière G, et al. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill [J]. Int Care Med, 2004, 30(2): 276-281.
- [15] Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome [J]. Anesthesiology, 2004, 100(1): 9-15.
- [16] Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis [J]. Chest, 2013, 143(2): 532-538.
- [17] Mayo PH, Schnobrich D, Velez MI, et al. Ultrasound in the diagnosis and management of pleural effusions [J]. J Hospital Med, 2016, 10(12): 811-816.
- [18] Balik M, Plasil P, Waldauf P, et al. Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients [J]. Intensive Care Med, 2006, 32(2): 318-321.
- [19] 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(3): 1269-1278.
- [20] Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill [J]. Ann Int Care, 2014, 20(3): 315-322.

(收稿日期: 2020-03-21)