

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.02.022

❖ 临床研究 ❖

脓毒症休克患者腹内压和下腔静脉呼吸变异度对预测患者容量反应性的价值研究

吴永伟¹, 卢子瑄¹, 秦险峰²

(1. 上海中医药大学附属第七人民医院急诊科, 上海 200137; 2. 浦东新区医疗急救中心急救科, 上海 201206)

【摘要】目的: 探究脓毒症休克患者腹内压、下腔静脉呼吸变异度(IVC-RVI)对预测患者容量反应性的价值研究。**方法:** 选择 86 例脓毒症休克患者为研究对象, 根据液体复苏后容量反应性情况分为无反应组($n=59$)和反应组($n=27$)。监测患者液体复苏前及复苏后 6 h 腹内压、IVC-RVI, 分析其对容量反应性的影响。**结果:** 两组患者的年龄、性别、合并基础疾病、感染部位、急性生理学及慢性健康状况评分 II (APACHEII)、收缩压(SBP)及心率(HR)均无统计学差异($P>0.05$); 两组患者复苏前腹内压比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); 液体复苏后 6 h, 两组患者腹内压均升高, 且无反应组腹内压及复苏前后腹内压差值均高于反应组($P<0.05$)。无反应组 IVC-RVI 低于反应组($P<0.05$)。Logistic 回归分析显示, IVC-RVI、复苏后 6 h 腹内压为脓毒症休克患者容量反应性的独立影响因素($P<0.05$)。受试者工作特征曲线分析显示, 复苏后 6 h 腹内压、IVC-RVI 预测脓毒症休克患者无容量反应性的截断值分别为 9.860 mmHg、16.95%, 敏感度分别为 78.00%、50.00%, 特异度分别为 82.00%、50.00%, 曲线下面积(AUC)分别为 0.782、0.722 ($P<0.05$)。两个指标联合预测的价值最高($P<0.05$), AUC 为 0.817 (95% CI: 0.725 ~ 0.909), 敏感度、特异度分别为 84.00%、78.00%。**结论:** 腹内压偏高、IVC-RVI 偏低是导致脓毒症休克患者液体复苏后无容量反应性的影响因素, 临床治疗中可据此合理制定液体复苏方案, 以提高治疗效果, 降低并发症风险。

【关键词】 脓毒症休克; 腹内压; 下腔静脉变异度; 容量反应性

【中图分类号】 R631.4 **【文献标志码】** A

Effects of the variation of abdominal pressure and inferior vena cava respiration on volume reactivity in septic shock patients

WU Yong-wei¹, LU Zi-xuan¹, QIN Xian-feng²

(1. Department of Emergency, Seventh People's Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200137; 2. Department of Emergency, Pudong New Area Medical Emergency Center, Shanghai 201206, China)

【Abstract】Objective: To investigate the effects of internal abdominal pressure and inferior vena cava respiratory variability (IVC-RVI) on volume reactivity in patients with septic shock. **Methods:** 86 septic shock patients were divided into an unresponsive group ($n=59$) and a reactive group ($n=27$) based on their volume responsiveness after fluid resuscitation. Intra-abdominal pressure and IVC-RVI were monitored before and 6 hours after fluid resuscitation and their effects on volumetric reactivity were analyzed. **Results:** There were no differences in age, sex, combined underlying diseases, infection site, acute physiology and chronic health status score II (APACHEII), systolic blood pressure (SBP) and heart rate (HR) between the two groups ($P>0.05$). There was no significant difference in intra-abdominal pressure before resuscitation between the two groups ($P>0.05$). The intra-abdominal pressure at 6 h after fluid resuscitation experienced an increase in both groups, and the difference before and after resuscitation in the non-response group were higher than those in the reaction group ($P<0.05$). The IVC-RVI in the unresponsive group was lower than that in the reactive group ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that IVC-RVI and intra-abdominal pressure 6 h after resuscitation were independent factors for volume reactivity in septic shock patients ($P<0.05$). ROC analysis showed that the cut-off values of intraabdominal pressure and IVC-RVI for predicting volumicreactivity in septic shock patients 6 h after resuscitation were 9.860 mmHg and 16.95%, sensitivity was 78.00% and 50.00%, specificity was 82.00% and 50.00%, respectively. The AUC was 0.782 and 0.722 ($P<0.05$), respectively. The combined prediction value of the two indexes was the highest ($P<0.05$), and the AUC was 0.817 (95% CI: 0.725 ~ 0.909). Sensitivity and specificity were 84.00% and 78.00%, respectively. **Conclusion:** High intra-abdominal pressure and low IVC-RVI are the factors that lead to involentic reactivity after fluid resuscitation in septic shock patients. Therefore, fluid

