

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

余 锋 张 苜 徐 昉

摘 要 **目的** 探讨床旁肺部超声对ICU呼吸机相关性肺炎(VAP)早期诊断和动态评估的价值。**方法** 对56例临床疑诊为VAP的患者同时行肺部超声、胸部CT及实验室检查,以临床最终确诊为标准,分析肺部超声对VAP的早期诊断价值。应用受试者特征工作(ROC)曲线分析拟诊VAP后第1、3、7、10天肺部超声评分、白细胞计数(WBC)、降钙素原(PCT)、超敏C反应蛋白(hs-CRP)及临床肺部感染评分(CPIS)预测VAP的诊断效能。**结果** 床旁肺部超声诊断VAP的敏感性和特异性为93.0%、76.9%;胸部CT为95.3%、84.6%,肺部超声与CT比较差异均无统计学意义。随访第1、3、7、10天,VAP患者肺部超声评分及WBC、PCT、hs-CRP感染指标、CPIS评分均随治疗时间的延长而下降。ROC曲线分析显示第1、3、7、10天,肺部超声评分诊断VAP的ROC曲线下面积分别为0.918、0.920、0.900、0.900(均 $P<0.05$),且与CPIS具有较好一致性;其中第1天肺部超声评分95%可信区间(0.823~0.998)和第3天CPIS 95%可信区间(0.806~1)最佳。**结论** 肺部超声诊断VAP的准确率高,能实时动态观察病灶变化,是一种无创、重复性好、可靠的检查手段,对于ICU VAP的早期诊断和动态评估具有较好的临床应用价值。

关键词 超声检查,肺部;呼吸机相关性肺炎;ICU;动态评估

[中图法分类号]R445.1;R653.1

[文献标识码]A

Value of early diagnosis and dynamic assessment of ventilator-associated pneumonia by ICU bedside ultrasound

YU Feng, ZHANG Mu, XU Fang

Department of Emergency Medicine and Critical Care Medicine, People's Hospital of Changshou Chongqing,
Chongqing 401220, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the value of bedside lung ultrasound (LUS) in the early diagnosis and dynamic assessment of intensive care unit (ICU) ventilator-associated pneumonia (VAP). **Methods** A total of 56 patients with clinically suspected VAP were underwent LUS and chest CT and laboratory examinations. Clinical final diagnosis was the criterion, the clinical value of LUS in diagnosing VAP was analyzed. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze diagnostic performance of pulmonary ultrasound score, white blood cell count (WBC), procalcitonin (PCT), high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) and clinical pulmonary infection scores (CPIS) at days 1, 3, 7 and 10 after treatment. **Results** The sensitivity and specificity of bedside LUS in diagnosing VAP were 93.0% and 76.9%, respectively. The sensitivity and specificity of chest CT in diagnosing VAP were 95.3% and 84.6%, respectively. There was no significant difference between LUS and CT for diagnosing VAP. At the days 1, 3, 7 and 10 d after treatment, the pulmonary ultrasound score, WBC, PCT, hs-CRP infection index and CPIS score of VAP patients were decreased with the prolongation of treatment time. ROC analysis showed that the area under curve of the LUS scoring at days 1, 3, 7 and 10 after treatment were 0.918, 0.920, 0.900 and 0.900, respectively (all $P<0.05$), which were consistent with those of CPIS. 95%CI of the bedside LUS score at the 1st day (0.823~0.998) and the 95%CI of CPIS

基金项目:国家自然科学基金项目(81570069);重庆市科学技术委员会与卫生健康委员会医学科研计划联合项目(2018MSXM097);重庆市科委社会事业与民生保障科技创新专项(cstc2017shmsA130072)

作者单位:401220 重庆市长寿区人民医院急救重症部(余锋);重庆医科大学附属第一医院重症医学科(张苜、徐昉)

通讯作者:徐昉, Email: xufang828@126.com

at the 3rd day (0.806 ~ 1) had the greatest value. **Conclusion** LUS for diagnosing VAP has high accuracy and can dynamically observe lesion changes in real time. It is a non-invasive, reproducible and reliable method with highly clinical value for early diagnosis and dynamic assessment of ICU VAP.

