

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2023.05.012

论著·临床

基于下腔静脉相关指标及其变异性对脓毒症休克液体复苏效果预测价值分析

王平, 李辉, 苑晓姣, 刘燕, 郭元竞, 迪力夏提·阿力甫

基金项目: 新疆生产建设兵团科技攻关项目(2018AB024)

作者单位: 830002 乌鲁木齐, 新疆生产建设兵团医院重症医学科

通信作者: 李辉, E-mail: 364661644@qq.com

【摘要】 **目的** 分析下腔静脉相关指标及其变异性对脓毒症休克液体复苏效果的预测价值。**方法** 选取 2021 年 1 月—2022 年 3 月新疆生产建设兵团医院 ICU 病房收治脓毒症休克患者 109 例, 均予患者补液、抗感染等规范化治疗, 根据 28 d 内患者是否死亡分为存活组 69 例和死亡组 40 例, 比较 2 组患者临床资料, 复苏前及复苏 6 h 后的平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、下腔静脉(IVC)直径、IVC 扩张指数及相关指标变异性, 采用多因素 Cox 回归模型分析脓毒症休克患者预后的影响因素, 并绘制受试者工作特征曲线(ROC)评估脓毒症患者预后影响因素的诊断价值。**结果** 死亡组患者 APACHE II 评分高于存活组($t/P=3.714/0.002$)。治疗前死亡组 MAP、CVP、IVC 直径均低于存活组, 而 IVC 扩张指数高于存活组($t/P=6.505/<0.001, 2.062/0.042, 2.943/0.004, 6.383/<0.001$); 治疗 6 h 后 2 组患者 MAP、CVP 及 IVC 直径均升高, IVC 扩张指数均降低, 且死亡组 MAP 低于存活组, IVC 扩张指数高于存活组($t/P=12.196/<0.001, 14.478/<0.001$); 死亡组患者 MAP 变异性、CVP 变异性均高于存活组($t/P=8.873/<0.001, 7.355/<0.001$); 多因素 Cox 回归分析显示, MAP 变异性高、CVP 变异性高、治疗前 IVC 扩张指数高及治疗 6 h 后 IVC 扩张指数高是影响患者预后的独立危险因素 [$HR(95\% CI)=1.465(1.179 \sim 1.819), 1.133(1.034 \sim 1.240), 1.142(1.007 \sim 1.295), 1.278(1.025 \sim 1.593)$]; ROC 曲线结果显示, MAP 变异性、CVP 变异性、治疗前 IVC 扩张指数、治疗 6 h 后 IVC 扩张指数及四者联合预测脓毒症休克患者复苏效果的曲线下面积(AUC)分别为 0.929、0.862、0.790、0.862、0.985, 四者联合优于各自单独预测效能($Z/P=2.334/0.020, 3.579/<0.001, 4.602/<0.001, 2.970/0.003$)。**结论** 治疗前后 IVC 扩张指数联合预测脓毒症休克患者预后具有较高的特异度及敏感度, 可作为临床观察指标用于监测患者病情变化及预后。

【关键词】 脓毒症休克; 下腔静脉相关指标; 液体复苏**【中图分类号】** R631⁺.2; R631⁺.4 **【文献标识码】** A

Analysis of the predictive value of inferior vena cava related indicators and their variability for fluid resuscitation in septic shock Wang Ping, Li Hui, Yuan Xiaojiao, Liu Yan, Guo Yuanjing, Dilixiati Alifu. Department of Critical Care Medicine, Xinjiang Production and Construction Corps Hospital, Xinjiang Province, Urumqi 830002, China

Corresponding author: Li Hui, E-mail: 364661644@qq.com

Funding program: Xinjiang Production and Construction Corps Science and Technology Project (2018AB024)