基金项目: 上海中医药大学预算内科研项目(2021LK059); 上海市卫生和计划生育委员会中医药科技创新项目(ZYKC201701085)

作者简介: 吴永伟(1986-), 男, 主治医师。E-mail: 17317573450@163.com

通讯作者: 秦险峰。E-mail: cacro@163.com

resuscitation protocols can be reasonably formulated in clinical treatment to improve the therapeutic effect and reduce the risk of complications.

【Key words】 Septic shock; Intra-abdominal pressure; Variation of inferior vena cava; Volume reactivity

脓毒症休克是一种严重的感染性疾病,具有较高的发病率和病死率^[1]。脓毒症休克患者往往伴随着血流动力学不稳定和容量缺失的情况,因此,有效的容量管理和液体复苏至关重要^[2]。然而,由于脓毒症休克患者的血管容量状态复杂,传统的液体复苏策略并不总能实现预期的临床效果^[3]。近年来,研究者们开始关注脓毒症休克患者腹内压和下腔静脉呼吸变异度(inferior vena cava respiratory variability, IVC-RVI)对其容量反应性的影响^[4-5]。腹内压的增加及下腔静脉的变异度是可能影响液体复苏和容量管理的关键因素。腹内压增加可能导致腹内静脉回流受阻、心脏前负荷降低,从而限制了液体进入心脏的能力。而 IVC-RVI 在正常情况下是脏器充盈与射血阶段间的重要指标,但在脓毒症休克患者中可能受到腹内压升高等因素的干扰。尽管有一些研究已经探讨了腹内压和 IVC-RVI 与脓毒症休克患者的容量反应性之间的关系,但对这个问题的认识仍然有限。基于此,本研究拟进一步探究腹内压、IVC-RVI 单独及联合预测在脓毒症休克患者液体复苏中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 1 月至 2023 年 4 月在上海中医药大学附属第七人民医院接受治疗的 86 例脓毒症休克患者为研究对象。根据液体复苏后容量反应性情况分为无反应组($n=59$)和反应组($n=27$)。纳入标准:(1)患者年龄 >18 岁,同时确诊为脓毒症休克^[6],感染或疑似感染的患者当脓毒症相关序贯器官衰竭(sequential organ failure assessment, SOFA)评分较基线上升 2 分及以上,液体复苏后仍存在低灌注(低血压、尿量减少或皮肤湿冷等),同时乳酸水平 ≥ 2 mmol/L,需要血管活性药物以维持平均动脉压 ≥ 65 mmHg;(2)临床资料完备患者;(3)患者或其家属已经了解并同意参与该研究,并签署知情同意书。排除标准:(1)患者合并有严重的心肺疾病或其他严重系统性疾病,如心力衰竭、重度肺疾病等;(2)合并外周动脉疾病或狭窄患者;(3)存在认知障碍、精神病或语言障碍,无法理解和配合研究要求;(4)患者合并输液禁忌症。本研究经医院伦理委员会审核批准。

1.2 方法

(1)记录所有患者的年龄、性别、合并基础疾病

种类、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHEII)^[7]、收缩压(systolic pressure, SBP)、心率(heart rate, HR)及感染部位诊断结果。(2)复苏前和复苏后 6 h,检测两组患者的腹内压大小。具体操作:首先对相关设备、仪器进行消毒、校对,后指导患者取仰卧位,并抬高其头部 30°。实施导尿,连接三通接头,在患者排空膀胱后(以髂嵴、腋中线交接点为参考位点)夹闭尿管,后向其膀胱内注入 25 mL 的氯化钠注射液,在三通接口处连接压力器测量腹压。连续测量 3 次取平均值。结束后,缓慢拔除内压测量针,对穿刺点进行覆盖和包扎,避免感染。(3)患者入院 24 h 内检测其 IVC-RVI 水平。检测方法:指导患者取平卧位,保证患者处于舒适的状态,床头稍稍抬高。检查前,确保超声诊断仪(迈瑞)、探头(法国 IMASONIC,频率 1~5 MHz)已经校准并处于正常工作状态,将传导剂涂在胶盖上。后使用超声探头,在右上腹部逐渐向下扫描,寻找下腔静脉的位置,适量调整探头检测呼气末下腔静脉直径(end-expiratory inferior vena cava diameter, Dexp)及吸气末下腔静脉直径(end-inspiratory inferior vena cava diameter, Dinsp)。测量 3 次取平均值,后计算 IVC-RVI。IVC-RVI = (Dinsp-Dexp)/Dexp × 100%。完成测量后,清除传导剂,并及时更换胶盖,所有操作由同一组高年资医师完成。

