Modern Practical Medicine, July 2025, Vol.37, No.7

·诊治分析·

# 超声测量下腔静脉变异度指导脓毒性休克患者液体复苏的临床研究

李雨花，吴杰英，汪萍萍，王琳灵

【关键词】 下腔静脉变异度；脓毒性休克；液体复苏；容量反应性
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.07.016
【中图分类号】 R631 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)07-0722-03

目前，脓毒性休克仍是导致急危重症患者死亡的主要疾病之一。全球每年因脓毒症死亡的患者超过 1 900 万，国内每年超过 100 万，且病死率高达 40%[1-2]。若进一步出现低血压、低灌注等表现，病死率将继续攀升。有效的液体复苏是治疗脓毒性休克的关键，在液体治疗时，需持续评估血流动力学状态，便于准确判断患者的容量反应性，在有效补液的同时，防止容量过负荷[3]。早期的静态指标如中心静脉压（central venous pressure，CVP）等难以准确反映患者的容量状态，而如每搏变异率（stroke volume variatiom，SVV）等监测手段，则需要通过有创操作获取，这限制了其在临床中的广泛应用[4]。床旁超声作为一种无创且可重复操作，在临床运用中的优势日益显著。本研究旨在探讨脓毒性休克患者早期液体复苏过程中，超声测量下腔静脉变异度（inferior vena cava variation，IVC-V）评估容量反应性的临床优势，现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取绍兴市上虞区中医医院 2022 年 9 月至 2024 年 3 月收治的 60 例脓毒性休克患者。纳入标准：（1）序贯器官功能衰竭评分（sequential organ failure assessment，SOFA）≥2 分，急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ（acute physiology and chronic health evaluation-Ⅱ，APACHE Ⅱ）≥15 分；（2）符合《中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南（2018）》中脓毒性休克诊断标准[3]；（3）年龄≥18 岁。排除标准：（1）妊娠或哺乳期妇女；（2）体质量指数（body mass index，BMI）＜ 18 kg/m$^2$ 或＞ 40 kg/m$^2$ 患者；（3）梗阻性休克、低血容量性休克或心源性休克者；（4）腹腔内压过高或颅内高压者；（5）确诊严重主动脉瓣反流者；（6）重度免疫抑制状态者，如长期使用免疫抑制药物或存在恶性肿瘤。本研究获得绍兴市上虞区中医医院医学伦理委员会批准，所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

采用随机数字表法将 60 例患者分为研究组和对照组，每组 30 例。两组性别、年龄、入院 APACHE Ⅱ评分、SOFA 评分及感染灶分布比例等差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），具有可比性，见表 1。

1.2 方法 入组患者以《中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南（2018）》[3]为依据，接受常规抗休克治疗。

1.2.1 对照组 采用常规液体复苏方案。入院后尽早启动液体复苏，监测患者心率（heart rate，HR）、平均动脉压（mean arterial pressure，MAP）、CVP、乳酸（lactic acid，Lac）、静脉-动脉二氧化碳分压差（arterial-venous carbon dioxide pressure difference，Pv-a$CO_2$）、中心静脉氧饱和度（central venous oxygen saturation，$ScvO_2$）等指标，并给予输注等渗晶体液，1 h 内总输液量达到 1 200 ～ 1 500 ml，3 h 内至少达到 30 ml·kg$^{-1}$·h$^{-1}$ 的液体补充。在 CVP 达标后［＞ 8 ～ 12 mmHg（1 mmHg≈0.133 kPa），机械通气患者目标为 12 ～ 15 mmHg］，使用去甲肾上腺素维持 MAP≥65 mmHg。随后进一步评估 Lac、$ScvO_2$、Pv-a$CO_2$。若 Lac ＞ 2 mmol/L、$ScvO_2$ ＜ 70%、Pv-a$CO_2$ ＞ 6 mmHg 则增加多巴酚丁胺（5 ～ 15 μg·kg$^{-1}$·min$^{-1}$），并适当调整