KEY WORDS Ultrasonography, lung; Ventilator-associated pneumonia; ICU; Dynamic assessment

呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是指接受机械通气 48 h 后或机械通气撤机、拔管后 48 h 内发生的肺炎^[1],是重症加强护理病房(ICU)内接受机械通气患者最常见的并发症,与入住 ICU 时间、机械通气时间、医疗费用及病死率的增加等不良结局密切相关^[2]。研究^[3]显示患者肺部原发疾病、机械通气持续时间、高龄、患者神志状况、医护人员手部带菌等因素均与 VAP 的发生有关。目前仍然无确定的 VAP 的早期诊断金标准及有效的诊断程序。根据我国 VAP 诊治指南^[4],临床诊断 VAP 主要依靠 X 线、CT 影像学表现、临床症状、感染相关生物标志物及微生物学检查。床边胸部 X 线诊断由于准确性和可靠性较低、辐射暴露等缺点使其在诊断 VAP 方面受限;胸部 CT 虽具有较高的诊断准确性,但由于转运、费用、辐射暴露等原因,在 VAP 的动态评估中也并不占优势。近年来,随着肺部超声的快速发展及其在临床的广泛应用,为诊断肺部疾病提供了一种新的工具,本研究旨在探讨床旁肺部超声在早期诊断和动态评估 VAP 中的价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2016 年 2 月至 2018 年 11 月我院重症医学科机械通气 48 h 以上临床拟诊为 VAP 的患者 56 例,其中男 30 例,女 26 例,年龄 26~88 岁,平均(68.1±12.3)岁。使用呼吸机时间 2~91 d,平均(13.6±5.6)d。

纳入标准:年龄≥18 岁;机械通气超过 48 h,存在以下症状和体征中的任意两项,临床拟诊为 VAP:①体温>38℃或<36℃;②外周白细胞计数(WBC)>10×10⁹或<4×10⁹;③氧合指数(PaO₂/FiO₂)<300;④气道分泌物明显增加或出现脓性分泌物。排除标准:①因肺部感染而行机械通气,筛选时原有肺部感染未控制;②未引流的气胸;③间质性肺病;④胸部手术或外伤无法行肺部超声检查;⑤孕妇;⑥不同意参加本研究者。本研究经我院医学伦理委员会批准;患者的法定监护人或委托人均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 床旁肺部超声检查:使用迈瑞 M 7 便携式超声

诊断仪,凸阵探头,频率 2.5~4.5 MHz。对患者肺部两侧前胸壁、侧胸壁及后胸壁的上、下部共 12 个区域进行超声检查。肺实变即胸膜下低回声或类似肝、脾实质性组织样回声^[5],伴或不伴空气支气管征,亦可见多发典型 B 线、胸腔积液。胸壁各区域显示至少 1 处肺实变可确定为肺部超声阳性。肺部超声评分为胸部 12 个区域评分总和(0~36 分)。肺部超声评分^[6-8]:①正常肺通气区影像表现为肺滑动征伴 A 线或少于 2 个单独的 B 线(N 线),记为 0 分;②中度肺通气减少区表现为多发、典型的 B 线(B1 线),记为 1 分;③重度肺通气减少表现为多发融合的 B 线(B2 线),记为 2 分;④肺实变区表现为肺组织肝样变伴有典型的支气管充气征(C 线),记为 3 分。所有患者均由同一经重症超声肺部超声检查培训并取得资质的主治医师操作。

2. 胸部 CT 检查:使用美国 GE Lightspeed 16 排螺旋 CT,管电压 120 kV,管电流 200 mA,层厚 5 mm,间距 5 mm。胸部 CT 阳性表现:较上机前新增加的斑片状或大片状高密度影,其内可见空气支气管征、磨玻璃影、小叶间隔增厚等;可见胸膜线增厚、胸膜下渗出等。所有患者均由同一主治医师以上放射科医师判读。

3. 临床资料、实验室及其他指标:记录所有患者的年龄、性别、急性生理与慢性健康评分 II (APACHE II)等一般资料;记录体温、心率、WBC、超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、降钙素原(PCT)、临床肺部感染评分(CPIS);登记呼吸道分泌物病原学检查结果。

