

床旁超声下腔静脉直径联合肺部超声 B 线积分指导感染性休克患者液体复苏的临床研究

庄燕 戴林峰 程璐 鲁俊 裴颖皓 王建

南京中医药大学附属医院(江苏省中医院)重症医学科,南京 210029

通信作者:庄燕, Email: athena2004112@163.com

【摘要】 目的 比较针对感染性休克患者应用目标导向液体复苏与床旁超声指导液体复苏的效果,评价床旁超声在感染性休克患者液体复苏中的应用价值。**方法** 选择 2018 年 6 月至 2019 年 10 月南京中医药大学附属医院重症医学科收治的 40 例感染性休克患者作为研究对象,按照患者入科顺序编号,使用随机数字表法分为早期目标导向治疗(EGDT)组和超声组,每组 20 例。两组患者均常规进行细菌培养,积极治疗原发病,同时给予抗感染、营养支持等对症处理。所有患者均给予初始液体复苏(30 mL/kg)。EGDT 组在初始液体复苏后按照指南目标(EGDT 6 h 目标)继续液体复苏;超声组初始液体复苏后根据床旁超声下腔静脉直径及肺部超声 B 线积分指导后续液体复苏。比较两组患者的一般资料、主要实验室指标及疗效指标,包括复苏 6 h 血压达标率[将平均动脉压(MAP) ≥ 65 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 定义为血压达标], 24 h 复苏液体总量、24 h 去甲肾上腺素(NE)用量、24 h 氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)及 24 h 乳酸清除率(LCR);采用 Kaplan-Meier 法绘制重症监护病房(ICU)生存曲线。**结果** 两组患者性别、年龄及入 ICU 时心率(HR)、呼吸频率(RR)、收缩压(SBP)、基础疾病、序贯器官衰竭评分(SOFA)、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、血乳酸(Lac)、D-二聚体、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、脑钠肽(BNP)、总胆红素(TBil)和肌酐(SCr)基线水平差异均无统计学意义。EGDT 组与超声组患者 6 h 血压达标率[65.0% (13/20) 比 70.0% (14/20)], 24 h NE 用量[mg: 20.0 (10.0, 66.5) 比 30.0 (10.5, 85.0)], 24 h $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg: 274.6 ± 123.8 比 243.1 ± 124.0) 及 24 h LCR [9.1% (-34.5%, 58.0%) 比 44.0% (-24.1%, 81.3%)] 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);超声组 24 h 复苏液体总量明显少于 EGDT 组(mL: 2783.1 ± 704.2 比 3692.0 ± 1433.1), 且差异具有统计学意义($P < 0.05$)。Kaplan-Meier 生存曲线显示,EGDT 组与超声组 ICU 累积生存率差异无统计学意义(Log-Rank 检验: $\chi^2 = 0.088$, $P = 0.767$)。**结论** 床旁超声下腔静脉直径联合肺部超声 B 线积分可用于指导感染性休克患者的液体复苏,减少总体液体输注量,降低氧合恶化风险。

【关键词】 感染性休克; 液体复苏; 床旁超声; 下腔静脉直径; 肺部超声; B 线积分

基金项目: 国家中医药管理局“十二五”重点专科培育项目(2012-13);江苏省中医院科研项目(Y18011)

临床试验注册: 中国临床试验注册中心, ChiCTR1900023890

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200611-00463

Inferior vena cava diameter combined with lung ultrasound B-line score to guide fluid resuscitation in patients with septic shock

Zhuang Yan, Dai Linfeng, Cheng Lu, Lu Jun, Pei Yinghao, Wang Jian

Department of Critical Care Medicine, Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine (Jiangsu Provincial Hospital of Chinese Medicine), Nanjing 210029, Jiangsu, China

