

# 肺部超声在呼吸机相关性肺炎中的应用进展

李霞 莫小源 马华怡

**摘要** 呼吸机相关性肺炎(VAP)是最常见的ICU获得性感染,患者死亡率高,常规诊断方法包括肺部X线检查和胸部CT检查,对危重患者行每日常规检查也相对困难。肺部超声是诊断社区获得性肺炎的可靠方法,但在VAP中的诊断作用有待进一步探讨,本文就VAP的诊断现状,以及肺部超声在VAP中的应用、随访和动态监测进行综述。

**关键词** 超声检查,肺部;呼吸机相关性肺炎;机械通气

[中图分类号]R445.1;R563.1

[文献标识码]A

## Application progress of lung ultrasound in ventilator-associated pneumonia

LI Xia, MO Xiaoyuan, MA Huayi

Intensive Care Unit, Liuzhou Worker's Hospital, Guangxi Zhuang Autonomous Region 545005, China

**ABSTRACT** Ventilator-associated pneumonia (VAP) is the most frequent intensive care unit-acquired infection that is independently associated with high mortality rate. Chest-X-ray and CT imaging are used for conventional assessment of VAP, but these examinations are unreliable in daily practice for critically ill patients. Lung ultrasound is a reliable tool to diagnose community-acquired pneumonia. However, its diagnostic value in VAP needs to be further explored. This paper reviews the current diagnosis, the application, follow-up and dynamic monitoring of lung ultrasound in VAP.

**KEY WORDS** Ultrasonography, lung; Ventilator-associated pneumonia; Mechanical ventilation

呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是指气管插管或气管切开患者在接受机械通气48 h后,撤机、拔管48 h内发生的肺炎<sup>[1]</sup>,是机械通气的常见并发症,具有发生率高、死亡率高、住院时间长、治疗费用高及使用大量抗生素治疗等特点<sup>[2]</sup>。目前,临床诊断VAP具有一定困难,缺乏可靠的、经过验证的标准诊断程序。床旁X线检查作为危重患者的常规检查方法并不可行,肺部超声具有操作简便、无创、无辐射的优点,已成功用于诊断和监测社区获得性肺炎,能够显示胸膜下感染灶或动态支气管空气征,肺部超声评分对于危重症患者定量肺通气是可靠的,能够监测VAP的抗生素疗效<sup>[3-4]</sup>。本文就VAP的诊断现状,以及肺部超声在VAP中的应用、随访和动态监测进行综述。

### 一、VAP的诊断现状

目前VAP的筛查和疗效监测仍沿用以往诊断标准,即临床肺部感染评分(clinical pulmonary infection score, CPIS),内容包括<sup>[5-6]</sup>:体温(0~2分)、白细胞计数或中性粒细胞计数(0~2分)、气道24 h吸出物的性状和数量(0~2分)、氧合指数(0~2分)、胸部X线片浸润影(0~2分)及气管吸出物培养(0~2分),总分12分,CPIS≥6分即诊断为VAP。胸片是诊断VAP的可靠方法之一,但简单的前后位胸片并不能准确区分肺部病变的原因,如胸腔积液、肺不张、肺实变及肺水肿等,由于成像原理和技术的缺陷,不能区别肺部较小病变。胸部CT检查存在辐射大、费用高

及转运的风险,对于机械通气状态、氧合差及血流动力学不稳定的患者不能作为常规检查手段<sup>[4]</sup>。而气道吸出物培养结果具有滞后性,若未及时治疗可能加重患者病情,增加死亡率,同时,气管内吸出物留取过程存在污染可能,培养结果会出现假阳性或假阴性的情况,影响CPIS。

### 二、肺部超声检查简介

肺部超声作为重症监护病房常用检查手段之一,具有实时、可重复、无辐射及能够区分X线检查不能区分的病变等优势。肺部超声在社区获得性肺炎的诊断和管理中具有重要价值,较胸部X线检查更准确,其敏感性和特异性高达94%和98%<sup>[7-8]</sup>。Cortellaro等<sup>[9]</sup>研究发现,肺部超声对肺炎的诊断敏感性和特异性分别为98%和95%,胸部X线检查的诊断敏感性和特异性仅67%和85%。尽管社区获得性肺炎和VAP在发病机制上存在差异,但最终结局是导致肺实变和肺通气功能的丧失,肺部超声能检出这种病变过程,可用于VAP的诊断。

### 三、肺部超声对VAP的早期诊断

肺炎是肺部产生炎症反应,从而引起水肿渗出使小叶间隔增厚,肺泡上皮细胞和纤维细胞增生,出现支气管扩张等。此一系列变化使超声能够对VAP进行监测。肺部超声监测VAP的阳性征象包括<sup>[10]</sup>:①胸膜下小实变,定义为胸膜下模糊、边缘不规则回声区,直径>0.5 cm,有或无B线;②大叶-半叶实变,定义为类似超声在肝或脾实质中观察到的组织样回声结构;③动