4. 临床随访:随访期为拟诊 VAP 后 10 d,确诊 VAP 患者预后。随访内容包括:肺部超声评分、实验室结果及相应临床评分。

所有疑似患者均需在拟诊后第 1 天即治疗 24 h 内完成肺部超声、胸部 CT 及实验室检查,在治疗第 3、7、10 天再次进行肺部超声和实验室检查。

三、统计学处理

应用 SPSS 23.0 统计软件,超声与 CT 诊断 VAP 的敏感性和特异性比较行 χ^2 检验。以临床随访诊断为“金标准”,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析第 1、3、7、10 天超声评分、WBC、PCT、hs-CRP、CPIS 预测 VAP 的诊断效能。 $P<0.05$

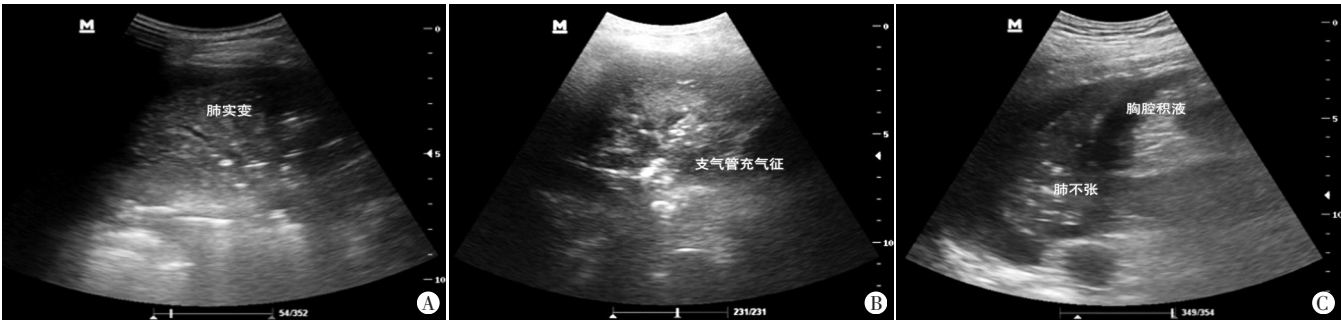
为差异有统计学意义。

结 果

一、肺部超声、CT检查对VAP诊断效能比较

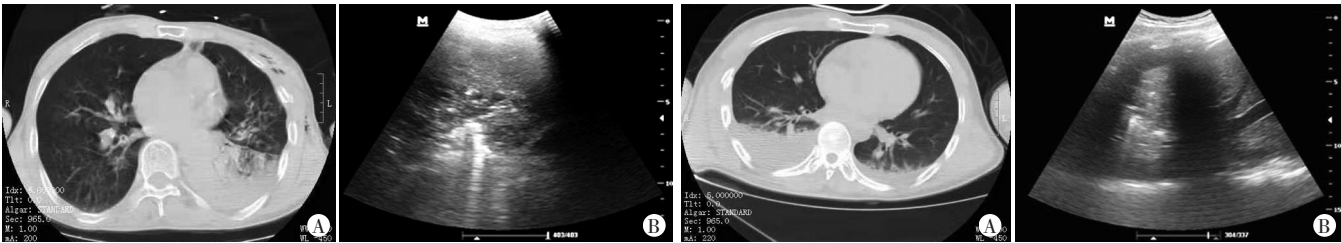
56例疑似VAP患者,临床最终确诊43例,肺部超声诊断VAP 43例,其中准确诊断40例(图1);胸部CT

准确诊断41例,两种方法诊断一致者38例(图2);诊断有分歧者4例(图3)。肺部超声诊断VAP的敏感性和特异性分别为93.0%、76.9%,见表1。胸部CT诊断VAP的敏感性和特异性分别为95.3%、84.6%,见表2。两种方法检测VAP的敏感性和特异性比较差异均无统计学意义($\chi^2=0.25, 0.125$)。



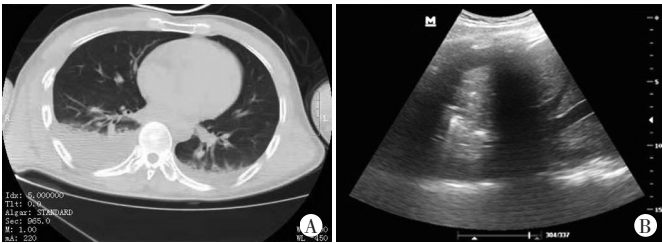
A:肺实变(类似肝组织样回声);B:合并胸腔积液的肺实变;C:伴有支气管充气征的肺实变