Corresponding author: Zhuang Yan, Email: athena2004112@163.com

【Abstract】 Objective To compare the effect of goal-directed fluid resuscitation and bedside ultrasound-guided fluid resuscitation in patients with septic shock, and to evaluate the application value of bedside ultrasound in fluid resuscitation of patients with septic shock. **Methods** Forty patients with septic shock admitted to department of critical care medicine of Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine from June 2018 to October 2019 were enrolled, and they were divided into early goal-directed therapy (EGDT) group and ultrasound group according to random number table, with 20 patients in each group. Bacterial cultures were routinely performed, and all patients received conventional treatments, such as anti-infection, nutritional support and organ support. All patients were given initial fluid resuscitation (30 mL/kg). The patients in the EGDT group continued to be given fluid resuscitation according to the guidelines (EGDT 6-hour target) after the initial fluid resuscitation. The patients in the ultrasound group were given follow-up fluid resuscitation based on bedside ultrasound inferior vena cava diameter and lung ultrasound B-line score after initial fluid resuscitation. The general data, main laboratory indexes and efficacy indexes of the two groups were compared, including 6-hour blood pressure achieved rate [mean arterial pressure (MAP) ≥ 65 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) was defined as blood pressure reaching standard], 24-hour resuscitation fluid volume, 24-hour norepinephrine (NE) consumption, 24-hour oxygenation index ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) and 24-hour clearance of lactic acid (LCR) were compared between the two groups. The survival curve of intensive care unit (ICU) was drawn by Kaplan-Meier analysis. **Results** There was no significant difference in the gender, age, heart rate (HR), respiratory rate (RR), systolic blood pressure (SBP),

underlying diseases, sequential organ failure assessment (SOFA) score, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, blood lactic acid (Lac), D-dimer, cardiac troponin I (cTnI), brain natriuretic peptide (BNP), total bilirubin (TBil) and serum creatinine (SCr) baselines at admission between the two groups. There was also no significant difference in the 6-hour target blood pressure achieved rate [65.0% (13/20) vs. 70.0% (14/20)], 24-hour total NE dosage [mg: 20.0 (10.0, 66.5) vs. 30.0 (10.5, 85.0)], 24-hour $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg: 274.6 ± 123.8 vs. 243.1 ± 124.0) or 24-hour LCR [9.1% (-34.5%, 58.0%) vs. 44.0% (-24.1%, 81.3%)] between the EGDT group and ultrasound group (all $P > 0.05$), but the 24-hour total fluid infusion in the ultrasound group was significantly less than that in the EGDT group (mL: 2783.1 ± 704.2 vs. 3692.0 ± 1433.1 , $P < 0.05$). The Kaplan-Meier survival curve showed that the cumulative survival rate of ICU between the two groups was not statistically significant (Log-Rank test: $\chi^2 = 0.088$, $P = 0.767$). **Conclusion** Bedside ultrasound protocol combined inferior vena cava diameter with lung ultrasound B-line score can be used to guide fluid resuscitation in patients with septic shock, the total fluid infusion is decreased and the risk of oxygenation deterioration is reduced.

【Key words】 Septic shock; Fluid resuscitation; Bedside ultrasound; Inferior vena cava diameter; Lung ultrasound; B-line score

Fund program: National Administration of Traditional Chinese Medicine "12th Five-Year Plan" Focus on Training Specialized Projects of China (2012-13); Science and Technology Program of Jiangsu Provincial Hospital of Chinese Medicine (Y18011)

Trial Registration: Chinese Clinical Trial Registry, ChiCTR1900023890

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200611-00463

感染性休克是重症患者的首要死因,住院病死率高达 30%~50%^[1]。感染性休克患者大多存在绝对或相对容量不足,液体复苏治疗可补充有效血容量,有助于稳定患者循环状况,改善器官功能。随着感染性休克治疗指南的不断更新^[2-3],早期目标导向治疗(EGDT)对于改善患者预后起到了一定作用,但是何为足量液体复苏、最佳复苏液体种类以及复苏终点一直是重症医学界争论的焦点。近年来有研究显示,EGDT 在改善感染性休克患者病死率方面并无显著作用^[4]。出现以上结果的原因很多,其中一个重要原因可能是感染性休克患者采用 EGDT 治疗期间存在液体超负荷导致的氧合恶化。因此,在感染性休克的液体复苏过程中,为防止容量过负荷导致氧合恶化,应在保证有效循环血容量的前提下保持适当负平衡。为此,需要以方便可靠的方法监测血流动力学状况,采取个体化液体复苏策略,从而达到既改善患者循环又不影响氧合的目的。

