

# 肺超声定量联合血管外肺水指数在成人ARDS早期诊断中的应用研究

戴文娟 范霜月 项美姣

**[摘要]** 目的 分析肺超声定量联合血管外肺水指数(EVLWI)用于成人急性呼吸窘迫综合征(ARDS)早期诊断的临床价值。方法 前瞻性选择高度怀疑ARDS患者共78例为研究对象,经确诊ARDS患者58例(观察组),非ARDS患者20例(对照组)。比较两组肺超声显示彗星尾征(即B线)数量和半定量评分、EVLWI,以及观察组患者治疗前后上述指标的变化。结果 观察组治疗后B线数量、半定量评分和EVLWI值均明显低于治疗前,差异均有统计学意义( $t$ 分别=8.12、10.20、5.86,  $P$ 均 $<0.05$ )。观察组B线数量、半定量评分和EVLWI值均明显高于对照组,差异有统计学意义( $t$ 分别=9.62、15.43、7.50,  $P$ 均 $<0.05$ )。半定量评分和EVLWI值有较好的正相关性( $r=0.45$ ,  $P<0.05$ )。受试者工作特征曲线(ROC)显示,半定量评分联合EVLWI值诊断ARDS的曲线下面积为0.86,灵敏度为85.61%,特异度为74.34%,半定量评分临界值为12.34分,EVLWI临界值为2.76。结论 肺超声联合脉搏指示连续心排血量监测(PiCCO)测量EVLWI在成人ARDS早期诊断中有较好的准确性。

**[关键词]** 急性呼吸窘迫综合征; 肺超声; 脉搏指示连续心排血量监测; 血管外肺水指数; 彗星尾征

**Application of quantitative pulmonary ultrasound combined with extravascular pulmonary water index for the early diagnosis of adult ARDS** DAI Wenjuan, FAN Shuangyue, XIANG Meijiao. Department of Ultrasound, Jinhua People's Hospital, Jinhua 321000, China.

**[Abstract]** **Objective** To analyze the value of quantitative pulmonary ultrasound combined with extravascular pulmonary water index (EVLWI) for the early diagnosis of adult acute respiratory distress syndrome (ARDS). **Methods** A total of 78 patients with highly suspected ARDS were prospectively selected as the research objects. 58 patients with ARDS (observation group) and 20 patients without ARDS (control group) were diagnosed by chest CT and oxygenation index. The number of comet tail sign (line B), semi quantitative score, and EVLWI were compared between the two groups, and the changes of above indexes in the observation group before and after treatment were compared. **Results** The number of line B, semi quantitative score and EVLWI in the observation group after treatment were significantly lower than those before treatment ( $t=8.12, 10.20, 5.86, P<0.05$ ). The number of line B, semi quantitative score, and EVLWI in the observation group were significantly higher than those in the control group ( $t=9.62, 15.43, 7.50, P<0.05$ ). The semi quantitative score was positively correlated with EVLWI ( $r=0.45, P<0.05$ ). The ROC result showed that the area under the curve (AUC) of semi quantitative score combined with EVLWI for the diagnosis of ARDS was 0.86, the sensitivity was 85.61%, and the specificity was 74.34%, the cut-off values of semi quantitative score and EVLWI were 12.34 and 2.76, respectively. **Conclusion** Combined with pulmonary ultrasound and measurement of EVLWI by PiCCO has good accuracy in the early diagnosis of adult ARDS patients.

