

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2018.10.012

肺部超声在危重患者监测血管外肺水的初步研究

张晓霞¹, 顾俊文²

(新疆医科大学:1. 第一附属医院急诊科, 乌鲁木齐 830054; 2. 第一附属医院昌吉分院 831100)

摘要:目的 探讨简化肺超声作为评估进入多价重症监护病房(ICU)的危重患者血管外肺水(EVLW)的检测手段。方法 选取 2017 年 1—6 月该院 EICU 收治的 49 例需要机械通气的危重患者。肺超声检查和热稀释法(PiCCO)系统由 2 名独立操作者进行。运用肺部超声记录 B 线数目, 然后比较不同疾病之间的 B 线数目, 以及 B 线阳性和 PiCCO 系统获得的参数进行比较, 同时评估 B 线阳性象限与血管外肺水指数(EVLWI)的相关性。结果 49 例患者完成肺部超声检查及 PiCCO 评估, 平均年龄(65.9 ± 5.3)岁, 其中有 16 例 B 线数目始终小于 10 条, 27 例患者 B 线数目始终大于 10 条, 14 例(28.6%)动态观察 B 线数目有增减。急性心肌梗死患者的 B 线数目明显低于呼吸系统疾病($P < 0.001$)。心力衰竭与慢性阻塞性肺疾病(COPD) ($P = 0.496$)、急性呼吸衰竭($P = 0.710$)之间的 B 线数目比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的 B 线数目明显多于其他疾病($P < 0.001$)。B 线数目与 EVLEI(实际体质量)呈正相关($r = 0.928, P < 0.001$), B 线数目与 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 呈负相关($r = -0.876, P < 0.001$)。采用实际体质量计算 EVLWI, PiCCO 监测 EVLWI $> 10 \text{ mL/kg}$ 时, 超过 3 个象限存在 B 线阳性的特异性(60%)和敏感性(100%)(曲线下面积: 0.918; 95%CI: 0.846~0.991, $P = 0.037$)。使用预测体质量计算时, 超过 4 个象限存在 B 线阳性的特异性(100%)和敏感性(65%)(曲线下面积: 0.862; 95%CI: 0.759~0.965, $P = 0.0048$)。结论 简化的肺超声方法可作为可靠的非侵入性床边监测工具, 用于预测紧急和重症患者的 EVLW。

关键词:肺部超声; 血管外肺水; B 线数目

中图法分类号: R445

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2018)10-1411-04

Application of pulmonary ultrasonography in monitoring extravascular lung water in critically ill patients

ZHANG Xiaoxia¹, GU Junwen²

(1. Department of Emergency, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China; 2. Changji Branch of First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 831100, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the simplified pulmonary ultrasound assessment as a tool for assessing EVLW in critically ill patients entering the multicellular intensive care unit (ICU). **Methods** A total of 49 critically ill patients who needed mechanical ventilation were enrolled in the EICU hospital from January 2017 to June 2017. Lung ultrasound and thermal dilution (PiCCO system) were performed by two independent operators. The number of B lines was recorded by lung ultrasonography, and then the difference between the number of B lines between different diseases, and the parameters obtained from the B line and PiCCO system were compared. The correlation between the positive quadrant of the B line and the EVLWI was also evaluated. Learning software for analysis. **Results** A total of 49 patients completed lung ultrasonography and PiCCO assessment after admission. The average age was (65.9 ± 5.3) years old. Among them, 16 cases had B line number < 10 , 27 cases was always > 10 , and 14 (28.6%) had the increase or decrease. The number of B lines in patients with AMI was significantly lower than in respiratory disease ($P < 0.001$). There was no significant difference in the number of B lines between heart failure and COPD ($P = 0.496$) and acute respiratory failure ($P = 0.710$). The number of B lines of ARDS was significantly higher than that of other diseases ($P < 0.001$). There was a positive correlation between the number of B lines and the extravascular lung water index (EVLWI) ($r = 0.928, P < 0.001$), and the number of B lines was negatively correlated with $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ($r = -0.876, P < 0.001$). When EVLWI was calculated using the actual weight, EVCOW was used to monitor the specificity (60%) and sensitivity (100%) of B line positive in more than 3 quadrants when EVLWI $> 10 \text{ mL/}$

作者简介: 张晓霞, 女, 副主任医师, 主要从事急诊内科研究。

kg(area under the ROC curve:0.918;95%CI:0.846—0.991, $P=0.037$),using predicted body weight,more than 4 quadruples have B positive specificity (100%)and sensitivity (65%)(area under the curve:0.862;95%CI:0.759—0.965, $P=0.0048$). **Conclusion** Simplified pulmonary ultrasound can be used as a reliable non-invasive bedside monitoring tool for predicting extravascular lung water in emergency and critically ill patients.

