DOI:10.3969/j.issn.1005-202X.2022.03.010

医学影像物理

肺部超声对重症肺部感染患者肺通气的评估价值

杨朝生,邓玉光,陈慧,钟家将
柳州市人民医院呼吸与危重症医学科,广西 柳州 545000

【摘要】**目的:**探讨肺部超声评价重症肺部感染患者通气情况的应用价值。**方法:**选取88例重症肺部感染患者,采用半定量方法对肺部超声征象进行评分,以CT检查结果为金标准,分析肺部超声评分与患者肺通气的关系;同时分析存活和死亡患者临床资料、肺部超声评分的差异,以及肺部超声评分预测患者死亡的价值。**结果:**88例患者全肺超声评分平均为(18.50±2.12)分,全肺CT值平均为(-620.50±88.13) HU,不通气/低通气肺组织比例平均为(10.41±3.35)%,正常通气肺组织比例平均为(71.54±6.69)%,过度通气肺组织比例平均为(17.65±4.11)%;患者肺部超声评分与全肺CT值、不通气/低通气肺组织比例呈正相关(r=0.775、0.648, P<0.05),与正常通气肺组织比例、过度通气肺组织比例无明显相关性(r=-0.170、0.046, P>0.05);死亡组患者年龄、糖尿病比例、APACHEII评分、肺泡-动脉氧分压差、机械通气治疗和肺部超声评分分别为(59.28±8.12)岁、44.83%、(22.19±2.40)分、(344.40±82.29) mmHg、72.41%和(20.20±1.72)分,明显高于存活组(P<0.05),而氧合指数为(104.42±21.18),明显低于存活组(P<0.05);Logistic回归分析结果显示:年龄、APACHEII、肺部超声评分是重症肺部感染患者死亡的影响因素(OR=1.758、2.841、2.440, P<0.05);肺部超声评分预测重症肺部感染患者死亡的ROC曲线下面积为0.901(95%CI:0.836~0.966),截断值为20分,灵敏性和特异性分别为82.80%和84.70%。**结论:**肺部超声可以作为重症肺部感染患者肺通气的评估指标,同时其在预测患者预后方面有一定应用价值。

【关键词】肺部超声;重症肺部感染;肺通气;预测价值
【中图分类号】R563 【文献标志码】A 【文章编号】1005-202X(2022)03-0317-04

Application of pulmonary ultrasound in evaluating pulmonary ventilation in patients with severe pulmonary infection

YANG Chaosheng, DENG Yuguang, CHEN Hui, ZHONG Jiajiang
Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou 545000, China

Abstract: Objective To explore the value of pulmonary ultrasound in evaluating ventilation in patients with severe pulmonary infection. **Methods** The pulmonary ultrasonic signs of 88 patients with severe pulmonary infection were scored by semiquantitative method, and the CT results were taken as the gold standard to explore the relationship between pulmonary ultrasound score and pulmonary ventilation. Meanwhile, the differences between survivors and dead patients in clinical data and pulmonary ultrasound score were analyzed, and the value of pulmonary ultrasound score in predicting death was assessed. **Results** The average pulmonary ultrasound score of 88 patients was 18.50±2.12, and their average lung CT value was (-620.50±88.13) HU. Moreover, the average proportions of no ventilation/hypoventilation, normal ventilation and hyperventilation lung tissues in the 88 patients were (10.41±3.35)%, (71.54±6.69)% and (17.65±4.11)%, respectively. The pulmonary ultrasound score was positively correlated with the whole lung CT value and the proportion of no ventilate/hypoventilation lung tissues (r=0.775, 0.648; P<0.05), but had no significant correlation with the proportions of normal ventilation lung tissues and hyperventilation lung tissues (r=-0.170, 0.046; P>0.05). In death group, the age, diabetes rate, APACHE II score, alveolar-arterial partial oxygen pressure, percentage of mechanical ventilation and pulmonary ultrasound score were (59.28±8.12) years old, 44.83%, 22.19±2.40, (344.40±82.29) mmHg, 72.41% and 20.20±1.72, respectively, which were significantly higher than those of survival group (P<0.05), but the oxygenation index was 104.42±21.18, significantly lower than that of survival group (P<0.05). The results of Logistic regression analysis revealed that age, APACHE II and pulmonary ultrasound score were the influential factors of death in patients with severe pulmonary infection (OR=1.758,