由于技术和理论的进步,床旁超声在感染性休克治疗中的作用日渐增多^[5]。研究表明,下腔静脉直径及变异度可以评估患者的容量状态和反应性^[6],肺部超声可评价患者肺间质病变程度^[7],二者结合有助于指导临床液体治疗。据此我们设计本研究,旨在通过比较感染性休克患者目标导向液体复苏与床旁超声指导液体复苏的效果,为床旁超声在感染性休克患者液体复苏中的应用提供指导。

1 资料与方法

1.1 病例选择:采用前瞻性研究方法,选择 2018 年 6 月至 2019 年 10 月本院重症医学科收治的感染性休克患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:年龄 ≥ 18 岁;因感染性休克收住重症医学科,病因不限,且无论患者是否需要机械通气支持。感染性休克诊断参照 2016 年第 3 次脓毒症和感染性休克定义国际共识(Sepsis-3)诊断标准:感染性休克指宿主对感染反应失调导致的危及生命的器官功能障碍,同时经充分容量复苏后仍存在持续性低血压,需应用血管活性药物维持平均动脉压(MAP) ≥ 65 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)且血乳酸(Lac)水平 > 2 mmol/L^[8]。

1.1.2 排除标准:年龄 < 18 岁或 > 90 岁;合并心源性或低血容量性休克;住院时间 < 24 h;妊娠期、哺乳期妇女;严重的慢性疾病终末期。

1.2 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,通过医院伦理委员会审批(审批号:2018NL-031-02),同时在中国临床试验注册中心注册并通过审核(注册号:ChiCTR1900023890),所有治疗及检测均获得患者家属的知情同意。

1.3 分组及治疗:按照患者入科顺序编号,用随机数字表法将患者分为 EGDT 组及超声组。两组患者常规进行细菌培养,积极治疗原发病,给予抗感染、营养支持等对症处理。所有患者给予初始液体复苏(30 mL/kg)。EGDT 组在初始液体复苏后按指南目标[EGDT 6 h 目标:中心静脉压(CVP)8~12 mmHg, MAP ≥ 65 mmHg,尿量 ≥ 0.5 mL $\cdot$ kg⁻¹ $\cdot$ h⁻¹,中心静脉血氧饱和度(ScvO₂) ≥ 0.70]及 Lac 水平等继续液体复苏;超声组在初始液体复苏后进行床旁超声检查,根据下腔静脉直径及肺部超声指导后续液体复苏。

1.4 床旁超声检查

1.4.1 下腔静脉直径及变异度检查:患者取平卧位,

于剑突下使用 Philips HD5 型超声诊断仪 S5-1 探头获取下腔静脉入右心房口的超声图像,距右心房口 2 cm 处测其直径。当下腔静脉直径 <1.0 cm 时认为患者存在容量不足;当下腔静脉直径为 $1.0 \sim 2.0$ cm 时进行被动抬腿试验 (PLR) 以判断容量状态;当下腔静脉直径 >2.0 cm 时则考虑患者存在容量超负荷。完全机械通气患者还可以结合下腔静脉膨胀指数 $[(\text{下腔静脉最大径} - \text{下腔静脉最小径}) / \text{下腔静脉直径平均值} \times 100\%]$ 来评估容量反应性 (截断值为 15%)^[9]。

1.4.2 肺部超声检查:患者取平卧位,自胸骨旁线至腋前线为前区,自腋前线至腋后线为侧区,左右侧胸壁分为 4 区,再以左右乳头水平线为界,共分为 8 区。使用 S5-1 探头沿肋间扫查。参考 Enghard 等^[10]报道的方法评估 B 线积分,计算平均 B 线积分。

