

## 重症超声在脓毒症容量管理中应用的研究进展

余海英<sup>1,2</sup> 修光辉<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 云南大学附属医院(云南省第二人民医院)重症医学科,昆明 650021; <sup>2</sup> 大理大学临床医学院,云南大理 671000

通信作者:修光辉, Email: ray-xiu@163.com

**【摘要】** 重症超声检查具有可视化、可重复、无创、实时动态监测等多方面的操作优势,目前已经被广泛应用于临床各类疾病的诊疗过程中。脓毒症是指宿主对感染反应失调导致的危及生命的器官功能障碍。在积极抗感染的基础上,早期给予液体复苏维持器官组织灌注,并个体化调整容量管理,是改善脓毒症患者预后及降低病死率的核心。目前临床上通常应用体格检查及静态参数来评估脓毒症患者的容量状态,存在诸多不足;而重症超声因其多元化的优点在脓毒症容量管理中具有诸多优势,并促进了重症医学的发展。本文对有关重症超声在脓毒症容量管理中应用的研究进展进行综述,旨在强调重症超声在脓毒症容量管理中的应用价值和局限性。

**【关键词】** 脓毒症; 脓毒性休克; 重症超声; 容量管理; 液体反应性

**基金项目:** 国家自然科学基金(81901950); 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项(202001AY070001-166); 云南省科技计划项目(2019FB099); 云南省高层次卫生计生技术人才培养项目(H-2017060)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230210-00080

### Research progress of critical care ultrasound in volume management of sepsis

Yu Haiying<sup>1,2</sup>, Xiu Guanghui<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Department of Intensive Care Unit, Affiliated Hospital of Yunnan University (the Second People's Hospital of Yunnan Province), Kunming 650021, Yunnan, China; <sup>2</sup> Clinical Medical College of Dali University, Dali 671000, Yunnan, China  
Corresponding author: Xiu Guanghui, Email: ray-xiu@163.com

**【Abstract】** Critical care ultrasound has many operational advantages such as visualization, reproducibility, noninvasiveness, and real-time dynamic monitoring, and is now widely used in the treatment process of various clinical diseases. Sepsis is a life-threatening organ dysfunction caused by a dysregulated host response to infection. On the basis of active anti-infection, early administration of fluid resuscitation to maintain organ tissue perfusion and individualized adjustment of volume management is the core of improving patient prognosis and reducing mortality. Currently, there are many shortcomings in the commonly used clinical physical examination and static parameters to assess volume status. Critical care ultrasound has many advantages in volume management of sepsis due to its diversified advantages, which promoted the development of critical care medicine. This article presents a review of critical care ultrasound in volume management in sepsis, aiming to highlight the value and limitations of the application of critical care ultrasound in volume management in sepsis.

**【Key words】** Sepsis; Septic shock; Critical care ultrasound; Volume management; Fluid responsiveness

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81901950); Joint Special Fund of Yunnan Provincial Science and Technology Department and Kunming Medical University (202001AY070001-166); Yunnan Provincial Science and Technology Planning Project (2019FB099); Yunnan Provincial Health Training Project of High Level Talents (H-2017060)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230210-00080

脓毒症是指宿主对感染反应失调导致的危及生命的器官功能障碍<sup>[1]</sup>,目前仍是世界上常见的、致命的、治疗费用高昂的疾病之一。有文献报道,每年平均有 10 万人被确诊为脓毒症,病死率高达 26.7%<sup>[2]</sup>。早期诊断识别与规范的临床干预是改善脓毒症患者预后的关键。目前多数学者认为脓毒症是包括微循环在内的不可控制的全身炎症反应,其实质是一种微循环疾病。已有研究表明,脓毒症患者的病死率与微循环障碍有着密切的联系,“打开微循环,让微循环得到液体复苏”,才是脓毒症的最终目标<sup>[3]</sup>。实际临床诊疗中,在积极抗感染的基础上,微循环的液体复苏和必要、正确的血

