

重症超声评估脓毒症患者血流动力学研究进展

Progress in the Research of Hemodynamics in Patients with Sepsis Evaluated by Severe Ultrasound

马娉婷¹ 张坤^{2*}

Pingting Ma¹ Kun Zhang^{2*}

1. 承德医学院附属医院 中国·河北 承德 067000

2. 承德医学院附属医院重症医学科 中国·河北 承德 067000

1. Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde, Hebei, 067000, China

2. Critical Care Department, Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde, Hebei, 067000, China

摘要: 脓毒症休克作为ICU的常见病,常导致患者氧代谢障碍、多脏器功能衰竭、严重血流动力学紊乱,目前仍是ICU住院患者死亡率高居不下的原因之一。重症床旁超声因其便携、准确、无创、可重复性好被广泛应用于脓毒性休克血流动力学监测。论文将围绕重症超声对于脓毒症休克患者心脏功能及容量状态、容量反应性评估及其他重要脏器评估三个方面进行叙述。

Abstract: Septic shock, as a common disease in ICU, often leads to oxygen metabolism disorders, multiple organ failure, and severe hemodynamic disorders, and is still one of the reasons for the high mortality rate of ICU hospitalized patients. Intensive bedside ultrasound is widely used for hemodynamic monitoring of septic shock because it is portable, accurate, noninvasive, and reproducible. This paper will focus on the three aspects of intensive ultrasound for cardiac function and volume status, volume responsiveness assessment and other important organ evaluation in patients with sepsis shock.

关键词: 重症超声; 血流动力学监测; 容量反应性

Keywords: severe ultrasound; hemodynamic monitoring; volume reactivity

DOI: 10.12346/pmr.v4i5.7467

1 引言

脓毒症 3.0 定义为机体对感染的反应失衡,导致危及生命的多器官功能障碍;虽近年来死亡率有所下降,但仍高达 30%。脓毒症休克常伴随严重血流动力学不稳定、多器官功能衰竭;而重症超声能快速评估患者脏器功能、动态监测容量状态及液体反应性^[1],指导液体复苏、减少容量过负荷增加组织水肿、ICU 住院时长以及死亡风险,是监测脓毒性休克患者血流动力学的理想工具。论文将围绕重症超声对患者心脏功能及容量状态、容量反应性评估及其他重要脏器评估三个方面展开叙述。

2 重症超声对于患者心脏功能及容量状态评估

2.1 重症超声评估患者左心功能及容量状态

①评估左室收缩功能:通过超声心电图可以观察室壁运

动,并对左室收缩功能进行定性及半定量测量。如左室射血分数(LVEF)、每搏量(SV)、心排血量(CO)和左室缩短分数(FS)、面积变化分数(FAC)、等容收缩压力增加速率(dp/dt)以及组织多普勒(DTI)测量二尖瓣环心肌收缩速度、斑点追踪成像(STI)测量心肌应变及应变率等。EF易获得、重复性好、能较早评价心室收缩,最为临床接受。但易被前、后负荷影响。校正心率后的平均环轴缩短率(R-VCF)是较好的替代指标。2D-STI不依赖角度,不被邻近心肌节段、心脏整体运动影响,可定量研究心肌在各方向的形变及扭转,敏感、准确、早期发现心肌功能受损^[2]。

②评估左心舒张功能:ASE/EAE指南基于二尖瓣流入多普勒测量将舒张功能障碍分为三个级别。测量参数有:舒张早期充盈速度(E)、舒张末期充盈速度(A)、E/A值、组织多普勒二尖瓣环速度(e')、e波减速时间(DT)、

【作者简介】马娉婷(1996-),女,中国河北沧州人,在读硕士,从事急危重症研究。

等容舒张时间 (IVRT)。e' 与左室舒张时间常数显著相关。舒张功能受损时, 室间隔 e' 速度 < 8cm/s, 侧边 e' 速度 < 10cm/s, LA 容积指数可升高。Maragiannis^[3] 等表明, E/e' 是识别左心房压升高最准确参数, 并能跟踪 LAP 变化。E/e' < 8 时, 提示 LAP < 15mmHg, 舒张功能正常。E/e' > 15 时, 提示 LAP > 15mmHg, 考虑舒张功能不全。中间值则需更全面的方法, 如肺静脉血流速度、肺静脉压力等, 研究表明, E/A ≥ 2 与 PAWP > 18mmHg 存在显著相关性。此外, 基于 STI 的左室舒张应变率 (SR) 亦是评估左室舒张功能的良好指标。

③左室容量状态: 研究表明超声下测的 LVEDV 与 PiCCO 监测 GEDI 具有良好相关性, 可相对准确地反映心脏前负荷及容量状态。超声下 LVEDA < 10cm² 胸骨旁短轴切面出现“乳头肌亲吻征”时往往提示容量负荷不足。