图1 VAP患者肺部超声图像



A:CT扫描显示左下肺高密度影,考虑肺部炎症;B:肺部超声显示左下肺实变影,考虑肺部炎症

图2 同一患者CT与超声对照图(患者男,70岁,脑梗死,经口气管插管7 d,临床确诊为VAP)



A:CT扫描显示双下肺高密度影,右侧更甚,考虑肺挫伤;B:肺部超声显示右下肺部分实变,胸腔积液,考虑肺部炎症

图3 同一患者CT与超声对照图(患者男,45岁,高坠伤,胸腹闭合性损伤,脾脏切除术后,经口气管插管3 d出现发热、氧合指数差,拟诊VAP,最终临床诊断为肺挫伤)

表1 肺部超声对VAP的诊断效能 例

肺部超声	临床最终诊断VAP		合计
	阳性	阴性	
阳性	40	3	43
阴性	3	10	13
合计	43	13	56

表2 CT对VAP的诊断效能 例

CT	临床最终诊断VAP		合计
	阳性	阴性	
阳性	41	2	43
阴性	2	11	13
合计	43	13	56

二、VAP患者肺部超声评分、WBC、PCT、hs-CRP、CPIS等情况

23例患者转出ICU(好转/放弃)退出随访,完整实施10 d监测者33例,其中临床最终诊断为VAP的

25例。VAP患者的肺部超声评分及WBC、PCT、hs-CRP感染指标、CPIS评分均随治疗时间的延长而减少。见表3。

表3 25例随访患者肺部超声评分、实验室结果、CPIS评分等变化情况($\bar{x} \pm s$)

随访时间	肺部超声评分(分)	WBC($\times 10^9/L$)	PCT($\mu g/L$)	hs-CRP(mg/L)	CPIS(分)
1 d	3.8 $\pm$ 2.1	13.7 $\pm$ 3.4	1.7 $\pm$ 1.2	66.4 $\pm$ 30.4	6.0 $\pm$ 1.9
3 d	4.0 $\pm$ 1.9	12.8 $\pm$ 3.3	1.4 $\pm$ 0.9	57.4 $\pm$ 24.7	5.9 $\pm$ 1.9
7 d	3.6 $\pm$ 1.8	10.7 $\pm$ 2.9	0.7 $\pm$ 0.5	43.0 $\pm$ 18.5	3.9 $\pm$ 1.7
10 d	2.3 $\pm$ 1.6	8.1 $\pm$ 1.8	0.2 $\pm$ 0.2	34.2 $\pm$ 12.2	1.8 $\pm$ 0.7

WBC:白细胞计数;PCT:降钙素原;hs-CRP:超敏C反应蛋白;CPIS:临床肺部感染评分

三、ROC曲线分析

拟诊VAP后第1、3、7、10天肺部超声评分诊断VAP的曲线下面积均 ≥ 0.900 ;CPIS的曲线下面积分别为0.895、0.910、0.865和0.900。其中,第1天肺部超声

评分 95% 可信区间和第 3 天 CPIS 95% 可信区间最佳。第 1、3、7、10 天 WBC、hs-CRP 及 PCT 的曲线下面积和 95% 可信区间均较肺部超声评分低;第 1、3、