【Abstract】 **Objective** To analyze the predictive value of inferior vena cava related indicators and their variability for the effectiveness of fluid resuscitation in septic shock. **Methods** A total of 109 patients with septic shock admitted to the ICU Ward of Xinjiang Production and Construction Corps Hospital from January 2021 to March 2022 were selected, all of whom received standardized treatment such as fluid replacement and anti-infection. According to whether the patients died within 28 days, they were divided into a survival group of 69 cases and a death group of 40 cases. The clinical data of the two groups of patients were compared, including average arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP), inferior vena cava (IVC) diameter before and 6 hours after resuscitation. The variability of IVC dilation index and related indicators was analyzed using a multivariate Cox regression model to analyze the influencing factors of prognosis in septic shock patients, and the diagnostic value of the influencing factors of prognosis in septic shock patients was evaluated by drawing a receiver operating characteristic curve (ROC). **Results** The APACHE II score of patients in the death group was higher than that in the survival group ($t/P=3.714/0.002$). Before treatment, the MAP, CVP, and IVC diameter of the death group were lower than

those of the survival group, while the IVC dilation index was higher than that of the survival group ($t/P=6.505/<0.001, 2.062/0.042, 2.943/0.004, 6.383/<0.001$); After 6 hours of treatment, the MAP, CVP, and IVC diameter of both groups of patients increased, while the IVC dilation index decreased. The MAP of the death group was lower than that of the survival group, and the IVC dilation index was higher than that of the survival group ($t/P=12.196/<0.001, 14.478/<0.001$); The MAP variability and CVP variability of patients in the death group were higher than those in the survival group ($t/P=8.873/<0.001, 7.355/<0.001$); Multivariate Cox regression analysis showed that high MAP variability, high CVP variability, high IVC dilation index before treatment, and high IVC dilation index after 6 hours of treatment were independent risk factors affecting patient prognosis [$HR(95\% CI)=1.465(1.179-1.819), 1.133(1.034-1.240), 1.142(1.007-1.295), 1.278(1.025-1.593)$]; The ROC curve results showed that the area under the curve (AUC) of MAP variability, CVP variability, IVC dilation index before treatment, IVC dilation index after 6 hours of treatment, and the combination of the four predicted the recovery effect of septic shock patients were 0.929, 0.862, 0.790, 0.862, and 0.985, respectively. The combination of the four was superior to their individual predictive efficacy ($Z/P=2.334/0.020, 3.579/<0.001, 4.602/<0.001, 2.970/0.003$). **Conclusion** The combination of IVC dilation index before and after treatment has high specificity and sensitivity in predicting the prognosis of septic shock patients, and can be used as a clinical observation indicator to monitor patient condition changes and prognosis.

【Key words】 Septic shock; Related indexes of inferior vena cava; Fluid resuscitation

脓毒症休克是重症休克最常见的病因之一,由宿主对感染反应失调引起,我国脓毒症休克病死率为 37.3%^[1-3]。脓毒症休克治疗重点为尽快纠正休克状态,改善组织器官灌注,治疗包括补液及应用血管活性药物等^[4-6]。对脓毒症休克患者,低血容量的诊断及静脉容量的监测至关重要,在发生器官损伤前诊断低血容量,对于尽快纠正其容量不足具有重要意义^[7]。下腔静脉(inferior vena cava, IVC)直径及其相关参数可有效评估容量状态^[8]。但目前针对脓毒症休克 IVC 动态变化情况在预测患者预后方面研究相对较少,现对脓毒症休克患者早期复苏 IVC 动态变化情况及其预后诊断价值进行分析,旨在为临床提供更有效的监测指标,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2021 年 1 月—2022 年 3 月新疆生产建设兵团医院 ICU 病房收治脓毒症休克患者 109 例,根据治疗 28 d 时患者是否死亡,分为存活组 69 例和死亡组 40 例。本研究经医院伦理委员会审核批准(2021004),患者和/或家属均知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1)纳入标准:①符合脓毒症休克诊断的患者^[9];②入院 6 h 内未死亡患者;③年龄 18~80 岁;④临床资料完整。(2)排除标准:①合并心、肾、脑等其他器官严重功能障碍者;②合并自身免疫系统和/或血液系统疾病患者;③合并恶性肿瘤患者;④患者肠胀气严重无法正确测得下腔静脉相关指标者;⑤妊娠期或哺乳期妇女;⑥中途终止治疗患者。