1.4.3 超声指导液体复苏方案:入组患者在初始液体复苏后进行床旁超声检查,测量下腔静脉直径及 B 线积分。当下腔静脉超声提示患者存在容量反应性时,若 B 线积分 <2 分则继续液体复苏;若 B 线积分为 $2 \sim 3$ 分则进行 PLR 以判断是否继续液体复苏;若 B 线积分 ≥ 4 分则限制液体复苏。当下腔静脉超声提示患者容量反应性不确定时,若 B 线积分 <4 分则进行 PLR 以判断是否继续液体复苏;如 B 线积分 ≥ 4 分则限制液体复苏。当下腔静脉超声提示患者容量超负荷时,不论肺部超声结果如何均限制液体复苏。

1.5 观察指标

1.5.1 临床资料:性别、年龄、生命体征、基础疾病、序贯器官衰竭评分 (SOFA)、氧合指数 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) 和

主要实验室指标。

1.5.2 疗效指标:主要疗效指标为复苏 6 h 血压达标情况 ($\text{MAP} \geq 65$ mmHg 的比例)、24 h 复苏液体总量;次要疗效指标为 24 h 血管活性药物 [去甲肾上腺素 (NE)] 用量、24 h $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、24 h 乳酸清除率 $[\text{LCR}, \text{LCR} = (\text{入院时 Lac} - \text{入院 24 h Lac}) / \text{入院时 Lac} \times 100\%]$ 及重症监护病房 (ICU) 生存情况。

1.6 统计学分析:使用 SPSS 20.0 软件对研究数据进行统计学分析。计量资料根据是否符合正态分布分别以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 或中位数 (四分位数) $[M(Q_L, Q_U)]$ 表示。符合正态分布的连续变量组间比较采用 t 检验,不符合正态分布的连续变量组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数 (%) 表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。采用 Kaplan-Meier 法绘制 ICU 生存曲线,采用 Log-rank 检验比较两组 ICU 累积生存率的差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 (表 1):最终共 40 例患者纳入分析,其中男性 19 例,女性 21 例;年龄 $59 \sim 90$ 岁,平均 (71.6 ± 15.6) 岁;原发感染部位:肺部感染 20 例,腹腔感染 12 例,泌尿系统感染 6 例,皮肤软组织感染 2 例;接受机械通气患者 30 例,接受其他氧疗方式患者 10 例。EGDT 组和超声组各 20 例;两组患者性别、年龄及入 ICU 时心率 (HR)、呼吸频率 (RR)、收缩压 (SBP)、基础疾病、SOFA 评分、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、Lac、D-二聚体、心肌肌钙蛋白 I (cTnI)、脑钠肽 (BNP)、总胆红素 (TBil) 和血肌酐 (SCr) 基线水平差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

表 1 不同液体复苏策略两组感染性休克患者临床资料比较

组别	例数 (例)	男性 〔例(%)〕	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	HR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	RR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	SBP (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	基础疾病〔例(%)〕					SOFA 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)
							高血压	冠心病	糖尿病	COPD	CKD	
EGDT 组	20	11 (55.0)	71.6 $\pm$ 19.2	105.6 $\pm$ 25.6	24.3 $\pm$ 6.8	115.0 $\pm$ 25.4	10 (50.0)	7 (35.0)	5 (25.0)	5 (25.0)	5 (25.0)	14.3 $\pm$ 5.0
超声组	20	8 (40.0)	71.6 $\pm$ 11.3	115.9 $\pm$ 25.2	26.7 $\pm$ 7.1	113.2 $\pm$ 27.1	9 (45.0)	6 (30.0)	5 (25.0)	6 (30.0)	6 (30.0)	12.2 $\pm$ 5.1
χ^2/t 值		0.902	0.010	1.281	1.068	0.223	0.100	0.114	0.000	0.125	0.125	1.318
<i>P</i> 值		0.342	0.992	0.208	0.292	0.825	0.752	0.736	>0.999	0.723	0.723	0.195