1.3 统计学分析

采用 SPSS20.0 软件进行数据处理与分析。计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较用成组 t 检验,组内比较用配对样本 t 检验;计数资料用[$n(\%)$]表示,组间比较用成组 χ^2 检验;影响因素采用 Logistic 回归分析;绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析复苏后 6 h 内腹内压和 IVC-RVI 预测脓毒症休克患者容量反应性的预测价值,曲线下面积(AUC)判断其诊断价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者腹内压对比

复苏前,两组患者腹内压比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。复苏 6 h 后,两组患者腹内压均升高,且反应组低于无反应组($P < 0.05$),无反应组复

苏前后差值较大($P < 0.05$)。见表2。

2.3 两组患者 IVC-RVI 对比

反应组 IVC-RVI 为 10.05 ~ 35.11 (18.60 ± 5.74)%, 无反应组为 6.29 ~ 21.48 (15.19 ± 4.80)%, 反应组 IVC-RVI 高于无反应组, 差异有统计学意义($t = 2.850, P < 0.05$)。

表1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

组别	无反应组(n=59)	反应组(n=27)	t/χ^2 值	P 值
性别			0.527	0.468
男	29(49.15)	11(40.74)		
女	30(50.85)	16(59.26)		
年龄(岁)	62.90 ± 4.57	65.08 ± 8.12	1.590	0.116
合并基础疾病				
高血压	20(33.9)	14(51.85)	2.498	0.114
糖尿病	19(32.2)	13(48.15)	2.016	0.156
高血脂	24(40.68)	9(33.33)	0.423	0.516
感染部位			2.770	0.250
肺部	12(20.34)	7(25.93)		
腹腔	10(16.95)	8(29.63)		
泌尿	37(62.71)	12(44.44)		
APACHEII 评分(分)	20.04 ± 2.51	18.79 ± 3.96	1.773	0.080
HR (次/min)	100.36 ± 9.54	102.81 ± 5.10	1.252	0.214
SBP (mmHg)	80.35 ± 7.65	83.24 ± 10.19	1.460	0.148

表2 两组患者复苏前后腹内压对比 ($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)

组别	复苏前	复苏后 6 h	复苏前后差值
反应组(n=59)	7.34 ± 1.98	9.35 ± 2.88*	2.01 ± 0.43
无反应组(n=27)	7.08 ± 1.52	13.64 ± 4.50*	6.53 ± 1.80
t 值	0.605	5.331	18.296
P 值	0.547	0.001	0.001

* $P < 0.05$, 同组复苏前后比较。

2.4 脓毒症休克患者容量反应性相关影响因素的 Logistics 回归分析

复苏后 6 h 腹内压偏高、IVC-RVI 偏低是脓毒症休克患者液体复苏后无容量反应的独立危险因素($P < 0.05$)。见表3。

表3 脓毒症休克患者容量反应性相关影响因素的 Logistic 回归分析

指标	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
复苏后 6 h 腹内压	-0.584	0.027	467.841	0.001	0.558	0.529 ~ 0.588
IVC-RVI	1.208	0.573	4.445	0.036	0.299	0.097 ~ 0.919

2.5 复苏后 6 h 腹内压和 IVC-RVI 单独、联合预测脓毒症休克患者容量反应性的价值分析

复苏后 6 h 腹内压预测容量反应性的截断值为 9.860 mmHg, 其敏感度、特异度分别为 78.00%、82.00%, 其曲线下面积(AUC)为 0.782 (95% CI: 0.688 ~ 0.858)。IVC-RVI 预测容量反应性截断值为 16.95%, 敏感度、特异度和 AUC 分别为 50.00%、50.00% 及 0.420 (95% CI: 0.624 ~