态支气管空气征,定义为大叶-半叶实变中的点状或线状高回声伪像,且高回声伪像随呼吸同步移动;④静态支气管空气征,定义为大叶-半叶实变中的点状或线状高回声伪像,但未随呼吸而移动。肺部超声检查能够检出 VAP 的早期和特定征象,如胸前区检查图像由胸膜下实变演变为叶及叶下实变和/或动态支气管空气征,动态超声检出的这些特定征象与实验室革兰涂片检查结果具有一定相关性<sup>[11]</sup>。Zagli 等<sup>[12]</sup>研究结果显示超声检出的实变征象诊断 VAP 的敏感性和特异性分别为 59% 和 84%;Berlet 等<sup>[13]</sup>的前瞻性研究发现,动态支气管空气征或支气管液体征对肺实变的诊断敏感性为 92%,特异性为 65%,肺部超声检查也仅局限于外基底部和后底部区域。Mongodi 等<sup>[14]</sup>采用前瞻性研究方案,使用支气管肺泡灌洗培养作为 VAP 诊断的主要参考依据,发现胸膜下小实变对 VAP 的诊断敏感性为 81%,特异性为 41%,而叶及叶下实变合并动态支气管空气征的诊断敏感性为 44%,特异性为 81%,在 VAP 发生前出现的胸膜下实变诊断特异性为 95%,VAP 发生时肺前区出现叶及叶下实变的诊断特异性为 100%,而叶及叶下实变合并动态支气管空气征的诊断特异性为 96%;由于纳入研究对象均为入住 ICU 前无明显肺炎征象或其他肺部病变的患者,证实超声检出的实变早期病理改变对于已有肺部明显病变的患者意义较小。

有学者<sup>[11]</sup>提出,当临床怀疑 VAP 时,应行肺部超声检查并进行以下判断:①肺前区胸膜下小实变的出现强烈提示 VAP,如无则应重新行肺部超声检查;②肺前区域大叶及大叶下实变的出现也提示 VAP,若无应检查外侧和后部区域;③大叶及大叶实变合并支气管空气征的出现也提示 VAP,若之前的实变均未出现,肺部超声考虑与气管内抽吸物革兰涂片相一致;④与气管内抽吸物涂片阳性相关的任何大叶及大叶下实变的出现均提示 VAP。除肺部感染外,肺实变还可能出现在胸腔积液、肺栓塞、阻塞性肺不张等肺部病变中,可通过血管超声检查实变区域内的血流情况进行鉴别。

虽然肺部超声能对 VAP 进行早期诊断,但临床并不建议单独应用该方法诊断 VAP,应结合患者的症状、体征及其他有意义的辅助检查进行综合判断。Zhou 等<sup>[10]</sup>前瞻性纳入 124 例疑似 VAP 患者,结果显示肺部超声阳性征象联合降钙素原 $\geq 0.25$  ng/ml 诊断 VAP 的敏感性和特异性分别为 81.3% 和 85.5%,其曲线下面积高于单独使用白细胞、降钙素原、超敏 C 反应蛋白及 CPIS。Zagli 等<sup>[12]</sup>提出将肺部超声与降钙素原代替 X 线检查和白细胞形成新的评分标准(CEPPIS 评分),与 CPIS 比较,CEPPIS 评分诊断 VAP 具有更高的敏感性和特异性(80.5% vs. 39.8%, 85.2% vs. 83.3%, 均  $P < 0.05$ ),未来关于这一新评分仍需进一步研究证实。Mongodi 等<sup>[14]</sup>探讨了 VAP 肺部超声评分(VP 肺部超声)、肺部超声评分结合气管内抽吸物革兰涂片(VP 肺部超声-EAgram)、肺部超声评分结合气管内抽吸物定量培养(VP 肺部超声-EAquant)对 VAP 的诊断价值,结果显示 VP 肺部超声 $\geq 2$  分诊断 VAP 的敏感性和特异性分别为 72% 和 69%,VP 肺部超声-EAgram $\geq 3$  分诊断 VAP 的敏感性和特异性分别为 78% 和 77%。

#### 四、肺部超声对 VAP 的随访与动态监测

VAP 是一个急性的临床过程,病变具有进展性和特异的临床特征<sup>[1]</sup>,床旁肺部超声可通过连续监测显示 VAP 患者病情变化过程中的动态超声图像。有学者<sup>[11]</sup>提出胸膜下小实变可能