**[Key words]** acute respiratory distress syndrome; pulmonary ultrasound; pulse indicator and continuous cardiac output; extravascular pulmonary water index; comet tail sign

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2022.007.003

基金项目:金华市科技计划项目(2020-4-044)

作者单位:321000 浙江金华,金华市人民医院超声科  
(戴文娟、范霜月),重症医学科(项美姣)

急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)病情进展迅速,病死率高,早期诊断和临床治疗至关重要<sup>[1]</sup>。目前临床诊断ARDS以

病史、症状、胸部CT影像学改变和肺功能障碍为主要依据,但由于卧床限制难以实施,且放射性不能反复检查以动态评估病情和指导治疗<sup>[2]</sup>。脉搏指示连续心排血量监测(pulse indicator continuous cardiac output, PiCCO)可在床边实施血流动力学监测,测量血管外肺水含量,血管外肺水指数(extravascular lung water index, EVLWI)与肺部含水量有高度一致性<sup>[3,4]</sup>,但其可靠性受到诸多干扰因素的影响。肺超声作为一种显像直观清晰、检查方便快速的无创检查技术,可有效避免电离辐射,具有较高的安全性,无明显绝对禁忌证,能在床旁进行。肺超声水肿是反映各种原因导致的肺损伤的重要指标之一<sup>[5,6]</sup>。基于此,本次研究主要探讨肺超声定量联合EVLWI在成人ARDS早期诊断和临床治疗中的应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

前瞻性选择2020年1月至2021年10月金华市人民医院收治的高度怀疑ARDS患者共78例为研究对象,其中男性43例、女性35例;年龄43~78岁,平均(54.49±8.56)岁。纳入标准为:①年龄大于18岁;②符合ARDS的主要诊断依据,比如肺部损伤史、严重呼吸困难和低氧血症;③能顺利完成肺超声和PiCCO检测,数据稳定可靠;④签署研究同意书。本次研究经我院医学伦理委员会批准。排除标准为:①入院病情较重,预计存活时间不足72h;②严重肝肾功能障碍;③无法完成胸部CT检查;④中途放弃治疗。经胸部CT和氧合指数确诊ARDS患者58例(观察组)和非ARDS患者20例(对照组)。其中观察组男性29例、女性29例;年龄44~78岁,平均(55.62±9.53)岁;原发疾病:重症肺炎21例、脓毒症24例、外科术后13例。对照组男性14例、女性6例;年龄43~77岁,平均(53.47±7.83)岁;原发疾病:重症肺炎7例、重症哮喘6例、肺癌4例、外科术后3例。两组患者基线资料比较,差异均无统计学意义( $P$ 均>0.05)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 肺超声

使用PHILIPS Healthcare Sparq床边彩色多普勒超声诊断仪。患者取仰卧位,依次探查左侧胸壁2~4肋间隙、右侧胸壁2~5肋间隙在内的28个扫描区,获得肺超声声像图并存储。将半侧胸部分为前胸壁、侧胸壁、后胸壁,后把各胸壁作上下两部分划分,整个胸部总共分为12个分区<sup>[7]</sup>,对每个分区进行评分。评分标准:0分:肺部超声图像检查无异常;1分,至少存在一个超声切面上显示

1个或2个彗星尾征;2~4分:至少存在一个超声切面上显示至少3个彗星尾征,该彗星尾征出现的肺部位置为后、侧、前肺区分别记为2分、3分、4分;3~5分:超声检查切面可见实变、不张征象,后、侧、前肺区依次记为3分、4分、5分;前、侧、后肺区发现液性暗区记为1分、1分、0分。由两名经验丰富的超声科医师分别独立进行检查和判读,结果取平均值。

#### 1.2.2 PiCCO监测

患者取平卧位,在局麻下进行股动脉穿刺,妥善放置温度传感器的PiCCO专用热稀释动脉导管,然后经肩高头低位于右锁骨下开展中心静脉穿刺,放置双腔中心静脉导管,经压力换能器和带有PiCCO模块的心电监护仪(型号MP60)相连,监测心输出量、股动脉平均血压等指标,经中心静脉快速注入15ml冷盐水,通过肺热稀释法对股动脉压力波曲线下面积进行计算EVLWI值<sup>[8]</sup>。每例患者间隔3h重复测量2次,并取平均值。