组别	例数 (例)	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	Lac〔mmol/L, <i>M</i> (<i>Q</i> _L , <i>Q</i> _U)〕	D-二聚体〔mg/L, <i>M</i> (<i>Q</i> _L , <i>Q</i> _U)〕	cTnI〔μg/L, <i>M</i> (<i>Q</i> _L , <i>Q</i> _U)〕	BNP〔ng/L, <i>M</i> (<i>Q</i> _L , <i>Q</i> _U)〕	TBil〔μmol/L, <i>M</i> (<i>Q</i> _L , <i>Q</i> _U)〕	SCr〔μmol/L, <i>M</i> (<i>Q</i> _L , <i>Q</i> _U)〕
EGDT 组	20	243.8 $\pm$ 139.1	2.5 (1.6, 5.5)	3.59 (2.40, 5.72)	0.06 (0.03, 0.36)	253.5 (147.3, 717.8)	20.6 (10.5, 37.8)	124.6 (70.1, 278.3)
超声组	20	321.8 $\pm$ 97.8	2.2 (1.7, 7.1)	3.99 (2.28, 7.50)	0.06 (0.03, 0.44)	276.5 (122.8, 1 506.0)	17.0 (10.6, 33.2)	89.3 (57.0, 194.7)
<i>t/U</i> 值		0.315	195.000	176.000	200.000	185.000	183.000	162.000
<i>P</i> 值		0.754	0.899	0.525	0.989	0.698	0.659	0.311

注:早期目标导向治疗 (EGDT) 组在初始液体复苏后按照指南目标 (EGDT 6 h 目标) 继续液体复苏,超声组在初始液体复苏后根据床旁超声下腔静脉直径及肺部超声 B 线积分指导后续液体复苏;HR 为心率,RR 为呼吸频率,SBP 为收缩压,COPD 为慢性阻塞性肺疾病,CKD 为慢性肾脏病,SOFA 为序贯器官衰竭评分, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 为氧合指数,Lac 为血乳酸,cTnI 为心肌肌钙蛋白 I,BNP 为脑钠肽,TBil 为总胆红素,SCr 为血肌酐;1 mmHg=0.133 kPa

2.2 疗效指标(表 2): 两组患者 6 h 血压达标率、24 h NE 用量、24 h PaO₂/FiO₂ 及 24 h LCR 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 但超声组患者 24 h 复苏液体总量明显少于 EGDT 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。

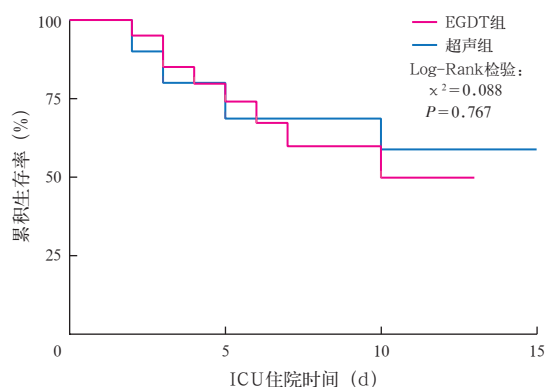
表 2 不同液体复苏策略两组感染性休克患者疗效指标比较

指标	例数 (例)	6 h 血压达标率 [% (例)]	24 h 复苏液体 总量(mL, $\bar{x} \pm s$)	24 h NE 用量 [mg, $M(Q_L, Q_U)$]
EGDT 组	20	65.0 (13)	3 692.0 $\pm$ 1 433.1	20.0 (10.0, 66.5)
超声组	20	70.0 (14)	2 783.1 $\pm$ 704.2	30.0 (10.5, 85.0)
$\chi^2/t/U$ 值		0.114	2.548	175.500
P 值		0.736	0.015	0.513