【收稿日期】2021-08-16
【基金项目】广西壮族自治区卫生和计划生育委员会科研课题(Z20180327)
【作者简介】杨朝生,硕士,副主任医师,主要研究方向:肺部感染,E-mail: gdsg9999@qq.com
【通信作者】钟家将,E-mail: zjj5681@foxmail.com

2.841, 2.440; P<0.05). The area under the ROC curve of pulmonary ultrasound score for predicting death of patients with severe pulmonary infection was 0.901 (95%CI: 0.866-0.966), and the cut-off value was 20, and the sensitivity and specificity were 82.80% and 84.70%, respectively. **Conclusion** Pulmonary ultrasound can be used as an evaluation index of pulmonary ventilation in patients with severe pulmonary infection, and it has certain application value in predicting patient prognosis.
Keywords: pulmonary ultrasound; severe pulmonary infection; pulmonary ventilation; predictive value

前 言

重症肺部感染是我国住院患者死亡的重要原因，也是呼吸内科常见呼吸系统危急重症，重症肺炎除容易并发呼吸衰竭外，也会累及循环、消化与神经等多个系统，使患者水、电解质及酸碱平衡发生紊乱，严重威胁患者生命健康[1]。临床重症肺部感染诊断多以胸部CT为金标准，但由于电离辐射等原因致使临床应用受到限制。胸部超声具有可重复性强、可床旁检查、无创、实时、快捷等优点，已有多种文献提示超声诊断胸部疾病的灵敏度、阴性预测值及准确度均优于胸部X线检查，但作为诊断重症肺部感染的重要辅助检查方法还有待进一步探讨[2-3]。本研究以胸部CT为金标准，探讨肺部超声对重症肺部感染患者通气情况的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年1月至2021年3月在柳州市人民医院接受治疗的88例重症肺部感染患者，其中男性56例，女性32例，年龄30~70岁，平均(55.15±9.85)岁；体质量指数(BMI)19.50~24.80 kg/m^2，平均(21.84±1.01) kg/m^2。纳入标准：(1)诊断符合《中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南》中的标准[4]；(2)在该院行超声及胸部CT检查；(3)年龄>18岁；(4)患者及家属知情同意。排除标准：(1)既往有胸腔内操作史或胸廓、胸腔内疾病；(2)合并有肝肾功能障碍、血液系统疾病、恶性肿瘤等其他严重疾病。

1.2 超声检查

使用美国BD公司生产的彩色多普勒超声诊断仪，线阵探头频率8~12 MHz，取仰卧、俯卧位，以腋前线、后线为界限，每侧肺脏分成前、侧、后3区域，肋骨同探头垂直，先针对垂直肋骨间隙纵向扫查，后将探头旋转90°横向扫查，扫描双侧肺脏每个区域。采用半定量标准对肺部超声征象进行评分[5]。共将患者全肺分为12个区域，每个区域评分分值0~3分，总分36分，超声评分分值越高，代表患者肺含气量越低。单个区域评分标准见表1。

1.3 CT检查

使用西门子CT机进行CT扫描，自胸廓起端至肋膈角下缘，扫描参数：80~110 mA管电流，100~120 kVP管电压，3 mm层厚和层间距，0.8 s曝光时间，附带处理软件处理MPR图像。根据Gattinoni等[6]提出CT值区分肺通气标准：CT值在-100~100 HU为不通气肺组织，-101~-500 HU为低通气肺组织，-501~-900 HU为正常通气肺组织，-901~-1 000 HU为过度通气肺组织。不同预后患者临床资料、肺部超声评分等比较，主要包括患者年龄、糖尿病比例、APACHEII评分、肺泡-动脉氧分压差、机械通气治疗和肺部超声评分等。