管活性药物使用是治疗脓毒症及脓毒性休克的关键所在,也是目前急危重症领域研究的重点与热点。《拯救脓毒症运动:2021 年国际脓毒症和脓毒性休克管理指南》<sup>[1]</sup>指出,对于成人脓毒症或脓毒性休克患者,推荐使用动态指标来指导液体复苏,而不仅仅是依靠体格检查及静态参数。目前临床上通常使用静态参数中心静脉压(central venous pressure, CVP)作为容量监测指标;然而,由于 CVP 受胸腔腔压力、右心功能及心包压力等因素的影响,并不能全面充分地反映容量状态<sup>[4]</sup>。动态参数,包括每搏量(stroke volume, SV)、每搏量变异度(stroke volume variation, SVV)、脉压变异度(pulse pressure

variability, PPV)或者超声心动图对被动抬腿试验(passive leg raising, PLR)或补液的反应,能更为有效可靠地评估容量反应性,其中重症超声在容量管理和液体复苏中拥有着不可撼动的地位。现围绕重症超声在脓毒症中的临床应用、在脓毒症容量管理中的应用及其局限性等进行综述,以期对脓毒症患者的容量管理提供参考。

## 1 重症超声在脓毒症中的应用

重症超声是指在重症医学理论的指导下,运用超声技术,针对重症患者问题导向的多目标整合的动态评估过程,是确定重症治疗方向及指导精细调整的重要手段<sup>[5]</sup>。超声辅助设备具有快速、无创、可重复、实时动态监测等多方面的操作特点,并集独特的可视化结构与功能监测评估于一体,为临床疾病提供了诸多的客观数据,已渗透到重症医学的各个领域<sup>[6]</sup>。

对脓毒症的早期识别与感染源的确定可以明显缩短患者的住院时间,减少住院费用。传统的病史采集、查体和实验室检查结果部分并不具有特异性,并且由于危重症患者的血流动力学不稳定,使得电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)或磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等临床上常用来诊断及协助治疗的方法出现延迟,导致延误病情,错过最佳治疗时期<sup>[7]</sup>。1993年Lichtenstein和Axler<sup>[8]</sup>就证实可以使用全面的全身超声检查对危重症患者进行初步评估,研究者对150例重症监护病房(intensive care unit, ICU)患者进行了腹部、胸膜和腹腔、大血管、胆道、泌尿道、胃肠道及股静脉等器官的超声评估,为33例(22%)患者及时治疗提供了依据,为30例(20%)患者发现了感染源。Cortellaro等<sup>[9]</sup>针对床旁即时超声(point of care ultrasound, POCUS)诊断脓症患者感染源的准确性开展了一项前瞻性研究,结果表明,使用POCUS评估脓症患者感染源,可使临床诊断的准确率从52.5%提高到75.0%,其中诊断肺部感染的敏感度超过90%,诊断软组织感染和胆囊炎的敏感度接近80%,诊断憩室炎和阑尾炎的敏感度均为60%。近年国内开展的一项研究表明,在不耽误入选患者常规救治的前提下,由重症超声培训合格的急诊科医师按照肺部超声指导的液体管理流程进行POCUS探查测量,鉴别休克类型的敏感度和阳性预测值均明显升高,敏感度达到100%,提示POCUS检测有助于快速评估和明确早期休克类型<sup>[10]</sup>。

关于脓毒症的治疗原则,除早期识别、明确诊断、积极抗感染治疗外,其核心必然少不了血流动力学的支持,主要包括静脉补液、血管活性药物的应用、血液及血液制品输注等,其中液体复苏是整个治疗过程中的“基石”。现已有越来越多的证据支持使用重症超声通过心肺肾联合检查监测血流动力学以指导液体复苏,能有效改善重症患者预后<sup>[11-12]</sup>。

## 2 重症超声在脓毒症容量管理评估中的应用

目前临床上主要是通过超声对PLR-SVV、血管外肺水(extravascular lung water, EVLW)、下腔静脉直径(inferior vena cava diameter, IVCd)、下腔静脉变异度(inferior vena cava variability, IVCV)、心室及心功能、颈动脉校正血流时间

(corrected flow time, FTc)等多项指标进行动态监测,以评估脓毒症患者的容量状态及液体反应性。已有证据证明,重症超声对于危重症患者的容量管理更具有优势及可靠性<sup>[13]</sup>。

**2.1 PLR-SVV:** PLR是通过快速抬高患者下肢 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 以调内脏区域和下肢的血液,从而使静脉回流,增加回心血量约300 mL,并增加心脏前负荷的一项试验,能够预测机体的容量反应性<sup>[14]</sup>;但PLR有时存在时间局限性,因此需要实时监测心排量<sup>[15]</sup>。随着近年来重症超声的发展,有研究者发现,通过PLR结合POCUS测定SV可以预测患者的容量反应性。