基金项目： 绍兴市上虞区级社会发展科技项目（2022-14）
作者单位： 312300 浙江省绍兴，绍兴市上虞区中医医院
通信作者： 吴杰英，Email：2778448486@qq.com

去甲肾上腺素剂量，确保 MAP 维持在目标范围。

1.2.2　研究组　在常规液体复苏基础上，给予床旁超声测量 IVC-V 指导液体复苏。患者取仰卧位，使用 M90 Pro 床旁超声机（迈瑞公司）心脏探头，在剑突下进行扫描，获取剑下四腔心截面，旋转探头，清晰获取下腔静脉长轴声像图。通过 M 型超声模式，在距右心房口 2 cm 处测得 IVC-V，记录 3 次，取平均值。对于机械通气的患者，若测得 IVC-V 超过 18% 提示容量不足，需要增加补液量及速度；若 IVC-V 低于 18%则应减少补液量并减缓补液速度；对于自主呼吸患者 IVC-V 超过 50%，需要增加补液量及速度；若 IVC-V 低于 50%，则减少补液量并减缓补液速度[5]。超声检查皆由接受过重症超声培训的高级医师执行。

1.3　观察指标　（1）血流动力学指标：比较两组复苏 6、24 h 的 HR、MAP、CVP、尿量、Lac、Pv-$aCO_2$。（2）临床预后指标：比较两组入院第 3 天的 APACHE II 评分、机械通气时间、重症加强护理病房（ICU）住院时间及 28 d 死亡率。

1.4　统计方法　采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差表示，组间比较采用 $t$ 检验；计数资料比较采用 $\chi^2$ 检验。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2　结果

2.1　两组血流动力学指标比较　对照组复苏 6 及 24 h 后 MAP、Lac、CVP、尿量、Pv-$aCO_2$ 较治疗前显著改善（均 $P < 0.05$），HR 在复苏 24 h 后与治疗前差异有统计学意义（$P < 0.05$）；研究组复苏 6 及 4 h 后 MAP、Lac、尿量、Pv-$aCO_2$ 均较治疗前显著改善（均 $P < 0.05$），HR、CVP 在复苏 24 h 后与治疗前差异有统计学意义（均 $P < 0.05$）。研究组复苏 24 h 的 HR、MAP、Lac、尿量改善情况均优于对照组（均 $P < 0.05$），两组复苏 6 h 的 Lac、Pv-$aCO_2$ 差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表 2。

2.2　两组预后参数比较　研究组入院第 3 天 APACHE II 评分、机械通气时间、ICU 住院时间均低于对照组（均 $P < 0.05$）；两组 28 d 死亡率差异无统计学意义（$P > 0.05$），见表 3。

## 3　讨论

脓毒性休克是由感染导致的全身炎症反应综合征发展而来，其主要特征是全身炎症风暴诱发微循

表 1　两组脓毒性休克患者一般资料比较

| 组别 | 例数 | 年龄（岁） | 男/女（例） | 感染灶（例） | | | | | SOFA 评分（分） | APACHE II 评分（分） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 肺 | 血液 | 腹腔 | 泌尿道 | 其他 | | |
| 对照组 | 30 | 68.0±7.2 | 16/14 | 14 | 6 | 5 | 3 | 2 | 8.12±1.26 | 21.53±5.47 |
| 研究组 | 30 | 68.5±8.4 | 18/12 | 15 | 5 | 3 | 4 | 3 | 8.33±1.32 | 21.67±4.75 |
| $t(\chi^2)$ 值 | | 0.03 | （0.27） | （0.97） | | | | | 0.20 | 0.01 |
| $P$ 值 | | ＞ 0.05 | ＞ 0.05 | ＞ 0.05 | | | | | ＞ 0.05 | ＞ 0.05 |