表1 肺部超声评分标准

Table 1 Pulmonary ultrasound scoring criteria

分数	超声特征
0	清楚的A线和肺滑动征或0~2条B线
1	可见小的胸膜下实变，由3条或更多的B线或平滑的胸膜线分隔
2	多个合并的B线或小的胸膜下实变，由增厚和不规则的胸膜线分隔
3	胸膜下实变>2 cm

1.4 统计学处理

使用SPSS20.0统计软件。计量资料经正态性检验后，符合正态分布计量资料采用均数±标准差表示，进行t检验分析组间差异；计数资料采用率和构成比表示，比较使用χ^2检验；相关性分析采用Pearson相关分析。检验水准：α=0.05。

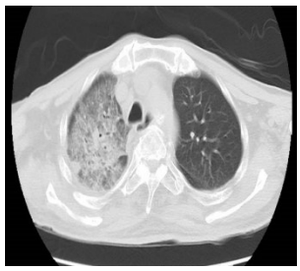
2 结 果

2.1 患者肺部超声、CT值

88例患者中全肺超声评分平均为(18.50±2.12)分，全肺CT值平均为(-620.50±88.13) HU(图1)。根据Gattinoni等[6]提出的标准，本组患者不通气/低通气肺组织比例平均为(10.41±3.35)%，正常通气肺组织比例平均为(71.54±6.69)%，过度通气肺组织比例平均为(17.65±4.11)%。

2.2 肺部超声与CT值、肺组织通气情况相关性分析

患者肺部超声评分与全肺CT值呈正相关(r=0.775, P<0.05)；肺部超声评分与不通气/低通气肺组织比例呈正相关(r=0.648, P<0.05)，与正常通气肺组织比例、过度通气肺组织比例无明显相关性(r=-0.170和0.046, P>0.05)。


a：右上肺可见大片渗出

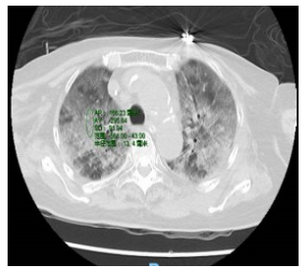

b：双肺可见大片渗出

图1 患者CT图像

Figure 1 CT images of patients

2.3 不同预后患者临床资料、肺部超声评分等比较

88例患者中，治疗28 d时死亡29例，存活59例；死亡组患者年龄、糖尿病比例、APACHEII评分、肺泡-动脉氧分压差、机械通气治疗和肺部超声评分明显高于存活组（P<0.05），而氧合指数明显低于存活组（P<0.05），见表2。

表2 不同预后患者临床资料、肺部超声评分等比较

Table 2 Comparison of clinical data and pulmonary ultrasound scores of patients with different prognoses

临床特征	死亡组（n=29）	存活组（n=59）	t/χ^2值	P值
性别（男/女）	17/12	39/20	0.470	0.493
年龄/岁	59.28±8.12	51.10±7.14	4.826	0.000
BMI/kg·m^{-2}	21.94±2.03	21.27±2.15	1.399	0.165
高血压/例	11	21	0.046	0.830
糖尿病/例	13	13	4.853	0.028
高脂血症/例	8	12	0.581	0.446
SBP/mmHg	132.20±4.43	131.19±5.04	0.918	0.361
DBP/mmHg	81.17±5.05	82.50±6.22	-1.000	0.320
空腹血糖/mmol·L^{-1}	6.03±1.02	5.91±1.01	0.522	0.603
APACHEII评分/分	22.19±2.40	17.10±2.53	9.019	0.000
氧合指数	104.42±21.18	144.49±30.44	-6.363	0.000
肺泡动脉氧压差/mmHg	344.40±82.29	298.33±78.31	2.551	0.013
降钙素原/ng·L^{-1}	0.55±0.19	0.52±0.17	0.748	0.456
C-反应蛋白/mg·L^{-1}	19.28±3.02	18.81±2.93	0.700	0.486
机械通气治疗/例	21	13	20.815	0.000
肺超声评分	20.20±1.72	17.40±2.00	6.453	0.000