### 1.3 观察指标

比较两组肺超声显示彗星尾征(即B线)数量和半定量评分、EVLWI值,以及观察组患者治疗前和治疗后2周上述指标的变化。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 20.0软件进行数据录入和统计学分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较采用 $t$ 检验,半定量评分和EVLWI值相关性采用Pearson分析;计数资料采用例(%)表示,比较用 $\chi^2$ 检验;采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)计算半定量评分联合EVLWI值诊断ARDS的曲线下面积。设 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组B线数量、半定量评分和EVLWI值比较见表1

表1 两组B线数量、半定量评分和EVLWI值比较

组别	B线数量	半定量评分/分	EVLWI值
观察组 治疗前	12.62 ± 3.43	24.24 ± 6.78	4.58 ± 1.91
观察组 治疗后	5.94 ± 2.11* <sup>#</sup>	9.85 ± 3.32* <sup>#</sup>	1.92 ± 0.51* <sup>#</sup>
对照组	2.56 ± 1.12	5.56 ± 2.13	1.13 ± 0.32

注:\*,与对照组比较, $P < 0.05$ ;<sup>#</sup>:与组内治疗前比较, $P < 0.05$ 。

由表1可见,观察组治疗后B线数量、半定量评分和EVLWI值均明显低于治疗前,差异均有统计学意义( $t$ 分别=8.12、10.20、5.86, $P$ 均<0.05)。观察组治疗后B线数量、半定量评分和EVLWI值均明显高

于对照组,差异均有统计学意义( $t$ 分别=9.62、15.43、7.50, $P$ 均 $<0.05$ )。

2.2 ARDS患者半定量评分和EVLWI值的相关性  
Pearson相关性分析显示,ARDS患者超声半定量评分和EVLWI值有较好的正相关性( $r=0.45$ , $P<0.05$ )。

2.3 半定量评分联合EVLWI值诊断ARDS的ROC分析见图1

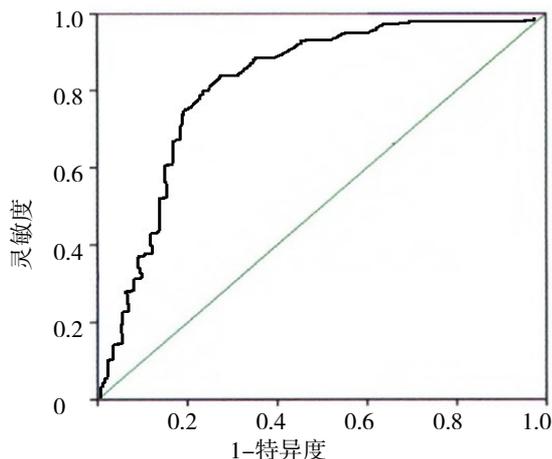


图1 半定量评分联合EVLWI值诊断ARDS的ROC曲线

由图1可见,半定量评分联合EVLWI值诊断ARDS的曲线下面积为0.86(95%CI 0.80~0.90, $P<0.05$ ),灵敏度为85.61%,特异度为74.34%,半定量评分临界值为12.34分,EVLWI临界值为2.76。

### 3 讨论

ARDS多继发于多发伤、重大手术、重症感染等,病理往往呈现肺泡毛细血管通透性增高、间质和肺泡水肿、炎症介质弥漫等,主要特征是呼吸窘迫、进行性低氧血症和双肺炎性肺水肿<sup>[9]</sup>。尽管ARDS的动物模型和临床研究已经较为成熟,但是确切发病机制仍然未能形成统一认识,临床缺乏高效的干预策略,目前仍然以支持治疗为主,缺乏高效、特异性治疗方案,总体生存预后不甚理想,病死率仍高达27%~45%<sup>[10]</sup>。多数学者一致认为,ARDS的临床预后与疾病早期准确诊断、损伤严重程度以及恰当的临床干预途径等密切相关,因此,尽早的诊断和及时评估对ARDS的治疗具有重要价值。