指标	例数 (例)	24 h PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	24 h LCR [% , $M(Q_L, Q_U)$]
EGDT 组	20	274.6 $\pm$ 123.8	9.1 (-34.5, 58.0)
超声组	20	243.1 $\pm$ 124.0	44.0 (-24.1, 81.3)
t/U 值		0.804	147.000
P 值		0.426	0.155

注: 早期目标导向治疗(EGDT)组在初始液体复苏后按照指南目标(EGDT 6 h 目标)继续液体复苏, 超声组在初始液体复苏后根据床旁超声下腔静脉直径及肺部超声 B 线积分指导下续液体复苏; NE 为去甲肾上腺素, PaO₂/FiO₂ 为氧合指数, LCR 为乳酸清除率; 1 mmHg=0.133 kPa

2.3 ICU 生存情况(图 1): 超声组 20 例患者中有 13 例治疗后转出 ICU, 7 例死亡; 对照组 20 例患者中有 12 例治疗后转出 ICU, 8 例死亡。ICU 生存曲线分析显示, 两组患者 ICU 累积生存率差异无统计学意义(Log-Rank 检验: $\chi^2=0.088$, $P=0.767$)。



注: 早期目标导向治疗(EGDT)组在初始液体复苏后按照指南目标(EGDT 6 h 目标)继续液体复苏, 超声组在初始液体复苏后根据床旁超声下腔静脉直径及肺部超声 B 线积分指导下续液体复苏; ICU 为重症监护病房

图 1 不同液体复苏策略两组感染性休克患者 ICU Kaplan-Meier 生存曲线

3 讨论

感染性休克是重症患者的首要死因, 初期标准集束化治疗方案包括 EGDT 联合有效抗菌药物。但近年来公布的大型随机对照研究结果均提示 EGDT

并不能降低感染性休克患者的病死率^[4]。导致以上研究结果的原因众多, 其中一个重要原因在于液体复苏过程中存在容量超负荷, 使存在急性肺损伤(ALI)或急性肾损伤(AKI)的患者病情恶化^[11]。因此, 结合感染性休克患者的病情, 在液体复苏时采用有效指标来评估液体治疗效果, 对于改善患者预后具有重要意义。

感染性休克患者液体复苏的目的在于通过增加有效血容量来改善器官灌注。这一目标的实现需要良好的心脏功能, 即补液增加的前负荷能够转为心排血量的增加, 且不会出现心功能恶化。所以, 液体治疗前评估患者的容量状态及反应性、治疗过程中监测患者血管外肺水状况有助于更好地实现治疗目标。评估容量状态及血管外肺水的方法很多, 包括有创监测及无创监测, 其中脉搏指示连续心排量监测(PiCCO)技术是目前常用的血流动力学监测手段, 能够连续监测休克患者血流动力学变化及血管外肺水状况, 并指导治疗^[12]。但 PiCCO 技术需要放置血管内导管, 具有损伤性, 且导管留置时间较短(3~5 d), 费用较高, 也影响了它的临床应用。床旁超声具有方便快捷、低成本、无创、可重复检查等特点, 逐渐成为重症医学重要的辅助检查技术^[13]。

生理状态下吸气、呼气会引起下腔静脉的直径变化, 故可通过评价下腔静脉直径及直径变化来评估右房压力, 从而快速、简便地评估重症患者的容量状态。机械通气患者, 尤其是完全控制性通气时, 下腔静脉变异度可以评估容量状态及反应性。近年来较多研究者通过下腔静脉相关参数及变异情况来评估患者的容量状态和反应性, 证实其可为临床液体治疗提供指导^[14-16]。