2.2 重症超声评估患者右心功能及容量状态

①右室收缩功能: 通过测量三尖瓣环收缩期位移 (TAPSE)、FAC、组织多普勒二尖瓣环心肌收缩速度等, 有助于评估患者右室收缩功能。TAPSE < 16mm 常提示右心收缩功能障碍。实验表明, 以 TAPSE ≥ 15.5mm 为阈值预测液体反应性的灵敏度 0.829, 特异度 0.745, AUC 为 0.894。

②右室的舒张功能: 如三尖瓣舒张早期充盈速度 (E)、舒张末期充盈速度 (A)、E/A 值、组织多普勒二尖瓣环速度 (e') 等, 三尖瓣 E/A < 0.8, 提示右室松弛不良, 即舒张功能障碍。右心室舒张末期与左心室舒张末期面积比值 (RVEDA/LVEDA): RVEDA/LVEDA > 0.6 为右心室扩大。通过心肌做功指数 (MPI), 即 Tei 指数, 可以反映心室收缩及舒张的整体功能; 正常值 < 0.4, 右心功能降低时明显增加。

3 重症超声对于患者容量反应性的评估

脓毒症休克患者常处于容量不足的状态, 但仅仅 1/2 的患者具有容量反应性。通过评估容量反应性进行液体管理至关重要。相较于压力、容量等静态指标, 基于心肺交互作用、补液试验、被动抬腿试验等的动态指标 (SVV、PPV、SPV) 更加可靠。但极端状态如容量绝对不足及过负荷时, 前者特异性较高。

3.1 基于心肺交互理论

①左室流出道速度 - 时间积分呼吸变异度 (ΔVTI) / 主动脉峰流速呼吸变异度 (ΔV_{peak}): 心肺交互作用简单指因呼吸运动而引起循环改变。基于这一原理, SVV 被认定为评估容量反应性的可靠指标, 但操作复杂, 以 ΔVTI 、 ΔV_{peak} 代替 SVV 可避免测量主动脉直径, 更加简便。2000 年左右, Feissel^[4] 等人通过研究机械通气患者经主动脉瓣环血流速度呼吸变异率与容量反应性的关系, 得出以 $\Delta V_{peak} > 12\%$ 预测容量反应性敏感度为 100%, 特异度为

89%。近年来, 广泛研究表明, 在肥胖、外伤等获取心尖五腔心切面困难时, 使用外周大动脉如肱动脉、颈动脉及股动脉, 如颈动脉峰流速变异度 ($\Delta CDPV$) ≥ 13% 评估患者容量反应性, 敏感度和特异度均在 90% 以上。

②上 / 下腔静脉直径呼吸变异度: 下腔静脉直径及变异度与 CVP 密切相关; IVC 直径 ≤ 2.1cm, 变异度 > 50% 时, CVP 约为 3mmHg; IVC 直径 > 2.1cm, 变异度 < 50% 时, CVP 约在 10-20mmHg。临床上常用下腔静脉塌陷指数 (dIVC) 与下腔静脉扩张指数 (IVC-CI) 来评估容量反应性, dIVC 评估容量反应性截断值为 50%。IVC-CI > 18% 为阈值判断容量反应性灵敏度与特异性均 > 90%。下腔静脉直径容易获得, 重复性高, 但受肥胖、肺动脉高压、腹腔内高压、心脏压塞等因素限制, 存在一定局限性。Philippe 等^[5] 研究表明, 以上腔静脉直径变异度 (ΔSVC) ≥ 21% 评估容量反应性其敏感性分别为 61%, 特异性分别为 84%。但需经食管超声心动图测量, 不易获得。

③颈静脉直径呼吸变异度: 颈内静脉位置表浅, 易于获得。Guarracino^[6] 等研究表明, 以液体复苏前 IJV 扩张率 > 18% 为线, 预测容量反应性的敏感性为 80%, 特异性为 85%。其 AUC 与 PPV 相似。联合 $\Delta IJV > 9.7\%$ 且 PPV > 12% 预测容量反应性的敏感性和特异度均在 90% 以上。在机械通气脓毒症患者中, 可见 IJV 扩张性是一个准确、易于获得的无创性评估容量反应性参数。

④超声可通过测量降主动脉及颈动脉校正血流时间 (FTC) 来评估容量状态, Igor 等研究表明, 颈动脉校正血流时间的变化 ($\Delta ccFT$) 是容量反应性状态的准确预测指标, AUC 为 0.88, PLR 后颈动脉 FTC 增加 7ms, 评估容量反应性的敏感度为 97%; 特异度为 82%^[7]。