本次研究显示,针对成人ARDS患者入院尽早完成肺部超声和PiCCO检查是可行的。越来越多的医院具备了移动式放射成像技术,小型床旁X线或者CT成像机的应用可避免急危重症患者的转运风险,但是成像分辨率较低,还不能适应部分疾病如

ARDS对高清图像的要求,疾病总体诊断准确性还有待提高,病情反映滞后,无法准确诊断和评估病情<sup>[11]</sup>。PiCCO的优势是针对危重症患者的血流动力学能够进行实时监测,具有微创、高效比、操作简单等优点,能动态监测心脏功能、前后负荷以及血管外肺水含量。EVLWI是PiCCO特有、唯一反映床旁定量肺水肿的指标,与肺部含水量具有较高的相关性,对识别肺水肿具有高度敏感性和特异性。血管外肺水含量增多是ARDS患者的重要病理生理特点,是导致顽固性低氧血症的重要原因<sup>[12,13]</sup>。因此,合理降低血管外肺水、有效控制并减少肺水肿是治疗ARDS的关键。血管外肺水能客观、准确反映肺水肿的严重程度,并作为指导临床合理输液和液体管理的参照依据,在预测重症患者的预后方面同样具有较大的应用潜力<sup>[14,15]</sup>。研究证实,EVLWI值越高,患者的死亡率越高;相反通过液体负平衡管理降低EVLWI,能够改善ARDS患者的肺功能,减轻肺损伤,改善生存预后<sup>[16]</sup>。

本次研究显示,ARDS患者治疗后B线数量、半定量评分和EVLWI值均明显低于治疗前,并且治疗后B线数量、半定量评分和EVLWI值仍明显高于非ARDS患者( $P$ 均 $<0.05$ )。本次研究显示,ARDS患者半定量评分和EVLWI值有较好的正相关性( $P<0.05$ )。提示肺超声和PiCCO检查在评估ARDS方面具有较好的一致性。并且,半定量评分联合EVLWI值诊断ARDS的曲线下面积为0.86,提示肺超声和PiCCO检查有望作为替代胸部CT早期诊断ARDS的重要指标。超声指导下液体管理的主要工作原理是利用超声对体循环容量、心脏功能以及血管外肺水监测的多项参数汇总得到限制性液体管理的依据,在不过快、过量增加液体输入的同时稳定内环境、减轻炎症反应紊乱和氧化应激损伤、预防多器官功能衰竭、减轻肺部缺氧障碍。超声能够敏感性监测到体循环容量和心脏功能的改变,以及血管外肺水的含量,具有操作简单,时效性强的特点,在危重症患者的救治中应用越来越多<sup>[17,18]</sup>。肺超声通过识别典型彗尾征(即B线)来评估肺水肿的严重程度,具有低成本、简单、无创、易重复的优点。此外,床旁超声还能对下腔静脉宽度和变异度进行动态测量,结合彩超对心脏结构功能进行实时评估,准确判断全身循环血容量<sup>[19]</sup>。弥漫性彗星尾征是急性肺水肿的重要图像特点,根据ARDS患者肺内病变的特征,选择超声半定量评分方法更全面、更合

理,更能充分反映肺部病情变化<sup>[20]</sup>。

本次研究也有一定局限性:比如样本量较小,下一步通过多中心、大样本随机对照试验进行验证;此外,对ARDS患者入院是否能够顺利完成肺超声和PiCCO检查是当下面对的难题。

