

# 中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差 联合液体负荷状态评价感染性休克预后的价值

郭志强, 王恩燕, 戴坤鹏, 王 滨, 孔继昌, 李志云, 殷 明, 胡 坤, 董兰花, 王 枫

**[摘要]** **目的** 探讨中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差 [central venous-arterial carbon dioxide partial difference, P(cv-a)CO<sub>2</sub>] 联合液体负荷状态评价感染性休克预后的价值。**方法** 收集 2015 年 10 月—2017 年 3 月我科收治的 95 例感染性休克患者资料, 依据治疗 72 h 后有无液体过负荷及 P(cv-a)CO<sub>2</sub> 将患者分为 4 组, A 组为液体过负荷 + P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa); B 组为非液体过负荷 + P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg; C 组为液体过负荷 + P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg; D 组为非液体过负荷 + P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg, 比较各组 28 d 和 90 d 的病死率、机械通气时间、ICU 住院时间、住院时间的差异。**结果** 4 组间机械通气时间、ICU 住院时间、住院时间、28 d 和 90 d 的病死率差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。**结论** P(cv-a)CO<sub>2</sub> 和液体过负荷状态可以联合评价感染性休克的预后。

**[关键词]** 感染性休克; 中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差; 液体过负荷

**[中国图书资料分类号]** R631.4

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-8134(2017)06-0358-04

**DOI:**10.3969/j.issn.1007-8134.2017.06.011

## Significance of P(cv-a)CO<sub>2</sub> combined with fluid load status in assessing prognosis of patients with septic shock

GUO Zhi-qiang\*, WANG En-yan, DAI Kun-peng, WANG Bin, KONG Ji-chang, LI Zhi-yun, YIN Ming, HU Kun, DONG Lan-hua, WANG Feng

Department of Critical Care Medicine, General Hospital of North China Petroleum Administration Bureau, Renqiu 062552, China

\*Corresponding authors, E-mail: humorlife2006@163.com

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the value of P(cv-a)CO<sub>2</sub> combined with fluid load status in assessing prognosis of patients with septic shock. **Methods** The data of 95 patients with septic shock were collected from October 2015 to March 2017, and the included patients were divided into 4 groups according to the presence of fluid overload and P(cv-a)CO<sub>2</sub> threshold of 6 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 72 hours after treatment. Group A: fluid overload + P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg; Group B: non-fluid overload + P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg; Group C: fluid overload + P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg; Group D: non-fluid overload + P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg. The differences in the mortality rate on 28 and 90 days, mechanical ventilation time, ICU time, and hospital stay time were compared among the four groups. **Results** There were statistically significant differences in mechanical ventilation time, ICU time, hospital stay, 28-day mortality and 90-day mortality among the 4 groups ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** The combination of P(cv-a)CO<sub>2</sub> and fluid overload condition can evaluate the prognosis of patients with septic shock.

**[Key words]** septic shock; central venous-arterial carbon dioxide partial difference; fluid overload

早期积极液体复苏和维持组织灌注是治疗感染性休克的基础。临床中积极的液体复苏挽救了大量感染性休克患者的生命, 但由此引起的重症患者液体过负荷并不少见<sup>[1-2]</sup>。中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差 [central venous-arterial carbon dioxide partial difference, P(cv-a)CO<sub>2</sub>] 作为评估早期复苏是否充分的指标在临床已被广泛采用。本研究旨在探讨 P(cv-a)CO<sub>2</sub> 联合液体负荷状态对感染性休克患者预后评价的价值。

### 1 对象与方法

**1.1 对象** 研究对象为 2015 年 10 月—2017 年 3 月华北石油管理局总医院重症医学科收治的 95 例

感染性休克患者的临床资料。纳入标准: ①符合《国际严重脓毒症和脓毒性休克治疗指南 2012》<sup>[3]</sup> 中感染性休克诊断标准; ②年龄 ≥ 18 周岁; ③按照感染性休克集束化治疗方案进行治疗的患者。排除标准: ①急性心肌梗死、心源性休克。②妊娠; ③拒绝有创操作者; ④相关检查资料不全。

**1.2 方法** 感染性休克集束化治疗方案包括: ① 3 h 内诊断为感染性休克的患者须监测血乳酸 (lactate concentration, Lac) 水平; 应用抗生素前留取血液培养标本; 使用广谱抗生素覆盖可能的致病微生物; 低血压或 Lac ≥ 4 mmol/L 时, 按体质量 30 ml/kg 给予晶体液。② 6 h 内诊断为感染性休克的患者须应用血管升压药 (对早期液体复苏无效的低血压) 维持平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP) ≥ 65 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa); 当经过容量复苏后仍为持续性低血压或早期 Lac ≥ 4 mmol/L 时, 须重