一项前瞻性、多中心、随机临床试验表明,在脓毒性休克患者中,通过PLR诱导心排量变化以实现液体和血管加压复苏来指导脓毒性休克的管理是安全的,而且可以降低呼吸和肾功能衰竭的发生风险,改善脓毒性休克患者的预后<sup>[16]</sup>。胡翔宇等<sup>[17]</sup>针对30例脓毒性休克患者进行了PLR,并使用超声心动图监测并记录了PLR前后左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)和SV的变化(即 $\Delta$ LVEF、 $\Delta$ SV),同时绘制了受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC曲线),分析了 $\Delta$ LVEF和 $\Delta$ SV对容量反应性的预测价值,结果显示,当PLR后 $\Delta$ SV的最佳临界值为10.6%时,敏感度为78.2%,特异度为82.3%;当PLR后 $\Delta$ LVEF的最佳临界值为0.036时,敏感度为78.2%,特异度为73.2%,提示PLR联合超声心动图测量 $\Delta$ SV和 $\Delta$ LVEF可用于评估脓毒性休克患者的容量反应性,从而指导临床液体治疗。李刚等<sup>[18]</sup>为探讨PLR联合经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)引导下早期液体复苏对脓毒性休克患者的临床价值,开展了一项前瞻性随机对照试验,结果显示,与传统快速补液相比,以PLR联合TTE检查指导的早期液体复苏治疗策略能更好地改善脓毒性休克患者组织器官灌注及氧合水平,避免快速补液造成的肺水肿,并缩短住院时间。

**2.2 EVLW:** EVLW是指聚集在肺泡腔及肺间质内的液体。就肺水肿而言,无论是心源性还是非心源性,均为EVLW所致<sup>[19]</sup>。在脓毒症的整个进展过程中,不管是作为靶向器官之一,还是血流动力学的侧面反应之一,肺都发挥着不可忽略的作用。目前临床上常用肺部超声出现B线来评估肺水情况,从而反映机体的容量状态。

Ren等<sup>[20]</sup>回顾分析了ICU收治的107例脓毒性休克患者的临床资料,并将患者分为无创超声心排量监测仪(ultrasonic cardiac output monitor, USCOM)组和床旁危重超声(critical bedside ultrasound, CBU)组,探讨了不同超声引导下的高容量血液滤过(high-volume hemofiltration, HVHF)对脓毒性休克患者血管外肺水指数(extravascular lung water index, EVLWI)的影响,结果显示,CBU组患者治疗48 h和72 h EVLWI水平,治疗72 h血浆N末端脑钠肽前体(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)、肺泡-动脉血氧分压差(alveolar-arterial oxygen pressure difference,  $P_{A-a}DO_2$ )、氧合指数(oxygenation index, OI)、血乳酸(lactic acid, Lac)水平,治

疗 7 d 急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 和序贯器官衰竭评分 (sequential organ failure assessment, SOFA) 较 USCOM 组显著降低, 且 28 d 病死率亦较 USCOM 组明显下降, 说明使用 CBU 指导治疗可降低脓毒性休克患者 NT-proBNP、EVLWI、 $P_{A-a}DO_2$  水平, 改善肺部氧合及 28 d 预后。庄燕等<sup>[21]</sup>探讨了 IVCD 联合肺部超声 B 线指导脓毒性休克患者液体复苏的效果, 研究者将患者随机分为早期目标导向治疗 (early goal-directed therapy, EGDT) 和超声监测两组, 均给予 30 mL/kg 初始液体进行复苏, 初次液体复苏后, 根据 EGDT 6 h 目标继续对 EGDT 组患者进行液体复苏, 超声监测组患者则在初次液体复苏后使用床旁超声对 IVCD 和肺部超声 B 线评分进行观察, 结果显示, 超声监测组 24 h 总输液量明显少于 EGDT 组, 且患者氧合恶化的风险明显降低。

**2.3 IVCD 及 IVCV:** 目前 IVCD 及 IVCV 已被临床广泛应用于评估脓毒症和脓毒性休克患者的容量反应性。IVCD 与呼吸的改变息息相关。对于自主呼吸患者, 吸气时造成胸腔内负压, IVCD 减小; 呼气时胸腔内呈正压, IVCD 增大。对于机械通气患者, 吸气时会使胸膜腔内压升高, 阻碍静脉回流, 导致 IVCD 增大。在此期间, 静脉发生了一个恢复过程, 因此形成 IVCV, 是反映右心房压力的敏感指标, 具有多种潜在的临床价值<sup>[22]</sup>。