1.3 治疗方法 患者入院后均予液体复苏,抗感染,

维持水、电解质及酸碱平衡,营养支持,必要时予呼吸机辅助通气、血管活性药物等治疗方法。以常规治疗 28 d 为终点。

1.4 观察指标与方法

1.4.1 收集临床资料:收集 2 组患者的性别、年龄、体质指数(BMI)、感染部位、合并基础疾病及 APACHE II 评分(年龄评分、急性生理评分及慢性健康评分,满分为 71 分,分值越高,病情越严重)等资料。

1.4.2 下腔静脉相关指标检测:患者进入 ICU 后行常规心电图、血氧监测,在 2%利多卡因局麻下经超声引导行右侧颈内静脉穿刺置管,将导管与压力换能器及监护仪连接并监测患者呼气末中心静脉压(central venous pressure, CVP)。患者去枕仰卧位,将便携式超声诊断仪(CX50)探头(频率 2.5~3.5 MHz)垂直置于剑突下,纵向向肝后探测 IVC,探头与腹壁垂直并顺时针旋转 90°,显示横切面,观察腹主动脉,并区别 IVC 与腹主动脉,观察不同呼吸周期的横切面,记录呼气末 IVC 长径、短径,并记录 IVC 扩张指数。每个指标均测量 3 次取平均值。其中 IVC 扩张指数 = (IVC 长径 - IVC 短径)/IVC 长径 × 100%。IVC 直径为呼气末 IVC 长径。记录平均动脉压(mean arterial pressure, MAP), $MAP = (\text{收缩压} + 2 \times \text{舒张压})/3$ 。

1.4.3 下腔静脉指标变异性检测:治疗前及治疗 6 h 后对患者 MAP、CVP 及 IVC 直径的变异性进行比较,变异性计算公式:变异性 = (治疗 6 h - 治疗前)/治疗前 × 100%。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 22.0(中文版)软件对数据进行分析。计数资料以频数或率(%)表示,组间

比较采用 χ^2 检验;服从正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;应用多因素 Cox 回归模型分析脓毒症休克患者预后的影响因素;绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),并计算其曲线下面积(area under the curve, AUC)预测脓毒症休克患者预后的诊断效能,并用 DeLong 法对其差异进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组临床资料比较 死亡组患者的 APACHE II 评分高于存活组($P < 0.01$),而 2 组患者其他临床资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 存活组与死亡组患者临床资料比较

Tab. 1 Comparison of Clinical Data between Survival and Death Groups of Patients in

项 目	存活组 (n=69)	死亡组 (n=40)	t/χ^2 值	P 值
性别[例(%)]				
男	39(56.52)	21(52.50)	0.166	0.684
女	30(43.48)	19(47.50)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	65.43 \pm 7.71	67.47 \pm 8.13	1.305	0.195
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	24.38 \pm 2.76	24.92 \pm 3.09	0.942	0.348
感染部位				
呼吸系统	22(31.88)	13(32.50)	0.493	0.933
[例(%)] 泌尿系统	22(31.88)	11(27.50)		
消化系统	11(15.94)	6(15.00)		
其他	14(20.29)	10(25.00)		
基础疾病[例(%)]				
糖尿病	5(7.25)	4(10.00)	0.253	0.615
慢性阻塞性肺疾病	3(4.35)	2(5.00)	0.025	0.875
既往脑梗死病史	3(4.35)	2(5.00)	0.025	0.875
高血压	4(5.80)	3(7.50)	0.122	0.727
冠心病	6(8.70)	4(10.00)	0.052	0.820
心力衰竭	2(2.90)	4(10.00)	2.455	0.117
慢性肾病	6(8.70)	8(20.00)	2.891	0.089
APACHE II 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	25.41 \pm 2.63	27.16 \pm 3.01	3.174	0.002