3.2 基于内 / 外源性补液试验理论

①补液试验结合超声评估容量反应性: 通常将补液试验后 CO 或 SV 升高 ≥ 15% 定义为存在容量反应性。相较于传统补液试验, 即 ΔCVP_{2-5} 原则, mini 补液试验同样具有较高诊断价值; 近年来, 有学者提出 $\Delta VTI = (VTI_2 - VTI_1) / (VTI_2 + VTI_1) \times 100\%$, 其中 VTI₁、VTI₂ 分别为补液试验前、后连续 3 次测量所得平均值, $\Delta VTI > 9\%$ 时提示血容量不足。张倩^[8] 等研究表明以补液试验前后 $V_{peak-ao}$ 评估容量反应性指导容量管理, 可以减少脓毒症休克患者液体总入量, 且受机械通气及腹内压影响较小。同样, 补液试验联合股动脉流速变化同样适用。

②被动抬腿实验结合超声评估容量反应性: 当患者存在明显自主呼吸及心律失常时, PLR 似乎是相对可靠的评估标准。其作为内源性“补液试验”, 减少了液体过负荷的风险。通过 PLR- ΔSV 评估容量反应性, 具有较高灵敏度及特异性, PLR- $\Delta SV > 12.5\%$ 时, 考虑血容量不足可能。但对于双下肢外伤、腹内压明显升高患者 PLR 存在明显局限性。

4 重症超声对于患者其他重要脏器的评估

4.1 重症肺部超声评估患者容量状态

通过对肺部组织气、水含量比值变化的监测，打破了超声检查肺部的禁锢。早期肺部超声 BLUE 方案，通过对上、下蓝点、膈肌点、PLAPS 等 8 个位置肺部基本超声征象（如 A 线、B 线、胸膜滑动征）的测量，迅速识别肺部病变。此外，逐渐衍生肺部超声 BLUE-plus、4 分区、8 分区、12 分区法等。Enghard 等采用 4 分区法，累加每个区域 B 线得出 B 线积分，B 线 0~5 条，分别记 0~5 分，B 线面积 > 50%，记 6 分，> 75% 记 7 分，> 90%，记 8 分，总分 32 分，以 B 线积分 > 18.5，鉴别血管外肺水严重增加（EVLWI > 15）的患者，敏感性为 92.3%，特异性为 94.6%；PICANO 等人采用 28 分区法，得出 B 线积分：0 分，B 线 ≤ 5 条，肺水正常；1 分，B 线 6~15 条，轻度增加；2 分，B 线 16~30 条，中度增加；3 分，B 线 > 30 条，重度增加。

4.2 重症超声评估肾脏血流动力学

脓毒症休克患者常伴有不同程度急性肾损伤（AKI），肾阻力指数 RRI、肾动脉搏动指数、肾静脉阻力指数等常被用来评估患者肾功能。RRI 可反映肾血管血流阻力，广泛用于反映肾实质状态。正常范围为 0.47~0.70，两肾之差 < 5% 至 8%。研究表明 RRI > 0.7 时可以预测脓毒症患者、术后患者 AKI。Dewitte 等研究表明，RRI 可以区分暂时性 AKI 和持续性 AKI，RRI > 0.795 预测持续性 AKI 的敏感性为 82%，特异性为 92%。

综上所述，应用床旁超声能够早期、快速识别危重症患者，并实时、动态监测危重症患者的血流动力学、重要脏器结构及功能、可靠地评估脓毒症患者容量状态及容量反应

性。是 ICU 医生需要熟练掌握并灵活运用的一项重要技能。

参考文献

- [1] 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(2):248-251.
- [2] Abou R, van der Bijl P, Bax JJ, et al. Global longitudinal strain: clinical use and prognostic implications in contemporary practice[J]. Heart,2020,106(18):1438-1444.
- [3] Maragiannis Dimitrios, Nagueh Sherif F. Echocardiographic evaluation of left ventricular diastolic function: an update[J]. Curr Cardiol Rep,2015(17):3.
- [4] Feissel M, Michard F, Faller JP, et al. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy [J]. Intensive Care Med,2004,30(9):1834-1837.
- [5] Philippe Vignon, Xavier Repessé, Emmanuelle Bégot, et al. Comparison of echocardiographic indices used to predict fluid responsiveness in ventilated patients[J]. AJRCCM Articles in Press,2016(4):844.
- [6] Guarracino Fabio, Ferro Baldassarre, Forfori Francesco, et al. Jugular vein distensibility predicts fluid responsiveness in septic patients[J]. Crit Care,2014(18):647.
- [7] Barjaktarevic Igor, Toppen William E, Hu Scott, et al. Ultrasound Assessment of the Change in Carotid Corrected Flow Time in Fluid Responsiveness in Undifferentiated Shock[J]. Crit Care Med,2018(46):1040-1046.
- [8] 张倩,胡振杰,刘丽霞.主动脉流速时间积分变异度对重症脓毒症患者液体复苏的指导[J].中华重症医学电子杂志(网络版),2020,6(1):77-85.