2.4 影响重症肺部感染患者死亡的多因素分析

将上述有统计学意义指标作为自变量，是否死亡作为因变量进行Logistic回归分析。结果显示年龄、APACHEII、肺部超声评分是重症肺部感染患者死亡的影响因素（OR=1.758、2.841、2.440, P<0.05），见表3。

表3 影响重症肺部感染患者死亡的多因素分析结果

Table 3 Analysis on multi-factor affecting the death of patients with severe pulmonary infection

因素	β	SE	Walds	P值	OR（95%CI）
年龄	0.564	0.182	9.603	0.000	1.758（1.230~2.511）
APACHEII	1.044	0.312	11.197	0.000	2.841（1.541~5.236）
肺超声评分	0.892	0.273	10.676	0.000	2.440（1.429~4.167）
糖尿病	0.382	0.201	3.612	0.100	1.465（0.988~2.173）
肺泡动脉氧压差	0.227	0.201	1.275	0.343	1.255（0.846~1.861）
机械通气治疗	0.411	0.283	2.109	0.202	1.508（0.866~2.627）
氧合指数	-0.283	0.211	1.799	0.282	0.754（0.498~1.139）

2.5 肺部超声评分预测患者预后的价值

肺部超声评分预测重症肺部感染患者死亡的ROC曲线下面积为0.901（95%CI：0.836~0.966），P<0.05，截断值为20分，灵敏性和特异性分别为82.80%和84.70%。

3 讨 论

随着各种病原感染、抗生素滥用及耐药性影响，重症肺部感染已成为呼吸内科死亡的主要原因之一。相关数据显示重症肺部感染病程延长将增加混合感染率[7-9]，因此早期的有效干预对改善预后极为关键。胸部X线是重症肺部感染的常用诊断手段，但存在一定的放射性损害，反复检查可造成累积剂量射线而危害人体健康[10-11]。超声检查因快捷、无创的优点而被临床广泛使用，能够在床旁快速发现肺水肿、气胸、肺实变、胸腔积液等呼吸急重症，有助于早期判断低氧血症及呼吸困难的相关病因，因此对诊断重症肺部感染具有重大潜力[12-14]。本研究结果显示患者肺部超声评分与全肺CT值呈正相关，且肺部超声评分与不通气/低通气肺组织比例呈正相关。上述结果提示肺部超声与CT诊断重症肺部感染具有相似性，且可鉴别肺组织通气情况。重症肺部感染发生时由于肺组织被炎症浸润导致肺小叶间隔增厚，肺泡内液体增多，因此肺组织中水和气体的比例显著变化，液体与气体的声抗阻力差增大时，超声在水和气体的界面上可出现强烈混响而形成多次放射形成“彗星尾征”，因而超声能够对重症肺部感染进行诊断[15-17]。本研究进一步通过预后比较发现死亡组患者

年龄、糖尿病比例、APACHEII评分、肺泡-动脉氧分压差、机械通气治疗和肺部超声评分明显高于存活组，而氧合指数明显低于存活组。高龄、糖尿病患者由于自己抵抗能力差，常易并发多种感染，因而预后较差[18]；APACHE II评分、肺泡-动脉氧分压差、肺部超声评分是评估患者肺部功能的重要指标，若患者肺功能较差，则恢复更为困难，因而死亡率更高[19-20]；机械通气治疗由于外部创伤较易诱发感染，进而增加了患者死亡率[21-22]。进一步的多因素分析结果显示年龄、APACHEII、肺部超声评分是重症肺部感染患者死亡的影响因素。肺部超声评估有助于了解患者肺部通气情况，而且肺部病理变化不一致还可导致多种超声征象，因而评分越高，患者肺部病变程度越严重[23-24]。临床结果显示肺部超声评分预测重症肺部感染患者死亡具有较高的灵敏性和特异性。肺部超声诊断具有安全、快捷、准确等优势，能够避免直接CT检查时电离辐射，可重复多次检查，及避免患者反复搬动及远距离移动的影响，同时节省了患者的医疗费用，并利于医生观察病情的动态发展，进而为临床诊断和治疗提供数据参考[25]。但需要注意的是超声检查也可能存在盲区，若病变被含气良好的肺组织包围或位于纵隔附近则无法显示，需要临床特别注意；此外，由于重症肺部感染患者普遍体位变化困难，因而常无法进行各种体位肺部超声检查操作，存在漏诊的可能性。