综上所述,肺超声联合PiCCO测量EVLWI在成人ARDS早期诊断和指导临床治疗方面具有突出价值,有较好的准确性。

#### 参考文献

- 1 吴爱萍,王金柱,韩芳,等.基于柏林标准诊断的急性呼吸窘迫综合征患者预后影响因素研究[J].中国全科医学,2019,22(18):2176-2181.
- 2 孙丽敏,杜林娜.急性呼吸窘迫综合征及急性心源性肺水肿患者的胸部CT影像对比[J].中国医师杂志,2019,21(11):1676-1678.
- 3 宗立永,刘爱敏,丁士芳,等.血管外肺水含量变化与急性呼吸窘迫综合征患者预后的临床研究[J].中华危重症医学杂志(电子版),2021,14(5):380-385.
- 4 王金莉,陈杰明,穆恩.PiCCO技术对感染性休克并发急性呼吸窘迫综合征患者液体管理和预后的改善作用分析[J].临床急诊杂志,2019,20(9):737-740.
- 5 唐艳红,谭军,王顺,等.肺部超声与X线胸片对老年急性呼吸窘迫综合征的诊断比较[J].成都医学院学报,2021,16(5):629-632.
- 6 孙晶晶,丁键,孙玉霞,等.床旁肺部超声在急性呼吸窘迫综合征中的应用价值[J].临床超声医学杂志,2019,21(9):668-672.
- 7 Ron E, Alattar Z, Hoebee S, et al. Current trends in the use of ultrasound over chest X-ray to identify pneumothoraces in ICU, trauma, and ARDS patients[J]. J Intensive Care Med, 2022, 37(1):5-11.
- 8 He J, Si X, Ji M, et al. Effect of rhubarb on extravascular lung water in patients with acute respiratory distress syndrome[J]. Rev Assoc Med Bras, 2017, 63(5):435-440.
- 9 林化,倪琦,李超乾.早期联合监测血管外肺水指数、肺血管通透性指数及血清氨基末端脑钠肽前体评估急性呼吸窘迫综合征患者预后的价值[J].实用医学杂志,2019,35(11):1813-1815,1819.
- 10 黄丽丽,刘玲,邱海波.急性呼吸窘迫综合征诊断的进步与发展[J].中国实用内科杂志,2018,38(11):977-980.
- 11 Griffiths MJD, McAuley DF, Perkins GD, et al. Guidelines on the management of acute respiratory distress syndrome[J]. BMJ Open Respir Res, 2019, 6(1):e000420.
- 12 刘斌,钮柏琳,何发明.PiCCO在脓毒症合并急性呼吸窘迫综合征中的应用研究进展[J].重庆医学,2021,50(12):2129-2132.
- 13 Ma S, Zhao ML, Wang K, et al. Association of Ang-2, vWF, and EVLWI with risk of mortality in sepsis patients with concomitant ARDS: A retrospective study[J]. J Formos Med Assoc, 2020, 119(5):950-956.
- 14 李昌盛,常婵,戴河柳,等.血管外肺水指数、血管生成素-2在脓毒症合并急性呼吸窘迫综合征患者预后评估中的价值[J].内科急危重症杂志,2018,24(5):372-374.
- 15 Wang W, Yu X, Zuo F, et al. Risk factors and the associated limit values for abnormal elevation of extravascular lung water in severely burned adults[J]. Burns, 2019, 45(4):849-859.
- 16 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.
- 17 李根,荣令,赵美景,等.床旁超声导向的最佳呼气末正压对急性呼吸窘迫综合征患者氧合指数及血流动力学的影响研究[J].中国全科医学,2019,22(5):616-620.
- 18 Sanwal R, Joshi K, Ditmans M, et al. Ultrasound and microbubbles for targeted drug delivery to the lung endothelium in ARDS: Cellular mechanisms and therapeutic opportunities[J]. Biomedicines, 2021, 9(7): 803.
- 19 Xie Y, Liu S, Mou Z, et al. Correlation analysis between mechanical power and lung ultrasound score and their evaluation of severity and prognosis in ARDS patients[J]. Biomed Res Int, 2021, 9(2):154-157.
- 20 李嘉舟,蒋丽娜,孟青,等.肺部超声在急性呼吸窘迫综合征严重程度评估中的应用[J].临床超声医学杂志,2018,20(8):531-534.

(收稿日期 2022-03-20)

(本文编辑 葛芳君)