Key words: pulmonary ultrasound; extravascular lung water; number of B lines

血液动力学状态的早期评估和液体管理对严重心衰衰竭或机械通气的患者至关重要^[1]。准确评估和监测血液动力学状态通常需放置肺动脉导管或其他侵入性导管。跨肺热稀释技术通常被用于测量血液动力学相关参数,其中最常用的是全身舒张末期容量和血管外肺水(EVLW)^[2]。有研究报道,血管外肺水指数(EVLWI)与急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者的 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 比值之间,差异有统计学意义($P<0.05$)^[3]。近年来,超声检查已被证明是一种简单、有效地观察肺部情况的方法^[4]。根据肺实质中空气和流体平衡的变化,易在声学图案中检测和测量其相应变化。现探讨机械通气的重症监护病房(ICU)患者肺部超声 B 线和 EVLW 之间的相关性,且进一步研究简化肺部超声方法对急危重患者进行快速评估的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 1—6 月该院急诊内科收治的 EICU 需机械通气的危重患者 49 例,所有患者、家属均签署知情同意书并通过医院伦理委员会审查。纳入标准:(1)年龄大于 18 岁。(2)需机械通气和热稀释法(PiCCO)监测血液动力学的 EICU 患者。(3)EICU 停留时间大于或等于 24 h。排除标准:(1)肺间质纤维化。(2)恶性肿瘤晚期。(3)PiCCO 置入禁忌证。(4)拒绝 PiCCO 置入或未签署知情同意书。

1.2 方法 所有患者采用 PiCCO 系统后立即进行肺超声检查。肺超声检查和血液动力学监测都作为 EICU 常规管理方案的一部分,2 种检查方法由 2 名医师分别同时进行,相互不知晓另外一种方法的结果。肺超声检查由 1 名熟悉超声检查的重症医学医师独立完成,并由上级医师直接监督。2 种检查方法的测量时间在患者入住 EICU 时和入院后 6、12、24 h。

1.2.1 肺超声检查 患者仰卧位使用线阵高频探头(m-turbo,5~10 MHz),探头垂直于肋间隙,分别于左侧第Ⅱ~Ⅳ肋间和右侧第Ⅱ~Ⅴ肋间的胸骨旁、锁骨中线、腋前线及腋中线等 8 个象限计算 B 线数目。B 线具有特殊的彗星尾征,可从胸膜线延伸到屏幕边缘。当在单个胸部象限区域中可视 B 线超过 3 条或更多条时,被定义为 B 线阳性。

1.2.2 PiCCO 系统 使用跨肺热稀释技术(Pulsion PiCCO Plus, Pulsion Medical Systems, München,

Germany)进行血液动力学监测。将 5 F 动脉导管置于患者股动脉(PV2015LZQ-A Pulsion Medical Systems, München, Germany)中,并将 8.5 F 多腔中心静脉导管置于颈内静脉或锁骨下静脉(Arrow International, Reading, CA, USA)。放置中央静脉导管位置后床边胸片进行位置确认。注射 15 mL 冷盐水 3 次对系统进行校准。监测患者的中心静脉压(CVP)、心排出量(CO)、EVLW。EVLWI 计算使用实际和预测的体质量。预测体质量(PBW)(kg)=0.91[高度(cm)—152.4]+50(男性);PBW(kg)=0.91[高度(cm)—152.4]+45.5(女性)^[14]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS16.0 统计软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较使用 t 检验,计数资料应用例数或百分率表示,组间比较运用 χ^2 检验,B 线与 PiCCO 收集的数据采用 Pearson 相关性分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者临床资料 78 例需机械通气的危重患者,其中 11 例患者有放置 PiCCO 禁忌证,9 例患者家属拒绝行 PiCCO 检查,9 例患者 EICU 停留时间小于 24 h,最后 49 例患者符合研究标准,完成肺部超声检查及 PiCCO 评估。平均年龄(65.9 ± 5.3)岁,其中 16 例(32.7%)B 线数目始终小于 10 条,27 例(55.1%)B 线数目始终大于 10 条,14 例(28.6%)动态观察 B 线数目有增减。不同的疾病检测的 B 线数目不同,ARDS 患者 B 线数目最多;急性心肌梗死患者 B 线数目明显低于呼吸系统疾病($P<0.001$)。而心力衰竭与慢性阻塞性肺疾病(COPD)($P=0.496$),急性呼吸衰竭($P=0.710$)之间的 B 线数目差异无统计学意义($P>0.05$)。呼吸系统疾病中,ARDS 患者 B 线数目明显多于其他疾病($P<0.001$),COPD 与急性呼吸衰竭 B 线数目比较,差异无统计学意义($P>0.05$),肺部感染的 B 线数目低于其他呼吸系统疾病($P<0.001$)。见表 1、2。

