

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^{*}

马琴琴 陈琛 吴爽 于英华 李天民^{*}

河北北方学院附属第一医院重症医学科,河北张家口 075000

摘要 目的:探讨中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)、下腔静脉管径呼吸变异指数(IVC-rvi)对脓毒性休克非机械通气患者容量反应的预测价值及其与心肌损伤的关系。方法:选取2019年1月至2020年6月河北北方学院附属第一医院重症医学科收治的96例脓毒性休克非机械通气患者,均实施容量负荷试验,将心指数增加率≥10%记为容量反应阳性,其中容量反应阳性组52例,容量反应阴性组44例。检测并比较2组患者ScvO₂、IVC-rvi和心肌损伤指标[包括肌钙蛋白T(cTnT)、肌钙蛋白I(cTnI)、N-末端脑钠肽前体(NT-proBNP)]。采用受试者工作特征曲线评价ScvO₂、IVC-rvi对容量反应阳性的评估价值;采用Pearson法分析患者ScvO₂、IVC-rvi与心肌损伤指标的相关性。结果:容量反应阳性占比54.17%;容量反应阳性组患者ScvO₂高于容量反应阴性组患者,IVC-rvi、cTnT、cTnI、NT-proBNP水平低于容量反应阴性组患者(P 均 <0.05)。ScvO₂、IVC-rvi预测容量反应阳性的最佳截断值分别为64.93%、53.52%,二者联合预测容量反应阳性的灵敏度与单独预测相当,特异度和曲线下面积均高于单独预测;ScvO₂与cTnT、cTnI、NT-proBNP水平均呈负相关,IVC-rvi与cTnT、cTnI、NT-proBNP水平均呈正相关(P 均 <0.05)。结论:ScvO₂、IVC-rvi可预测脓毒性休克非机械通气容量反应,且二者与心肌损伤均有相关性。

关键词 中心静脉血氧饱和度;下腔静脉管径呼吸变异指数;脓毒性休克;容量反应;心肌损伤

中图分类号 R459.7 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20220208

Central venous oxygen saturation and inferior vena cava diameter respiratory variability index can predict the non mechanical ventilation volume response in septic shock MA Qin-qin, CHEN Chen, WU Shuang, YU Ying-hua, LI Tian-min^{*}. Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Hebei North University, Hebei Zhangjiakou 075000, China Corresponding author:LI Tian-min, E-mail:23697996@qq.com

Abstract Objective: To analyze the value of central venous oxygen saturation (ScvO₂) and inferior vena cava diameter respiratory variability index (IVC-rvi) in the prediction of volume response in patients with septic shock, and to explore the relationship between them and myocardial injury. Methods: A total of 96 patients with septic shock who were not mechanically ventilated in Department of Critical Care Medicine of the First Affiliated Hospital of Hebei North University from January 2019 to June 2020 were enrolled in this study. The positive volume response was recorded as the increase rate of cardiac index $\geq 10\%$, and there were 52 cases in the volume reaction positive group and 44 cases in the volume reaction negative group. ScvO₂, IVC-rvi and myocardial injury indexes [including troponin T (cTnT), troponin I (cTnI), N-terminal pro brain natriuretic peptide (NT-proBNP)] were detected in all patients, and compared between patients with positive and negative volume response. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the value of ScvO₂ and IVC-rvi in the prediction of positive volumetric response. Pearson method was used to analyze the correlation between ScvO₂, IVC-rvi and myocardial injury indexes. Results: The positive rate of volume reaction was 54.17%. The ScvO₂ was higher, the IVC-rvi, cTnT, cTnI and NT-proBNP levels were lower in patients with positive volume response than those in patients with negative volume response, with statistically significant differences ($P < 0.05$). The cut-off values of ScvO₂ and IVC-rvi were 64.93% and 53.52% in the prediction of positive volume reaction, respectively. The sensitivity of ScvO₂ combined with IVC-rvi was similar to that of ScvO₂ or IVC-rvi alone, and the specificity and the area under the curve (AUC) of ScvO₂ combined with IVC-rvi were higher than those of ScvO₂ or IVC-rvi alone. ScvO₂ was negatively correlated with cTnT, cTnI and NT-proBNP, and IVC-rvi was positively correlated with cTnT, cTnI and NT-proBNP ($P < 0.05$). Conclusion: ScvO₂ and IVC-rvi can predict the non mechanical ventilation volume response in septic shock, and they are correlated with myocardial injury.