阚艳敏等<sup>[23]</sup>对 ICU 收治的使用机械通气的脓毒性休克患者进行了容量负荷试验, 在试验前后用超声获得了 SV 和下腔静脉扩张指数 (distensibility index of the inferior vena cava, dIVC), 并按照  $\Delta SV$  分为有无反应两组, 结果显示, 有反应组试验前各项指标均高于无反应组; 试验前 dIVC 与  $\Delta SV$  显著相关, 而 CVP 的变化 ( $\Delta CVP$ ) 与  $\Delta SV$  并不相关; ROC 曲线分析显示, dIVC 预测机械通气脓毒性休克患者容量反应性的最佳临界值为  $\geq 17.5\%$ , 且有较高的特异度及敏感度, 而  $\Delta CVP$  不能准确预测容量反应性, 提示超声监测技术能够实时动态判断脓毒性休克患者的容量反应性。何招辉等<sup>[24]</sup>将 80 例脓毒性休克患者按随机数字表法分为两组, 所有患者均按照脓毒性休克液体复苏指南进行液体复苏, 对照组患者严格按照 EGDT 治疗策略进行液体复苏, 观察组则采用床旁超声和中心静脉-动脉血二氧化碳分压差 (central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference,  $P_{cv-aCO_2}$ ) 动态监测 IVCV 以评价复苏终点, 结果表明, 与 EGDT 相比, IVCV 和  $P_{cv-aCO_2}$  动态监测指导液体复苏可显著缩短脓毒性休克患者机械通气时间, 减少液体复苏量, 降低急性肺水肿发生率。陈婕等<sup>[25]</sup>根据 LVEF 值将脓毒性休克患者分为左心功能正常组和左心功能异常组, 同时选择健康志愿者作为对照, 比较 3 组受试者使用超声心动图监测时各项检查指标的差异, 并采用 Pearson 相关法分析脓毒性休克患者下腔静脉呼气末内径 (IVCmax)、下腔静脉吸气末内径 (IVCmin)、呼吸变异指数 (shape change index, SCI) 与三尖瓣环收缩期位移 (tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE) 的相关性, 结果显示, 脓毒性休克患者 IVCmax、SCI

与 TAPSE 密切相关, 可用来反映血容量变化对右心功能的影响。

脓毒性休克患者容易合并急性肾损伤 (acute kidney injury, AKI)。有文献报道, 脓毒症相关性 AKI 占 ICU 内 AKI 的 42%~48%, 与非脓毒症相关性 AKI 相比, 其病死率显著升高<sup>[26]</sup>。农委信等<sup>[27]</sup>选择急诊重症监护病房 (emergency intensive care unit, EICU) 需行连续性肾脏替代治疗 (continuous renal replacement therapy, CRRT) 的 AKI 患者作为研究对象, 所有患者均采用连续性静脉-静脉血液滤过 (continuous veno-venous hemofiltration, CVVH) 模式, 并分析了心排血指数 (cardiac index, CI) 与下腔静脉呼吸变异指数 (respiratory variation index, RVI) 之间的关系, 结果显示, AKI 患者进行 CRRT 治疗过程中, RVI 呈逐渐上升趋势, CI 则呈先逐渐升高后下降的趋势, CI 达峰值时对应的 RVI 为  $(35.0 \pm 5.7)\%$ , 标准差大致为均值的 10%, 具有临床意义。提示当 RVI 上升至 35.0% 时可能出现 CI 的最大值, 若 RVI 继续上升, 则有可能出现液体容量不足的情况, 因此 RVI 可用于此类患者的血流动力学评估以指导临床治疗。

**2.4 心室及心功能:** 脓毒症时常常引起心肌收缩和 (或) 舒张功能异常。据统计, 超过 40% 的脓毒症患者存在心功能障碍, 是严重脓毒症的常见并发症, 合并心功能障碍者病死率升高至 70%~90%, 可作为脓毒性休克患者死亡的独立危险因素<sup>[28]</sup>。超声心动图能够无创提供心脏解剖结构改变及动态监测心功能变化。