2.2 肺部超声与 PiCCO 指标的相关性 B 线数目与 EVLEI(实际体质量)呈正相关($r=0.928$, $P<0.001$),与 EVLEI(预测体质量)也呈正相关($r=0.847$, $P<0.001$),B 线数目与 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 呈负相关($r=-0.876$, $P<0.001$)。实际体质量计算 EVLWI 时,PiCCO 监测的 EVLWI >10 mL/kg 时,发现超过 3 个象限存在 B 线阳性,肺部超声表现为较高的特异

性(60%)和敏感性(100%)(曲线下面积:0.918;95%CI:0.846~0.991, $P=0.037$)。使用预测体质量计算时,超过 4 个象限存在 B 线阳性,特异性为 100%,敏感性为 65%(曲线下面积:0.862;95%CI:0.759~0.965, $P=0.0048$)。

表 1 患者临床资料($n=49$)

项目	数值
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	65.9 $\pm$ 5.3
身高($\bar{x}\pm s$,cm)	169.0 $\pm$ 6.0
性别[n (%),男性]	29(59.2)
实际体质量($\bar{x}\pm s$,kg)	61.6 $\pm$ 9.3
预计体质量($\bar{x}\pm s$,kg)	65.1 $\pm$ 5.4
APACHE II ($\bar{x}\pm s$)	12.4 $\pm$ 4.3
CVP($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	13.5 $\pm$ 5.0
PEEP($\bar{x}\pm s$,cm H ₂ O)	10.5 $\pm$ 3.5
潮气量($\bar{x}\pm s$,mL/kg)	8.2 $\pm$ 2.3
PaO ₂ /FiO ₂ ($\bar{x}\pm s$)	245.3 $\pm$ 65.6
B 线阳性象限($\bar{x}\pm s$,个)	2.7 $\pm$ 2.3
实际体质量 EVLWI($\bar{x}\pm s$,mL/kg)	11.8 $\pm$ 7.4
预计体质量 EVLWI($\bar{x}\pm s$,mL/kg)	11.1 $\pm$ 6.7
合并症高血压[n (%)]	19(38.8)
糖尿病[n (%)]	12(24.5)
收治途径 首次住院[n (%)]	37(75.5)
病房转入[n (%)]	11(22.4)

注:APACHE II 表示急性生理和慢性健康状况评分;PEEP 表示呼气末正压

表 2 不同疾病的 B 线数目结果比较($n=49$)

疾病诊断	例数[n (%)]	B 线数目($\bar{x}\pm s$)
心源性疾病		
急性心肌梗死	4(8.2)	5.0 $\pm$ 0.8
心力衰竭	5(10.2)	20.4 $\pm$ 2.3
肺源性疾病		
ARDS	6(12.2)	27.0 $\pm$ 3.7
COPD	8(16.3)	21.6 $\pm$ 3.4
急性呼吸衰竭	7(14.3)	19.7 $\pm$ 4.9
肺部感染	6(12.2)	14.5 $\pm$ 2.4
其他系统疾病		
急性胰腺炎	2(4.1)	9.0 $\pm$ 2.0
急性脑梗死	3(6.1)	4.0 $\pm$ 0.8
急性脑出血	4(8.2)	3.8 $\pm$ 0.8
急性肾功能衰竭	2(4.1)	5.5 $\pm$ 0.5
其他	2(4.1)	3.5 $\pm$ 0.5