Key words Central venous oxygen saturation; Inferior vena cava diameter respiratory variability index; Septic shock; Volume response; Myocardial injury

^{*}基金项目:2019 张家口市科技计划项目 (No:1921130H)

^{*}通信作者:李天民,E-mail:23697996@qq.com,河北省张家口市桥西区长青路12号

脓毒症是指宿主对感染的异常反应所致的危及生命的器官功能障碍综合征,属于临床常见的危急重症。容量反应阳性是指予以容量负荷后心输出量或者每搏输出量显著增加,可综合判断前负荷与心功能状态,还可表明前负荷的储备功能,预测扩容后效果^[1]。中心静脉血氧饱和度(central venous oxygen saturation, ScvO₂)是指利用中心静脉导管在深静脉采集血样测得的血氧饱和度,可反映氧输送和氧需求的平衡,对脓毒症患者的容量反应有评估效能^[2];下腔静脉管径呼吸变异指数(inferior vena cava diameter respiratory variability index, IVC-rvi)是血容量状态的重要指标,自主呼吸时,吸气时胸内压力降低,下腔静脉管径缩小,呼气时则增加。脓毒性休克患者由于循环血容量减少导致下腔静脉塌陷,下腔静脉管径的变化随着呼吸运动幅度增加,有报道该指标可评估脓毒症患者的容量反应^[3]。脓毒性休克患者多存在不同程度的心肌损害^[4],本研究探讨 ScvO₂ 和 IVC-rvi 对脓毒性休克非机械通气患者的容量反应评估效能及其与心肌损伤的关系。

资料与方法

一般资料 选取2019年1月至2020年6月河北北方学院附属第一医院重症医学科收治的脓毒性休克非机械通气患者96例,其中男性52例,女性44例,年龄37~75岁,平均(58.75±8.60)岁,体温34.5~40℃,平均(38.85±1.95)℃,心率90~120次/min,平均(112.50±7.01)次/min,白细胞计数(12.4~16.8)×10⁹/L,平均(14.52±2.04)×10⁹/L。根据容量反应性分为容量反应阳性组(52例)和容量反应阴性组(44例)。

纳入与排除标准 纳入标准:①符合脓毒性休克的诊断标准^[5];②自主呼吸;③拟行液体复苏治疗。排除标准:①心脑血管病、恶性肿瘤等疾病史;②1个月内有重大手术史;③存在动脉或静脉置管禁忌证;④符合机械通气治疗指征;⑤伴有重要脏器慢性病史;⑥存在心内分流、心房颤动、恶性心律失常病史或心脏起搏器置入手术史。本研究经医院伦理委员会审批,患者或家属知情并签署同意书。

方法 比较2组患者 ScvO₂、IVC-rvi 及心肌损伤指标;分析 ScvO₂、IVC-rvi 对容量反应阳性的预测效能及其与心肌损伤指标的相关性。

ScvO₂ 检测:在容量负荷试验前于患者颈内静脉置入双腔中心静脉导管,取中心静脉血2mL,采

用血气分析仪测定 ScvO₂ 水平,其正常参考范围为65%~75%。

IVC-rvi 检测:在容量负荷试验前用索诺声床旁超声仪 M-tube 测量患者的下腔静脉管径,其中探头频率设置为3.5 MHz。患者选取仰卧体位,在下腔静脉入右心房<2 cm的纵断面管腔内测量下腔静脉吸气末内径和呼吸末内径,记录最大值(maximum of inferior vena cava, IVCmax)和最小值(minimum of inferior vena cava, IVCmin),按照 IVC-rvi = (IVCmax - IVCmin)/IVCmax × 100% 公式计算 IVC-rvi,分别测量3次,取其平均值,为减少误差,超声测量均由经过超声技术培训并熟练掌握超声仪的医师完成。其正常参考范围为15%~40%。

容量反应性判断:采用容量负荷试验判断容量反应性。经中心静脉于30 min内滴注完成500 mL生理盐水,期间患者平卧,血管活性药物剂量保持常规水平不变。将心指数增加率≥10%记为容量反应阳性。