2.2 2 组治疗前后下腔静脉相关指标及其变异性比较 治疗前,死亡组患者 MAP、CVP、IVC 直径均低于存活组,而 IVC 扩张指数高于存活组(P 均 < 0.01);治疗 6 h 后 2 组患者 MAP、CVP 及 IVC 直径均较治疗前升高,IVC 扩张指数降低,且死亡组 MAP 低于存活

组,IVC 扩张指数高于存活组(P 均 < 0.05);死亡组患者 MAP 变异性、CVP 变异性高于存活组(P 均 < 0.01),见表 2。

表 2 存活组与死亡组患者下腔静脉相关指标及其变异性比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of Inferior Vena Cava Related Indicators and Their Variability between Survival and Death Groups

指 标	时间	存活组 (n=69)	死亡组 (n=40)	t 值	P 值
MAP	治疗前	58.63 \pm 2.78	53.92 \pm 4.79	6.505	< 0.001
(mmHg)	治疗 6 h	72.57 \pm 4.05 ^a	63.39 \pm 3.28 ^a	12.196	< 0.001
CVP	治疗前	5.68 \pm 0.97	5.32 \pm 0.69	2.062	0.042
(mmHg)	治疗 6 h	8.73 \pm 1.06 ^a	8.71 \pm 0.92 ^a	0.100	0.921
IVC 直径	治疗前	0.84 \pm 0.15	0.76 \pm 0.11	2.943	0.004
(mm)	治疗 6 h	1.93 \pm 0.27 ^a	1.89 \pm 0.25 ^a	0.766	0.446
IVC 扩张指数	治疗前	26.12 \pm 8.34	35.78 \pm 6.15	6.383	< 0.001
(%)	治疗 6 h	13.87 \pm 3.21 ^a	20.34 \pm 5.29 ^a	14.478	< 0.001
MAP 变异性(%)		34.85 \pm 7.23	49.27 \pm 9.61	8.873	< 0.001
CVP 变异性(%)		89.21 \pm 15.46	112.87 \pm 17.38	7.355	< 0.001
IVC 直径变异性(%)		91.27 \pm 10.35	88.34 \pm 9.96	1.425	0.160

注:与治疗前比较,^a $P < 0.05$

2.3 影响脓毒症休克患者预后的多因素 Cox 回归分析 以脓毒症休克患者预后为因变量,以上述结果中 $P < 0.05$ 项目为自变量,进行多因素 Cox 回归分析,结果显示,MAP 变异性高、CVP 变异性高、治疗前 IVC 扩张指数高及治疗 6 h 后 IVC 扩张指数高是影响患者预后的独立危险因素($P < 0.05$),见表 3。

2.4 脓毒症休克患者液体复苏效果的预测价值分析

ROC 曲线结果显示,MAP 变异性、CVP 变异性、治疗前 IVC 扩张指数、治疗 6 h 后 IVC 扩张指数及四者联合预测脓毒症休克患者复苏效果的 AUC 分别为 0.929、0.862、0.790、0.862、0.985,四者联合优于各自单独预测的效能($Z/P = 2.334/0.020, 3.579/ < 0.001, 4.602/ < 0.001, 2.970/0.003$),见表 4、图 1。

3 讨论

休克是一种机体循环障碍性疾病,使组织氧供应和氧需求之间存在差异,导致细胞和亚细胞代谢和能

表 3 影响脓毒症休克患者预后的多因素 Cox 回归分析

Tab. 3 Multivariate Cox Regression Analysis of the Impact of HTSS on Patient Prognosis