2020 年 Sun 等<sup>[29]</sup>纳入了儿科重症监护病房 (pediatric intensive care unit, PICU) 收治的 30 例脓毒性休克机械通气白血病患者, 通过比较 TTE 监测的灌注前后主动脉血流量的变化, 开展了一项前瞻性研究, 结果显示, 容量扩张后, 16 例有反应患儿左室 SV 增加  $\geq 15\%$ , 14 例无反应患儿左室 SV 变化  $< 15\%$ , 表明主动脉血流速度时间积分和主动脉血流峰值速度的呼吸变化在预测此类患儿容量反应性方面具有明显的可靠性。马爽等<sup>[30]</sup>开展了一项前瞻性随机对照试验, 将 40 例 65 岁以上的脓毒性休克患者随机分为两组, 所有患者均按照脓毒性休克推荐治疗指南给予 EGDT, 对照组患者在 CVP 引导下补液, 观察组患者则接受脉搏指示连续心排血量监测 (pulse-indicator continuous cardiac output, PiCCO), 并根据全心舒张期末容积指数 (global end-diastolic volume index, GEDVI) 和 EVLWI 进行补液治疗, 结果显示, 与对照组比较, 观察组治疗 24 h 液体正平衡量和  $P_{cv-aCO_2}$  显著降低, OI 显著升高, 去甲肾上腺素累积剂量显著增加; 治疗 48 h Lac 水平明显降低, OI 得到进一步改善, 液体正平衡量显著降低; 同时, 观察组 ICU 住院时间及机械通气时间较对照组明显缩短, 急性心力衰竭发生率明显降低。说明与传统 EGDT 方法相比, GEDVI 指导下老年脓毒性休克患者液体负荷量更小, 可以更好地改善氧供, 减少心力衰竭的发生率, 同时可缩短机械通气时间和 ICU 住院时间。魏宏等<sup>[31]</sup>将需要手术治疗的脓毒性休克患者按随机数字表法分组, 探讨 TTE 指导脓毒性休克患者围手术期液体复苏的应用效果,



对照组给予 PiCCO 指导液体复苏, 观察组则采取 TTE 监测指导液体复苏, 结果显示, 液体复苏 2 h 和 3 h 时, 观察组复苏液体量及液体正平衡量均明显低于对照组, 且 ICU 住院时间明显缩短, 肺水肿发生率及 7 d 病死率明显降低, 提示应用 TTE 能更准确、精细地指导脓毒性休克手术患者进行液体复苏, 减少并发症。

**2.5 颈动脉 FTc:** 在脓毒性休克患者中, 补液的复苏标准较高, 近年来有学者不断更新标准, 并提出可使用颈动脉 FTc 反映容量状态, 因其具有操作无创、简单且无客观依赖性等优点, 受到了国内外学者的广泛关注<sup>[32]</sup>。

Barjaktarevic 等<sup>[33]</sup>开展了一项前瞻性无创性研究, 选择 77 例需要使用血管升压药物的多种类型的休克患者作为研究对象, 分别在 PLR 前后通过超声测量颈动脉 FTc, 并以 PLR 后使用无创心排量监测 (noninvasive cardiac output monitoring, NICOM) 容量增加 >10% 作为具有液体反应性的标准, 结果显示, 54 例患者通过 NICOM 提示具有液体反应性。进一步 ROC 曲线分析显示: ① 颈动脉 FTc 变化是液体容量状态的准确预测指标; ② 使用 NICOM 作为参考标准, PLR 后颈动脉 FTc 增加 7 ms 具有 97% 的阳性预测值和 82% 的液体反应性预测准确度; ③ 较高的呼气末正压通气对检测结果无影响。提示 FTc 的改变可以用于预测 PLR 后的液体反应性。陈势等<sup>[34]</sup>分析了颈动脉 FTc 在 ICU 重症患者血容量评估中的价值, 结果显示, 血容量不足患者补液前颈动脉 FTc 较健康者明显减少, 且 FTc 变化值与输入量变化值呈正相关, 提示颈动脉 FTc 能够评估重症患者血容量状态。

总之, 重症超声作为一项强大的辅助工具, 具有无创、方便快捷、可重复等操作技术优势, 现已广泛应用于临床上脓毒症及脓毒性休克诊疗过程中的容量管理, 并取得较为优秀的成绩。

### 3 重症超声在脓毒症容量管理中应用的局限性

重症超声在脓毒症容量管理中的应用较为复杂且多元化, 因此在诊疗评估过程中受到多种因素的影响。

**3.1 条件受限:** 发达国家与非发达国家的重症超声技术发展不均衡, 各个地区之间的差异及重视程度也不同, 目前基层医疗卫生机构仍无法实现重症超声的普及, 因此在脓毒症容量管理监测中仍需要注重基本的临床查体、病史询问、实验室及影像学检查等评估指导<sup>[35]</sup>。