心肌损伤指标检测:包括肌钙蛋白 T(troponin T, cTnT)、肌钙蛋白 I(troponin I, cTnI)、N-末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP),分别于治疗前抽取外周静脉血5 mL,按照3 500 r/min离心分离,处理10 min后取上清液,分别采用电化学发光法检测 cTnT 和 cTnI 水平,试剂盒购自武汉博士德生物工程有限公司,采用酶联免疫吸附试验检测 NT-proBNP 水平,试剂盒购自武汉博士德生物工程有限公司,其中 cTnT 正常值参考范围为0.02~0.15 μg/L; cTnI 正常值参考范围为0~0.3 ng/mL; NT-proBNP 正常值参考范围为0~300 pg/mL。

统计学分析 采用 SPSS 24.0 统计学软件进行分析,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析 ScvO₂、IVC-rvi 对容量反应阳性的评估效能;采用 Pearson 法分析患者 ScvO₂、IVC-rvi 与心肌损伤指标的相关性,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结果

容量反应阳性和阴性患者 ScvO₂、IVC-rvi 比较 96例患者中容量反应阳性52例(54.17%);容量反应阳性组患者 ScvO₂ 高于容量反应阴性组患者, IVC-rvi 低于容量反应阴性组患者(*P* 均 < 0.05),见表1。

表1 容量反应阳性和阴性患者 ScvO₂、IVC-rvi 比较 (% , $\bar{x} \pm s$)

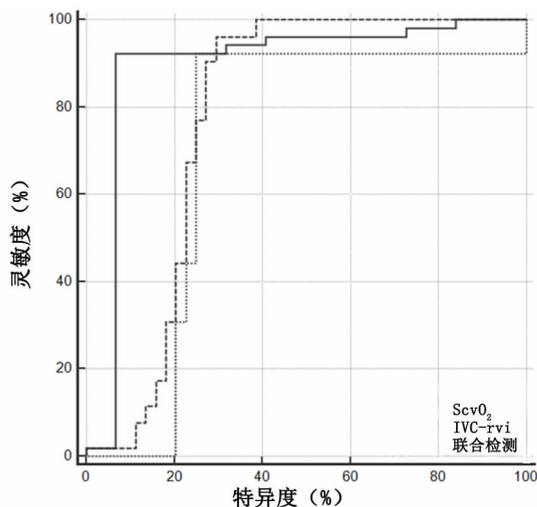
容量反应	例	ScvO ₂	IVC-rvi
阳性	52	72.58 ± 7.45	22.47 ± 4.63
阴性	44	60.10 ± 5.32	62.57 ± 10.39
<i>t</i> 值		18.976	25.063
<i>P</i> 值		0.000	0.000

容量反应阳性和阴性患者心肌损伤指标比较
容量反应阳性组患者 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平低于容量反应阴性组患者 (*P* 均 < 0.05), 见表 2。

表2 容量反应阳性和阴性患者心肌损伤指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

容量反应	例	cTnT (μg/L)	cTnI (ng/mL)	NT-proBNP (pg/mL)
阳性	52	0.70 ± 0.12	1.01 ± 0.15	1960.33 ± 305.49
阴性	44	1.22 ± 0.18	1.27 ± 0.22	2138.46 ± 372.96
<i>t</i> 值	-	16.874	6.849	2.573
<i>P</i> 值	-	0.000	0.000	0.012

ScvO₂、IVC-rvi 对容量反应阳性的预测分析
ScvO₂、IVC-rvi 预测容量反应阳性的最佳截断值分别为 64.93%、53.52%, 二者联合预测容量反应阳性的灵敏度、特异度、曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为 92.31%、93.18%、0.894, 其中灵敏度与单独预测相当, 特异度和 AUC 均高于单独预测, 且二者联合预测的 AUC 与 ScvO₂、IVC-rvi 单独预测比较, 差异均有统计学意义 (*Z* = 2.950, *P* = 0.039; *Z* = 3.985, *P* = 0.031), 见图 1、表 3。

图1 ScvO₂、IVC-rvi 对容量反应的预测分析

脓毒性休克非机械通气患者 ScvO₂、IVC-rvi 与心肌损伤指标的相关性分析
脓毒性休克非机械通气患者 ScvO₂ 与 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平呈负相关 (*r* = -0.841、-0.835、-0.820, *P* 均 < 0.05), IVC-rvi 与 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平呈正相关 (*r* = 0.791、0.736、0.824, *P* 均 < 0.05), 见表 4。