因 素	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	HR 值	95% CI
APACHE II 评分高	0.302	0.223	1.834	0.176	1.353	0.874 ~ 2.096
治疗前 IVC 直径宽	-1.977	3.206	0.380	0.537	0.138	< 0.001 ~ 74.137
MAP 变异性高	0.382	0.111	11.913	0.001	1.465	1.179 ~ 1.819
CVP 变异性高	0.124	0.046	7.247	0.007	1.133	1.034 ~ 1.240
治疗前 IVC 扩张指数高	0.133	0.064	4.269	0.039	1.142	1.007 ~ 1.295
治疗 6 h IVC 扩张指数高	0.245	0.112	4.762	0.029	1.278	1.025 ~ 1.593

表 4 脓毒症休克患者液体复苏效果的预测价值分析

Tab. 4 Analysis of the predictive value of fluid resuscitation effect in septic shock patients with

变 量	Cut-off 值	AUC (95% CI)	敏感度	特异度	Youden 指数
MAP 变异性	>43.66%	0.929 (0.863 ~ 0.969)	0.850	0.899	0.749
CVP 变异性	>102.32%	0.862 (0.782 ~ 0.920)	0.800	0.768	0.568
治疗前 IVC 扩张指数	>30.07%	0.790 (0.702 ~ 0.862)	0.900	0.667	0.567
治疗 6 h 后 IVC 扩张指数	>17.69%	0.862 (0.783 ~ 0.921)	0.750	0.899	0.649
四者联合		0.985 (0.941 ~ 0.999)	0.950	0.971	0.921

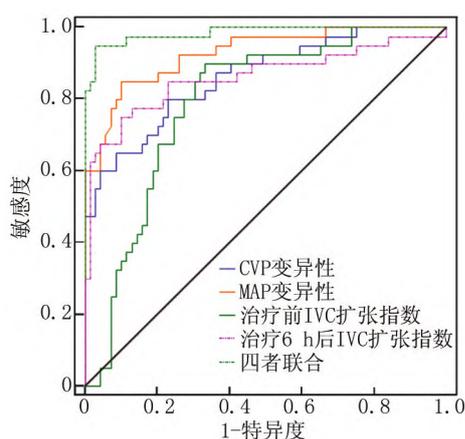


图 1 IVC 相关指标及其变异性影响患者预后的 ROC 曲线

Fig. 1 shows the ROC curve of IVC related indicators and their variability affecting patient prognosis in

量产生改变^[10]。脓毒症是中国第三大致命疾病,2015 年约有超过 100 万人因此死亡^[11]。液体复苏是脓毒症休克一种非常重要的治疗方法,尽管脓毒症患者可能有不同的循环损害机制,如血容量不足、运动功能减退及血管麻痹等多种因素,但液体复苏仍是其治疗要点,故对患者血容量的监测在治疗及评估预后方面具有重要意义^[12]。

IVC 与右心房相连,为容量血管,管腔直径会随呼吸运动改变,且其内径亦受机体血容量影响而产生相应变化,故 IVC 直径测量是目前临床常用的重症患者容量状态评估指标,具有简单、无创的优点^[12]。MAP 在组织灌注中起着重要作用,是推动血液通过器官的主要驱动力^[13]。研究显示,MAP 对反映机体的血供及状态具有较高诊断价值^[14]。CVP 是上、下腔静脉汇入右心房处的压力,与患者心功能、循环血容量及血管张力有关,是目前危重症患者液体复苏中最常用的血流动力学监测指标之一^[15]。

脓毒症休克早期,因机体应激反应,儿茶酚胺及其代谢产物大量释放,交感神经过度兴奋,毛细血管扩张、通透性增加等使机体血容量下降,造成组织灌注及心排量下降,进而导致酸中毒及血压下降等一系列

组织灌注不足的表现,若纠正不及时,可因肾灌注不足引起肾功能损伤及肾血流动力学障碍,晚期则可能出现多器官功能衰竭等严重损伤,为脓毒症休克患者的主要死亡原因^[16-17]。