3 讨 论

EVLW 是预测血液动力学真实状态和对危重患者治疗所反映的最重要参数之一。EVLW 是指肺血

管外的一切液体,与肺损伤程度、组织低氧呈正相关,与肺顺应性呈负相关,健康成人 EVLW 为 3~7 mL/kg,>10 mL/kg 提示肺水肿^[5]。动态监测 EVLW 有助于评估肺水肿进展情况,判断机械通气疗效及指导液体管理。肺部超声的原理是存在 EVLW 时,超声束所探及的是水肿所致胸膜下小叶间隔增厚,由于肺间质水肿及气液混合造成声阻抗梯度,引起超声波在胸膜下及小叶间隔间持续往复运动,形成特殊彗星尾征(B 线)^[6]。

既往研究数据证明了肺超声与 EVLW 的侵入性测量之间的相关性。但局限性是数据仅来自于手术后的特定亚组,仅代表通常在 ICU 进行侵入性血液动力学监测的少数患者^[7]。与侵入性监测相比,超声具有风险低、快速、可重复性等优点,准确评估肺水肿。本研究证实了具有各种血液动力学条件的危重患者的 B 线与 EVLW 之间的相关性,与其他研究结果相似,使用多中心方案评估了危重患者肺超声检查 B 线阳性和高 EVLW 之间的相关性^[8]。

本研究应用超声技术对胸部正面象限进行简单计数,并且对人为因素和 EVLW 值之间的线性相关性进行分析,结果表明 PiCCO 监测下 EVLWI 的计算,使用实际体质量计算 EVLWI 时,超过 3 个象限存在 B 线阳性(特异性 60%,敏感性 100%);使用预测体质量计算时,有 4 个象限存在 B 线阳性(特异性 100%,敏感性 65%)。本研究选择 10 mL/kg 作为提高 EVLWI 的截止值,与相关报道一致^[9]。本研究结果显示,B 线数目与 PaO₂/FiO₂ 呈负相关,进一步证明 EVLW 与临床相关的气体交换损伤密切相关,对危重患者进行早期评估极为重要,尤其处于早期休克的患者,尽早完善肺部超声检查可能有助于排除 EVLW 升高的状况,使临床更准确地给予液体强化治疗。此外,早期新出现的 B 线被认为是 EVLW 快速升高的征兆,需进一步加强液体管理^[10]。早期给予液体处理方案之前,发现超过 3 或 4 个象限的肺超声检查呈阳性者需给予更仔细的血液动力学检查。

本研究入选患者为急诊内科收治的 EICU,样本量相对较少,未能将术后患者计算在内,虽不能排除样本量增加可能对肺超声和 EVLW 升高之间的相关性有无影响,但本研究数据表明 B 线与 PiCCO 测定的 EVLWI 之间紧密相关,肺部超声对 EVLW 检查具有高度的敏感性,可广泛应用于危重症患者的早期液体评估。

参考文献

[1] SAUGEL B,BENDJELID K,CRITCHLEY L A,et al. Journal of clinical monitoring and computing 2016 end of year summary:cardiovascular and hemodynamic monitoring[J]. J Clin Monit Comput,2017,31(1):5-17. (下转第 1417 页)

断价值最高。血清 PCT、CRP、IL-6 联合检测可显著提高肝硬化合并腹水感染的灵敏度,同时也能弥补单项指标对疾病诊断率不高的缺点,具有早期诊断和预后的重要临床意义。

参考文献

- [1] 李进,胡振斌,李月翠.肝硬化患者自发性细菌性腹膜炎腹水感染的相关因素分析[J].中华医院感染学杂志,2014,24(21):5347-5349.
- [2] 杨静,陈宏伟,王友春,等.血清细胞因子与肝硬化腹水感染关系分析[J].中华医院感染学杂志,2016,26(6):1274-1275.
- [3] 黄玲,黄菁,虞玲,等.血清降钙素原及 C-反应蛋白的联合检测在肝硬化合并自发性细菌性腹膜炎诊断中的临床价值[J].国际检验医学杂志,2014,35(23):3176-3177.
- [4] 林玲,吴玮,王春娟.慢乙肝肝硬化伴自发性腹膜炎患者外周血 PCT 和 CRP 水平,WBC 计数变化及诊断价值[J].山东医药,2014,54(15):49-50.
- [5] 崔庆,李华.肝硬化伴自发性细菌性腹膜炎患者血清 PA,CRP 和 PCT 的联合检测[J].实用医药杂志,2009,26(9):12-13.
- [6] 王立,盛吉芳,郑春华,等.血清降钙素原与内毒素对肝硬化患者腹水感染的诊断分析[J].中华医院感染学杂志,2016,26(1):43-45.
- [7] 党燕,于艳华,刘新,等.血清降钙素原和内毒素在肝硬化患者腹水感染中的诊断价值[J].首都医科大学学报,2014,35(4):452-455.