讨论

合理的液体复苏对脓毒性休克患者病情转归至关重要^[6,7]。如何选择液体复苏方式, 确定液体复苏的量仍需探讨。容量反应性预测则是一项重要的手段, 相较于中心静脉压、肺动脉楔压等容量前负荷指标, 灵敏度和特异度更佳, 相较于全心舒张末期容量指数、胸腔内血容量指数的准确性更理想^[8,9]。

ScvO₂ 可替代混合静脉血氧饱和度、动静脉二氧化碳分压差评价外周组织的状况, 且相较于后者检测操作方便, 难度降低^[10]。脓毒症休克早期 6h 复苏治疗时监测 ScvO₂ 水平, 并据此指导液体复苏的量, 相较于常规液体复苏治疗患者效果更佳, 且可迅速、准确纠正器官和组织的低灌注及缺氧状况^[11]。IVC-rvi 可用于评价容量反应, 主要原因是下腔静脉无瓣膜且有较高的顺应性, 当受到胸腔内压力和血容量的影响后下腔静脉管腔直径可发生明显变化, 因而该指标对脓毒性休克患者容量反应有良好的评价效能^[12]。本研究中, 容量反应阳性占比 54.17%, 容量反应阳性组患者 ScvO₂ 高于容量反应阴性组患者, IVC-rvi 低于容量反应阴性组患者, 可知脓毒性休克非机械通气患者 ScvO₂、IVC-rvi 可能与容量反应性有关。本研究 ROC 曲线分析显示, 二者联合评价脓毒性休克非机械通气患者的特异度和 AUC 均高于单独评价 (*P* 均 < 0.05), 表明 ScvO₂ 联合 IVC-rvi 对容量反应阳性评估效能理想。郭翊江等^[13]认为 ScvO₂ 变异度预测容量反应性的 AUC 为 0.865, 而本研究中 ScvO₂ 预测容量反应性的 AUC 为 0.782, 低于上述报道, 可能原因为: 两项报道所选患者的年龄、病情、呼吸模式、容量反应的判断标准等不同。刘少中^[14]发现 IVC-rvi 评价脓毒性休克患者容量反应的截断值为 22.50%, AUC 为 0.706, 而本研究结果分别为 53.52%、0.743, 均高于上述报道, 可能由于所选患者通气模式不同所致。上述分析可表明 IVC-rvi 评价脓毒性休克患者容量反应的效能高。

脓毒性休克可引发组织器官局部缺血, 导致心肌损伤^[15]。本研究发现, 患者血 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平往往高于参考范围的上限, 且容量反应阴性患者上述指标更高, 表明脓毒性休克患者多伴有心肌损害, 且与容量反应有关。脓毒症患者的病情越严重, 对心肌组织细胞产生的损害也越严重, 因而血 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平也越高。与此同时, 患者外周组织低灌注和缺氧状况也越严重。本

表3 ScvO₂、IVC-rvi 对容量反应的预测分析

指标	截断值(%)	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC 值	95% CI 值
ScvO ₂	64.93	96.15	70.45	0.782	0.686~0.860
IVC-rvi	53.52	92.31	75.00	0.743	0.643~0.826
联合检测	-	92.31	93.18	0.894	0.815~0.948

表4 脓毒性休克非机械通气患者 ScvO₂、IVC-rvi 与心肌损伤指标的相关性分析

指标	ScvO ₂		IVC-rvi	
	r 值	P 值	r 值	P 值
cTnT	-0.841	0.001	0.791	0.032
cTnI	-0.835	0.008	0.736	0.005
NT-proBNP	-0.820	0.017	0.824	0.018

研究结果显示,患者 ScvO₂ 与 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平均呈负相关,而 IVC-rvi 与 cTnT、cTnI、NT-proBNP 水平均呈正相关。