注：SOFA 为序贯器官功能衰竭评分，APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II

表 2　两组脓毒性休克患者血流动力学指标比较

| 组别 | 时间 | HR（次/min） | MAP（mmHg） | Lac（mmol/L） | CVP（mmHg） | 尿量（ml/h） | Pv-$aCO_2$（mmHg） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 对照组 | 进入 ICU | 113.52±13.24 | 58.25±6.56 | 5.62±1.14 | 8.11±0.65 | 10.32±3.23 | 11.82±0.68 |
| （$n$=30） | 复苏 6 h | 110.95±11.52 | 65.34±6.87[a] | 4.68±0.74[a] | 11.28±4.32[a] | 28.75±6.08[a] | 9.54±1.57[a] |
| | 复苏 24 h | 95.45±8.62[a] | 72.35±7.36[a] | 3.15±0.68[a] | 12.43±4.65[a] | 33.56±7.56[a] | 6.23±1.42[a] |
| 研究组 | 进入 ICU | 113.34±13.13 | 58.62±5.84 | 5.68±1.96 | 7.86±0.53 | 10.46±3.05 | 11.59±0.32 |
| （$n$=30） | 复苏 6 h | 108.75±10.11 | 68.21±5.95[a] | 4.11±0.96[ab] | 9.68±3.45 | 31.25±7.75[a] | 7.82±1.96[ab] |
| | 复苏 24 h | 90.32±6.23[ab] | 78.21±8.28[ab] | 2.65±0.56[ab] | 10.85±3.12[a] | 40.98±8.53[ab] | 5.62±1.33[a] |

注：与治疗前比较，a$t$≥7.05，均 $P < 0.05$；与对照组比较，b$t$≥3.26，均 $P < 0.05$。1 mmHg≈0.133 kPa，HR 为心率，MAP 为平均动脉压，Lac 为乳酸，CVP 为中心静脉压，Pv-$aCO_2$ 为动静脉二氧化碳分压差，ICU 为重症加强护理病房

表 3　两组脓毒性休克患者预后参数比较

| 组别 | 例数 | APACHE II 评分（分） | 机械通气时间（d） | ICU 住院时间（d） | 28 d 死亡[例（%）] |
|---|---|---|---|---|---|
| 对照组 | 30 | 14.87±4.36 | 8.12±1.13 | 15.62±2.24 | 12（40.0） |
| 研究组 | 30 | 12.03±3.24 | 7.05±1.08 | 13.74±1.96 | 10（33.3） |
| $t(\chi^2)$ 值 | | 8.20 | 6.91 | 5.88 | （0.29） |
| $P$ 值 | | ＜ 0.05 | ＜ 0.05 | ＜ 0.05 | ＞ 0.05 |

注：APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II，ICU 为重症加强护理病房

环障碍和组织灌注不足，改善细胞灌注，纠正缺氧缺血，是临床早期复苏的目标[6]。液体复苏不足则无法改善细胞功能，补液量过多则会增加患者的死亡率；因此，动态监测容量状态成为改善患者预后的重要手段。龙玲等[7]指出脓毒性休克合并心肌损伤患者运用超声测量 IVC-V 预测容量反应性准确性较高，能有效减轻心脏负荷。

下腔静脉作为人体最大的容量血管，具有血管壁薄且顺应性好的特点，使用超声测量 IVC-V 有助于快速评估患者的容量反应性，并有操作简便、无创以及可重复的优势。由于正压通气可改变胸腔内压力，从而减少静脉回流，改变下腔静脉充盈度，故对于机械通气与非机械通气患者使用超声测量IVC-V时，需采取不同标准[8]。各项研究印证[5,9]，自主呼吸患者 IVC-V≥50%，机械通气患者 IVC-V≥18%，可有效提示存在容量反应性。