传统观念认为肺部超声检查禁区。然而, 受损肺脏的肺泡和间质充气、含水量改变所产生的一些超声影像及伪影, 使肺部超声检查成为可能。正常肺组织 B 超下可见多条与胸膜线平行的高回声伪影, 称为 A 线; 当肺间质发生病变(水肿、纤维化等)时, 肺部超声可见垂直于胸膜线的高回声线, 称为 B 线。B 线的数量取决于肺通气损失程度, 其回声强度随吸气运动增加。自 Santos 等^[17]开始尝试用肺部超声 B 线积分来评估感染性休克的肺损伤状况以来, 近年来有较多应用肺部超声评价重症患者肺间质病变程度的研究, 结果均显示肺部超声 B 线积分可以敏感地反映肺间质病变的严重程度, 且肺部超声具有快速、简便、动态的优点^[18-19]。

本研究结果显示,超声组患者 24 h 复苏液体总量明显少于 EGDT 组;但两组间 24 h 血压达标率、24 h NE 用量、24 h $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、24 h LCR 及 ICU 累积生存率差异均无统计学意义。出现以上结果的原因可能包括:① $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 不仅取决于血管外肺水高低,还与患者是否接受机械通气、机械通气的模式及参数的设置相关,尤其是呼气末正压(PEEP)水平^[20],需要进一步研究来明确。② 血压达标率、LCR、NE 用量除与复苏液体量相关外,还取决于研究设定的目标血压的界值^[21]。参考相关研究及指南推荐,本研究中采用的血压目标为 $\text{MAP} \geq 65 \text{ mmHg}$,但入选患者基础高血压发生率均偏高(EGDT 组 50.0%,超声组 45.0%),且不同高血压患者平素血压水平亦差异较大,故 $\text{MAP} \geq 65 \text{ mmHg}$ 对于近一半的患者而言可能都偏低,这就导致该血压水平并不能实现改善患者组织灌注的目的,需要后续研究阐明。

本研究存在以下局限性:① 总体样本量偏小,不能真实反映超声指导液体复苏的确切效果,需要更大样本量的研究来综合判断。② 本研究中未能对患者是否接受机械通气及机械通气参数进行分析,这些因素对 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 的影响需要进一步研究来评估。③ 液体复苏治疗过程中患者既往心功能状态对治疗效果存在较大影响,本研究未能动态评估心功能相关超声参数及血清标志物的变化,也在一定程度上影响了对患者预后的判断。