参考文献

- Vincent JL, De Backer D. From early goal-directed therapy to late(r) ScvO₂ checks[J]. Chest, 2018, 154(6):1267-1269.
- 陈小燕, 黄中伟, 崔秋霞, 等. 早期目标导向干预对老年严重脓毒症患者功能改善及生存率的影响研究[J]. 中国全科医学, 2018, 21(32):43-47.
- Sinto R, Suwanto S, Widodo D. Comparison of survival prediction with single versus combination use of microcirculation end point resuscitation in sepsis and septic shock [J]. Acta Med Indones, 2018, 50(4):275-282.
- Protti A, Masson S, Latini R, et al. Persistence of central venous oxygen desaturation during early sepsis is associated with higher mortality: a retrospective analysis of the ALBIOS trial [J]. Chest, 2018, 154(6):1291-1300.
- 任珊, 赵鹤龄. 拯救脓毒症运动:2012 严重脓毒症和脓毒症休克

- 管理指南要点[J]. 河北医药, 2013, 35(8):1233-1236.
- 段亚楠, 秦妮, 米婷. 高水平血清诱骗受体 3 预示脓毒症休克患者病情严重[J]. 内科急危重症杂志, 2021, 27(4):307-309.
- Zhang HM, Wang XT, Zhang Q, et al. Resuscitation of septic patients with target-and-endpoint protocol: a retrospective study from a Chinese tertiary hospital ICU [J]. Chin Med Sci J, 2018, 33(3):135-142.
- Matny LE, Ruparel NB, Levin M, et al. Response regarding: a volumetric assessment of external cervical resorption cases and its correlation to classification treatment planning and expected prognosis [J]. J Endod, 2020, 46(12):1929-1930.
- 陈伟, 李海宁, 张雨萌, 等. 早期限制性液体复苏对重症肺炎并发感染性休克患者的作用[J]. 内科急危重症杂志, 2021, 27(2):145-147.
- Jain S. Sepsis: an update on current practices in diagnosis and management [J]. Am J Med Sci, 2018, 356(3):277-286.
- 吕晓春, 许强宏, 蔡国龙, 等. ScvO₂ 联合乳酸清除率指导脓毒症休克患者的容量复苏[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(7):496-500.
- 岑媛, 李阳, 黄炳强, 等. 下腔静脉直径呼吸变异度评估预测老年髋部骨折患者术前容量反应性的价值[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(2):150-155.
- 郭翔江, 纪红. 中心静脉血氧饱和度对老年脓毒性休克患者容量反应性的预测价值[J]. 重庆医学, 2017, 46(6):786-788.
- 刘少中. 联合每搏输出量变异度与呼吸变异指数对重症脓毒症患者容量反应性的评估价值[J]. 临床急诊杂志, 2018, 19(9):56-58.
- 李兴明, 陈佳悦, 李晨, 等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值对评估急诊脓毒症患者病情及预后的意义[J]. 内科急危重症杂志, 2020, 26(6):499-502.

(2020-09-15 收稿 2021-06-09 修回)

《中华物理医学与康复杂志》征订启事

《中华物理医学与康复杂志》是中华医学会主办的物理医学与康复(康复医学)专业的高水平学术期刊。本刊严格贯彻党和国家的卫生工作方针政策,本着理论与实践相结合、提高与普及相结合的原则,积极倡导百花齐放、百家争鸣;全面介绍物理治疗、物理医学与康复领域内领先的科研成果和新理论、新技术、新方法、新经验以及对物理因子治疗、康复临床、疗养等有指导作用,且与康复医学密切相关的基础理论研究,及时反映我国康复治疗、物理医学与康复、康复医学的重大进展;同时密切关注国际康复医学发展的新动向,促进国内外物理治疗、物理医学与康复的学术交流。

《中华物理医学与康复杂志》为月刊,大 16 开,内芯 96 页码,中国标准刊号:ISSN 0254-1424 CN 42-1666/R, 邮发代号:38-391, 每月 25 日出版;每册定价 30 元,全年 360 元整。热忱欢迎国内外物理治疗、物理医学与康复、康复医学领域以及神经内科、神经外科、骨科等相关科室的各级医务工作者踊跃订阅、投稿。订购办法:①邮局订阅:按照邮发代号 38-391,到全国各地邮局办理订阅手续。②直接订阅:通过邮局汇款至《中华物理医学与康复杂志》编辑部订购,各类订户汇款时务请注明所需的杂志名称及年、卷、期、册数等。

编辑部地址:430100 武汉市蔡甸区中法新城同济专家社区平层 E 栋《中华物理医学与康复杂志》编辑部;电话:(027)-69378391;E-mail:cjpmr@tjh.tjmu.edu.cn;杂志投稿网址:www.cjpmr.cn。