0.807)。联合预测的价值最高, AUC 为 0.817 (95% CI: 0.725 ~ 0.909)。见表4及图1。

表4 复苏后 6 h 腹内压和 IVC-RVI 单独、联合预测脓毒症休克患者容量反应性的价值分析

指标	截断值	敏感度(%)	特异性(%)	约登指数	AUC 值	95% CI	P 值
复苏后 6 h 腹内压	9.860 mmHg	78.00	82.00	0.600	0.782	0.688 ~ 0.858	<0.001
IVC-RVI	16.95%	50.00	50.00	0.420	0.722	0.624 ~ 0.807	<0.001
联合	-	84.00	78.00	0.620	0.817	0.725 ~ 0.909	<0.001

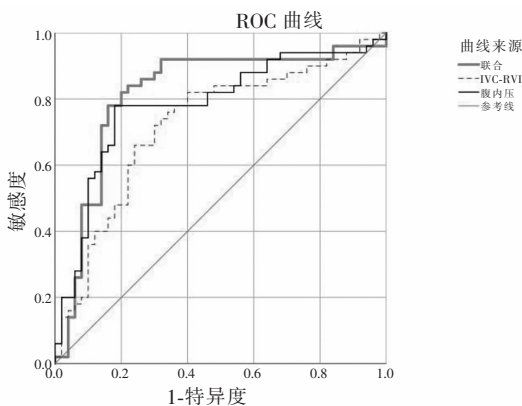


图1 复苏后 6 h 腹内压、IVC-RVI 预测脓毒症休克患者容量反应性的 ROC 曲线

3 讨论

脓毒症休克患者常伴有血管扩张和血液分布异常, 血液分布不均匀, 因而给予液体复苏治疗可能并不能有效增加循环血容量^[8]。同时炎症过程中会释放多种细胞因子, 导致血管扩张和血管壁通透性增加, 从而使容量输注后血液渗出到组织间隙, 造成有效循环血容量减少。此外, 微血栓形成和炎症介质引起的血液黏稠度增高, 患者血液流动受阻, 从而影响液体复苏效果^[9]。

本研究显示, 无反应组患者液体复苏后 6 h 的腹内压高于反应组, 复苏前后差值大于后者。同时, Logistic 分析显示, 复苏后 6 h 的腹内压过高是导致脓毒症休克患者液体复苏后无容量反应性的独立危险因素, 可见脓毒症休克患者腹内压可以预测其容量反应性, 与杨昆等^[10] 研究结果相似, 这可能是因为腹内压的增加会对患者的循环系统产生一系列影响, 从而影响液体复苏治疗的效果^[11]。首先, 腹内压的增加会导致腹腔脏器受压, 从而增加了腹腔内静脉血流的阻力, 减少了返回心脏的静脉回流量。这种减少的静脉回流量会引起有效循环血量减少和组织灌注不足, 进而导致低血压和组织缺氧。因而, 即便给予患者液体复苏治疗也可能无法有效增加血压和心输出量。其次, 腹内压的增加还可能引起腹腔内血管的压迫和血管阻力的增加, 从而会进一步阻碍血液流经腹腔内的血管, 减少心脏回血量。此

外,腹内压的增加还会增加胸腹腔内压力的不平衡,使肺功能受损,导致通气功能下降,这一点在脓毒症休克患者中尤为显著,进一步增加了通气衰竭和低氧血症发生风险。这也会导致患者的肺容量减少,影响到患者的通气状况。因此,通过监测脓毒症休克患者的腹内压,可以间接反映患者的容量反应性。