【参考文献】

[1] 何聪, 付优, 白银箱, 等. 心肺超声联合PiCCO在合并感染性休克的重症肺炎患者中的应用[J]. 国际呼吸杂志, 2019, 39(10): 738-743.
HE C, FU Y, BAI Y X, et al. Application value of combined cardiopulmonary ultrasound and PiCCO on patients with severe pneumon complicating septic shock[J]. International Journal of Respiration, 2019, 39(10): 738-743.

[2] ZHOU J, WANG C, LU R, et al. Protective mechanical ventilation with optimal PEEP during RARP improves oxygenation and pulmonary indexes[J]. Trials, 2021, 22(1): 351-351.

[3] 余锋, 张苜, 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, 12(8): 565-569.
YU F, ZHANG M, XU F. Value of early diagnosis and dynamic assessment of ventilator-associated pneumonia by ICU bedside ultrasound[J]. Journal of Clinical Ultrasound Medicine, 2019, 12(8): 565-569.

[4] 中华医学会呼吸病学分会. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南(2016年版)[J]. 中华结核与呼吸杂志, 2016, 39(4): 253-279.
Chinese Medical Association Respiratory Disease Branch. Diagnosis and treatment guideline of community-acquired pneumonia in Chinese adults[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2016, 39(4): 253-279.

[5] 徐立彦, 李晨, 王华, 等. 慢性心力衰竭合并肺部感染患者心肌酶谱4项及炎症因子水平变化[J]. 贵阳医科大学学报, 2020, 45(5): 611-615.
XU L Y, LI C, WANG H, et al. Effect of pulmonary infection on expression levels of four myocardial enzymes and inflammatory factors in patients with chronic heart failure[J]. Journal of Guiyang Medical University, 2020, 45(5): 611-615.

[6] GATTINONI L, PELOSI P, SUTER P, et al. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2012, 158(1): 3-11.

[7] SCHNFELD A, JENSEN B, ORTH H M, et al. Severe pulmonary haemorrhage syndrome in leptospirosis in a returning traveller[J]. Infection, 2019, 47(1): 125-128.

[8] 赵东. 肺部超声运用于重症患者合并肺部感染诊断中的价值与意义分析[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 5(8): 125.
ZHAO D. Analysis of the value and significance of lung ultrasound in the diagnosis of severe patients with pulmonary infection[J]. Electronic Journal of Clinical Medicine Literature, 2018, 5(8): 125.

[9] 曾琴兵, 李黎明, 韩佳琪, 等. 肺部超声指导下胸部物理治疗联合纤支镜肺泡灌洗对重症肺炎患者的影响[J]. 河北医药, 2021, 43(15): 2344-2347.
ZENG Q B, LI L M, HAN J Q, et al. Influence of pulmonary ultrasound-guided chest physical therapy combined with bronchoscopic alveolar lavage on patients with severe pneumoni[J]. HeBei Medical Journal, 2021, 43(15): 2344-2347.

[10] TM A, REB B, AK C, et al. The authors respond: ultrasound assessment in pulmonary hypertension[J]. Am J Emerg Med, 2020, 38(5): 1024-1025.

[11] XU S, DU B, SHAN A, et al. The risk factors for the postoperative pulmonary infection in patients with hypertensive cerebral hemorrhage: a retrospective analysis[J]. Medicine, 2020, 99(51): e23544.

[12] 于红奎, 刘晓, 陈嘉坤, 等. 肺超声评分对儿童重症肺炎定量评估及预后判断的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2019, 35(3): 229-231.
YU H K, LIU X, CHEN J K, et al. Clinical value of lung ultrasound score in diagnosis and prognosis of children with severe pneumonia[J]. Chinese Journal of Ultrasound Medicine, 2019, 35(3): 229-231.