本试验结果显示,复苏前死亡组患者的 MAP 及 CVP 明显低于存活组,经积极液体复苏 6 h 后,2 组患者的 MAP 及 CVP 均较治疗前上升,且死亡组患者的 MAP 及 CVP 变异性明显高于存活组,提示患者经复苏后,循环血量及组织灌注较前好转,但因患者基础灌注水平较低,即使经积极复苏,循环血量仍低,外周组织器官缺乏有效灌注,使其并发肾损伤、酸中毒及弥散性血管内凝血(DIC)等严重并发症的风险升高,故预后欠佳。

IVC 是反映血管内容积状态及评估患者容量缺乏严重程度的有效方法,且 IVC 管径不受机体容量丢失后动脉收缩代偿机制的影响,与动脉指标比较更能反映患者当前的血容量^[18]。研究显示^[19],IVC 扁平是患者病死率的独立预测因子,与其他已知休克参数相关,可作为低血容量休克指标。本试验通过对患者复苏前后的 IVC 水平进行比较,结果显示死亡组患者治疗前后 IVC 水平均明显低于存活组,尽管通过积极液体复苏,能在一定程度上改善患者组织灌注,但因患者炎症反应损伤较重,加之因感染导致各器官功能障碍,使患者预后不佳。因 IVC 管径与机体呼吸相关,故为排除呼吸对 IVC 的影响,本试验还对 IVC 扩张指数进行比较,结果显示死亡组患者治疗前后的 IVC 扩张指数均明显高于存活组患者,提示死亡组患者机体容量缺乏严重,即使经有效复苏,仍难以保持。且 ROC 曲线显示治疗前后 IVC 扩张指数、MAP 变异性、CVP 变异性联合预测患者预后具有较高诊断价值,能有效预测患者预后。

综上,下腔静脉相关指标及其变异性能有效预测脓毒症休克患者预后,治疗前后 IVC 扩张指数、MAP 变异性、CVP 变异性联合预测价值最高。但本试验纳入样本较小,具有一定局限性,此外,本试验仅对近期死亡进行预测,并未行长期随访,且受样本容量限制,

本试验纳入的指标有限,故应行多中心、大样本、多指标的长期临床试验对其预测价值进行深入分析。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

王平:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;李辉:提出研究思路,论文审核;苑晓姣:实施研究过程,统计学分析;刘燕:实施研究过程,资料搜集整理;郭元竞:实施研究过程,资料搜集整理;迪力夏提·阿力甫:资料搜集整理

参考文献

[1] Gavelli F, Castello LM, Avanzi GC. Management of sepsis and septic shock in the emergency department[J]. Intern Emerg Med, 2021, 16 (6):1649-1661. DOI:10.1007/s11739-021-02735-7.

[2] De Backer D, Cecconi M, Chew MS, et al. A plea for personalization of the hemodynamic management of septic shock [J]. Crit Care, 2022, 26(1):372. DOI:10.1186/s13054-022-04255-y.

[3] Liu YC, Yao Y, Yu MM, et al. Frequency and mortality of sepsis and septic shock in China; A systematic review and meta-analysis [J]. BMC Infect Dis, 2022, 22(1):564. DOI: 10.1186/s12879-022-07543-8.

[4] Hernández G, Ospina-Tascón GA, Damiani LP, et al. Effect of a resuscitation strategy targeting peripheral perfusion status vs serum lactate levels on 28-day mortality among patients with septic shock; The andromeda-shock randomized clinical trial [J]. JAMA, 2019, 321(7):654-664. DOI:10.1001/jama.2019.0071.

[5] Alhazzani W, Moller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [J]. Intensive Care Med, 2020, 46(5):854-887. DOI:10.1007/s00134-020-06022-5.

[6] Georges D, de Courson H, Lanchon R, et al. End-expiratory occlusion maneuver to predict fluid responsiveness in the intensive care unit: An echocardiographic study [J]. Crit Care, 2018, 22(1):32. DOI: 10.1186/s13054-017-1938-0.