本研究还显示,无反应组患者的 IVC-RVI 低于反应组,预测节点为 16.95%。胡斌等^[12]人研究指出,IVC-RVI 可通过 Dinsp、Dexp 间接预测脓毒症休克患者的容量反应性,其预测的最佳节点为 17.02%,灵敏度、特异度分别为 76.92%、67.50%,与本研究结果相似。分析原因,这可能是由于下腔静脉是将血液从下肢和腹部器官返回至心脏的主要静脉之一。脓毒症休克患者由于容量不足和循环动力学异常,下腔静脉的直径和充盈状态会发生变化。这种变化可以通过超声心动图观察下腔静脉直径在呼气和吸气过程中的变化。当患者处于容量不足的状态时,下腔静脉的充盈度较低,直径较小。因此,在呼气时,下腔静脉呈现较小的直径;而在吸气时,由于胸腔内压力下降,下腔静脉的直径会增加^[13-14]。这种呼吸引起的下腔静脉直径变化即为 IVC-RVI。较大的 IVC-RVI 意味着患者具有较高的容量反应性,即在给予液体复苏治疗时,患者的血管充盈度能够明显改善。相反,较小的 IVC-RVI 则表明容量反应性较低,即液体复苏治疗可能无法有效增加血管充盈度^[15]。同时,IVC-RVI 是一种简单且非侵入性的检测指标,预测脓毒症休克患者的容量反应性十分便捷。朱炜华等^[16]研究中指出,IVC-RVI \geq 19.25% 为评估脓毒症休克患者容量反应性的临界点,但是当患者存在右心功能不全、腹内压升高及瓣膜反流时,IVC-RVI 评估灵敏度会降低,因而还应综合考虑其他临床表现和评估指标,并根据个体情况进行治疗决策。本研究中,IVC-RVI、复苏后 6 h 腹内压联合预测容量反应性的临床价值最高(AUC:0.817,95% CI:0.725~0.909),敏感度、特异度分别为 84.00%、78.00%。

综上,脓毒症休克患者腹内压、IVC-RVI 与其液体复苏后容量反应性相关,即腹内压较高且 IVC-RVI 较小的患者容量反应性较差。在临床实践中,我们需要密切监测患者的腹内压和 IVC-RVI,以便及时调整液体复苏方案。

参考文献

[1] Bakker J, Kattan E, Annane D, et al. Current practice and evolving

concepts in septic shock resuscitation [J]. *Intensive Care Medicine*, 2022, 48(2): 148-163.

[2] Rehn M, Chew MS, Olkkola KT, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock in adults 2021 - endorsement by the Scandinavian society of anaesthesiology and intensive care medicine [J]. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2022, 66(5): 634-635.

[3] 蒲昆鹏, 刘辉, 张贺, 等. PiCCO 监测下液体复苏治疗脓毒症休克合并重度急性呼吸窘迫综合征的价值研究 [J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(1): 71-75.

[4] 蔺伟, 陈琳琳, 宋彩霞. IVC-RVI 联合血清炎症因子水平预测脓毒症休克患者容量反应性的价值 [J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2023, 18(1): 78-81.

[5] Dorigatti A, Pereira B, Melek M, et al. Clinical warning signs for intra-abdominal hypertension in septic shock patients [J]. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 2019, 51(3): 200-204.

[6] 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.

[7] Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE I: A severity of disease classification system [J]. *Critical Care Medicine*, 2013, 43(10): 818-829.

[8] De Backer D, Ricottilli F, Ospina-Tascón GA. Septic shock: a microcirculation disease [J]. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 2021, 34(2): 85-91.

[9] 闫圣涛, 张国强. 体外膜氧合在成人脓毒症休克中的应用 [J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2022, 17(7): 973-976.

[10] 杨昆, 毕庆思. 老年脓毒症休克患者腹内压对容量反应性的影响 [J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41(9): 1875-1878.

[11] Pereira B, Dorigatti A, Melek M, et al. Septic shock patients admitted to the intensive care unit with higher SOFA score tend to have higher incidence of abdominal compartment syndrome-a preliminary analysis [J]. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 2019, 51(5): 370-372.

[12] 胡斌, 程储记, 孙泽丽. 下腔静脉呼吸变异度联合肺部超声评分对脓毒症休克患者容量反应性的评估价值 [J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2022, 17(8): 1043-1046, 1054.

[13] Lu N, Xi X, Jiang L, et al. Exploring the best predictors of fluid responsiveness in patients with septic shock [J]. *The American Journal of Emergency Medicine*, 2017, 35(9): 1258-1261.

[14] 李尧炜, 李晓峰, 梁彦平, 等. 下腔静脉呼吸变异指数、血清脑钠肽水平对脓毒症休克患者容量反应性的预测效能 [J]. *山东医药*, 2020, 60(15): 81-84.

[15] 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, 39(9): 1135-1138.

[16] 朱炜华, 万林骏, 万晓红, 等. 肱动脉峰流速变异度和下腔静脉呼吸变异度对容量反应性的评估作用 [J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28(8): 713-717.

(收稿日期: 2023-08-17

修回日期: 2023-10-27)