**3.2 操作者的依赖性:** 操作者使用超声测量过程中获取的切面不标准或采集的图像质量较差, 均会影响对病情的正确判读和测量误差, 而且对于获取图像的正确解读也需要具有一定的重症超声基础及临床诊治经验。2020 年发表的一项临床研究证明, 新手超声医生无法使用颈动脉血流或颈动脉 FTc 来可靠地确定液体反应性<sup>[36]</sup>。针对超声检测, 操作人员需要专业的测量仪器, 且对测量人员有着较高的影像学技术要求, 尤其是在急诊重症患者的临床实际测量过程中, 患者通常存在病理生理变化异常的情况 (包括是否使用机械辅助通气及其模式参数等), 并且会伴随着多种基础疾病 (如哮喘状态、肺过度通气、慢性右心功能不全及三尖瓣重度反

流、右心梗死、腹内压增高等), 尤其是腹部手术患者, 实施超声测量会更加困难, 多种因素均会影响重症超声评估急危重症患者容量反应性的准确度<sup>[37-38]</sup>。

**3.3 受检者的个体差异:** 不同患者个体差异不同, 如体型、合并疾病、体位改变等因素, 均会造成重症超声测量评估的误差。研究者针对 IVCD 的呼吸变化是否能预测液体反应性开展了一项系统回顾和 Meta 分析, 通过电子检索和文献检索, 将纳入文献中的研究对象分为液体有反应组及液体无反应组, 同时使用汇总统计数据描述其结果, 发现 IVCD 的呼吸变化对液体反应性的预测能力有限, 特别是在自主呼吸患者中, 阴性结果不能用来排除液体反应性情况, 使用下腔静脉超声协助诊疗时应当考虑实际临床情况<sup>[39]</sup>。

上述受限因素提示, 目前重症超声在临床上仍存在条件受限、操作者依赖性 & 受检者个体差异等局限。所以, 对于重症超声的普及和操作人员的培训也至关重要。重症超声在获取信息方面不同于其他直接测量及监测手段, 在临床使用过程中质控也不可忽略, 包括多个层面, 如过硬的操作技能以确保获得的图像质量、确保获得的图像与其他实际获得的信息能相互印证、做出临床个体化设置、人员登记的配置等。尽管这些局限因素被诟病, 但重症超声确实为临床带来了巨大获益, 应不断加强重症超声专业技术培训以克服上述瑕疵<sup>[40]</sup>。

### 4 总结

目前脓毒症仍是国内外 ICU 病死率较高的疾病, 在脓毒症的诊疗过程中, 液体复苏及容量管理是改善患者预后的关键步骤, 也是其核心。重症超声作为一种强大的补充工具, 通过 PLR-SVV、肺部 B 线、下腔静脉塌陷率、心脏舒缩功能等多方面去评估血流动力学改变, 指导脓毒症和脓毒性休克患者以目标为导向的集束化治疗, 使复杂病情可视化, 降低不良事件发生率, 从而增加治疗的成功率及安全性, 同时缩短脓毒症和脓毒性休克患者的住院时间, 减少住院费用, 提高生存率, 改善预后。尽管目前在临床上已经有非常多关于使用重症超声协助诊治脓毒症和脓毒性休克的案例, 但是由于大部分临床医师缺乏规范化的超声操作培训和广泛的超声基础理论知识, 在诊疗过程中存在诸多误判情况, 仍需要我们去不断学习并加以实践锻炼, 以增加临床使用的安全性和可行性。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021 [J]. Intensive Care Med, 2021, 47 (11): 1181-1247. DOI: 10.1007/s00134-021-06506-y.
- [2] Fleischmann-Struzek C, Mellhammar L, Rose N, et al. Incidence and mortality of hospital- and ICU-treated sepsis: results from an updated and expanded systematic review and meta-analysis [J]. Intensive Care Med, 2020, 46 (8): 1552-1562. DOI: 10.1007/s00134-020-06151-x.
- [3] 原庆, 张淑文, 罗国燕. 脓毒症引发的微循环障碍及中西药的改善作用 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2008, 15 (5): 313-315. DOI: 10.3321/j.issn:1008-9691.2008.05.029.
- [4] 崔晓琼, 邹永明, 高文卿, 等. 重症超声指导间歇性血液滤过治疗急性肾损伤的容量管理 [J]. 中华危重病急救医学, 2023,

35 (3): 310-315. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220809-00733.