7、10 天 hs-CRP 曲线下面积和 95% 可信区间均较 WBC、PCT 炎症指标差,主要表现为特异性差。见图 3 和表 4。

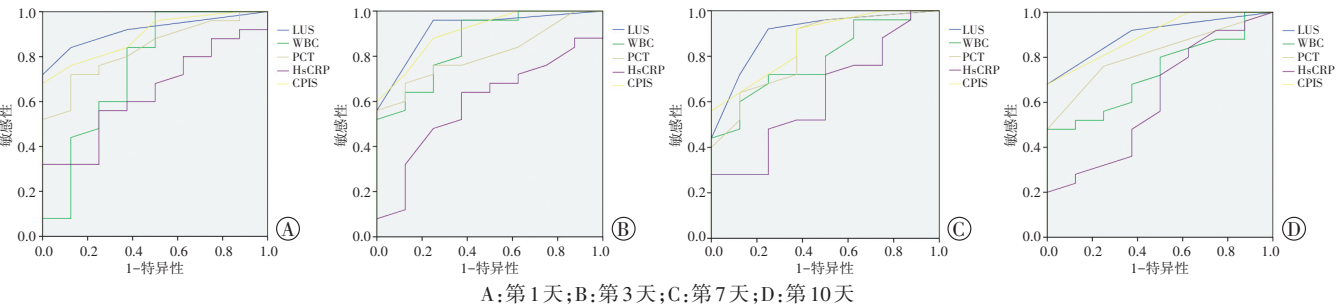


图3 拟诊 VAP 后第 1、3、7、10 天肺部超声评分、WBC、PCT、hs-CRP、CPIS 预测 VAP 的 ROC 曲线图

表 4 拟诊 VAP 后第 1、3、7、10 天肺部超声评分、WBC、PCT、Hs-CRP、CPIS 诊断 VAP 的截断值、曲线下面积及 95% 可信区间

诊断指标	第 1 天			第 3 天			第 7 天			第 10 天		
	曲线下面积	截断值	95% 可信区间	曲线下面积	截断值	95% 可信区间	曲线下面积	截断值	95% 可信区间	曲线下面积	截断值	95% 可信区间
肺部超声评分	0.918	1.50	0.823~0.998	0.920	1.50	0.818~1	0.900	1.50	0.782~1	0.900	1.50	0.795~1
CPIS	0.895	5.50	0.787~0.998	0.910	4.50	0.806~1	0.865	3.50	0.732~0.998	0.900	1.50	0.794~1
WBC	0.747	11.35	0.516~0.979	0.860	8.10	0.718~1	0.787	9.35	0.624~0.951	0.730	8.35	0.553~0.907
PCT	0.835	1.05	0.693~0.977	0.810	0.85	0.663~0.957	0.835	0.25	0.678~0.992	0.815	0.15	0.669~0.961
hs-CRP	0.638	81.00	0.435~0.840	0.593	49.00	0.379~0.806	0.625	59.50	0.409~0.841	0.615	22.00	0.386~0.844

讨 论

ICU 院内感染的防控是危重症患者救治成败的关键环节,VAP 是最常见的问题^[9]。VAP 可造成危重症患者 ICU 住院时间延长、抗生素暴露及死亡率增高等。VAP 的诊断时机一直是重症医学临床治疗的重点和难点。CT 所获得的影像学证据能清晰证实肺部浸润改变以辅助 VAP 诊断。但鉴于检查过程中,ICU 患者坠床、意外拔管、感染等风险,胸部 CT 扫描并不适宜作为 VAP 早期诊断或动态观察的优选方案。而床旁超声安全、方便、快捷,其兼具实时及可重复性等优点,在急诊科和 ICU 患者病变诊断和实时监测方面优势突出^[10]。针对肺组织中的气体、液体及细胞成分比例改变,组织声阻抗会出现差异而产生不同的超声影像。特别是当肺内的空气被“液体”替代时,当“实变”越邻近胸膜就越容易被超声所探及,表现为胸膜下低回声或类似肝/脾实质的实性组织样回声,伴或不伴空气支气管征。故肺部超声在 VAP 的早期诊断中具有较好的评估潜力^[11]。本研究就床旁肺部超声在 VAP 早期诊断和动态评估中的价值进行探讨。

本研究对拟诊 VAP 的患者借助胸部 CT 作为参照,分别用肺部超声(评分)、临床细菌学/炎症相关指标及 CPIS 作为评价指标,结果显示,胸部 CT 诊断 VAP

的敏感性和特异性分别为 95.3%、84.6%,床旁肺部超声诊断 VAP 的敏感性和特异性分别为 93.0%、76.9%,提示肺部超声对 VAP 早期具有较好的检出率,但特异性稍差。究其原因一方面鉴于本研究为小样本,存在一定的不足;另一方面 VAP 患者基础肺脏条件(如:肺水较多)所造成的实变影像判读困难也是一个可能的影响因素。