本研究结果显示，研究组复苏 24 h 的 HR、MAP、Lac、尿量改善均优于对照组。这提示基于超声测量 IVC-V 指导的液体复苏能够更有效地改善脓毒性休克患者的循环功能和组织灌注状态。研究组复苏 6h 时 Lac 水平低于对照组，并在 24 h 后仍有显著差异，这表明 IVC-V 指导下的液体复苏有助于恢复患者的代谢稳定性。两组复苏 24 h 的 CVP、Pv-a$CO_2$ 差异均无统计学意义，这可能是由于两种液体复苏方案均能增加有效循环容量。代里根等 [10] 研究发现，IVC-V 对容量反应性的诊断敏感度为 81.8%，特异度为 94.4%；而 CVP 的诊断敏感度为 72.7%，特异度为 58.3%。这表明 IVC-V 在容量反应性的诊断中具有更高的敏感度和特异度。Pv-a$CO_2$ 能够较好地反映组织灌注和代谢状态，可以识别氧代谢指标达标但仍未完全复苏的脓毒性休克患者，可作为评估组织灌注是否足够的附加指标 [11]。本研究还发现，研究组入院第 3 天的 APACHE II 评分、机械通气时长、ICU 住院天数均低于对照组，两组 28 d 死亡率差异无统计学意义。这提示联合 IVC-V 指导的液体复苏可以改善患者的治疗效果，但无法降低死亡率[12]。

综上所述，超声测量 IVC-V 能够实时指导脓毒性休克患者液体复苏，从而改善血流动力学状态，缩短 ICU 住院时间，具有显著的临床优势。但本研究存在样本量少等不足，可能导致部分数据的偏倚，未来研究需要进一步扩大样本量，并严格控制可能的干扰因素，以提高研究的可靠性。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

## 参 考 文 献

[1] 柴艳芬,刘艳存,高玉雷.脓毒性休克的液体复苏策略[J].实用休克杂志(中英文),2020,4(4):193-196,202.

[2] 高山,张永.床边下腔静脉超声指标及中心静脉压对脓毒性休克患者容量反应性的预测价值[J].中华全科医学,2021,19(4):581-585.

[3] 中国医师协会急诊医师分会,中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会.中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南(2018)[J].中国急救医学,2018,38(9):741-756.

[4] MARIK P E, CAVALLAZZI R, VASU T, et al. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: A systematic review of the literature[J]. Crit Care Med, 2009, 37(9): 2642-2647.

[5] 窦志敏,曹永强,刘欣,等. 超声监测下腔静脉变异度对机械通气患者撤机结果的预测价值[J]. 中华超声影像学杂志,2019,28(2):119-123.

[6] NHANTUMBO A A, CANTARELLI V V, CAIREAO J, et al. Frequency of pathogenic paediatric bacterial meningitis in Mozambique: The critical role of multiplex real-time polymerase chain reaction to estimate the burden of disease[J]. PLoS One, 2015, 10(9): e0138249.

[7] 龙玲,赵浩天,任珊,等.不同静脉内径呼吸变异度预测脓毒症休克合并心肌损伤患者容量反应性的准确性[J].中华麻醉学杂志,2019(9):1135-1138.

[8] 马琴琴,陈琛,吴爽,等.中心静脉血氧饱和度和下腔静脉管径呼吸变异指数可预测脓毒性休克非机械通气容量反应[J].内科急危重症杂志,2022,28(2):121-124.

[9] 刘辉,王黎,肖建国,等.正压通气对下腔静脉塌陷指数的影响[J].中国急救医学,2020,40(10):933-936.

[10] 代里根,王朝霞,于澎.下腔静脉变异度和中心静脉压对容量反应的敏感性比较[J].系统医学,2019,4(5):10-12.

[11] 胡雪莲,高小芳,赵勇,等.静动脉血二氧化碳分压差联合下腔静脉呼吸变异度在脓毒性休克患者容量复苏中的价值[J].宁夏医学杂志,2018,40(9):788-791.

[12] 刘璐,叶英,杜志强,等.超声监测下腔静脉变异度指导液体复苏对脓毒症休克患者预后的影响[J].中国医刊,2022,57(6):682-686.

**收稿日期：2025-01-15**

**（本文编辑：孙海儿）**