[7] Kacar CK, Uzundere O, Yektas A. A two parameters for the evaluation of hypovolemia in patients with septic shock: Inferior vena cava collapsibility index (IVCCI), delta cardiac output [J]. Med Sci Monit, 2019, 25:8105-8111. DOI:10.12659/MSM.919434.

[8] Fichtner A, Brunner B, Kloemich E, et al. Sonographic estimation rather than quantification of fluid status using inferior vena cava and other major vessel parameters in a non-bleeding fluid loss and centralization model [J]. Open Access Emerg Med, 2021, 13:391-398. DOI:10.2147/OAEM.S321860.

[9] 中华医学会重症医学分会. 中国严重脓毒症/脓毒性休克治疗指南(2014) [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(6):401-426. DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2015.06.021.

Critical Care Branch of the Chinese Medical Association. Guidelines for the treatment of severe sepsis/septic shock in China (2014) [J]

China Critical Care Emergency Medicine, 2015, 27(6):401-426. DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2015.06.021.

[10] Karanvir, Gupta S, Kumar V. Practices of initiation of vasoactive drugs in relation to resuscitation fluids in children with septic shock; A prospective observational study [J]. Indian J Crit Care Med, 2021, 25(8):928-933. DOI:10.5005/jp-journals-10071-23954.

[11] Weng L, Zeng XY, Yin P, et al. Sepsis-related mortality in China: A descriptive analysis [J]. Intensive Care Med, 2018, 44(7):1071-1080. DOI:10.1007/s00134-018-5203-z.

[12] Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016 [J]. Intensive Care Med, 2017, 43(3):304-377. DOI: 10.1007/s00134-017-4683-6.

[13] He HW, Liu WL, Zhou X, et al. Effect of mean arterial pressure change by norepinephrine on peripheral perfusion index in septic shock patients after early resuscitation [J]. Chin Med J (Engl), 2020, 133(18):2146-2152. DOI:10.1097/CM9.0000000000001017.

[14] Winkler A, Kietz S, Bahlmann H, et al. GM-CSF as successful salvage therapy of metamizole (dipyrone)-induced agranulocytosis with Fournier's gangrene and severe septic shock in an adolescent [J]. Clin Case Rep, 2016, 4(8):816-819. DOI:10.1002/ccr3.616.

[15] Cecconi M, Hofer C, Teboul JL, et al. Erratum to: Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: A global inception cohort study [J]. Intensive Care Med, 2015, 41(9):1737-1738. DOI: 10.1007/s00134-015-3850-x

[16] Monge Garcia MI, Guijo González P, Saludes Orduna P, et al. Dynamic arterial elastance during experimental endotoxic septic shock: A potential marker of cardiovascular efficiency [J]. Front Physiol, 2020, 11:562824. DOI: 10.3389/fphys.2020.562824.

[17] 仝旭亚, 刘卫芳, 宋颖飞, 等. 平均动脉压维持水平对感染性休克患者肾功能及肾血流指标的影响研究 [J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(4):762-765. DOI:10.11816/cn.ni.2016-162989.

Tong XY, Liu WF, Song YF, et al. Study on the effect of maintenance level of mean arterial pressure on renal function and renal blood flow index in patients with septic shock [J]. Chinese Journal of Hospital Infection, 2017, 27(4):762-765. DOI: 10.11816/cn.ni.2016-162989.

[18] Yazlamaz NO, Ozakin E, Bastug BT, et al. The flatness index of inferior vena cava can be an accurate predictor for hypovolemia in multi-trauma patients [J]. Prehosp Disaster Med, 2021, 36(4):414-420. DOI:10.1017/S1049023X21000418.

[19] Hemmila MR, Osborne NH, Henke PK, et al. Prophylactic inferior vena cava filter placement does not result in a survival benefit for trauma patients [J]. Ann Surg, 2015, 262(4):577-585. DOI:10.1097/SLA.0000000000001434.

(收稿日期:2022-12-20)