是 VAP 的早期超声表现,通常于 VAP 发生前出现在前肺区域,具有高度特异性,该征象代表支气管肺炎组织病理学模式的早期阶段,然后发展为更大的实变,但若其他区域出现胸膜下小实变并不能排除 VAP,临床医师应对这些征象进行动态监测,及早发现并诊断 VAP。发生 VAP 时出现的大叶及大叶下实变合并动态支气管空气征具有高度特异性,代表了肺实质改变的中间阶段。其他类型的超声图像如叶及大叶下实变出现在 2 个及以上肺区域时,代表了肺实质病变的晚期改变。因此,机械通气患者常规应每天至少行一次超声检查,连续监测 5 d。

随访和监测抗生素治疗效果是 VAP 管理的另一主要问题,与 CT 检查比较,肺部超声是 VAP 随访的有效工具,抗生素疗效与 B 线和胸膜下合并消失有关,而抗生素失效则对应新的胸膜下合并出现或大叶合并<sup>[15]</sup>。Bouhemad 等<sup>[16]</sup>应用肺部超声检测 VAP 患者抗生素治疗后肺通气的改变情况,结果显示肺部超声能有效观察 VAP 患者应用抗生素治疗后的肺通气变化情况,指导抗生素治疗,并根据超声图像的演变提出肺超声通气评分,肺超声通气评分 $\geq 5$  分的受试者 CT 提示肺通气 $> 400$  ml,肺超声评分 $< -10$  分的受试者 CT 提示肺通气功能丧失 $> 400$  ml。余锋等<sup>[17]</sup>于第 1、3、7、10 d 对临床疑诊的 VAP 患者进行肺部超声检查,并记录肺部超声评分,结果提示肺部超声评分在 VAP 诊断第 1 d 和第 3 d 的可信度较高,与 CPIS 具有高度的一致性,表明肺部超声在 VAP 的治疗过程中有重要作用。

#### 五、总结

肺部超声具有可重复、无辐射、价格低等优点,但该方法对超声医师专业水平要求较高,需熟练掌握超声原理和疾病的病理生理过程,且检查时间应控制在 10 min 左右,时间短影响检查结果,时间长部分患者不一定能够配合。另外,肺部超声不适用于肥胖、严重胸外伤患者。综上所述,肺部超声能够用于 VAP 的早期诊断、随访及动态监测,指导药物治疗,临床医师应结合患者的超声检查结果、症状、体征及其他检查结果综合分析。未来关于肺部超声在 VAP 的临床应用仍需进一步研究,包括扩大样本量的多中心研究,对比不同阶段不同部位肺部超声图像、不同病原菌感染的肺部超声图像,以及不同医师检查的肺部超声图像等。

#### 参考文献

- [1] Kalanuria AA, Ziai W, Mirski M. Ventilator-associated pneumonia in the ICU[J]. Crit Care, 2014, 18(2): 208.
- [2] Melsen WG, Rovers MM, Groenwold RH, et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies [J]. Lancet Infect Dis, 2013, 13(8): 665-671.
- [3] 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.
- [4] Chavez MA, Shams N, Ellington LE, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. Respir Res, 2014, 15(1): 50.
- [5] 李黎明. 肺部超声评分在呼吸机相关性肺炎疗效评价中的作用 [J]. 中华内科杂志, 2016, 12(8): 950-952
- [6] Zilberberg MD, Shorr AF. Ventilator-associated pneumonia: the

clinical pulmonary infection score as a surrogate for diagnostics and outcome[J].Clin Infect Dis,2010,51 Suppl 1:131-135.

[7] Bourcier JE, Paquet J, Seinger M, et al. Performance comparison of lung ultrasound and chest X-ray for the diagnosis of pneumonia in the ED[J].Am J Emerg Med,2014,32(2):115-118.

[8] Reissig A, Copetti R, Mathis G, et al. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study[J].Chest,2012,142(4):965-972.

[9] Cortellaro F, Colombo S, Coen D, et al. Lung ultrasound is an accurate diagnostic tool for the diagnosis of pneumonia in the emergency department[J].Emerg Med J,2012,29(1):19-23.

[10] Zhou J, Song J, Gong S, et al. Lung ultrasound combined with procalcitonin for a diagnosis of ventilator-associated pneumonia[J].Respir Care,2019,64(5):519-527.

[11] Staub LJ, Biscaro RRM, Maurici R. Emergence of alveolar consolidations in serial lung ultrasound and diagnosis of ventilator-associated pneumonia[J].J Intensive Care Med,2019,885066619894279.doi:10.1177/0885066619894279.

[12] Zagli G, Cozzolino M, Terreni A, et al. Diagnosis of ventilator-

associated pneumonia: a pilot, exploratory analysis of a new score based on procalcitonin and chest echography[J].Chest,2014,146(6):1578-1585.