[5] 王小亭, 刘大为, 于凯江, 等. 中国重症超声专家共识 [J]. 中华内科杂志, 2016, 55 (11): 900-912. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2016.11.020.

[6] Weber MD, Lim JKB, Glau C, et al. A narrative review of diaphragmatic ultrasound in pediatric critical care [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2021, 56 (8): 2471-2483. DOI: 10.1002/ppul.25518.

[7] Sweeney DA, Wiley BM. Integrated multiorgan bedside ultrasound for the diagnosis and management of sepsis and septic shock [J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2021, 42 (5): 641-649. DOI: 10.1055/s-0041-1733896.

[8] Lichtenstein D, Axler O. Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit. Prospective study of 150 consecutive patients [J]. *Intensive Care Med*, 1993, 19 (6): 353-355. DOI: 10.1007/BF01694712.

[9] Cortellaro F, Ferrari L, Molteni F, et al. Accuracy of point of care ultrasound to identify the source of infection in septic patients: a prospective study [J]. *Intern Emerg Med*, 2017, 12 (3): 371-378. DOI: 10.1007/s11739-016-1470-2.

[10] 张焯, 张诗渊, 张功伟, 等. 重症超声 FALLS 流程在休克类型早期识别中的应用价值 [J]. *临床急诊杂志*, 2022, 23 (2): 138-142. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2022.02.012.

[11] 原娇娇, 杨晓玲, 袁琪茜, 等. 基于脓毒性休克患者超声引导下液体复苏与早期目标导向治疗复苏效果的系统评价 [J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32 (1): 56-61. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20191114-00010.

[12] 余琨, 陈妮, 张伟, 等. 重症超声在脓毒性休克血流动力学监测中的应用价值 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (2): 248-251. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.02.027.

[13] 杨芳, 黄晓玲. 超声评估危重症患者容量状态研究进展 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2018, 34 (4): 625-628. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201707053.

[14] 娄侠儒, 吴翔, 陶飞. 脓毒性休克容量反应性评估的进展 [J]. *中国医学创新*, 2021, 18 (13): 184-188. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2021.13.044.

[15] Monnet X, Shi R, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness. What's new? [J]. *Ann Intensive Care*, 2022, 12 (1): 46. DOI: 10.1186/s13613-022-01022-8.

[16] Douglas IS, Alapat PM, Corl KA, et al. Fluid response evaluation in sepsis hypotension and shock: a randomized clinical trial [J]. *Chest*, 2020, 158 (4): 1431-1445. DOI: 10.1016/j.chest.2020.04.025.

[17] 胡翔宇, 李力, 郝晓晔, 等. 被动抬腿试验联合超声心动图评价脓毒性休克患者的容量反应性 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (5): 619-622. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.019.

[18] 李刚, 魏冯宁, 张国强, 等. 被动抬腿试验联合经胸超声心动图指导脓毒性休克患者早期液体复苏的临床意义 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (4): 413-417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.008.

[19] 瞿海龙, 张红强, 张冰, 等. 血管外肺水的测量: 为急性呼吸窘迫综合征患者实施精准诊治 [J]. *医学研究与教育*, 2021, 38 (1): 12-16. DOI: 10.3969/j.issn.1674-490X.2021.01.002.

[20] Ren HS, Song B, Li PC, et al. The effects of high-volume hemofiltration by different ultrasound directing on extra vascular lung water index in patients with septic shock [J]. *Iran J Public Health*, 2018, 47 (9): 1245-1253.

[21] 庄燕, 戴林峰, 程璐, 等. 床旁超声下腔静脉直径联合肺部超声 B 线积分指导脓毒性休克患者液体复苏的临床研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32 (11): 1356-1360. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200611-00463.

[22] 高学慧, 舒化青, 余愿, 等. 床旁超声监测下腔静脉在重症患者容量管理中的应用进展 [J]. *中华危重病急救医学*, 2021, 33 (11): 1379-1383. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210401-00493.

[23] 阚艳敏, 王艺桦, 孙玉伟, 等. 超声动态评估脓毒性休克患者容量反应性的临床研究 [J]. *实用医学杂志*, 2018, 34 (11): 1854-1858. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2018.11.025.