4 结 论

感染性休克液体复苏时应结合患者病情进行动态评估,并给予个体化治疗,对于改善患者的预后具有重要意义。床旁超声下腔静脉直径联合肺部超声 B 线积分可用于指导感染性休克患者的液体复苏,避免氧合状况恶化。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Esposito S, De Simone G, Boccia G, et al. Sepsis and septic shock: new definitions, new diagnostic and therapeutic approaches [J]. *J Glob Antimicrob Resist*, 2017, 10: 204–212. DOI: 10.1016/j.jgar.2017.06.013.
- [2] Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016 [J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43 (3): 304–377. DOI: 10.1007/s00134-017-4683-6.
- [3] Levy MM, Evans LE, Rhodes A. The Surviving Sepsis Campaign Bundle: 2018 update [J]. *Crit Care Med*, 2018, 46 (6): 997–1000. DOI: 10.1097/CCM.0000000000003119.
- [4] Osborn TM. Severe sepsis and septic shock trials (ProCESS, ARISE, ProMISe): what is optimal resuscitation? [J]. *Crit Care Clin*, 2017, 33 (2): 323–344. DOI: 10.1016/j.ccc.2016.12.004.
- [5] Shrestha GS, Srinivasan S. Role of point-of-care ultrasonography for the management of sepsis and septic shock [J]. *Rev Recent Clin Trials*, 2018, 13 (4): 243–251. DOI: 10.2174/1574887113666180412165405.
- [6] Pourmand A, Pyle M, Yamane D, et al. The utility of point-of-care ultrasound in the assessment of volume status in acute and critically ill patients [J]. *World J Emerg Med*, 2019, 10 (4): 232–238. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.007.
- [7] Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, et al. Lung ultrasound for critically ill patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019, 199 (6): 701–714. DOI: 10.1164/rccm.201802-0236CI.
- [8] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3) [J]. *JAMA*, 2016, 315 (8): 801–810. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- [9] 中国重症超声研究组,重症血流动力学治疗协作组.重症超声临床应用技术规范 [J]. *中华内科杂志*, 2018, 57 (6): 397–417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2018.06.004.
- [10] Chinese Critical Ultrasonography Research Group, Critical Hemodynamics Treatment Cooperation Group. Technical specification for clinical application of critical ultrasonography [J]. *Chin J Intern Med*, 2018, 57 (6): 397–417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2018.06.004.
- [11] Enghard P, Rademacher S, Nee J, et al. Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients [J]. *Crit Care*, 2015, 19: 36. DOI: 10.1186/s13054-015-0756-5.
- [12] 尹万红. 液体过负荷与急性肾损伤 [J]. *临床荟萃*, 2019, 34 (7): 604–607. DOI: 10.3969/j.issn.1004-583X.2019.07.006.
- [13] Yin WH. Fluid overload and acute kidney injury [J]. *Clin Focus*, 2019, 34 (7): 604–607. DOI: 10.3969/j.issn.1004-583X.2019.07.006.
- [14] Werner M, Wernly B, Lichtenauer M, et al. Real-world extravascular lung water index measurements in critically ill patients: pulse index continuous cardiac output measurements: time course analysis and association with clinical characteristics [J]. *Wien Klin Wochenschr*, 2019, 131 (13–14): 321–328. DOI: 10.1007/s00508-019-1501-x.
- [15] 尹万红, 张中伟, 康焰, 等. 重症超声核心技术与可视化诊疗核心技能 [J]. *四川大学学报(医学版)*, 2019, 50 (6): 787–791.
- [16] Yin WH, Zhang ZW, Kang Y, et al. Critical care ultrasound as core technology and visualization critical care as core skills [J]. *J Sichuan Univ Med Sci*, 2019, 50 (6): 787–791.
- [17] Boyd JH, Sirounis D, Maizel J, et al. Echocardiography as a guide for fluid management [J]. *Crit Care*, 2016, 20: 274. DOI: 10.1186/s13054-016-1407-1.
- [18] Biasucci DG, Cina A, Calabrese M, et al. Size and shape of the inferior vena cava before and after a fluid challenge: a pilot study [J]. *Minerva Anestesiol*, 2019, 85 (5): 514–521. DOI: 10.23736/S0375-9393.18.13041-0.
- [19] Yao B, Liu JY, Sun YB, et al. The value of the inferior vena cava area distensibility index and its diameter ratio for predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients [J]. *Shock*, 2019, 52 (1): 37–42. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001238.
- [20] Santos TM, Franci D, Coutinho CM, et al. A simplified ultrasound-based edema score to assess lung injury and clinical severity in septic patients [J]. *Am J Emerg Med*, 2013, 31 (12): 1656–1660. DOI: 10.1016/j.ajem.2013.08.053.
- [21] Lee FC. Lung ultrasound: a primary survey of the acutely dyspneic patient [J]. *J Intensive Care*, 2016, 4 (1): 57. DOI: 10.1186/s40560-016-0180-1.
- [22] 庄燕, 戴林峰, 陈明祺, 等. 床旁肺超声 B 线积分对急性左心衰竭的诊断价值 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (2): 156–159. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.02.012.
- [23] Zhuang Y, Dai LF, Chen MQ, et al. Diagnostic value of lung ultrasound B-line score in acute heart failure [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (2): 156–159. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.02.012.
- [24] Smallwood CD, Walsh BK, Arnold JH, et al. Equilibration time required for respiratory system compliance and oxygenation response following changes in positive end-expiratory pressure in mechanically ventilated children [J]. *Crit Care Med*, 2018, 46 (5): e375–e379. DOI: 10.1097/CCM.0000000000003001.
- [25] Magder SA. The highs and lows of blood pressure: toward meaningful clinical targets in patients with shock [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (5): 1241–1251. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000324.

(收稿日期: 2020-06-11)