[13] Berlet T, Etter R, Fehr T, et al. Sonographic patterns of lung consolidation in mechanically ventilated patients with and without ventilator-associated pneumonia: a prospective cohort study[J].J Crit Care,2015,30(2):327-333.

[14] Mongodi S, Via G, Girard M, et al. Lung ultrasound for early diagnosis of ventilator-associated pneumonia[J].Chest,2016,149(4):969-980.

[15] Bouhemad B, Mongodi S, Via G, et al. Ultrasound for "lung monitoring" of ventilated patients[J].Anesthesiology,2015,122(2):437-447.

[16] Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary re-aeration in ventilator-associated pneumonia[J].Crit Care Med,2010,38(1):84-92.

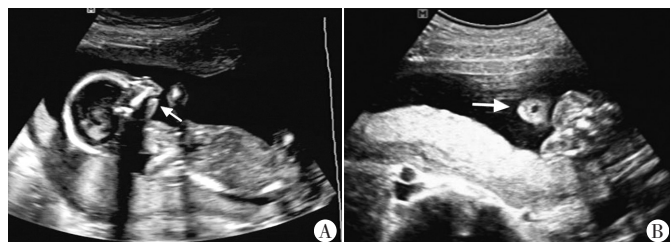
[17] 余锋,张首,徐昉. ICU床旁肺部超声对呼吸机相关性肺炎早期诊断和动态评估的价值探讨[J].临床超声医学杂志,2019,21(8):565-569.

(收稿日期:2020-02-26)

(上接第930页)

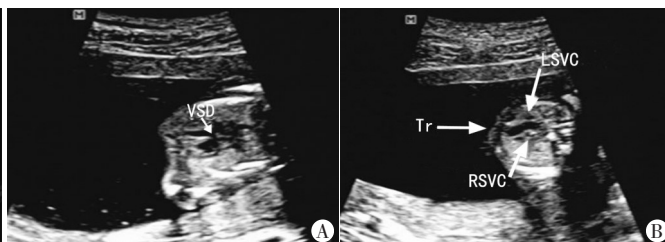
轴右偏,室间隔缺损,永存动脉干,永存左上腔?肺静脉异位引流待排;④脐静脉、下腔静脉异常连接?

孕妇后行引产,大体标本胎儿侧面观见上唇前突,下颌极



A:箭头示明显后缩的小下颌,口腔前部无胎舌;B:箭头示呈“O”形小嘴  
图1 孕16<sup>+</sup>周胎儿颜面部超声图像

度后缩,呈“鸟面”样,双耳位置低(图3);正面观见双眼距离较宽,嘴部张开呈小圆形,口腔中后部见后坠的舌头(图4),上腭完整;躯体余部位正常。



A:室间隔缺损(箭头示);B:三血管切面示单一动脉干及左侧异常血管横断面(箭头示)。VSD:室间隔缺损;Tr:动脉干;RSVC:右上腔静脉;LSVC:左上腔静脉

图2 孕16<sup>+</sup>周胎儿心脏超声图像



图3 引产后胎儿侧面观,呈“鸟面”面容,上唇突出,下颌小,极度后缩,耳下移  
图4 引产后胎儿正面观,眼距增宽,下颌后缩,“O”形张口小嘴,舌头后坠

DIGeorge 综合征是由胚胎期第3、4腭弓发育异常引起小下颌、眼距宽等鸟面征象,可合并腭裂和耳低位,心脏畸形以永存动脉干为主,是较常见的染色体微缺失综合征,新生儿发病率约1/4000,6%~10%有家族史<sup>[2]</sup>,多伴胸腺、甲状旁腺缺如或发育不全。

临床诊断小下颌伴心脏畸形时应排除 Shpintzens 综合征,18-三体、13-三体、软骨发育不全等也常伴发小下颌,需鉴别诊断。本例胎儿因孕周较小,上腭、胸腺、心脏等部分组织结构尚未能清晰显示,若继续妊娠可能会出现更多异常超声表现,染色体、基因等遗传学检查则能明确诊断。

参考文献

[1] 李正,王慧贞.先天畸形学[M].北京:人民卫生出版社,2000:263.

[2] 李巍,黄尚志.医学遗传学[M].北京:人民卫生出版社,2014:1061.

(收稿日期:2020-07-01)

讨论:胎儿小下颌畸形常伴发于染色体畸形或基因变异综合征、骨骼系统发育不良等疾病。本例胎儿外貌特征主要为严重的下颌后缩、上颌相对突出似鸟样面容,同时伴有复杂心脏结构异常等。引产后考虑 Pierre Robin 综合征和 DIGeorge 综合征,前者新生儿发病率为1/5000~1/3000,产后因呼吸道阻塞致死率为30%~65%,与遗传、宫内巨细胞病毒感染等有关<sup>[1]</sup>。