本研究进一步对拟诊 VAP 后第 1、3、7、10 天的肺部超声评分、WBC、PCT、hs-CRP 及 CPIS 进行分析。曲线下面积和 95% 可信区间提示,肺部超声评分和 CPIS 在 VAP 中良好的诊断、评估价值,且两者具有较好的一致性。研究结果还显示,第 1 天肺部超声评分(95% 可信区间:0.823~0.998)和第 3 天 CPIS(95% 可信区间:0.806~1)可信度最佳,表明在发生 VAP 后尽管经过积极治疗,在 3 d 内仍可应用超声诊断 VAP,在一定程度上此为肺部炎症进程与相应影像学表现的对应,相比单纯的炎症指标延长了准确诊断 VAP 的时间窗。目前,CPIS 常被用于 VAP 诊断^[12-13],但由于 CPIS 中使用 X 片评估肺浸润表现,准确性有限。鉴于本研究结果所反映出两者的良好动态一致性,肺部超声评分联合 CPIS 在 VAP 诊断与动态评估中可能具有更好前景。此外,对于 VAP 而言,感染/炎症性指标始终是对其动态评价的重要环节。本研究发现 WBC、PCT 等细菌感

染相关的指标对诊断VAP有较好的辅助作用,但与影像学指标(如:肺超声评分)相比可信度稍差。这与ICU内VAP的致病菌(如:鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌)主要为条件致病菌^[14-15],上述指标的变化受宿主本身等多因素影响有关。本研究所计算出的PCT截断值(0.15~1.05)、WBC截断值(8.10~11.35)也并非在一个高值区间,也从侧面反映出细菌感染指标在VAP中存在的特殊现象。但本研究还观察到肺部超声评分随治疗时间的变化趋势与这些实验室结果及临床标准的组合具有一致性。可见,使用肺部超声诊断和动态评估VAP时,与实验室结果联合进行判读将能提高其准确性。

综上所述,肺部超声能早期有效检出VAP所引起的“肺实变”影像,从而提高VAP的床旁诊断准确率,降低患者转运风险。另外肺部炎症进程与超声影像学表现的对应,使得肺部超声延长了准确诊断VAP的时间窗。

参考文献

- [1] American Thoracic Society, Infectious Diseases Society of American. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2005, 171(4): 388-416.
- [2] Rello J, Ulldemolins M, Lisboa T, et al. Determinants of prescription and choice of empirical therapy for hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia [J]. Eur Respir J, 2011, 37(6): 1332-1339.
- [3] Rello J, Ollendorf DA, Oster G, et al. Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in a large US database [J]. Chest, 2002, 122(6): 2115-2121.
- [4] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018年版) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(4): 255-280.
- [5] Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound [J]. Inten Care Med, 2012, 38(4): 577-591.
- [6] Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia [J]. Crit Care Med, 2010, 38(1): 84-92.
- [7] 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.
- [8] Chiumello D. Bedside ultrasound assessment of positive end expiratory pressure-induced lung recruitment [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2012, 185(4): 457-458.
- [9] Ibrahim EH, Sherman G, Ward S, et al. The influence of inadequate antimicrobial treatment of bloodstream infections on patient outcomes in the ICU setting [J]. Chest, 2000, 118(1): 146-155.
- [10] 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.
- [11] 祝静, 刘琼. 肺部超声在ICU中的综合应用进展 [J]. 临床超声医学杂志, 2018, 20(5): 329-331.
- [12] Luna CM, Blanzaco D, Niederman MS, et al. Resolution of ventilator-associated pneumonia: prospective evaluation of the clinical pulmonary infection score as an early clinical predictor of outcome [J]. Crit Care Med, 2003, 31(3): 676-682.
- [13] Fartoukh M, Maitre B, Honore S, et al. Diagnosing pneumonia during mechanical ventilation: the clinical pulmonary infection score revisited [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2003, 168(2): 173-179.
- [14] Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock [J]. Crit Care Med, 2013, 41(2): 580-637.
- [15] Jung B, Embriaco N, Roux F, et al. Microbiological data, but not procalcitonin improve the accuracy of the clinical pulmonary infection score [J]. Intensive Care Med, 2010, 36(5): 790-798.

(收稿日期: 2019-05-20)

《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准,集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行,月刊。为“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”、“中国科技论文统计源期刊”、“中国科技核心期刊”。设有临床研究、实验研究、综述、经验交流、临床报道、病例报道、述评、专家讲座、工程技术及译文等栏目,以各级超声医学工作者、相关临床专业医师及医学院校师生为主要读者对象。

本刊刊号:ISSN 1008-6978;CN 50-1116/R;邮发代号 78-116。

每期定价:19元,全年228元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:重庆市渝中区临江路74号,重庆医科大学附属第二医院内,临床超声医学杂志编辑部。邮编:400010

电话:023-63811304 023-63693117 Email:lcscq@vip.163.com