- [8] 景富春,张素梅,高英,等.血清 PCT 与 CRP 检测在肝硬化并肺部感染患者诊治中的临床价值[J].检验医学与临床,2016,13(11):1457-1458.
- [9] 何平,张小丽,周夏裕,等.肝硬化患者腹水感染与血清降钙素原的相关性分析[J].中华医院感染学杂志,2016,26(13):2890-2892.
- [10] LAZZAROTTO C, RONSONI M F, FAYAD L, et al. Acute phase proteins for the diagnosis of bacterial infection and prediction of mortality in acute complications of cirrhosis[J]. Ann Hepatol, 2013, 12(4): 599-607.
- [11] DE SOUZA V, HADJ-AISSA A, DOLOMANOVA O, et al. Creatinine-versus cystatine C-based equations in assessing the renal function of candidates for liver transplantation with cirrhosis [J]. Hepatology, 2014, 59 (4): 1522-1531.
- [12] 赵蔚,瞿志军,李国航,等. CRP、PCT、IL-6 对评价肝硬化伴全身炎性反应综合征预后的意义[J].重庆医学,2015,44(22):3050-3052.
- [13] LATA J, STIBUREK O, KOPACOVA M. Spontaneous bacterial peritonitis; a severe complication of liver cirrhosis[J]. World J Gastroenterol, 2009, 15(44): 5505-5510.
- [14] MASSARO K S, COSTA S F, LEONE C, et al. Procalcitonin (PCT) and C-reactive protein (CRP) as severe systemic infection markers in febrile neutropenic adults[J]. BMC Infect Dis, 2007, 7(1): 137-139.

(收稿日期:2017-11-23 修回日期:2018-01-15)

(上接第 1413 页)

- [2] MONNET X, TEBOUL J L, et al. Transpulmonary thermodilution; advantages and limits[J]. Crit Care, 2017, 21(1): 147-149.
- [3] ZHU J, WANG X, YANG X, et al. Investigation on the predictive value of the dynamic changes of EVLWI and PVPI on the prognosis of ARDS patients[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2015, 95(39): 3163-3167.
- [4] BRITO D. Comment on "Ultrasound of extravascular lung water; a new standard for pulmonary congestion"[J]. Rev Port Cardiol, 2016, 35(11): 633-634.
- [5] DE BLASI R A, ROMAGNOLI S, ROCCO M, et al. Bed-side assessment of the microvascular venous compartment in cardiac surgery patients with valvular diseases undergoing cardiopulmonary bypass[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2017, 31(1): 105-114.
- [6] INGLIS A J, NALOS M, SUE K H, et al. Bedside lung ultrasound, mobile radiography and physical examination; a comparative analysis of diagnostic tools in the critically ill

- [J]. Crit Care Resusc, 2016, 18(2): 124-126.
- [7] KASKINEN A K, MARTELIUS L, KIRJAVAINEN T, et al. Assessment of extravascular lung water? by ultrasound after congenital cardiac surgery[J]. Pediatr Pulmonol, 2017, 52(3): 345-352.
- [8] VOLPICELLI G, SKURZAK S, BOERO E, et al. Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure [J]. Anesthesiology, 2014, 121(23): 320-327.
- [9] TAGAMI T, SAWABE M, KUSHIMOTO S, et al. Quantitative diagnosis of diffuse alveolar damage using extravascular lung water[J]. Crit Care Med, 2013, 41(12): 2144-2150.
- [10] LICHTENSTEIN D A. BLUE-protocol and FALLS-protocol; two applications of lung ultrasound in the critically ill[J]. Chest, 2015, 147(21): 1659-1670.

(收稿日期:2017-11-10 修回日期:2018-01-07)