[24] 何招辉, 杨小刚, 杨春丽, 等. 下腔静脉变异度联合中心静脉-动脉血二氧化碳分压差指导脓毒性休克患者液体复苏的疗效分析 [J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34 (1): 18-22. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210621-00918.

[25] 陈婕, 杨冬妹, 胡扬, 等. 床边超声心动图监测脓毒症休克患者血容量对右心功能的影响 [J]. *安徽医学*, 2021, 42 (10): 1132-1135. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2021.10.014.

[26] 陈城, 崔静, 纪小奇, 等. 脓毒性休克并发急性肾损伤的危险因素研究 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2021, 46 (5): 639-641. DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.05.020.

[27] 农委信, 黄育强, 孙薇薇. 急性肾损伤患者连续性肾脏替代治疗中心排血指数与下腔静脉呼吸变异指数的关系 [J]. *中华危重病急救医学*, 2015, 27 (5): 381-383. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.05.013.

[28] 李玉玲, 康健, 冯卓. 脓毒症心功能障碍的研究进展 [J/CD]. *中华危重症医学杂志(电子版)*, 2017, 10 (3): 200-206. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2017.03.013.

[29] Sun SJ, Ren H, Wang Y, et al. Respiratory variations in aortic blood flow to predict volume responsiveness in ventilated children with leukemia and neutropenic septic shock [J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2020, 21 (5): e247-e252. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002260.

[30] 马爽, 张汝敏, 王世富, 等. 用全心舒张期末容积指数指导老年脓毒性休克患者液体复苏的效果 [J]. *中华危重病急救医学*, 2017, 29 (6): 486-490. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.06.002.

[31] 魏宏, 涂汉坤, 李朝阳, 等. 经胸心脏超声指导脓毒性休克患者围术期液体复苏的应用效果评估 [J]. *中国当代医药*, 2018, 25 (21): 79-81, 84. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4721.2018.21.025.

[32] 杨翔. 颈动脉校正血流时间评估重症患者血容量价值探讨 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2018.

[33] Barjaktarevic I, Toppen WE, Hu S, et al. Ultrasound assessment of the change in carotid corrected flow time in fluid responsiveness in undifferentiated shock [J]. *Crit Care Med*, 2018, 46 (11): e1040-e1046. DOI: 10.1097/CCM.0000000000003356.

[34] 陈势, 杨坤, 陶真, 等. 颈动脉校正血流时间在 ICU 重症患者血容量评估价值分析 [J]. *广东医学*, 2021, 42 (9): 1136-1138. DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.20193399.

[35] 陈先俊, 李均凤, 李书文, 等. 2013—2022 年重症超声领域研究进展——基于知识可视化分析 [J]. *实用检验医师杂志*, 2022, 14 (2): 168-173. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2022.02.015.

[36] Abbasi A, Azab N, Naveemuddin M, et al. Change in carotid blood flow and carotid corrected flow time assessed by novice sonologists fails to determine fluid responsiveness in spontaneously breathing intensive care unit patients [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2020, 46 (10): 2659-2666. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.001.

[37] 刘莹, 康健, 李筠璐, 等. 超声测量下腔静脉的研究进展 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28 (7): 911-914. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.07.025.

[38] 岑媛, 李阳, 祁海峰, 等. 下腔静脉影像学征象对容量状态评估的研究进展 [J]. *创伤外科杂志*, 2018, 20 (6): 475-478. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2018.06.022.

[39] Paediatric Research in Emergency Departments International Collaborative (PREDICT). Does respiratory variation in inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Shock*, 2017, 47 (5): 550-559. DOI: 10.1097/SHK.0000000000000801.

[40] 中国重症超声研究组. 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. (收稿日期: 2023-02-22) (责任编辑: 孙茜)

• 书讯 •

《实用休克诊疗手册》

《实用休克诊疗手册》, 2022 年 11 月(中国)科学出版社出版, 重庆医科大学附属第一医院呼吸与危重症医学科教授、博士研究生导师罗永艾主编, 国内 61 位临床各科专家、教授参加编写, 作者团队历时 3 年精心写作, 在总结前人宝贵知识、经验的基础上, 跟踪休克研究领域的新进展, 汲取该领域的新知识、新理论、新技术, 并结合作者长期积累的临床经验, 阐述正确的临床思维、诊疗技术及急救方法。本书内容新颖, 注重实用, 重点突出, 简明扼要, 深入浅出, 可操作性强。可供各级医院临床医生、实习生及研究生、规培生、进修生学习参考。