[13] LANGVATN H, SCHRAMA J C, CAO G, et al. Operating room ventilation and the risk of revision due to infection after total hip arthroplasty: assessment of validated data in the Norwegian Arthroplasty Register[J]. J Hosp Infect, 2020, 105(2): 216-224.

[14] 顾彩虹, 谢永鹏, 郑涛, 等. 肺部超声评分对腹腔感染机械通气患者脱机结局的预测价值[J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32(1): 94-98.
GU C H, XIE Y P, ZHENG T, et al. Predictive value of lung ultrasound score on weaning outcome in patients with intro-abdominal infection undergoing mechanical ventilation[J]. Chinese Critical Care Medicine, 2020, 32(1): 94-98.

[15] ELAMRY E, ALKADY H M, MENAISSY Y, et al. Predictors of in-hospital mortality in isolated total anomalous pulmonary venous connection[J]. Heart Surg Forum, 2019, 22(3): 191-196.

[16] 黄允省, 彭佳华. 肺部超声联合氧合指数检测诊断重症肺炎患者病情严重程度及预后的效果研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2019, 14(10): 974-977.
HUANG Y S, PENG J H. Lung ultrasound combined with oxygenation index in diagnosis of se-verity and prognosis of severe pneumonia[J]. Chinese Journal of Emergency Resuscitation and Disaster Medicine, 2019, 14(10): 974-977.

[17] CAO G, WU Y, ZHAO Y, et al. Assessment of extravascular lung water by measuring the number of pulmonary ultrasound B-lines before and after CBP in patients with MODS[J]. Medicine, 2021, 100(1): e24181.

[18] 张磊, 俞万钧, 周成杰, 等. 肺部超声评估急性呼吸窘迫综合征患者血管外肺水及预后的临床应用价值[J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32(5): 585-589.
ZHANG L, YU W J, ZHOU C J, et al. Application of lung ultrasonography on evaluating extravascular lung water and prognosis in patients with acute respiratory distress syndrome[J]. China Critical Care Medicine, 2020, 32(5): 585-589.

[19] 韩转宁, 张静芳, 高明. 肺超声评分对新生儿肺部感染严重程度的应用价值分析[J]. 中国医学装备, 2019, 16(10): 66-70.
HAN Z N, ZHANG J F, GAO M. Analysis on the application value of pulmonary ultrasound score in the severity of newborn with pulmonary infection[J]. China Medical Equipment, 2019, 16(10): 66-70.

[20] NOORBAKHSH K A, BELL-CHEDDAR Y R, MARIN J R. Focused cardiac ultrasound in pediatric pulmonary hypertension[J]. Pediatr Emerg Care, 2019, 35(4): 316-318.

[21] DTP A, JING L B, MY C, et al. Meta-analysis of catheter directed ultrasound-assisted thrombolysis in pulmonary embolism[J]. Am J Cardiol, 2019, 124(9): 1470-1477.

[22] COX E, KOSTER G, BARON A, et al. Should the ultrasound probe replace your stethoscope? A SICS-I sub-study comparing lung ultrasound and pulmonary auscultation in the critically ill[J]. Crit Care, 2020, 24(1): 14.

[23] BO R K, SEOHEE L, HANSU B, et al. Lung ultrasound score to determine the effect of fraction inspired oxygen during alveolar recruitment on absorption atelectasis in laparoscopic surgery: a randomized controlled trial[J]. BMC Anesth, 2020, 20(1): 173.

[24] OULEGO-ERROZ I, ALONSO-QUINTELA P, TERROBA-SEARA S, et al. Early assessment of lung aeration using an ultrasound score as a biomarker of developing bronchopulmonary dysplasia: a prospective observational study[J]. J Perinatol, 2021, 41(3): 62-68.

[25] 黄小英. 肺部超声评估重症肺炎严重程度及预后的价值[J]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(8): 160.
HUANG X Y. The value of lung ultrasound in evaluating the severity and prognosis of severe pneumonia[J]. Electronic Journal of Clinical Medicine Literature, 2020, 7(8): 160.

（编辑：黄开颜）