**[作者单位]** 062552 任丘, 华北石油管理局总医院重症医学科 (郭志强、王恩燕、戴坤鹏、王滨、孔继昌、李志云、胡坤、董兰花、王枫), 内镜介入科 (殷明)

**[通信作者]** 郭志强, E-mail: humorlife2006@163.com

新评估容量状态、组织灌注。重新评估容量状态和组织灌注，可通过以下两者之一予以评估：①评估生命体征、心肺功能、毛细血管再充盈、脉搏、皮肤改变；②测量中心静脉压、中心静脉血氧饱和度（central venous oxygen saturation, ScvO<sub>2</sub>）、床旁心肺超声、被动抬腿试验或液体负荷试验评估液体反应性（任意2项）。根据病情遵循指南控制感染灶，机械通气，输注血制品，营养治疗，控制血糖以及应用小剂量氢化可的松等。留置颈内或锁骨下中心静脉导管，行动脉压监测，同时采集动脉和中心静脉血行血气分析。依据确诊为感染性休克且治疗72 h后有无液体过负荷以及 P(cv-a)CO<sub>2</sub>=6 mmHg 为阈值将患者分为4组。A组：液体过负荷 +P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg。B组：非液体过负荷 +P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg。C组：液体过负荷 +P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg。D组：非液体过负荷 +P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg。采集的数据包括，反映休克的基本情况：心率（heart rate, HR）、MAP、中心静脉压（central venous pressure, CVP）。记录动脉血气分析，包括 pH、动脉血氧饱和度（arterial oxygen saturation, SaO<sub>2</sub>）、动脉氧分压（arterial partial pressure of oxygen, PaO<sub>2</sub>）、动脉二氧化碳分压（arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO<sub>2</sub>）、动脉 Lac；记录中心静脉血气分析，包括中心静脉氧分压（central venous partial pressure of oxygen, PcvO<sub>2</sub>）、中心静脉二氧化碳分

压（central venous partial pressure of carbon dioxide, PcvCO<sub>2</sub>）、ScvO<sub>2</sub>，按公式 P(cv-a)CO<sub>2</sub>=PcvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> 计算 P(cv-a)CO<sub>2</sub>。记录 ICU 住院时间、住院时间、机械通气时间，28 d 和 90 d 的病死率、APACHE II 和 SOFA 评分，评价有无液体过负荷。液体过负荷判断标准包括：和入院时胸片比较，出现新发的肺血管充血、肺水肿和 / 或胸腔积液（肺实变不作为液体过负荷的证据）；临床和 / 或胸片，存在上述表现视为存在液体过负荷<sup>[4]</sup>。

**1.3 统计学处理** 用 SPSS 19.0 进行统计分析，计量资料进行正态分布检验，正态分布计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示，非正态分布计量资料采用  $M (P_{25}, P_{75})$  表示，计量资料组间比较用方差分析或秩和检验，计数资料率的比较采用  $\chi^2$  检验， $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 一般资料** 2015年10月—2017年3月共收治143例感染性休克患者，符合纳入标准的共有95例，平均年龄（71.8±10.7）岁。其中男65例，占68.4%，女30例，占31.6%。入选24 h后 APACHE II 评分为（26.4±7.8）分，SOFA 评分为（10.2±2.8）分。肺部感染63例，腹腔感染14例，泌尿系感染10例，其他部位感染8例。4组间患者的年龄、性别、APACHE II 评分、SOFA 评分、感染部位间比较，差异无统计学意义（ $P$  均 > 0.05）。见表1。

表1 4组患者的一般资料比较

Table 1 Comparison of general information of the 4 groups

指标	A组 (n=23)	B组 (n=21)	C组 (n=23)	D组 (n=28)	F/ $\chi^2$ 值	P 值
年龄 (岁)	74.81±10.09	67.91±13.03	70.12±11.55	73.86±7.94	2.002	0.119
CRP(mg/L)	110.38±12.34	111.23±10.45	109.39±11.72	110.24±9.27	0.104	0.957
Lac(mmol/L)	3.52±0.95	3.31±1.03	3.47±0.87	3.29±1.02	0.335	0.800
降钙素原 (ng/ml)	17.12±3.26	16.82±2.53	18.65±2.89	16.99±2.71	2.018	0.117
CVP(mm Hg)	2.13±0.72	2.20±0.82	1.16±0.73	2.57±0.69	1.808	0.151
APACHE II 评分	28.51±10.23	24.93±8.86	25.41±6.94	26.45±5.18	0.913	0.438
SOFA 评分	10.62±2.95	9.58±2.77	10.22±2.43	10.36±3.07	0.534	0.660
性别					1.442*	0.696
男 [例 (%)]	17(73.91)	14(66.67)	17(73.91)	17(60.71)		
女 [例 (%)]	6(26.09)	7(33.33)	6(26.09)	11(39.29)		
感染部位					1.925*	0.993
肺部感染 [例 (%)]	16(69.56)	15(71.43)	15(65.21)	17(60.72)		
腹腔感染 [例 (%)]	3(13.04)	2(9.52)	4(17.39)	5(17.86)		
泌尿系感染 [例 (%)]	2(8.70)	3(14.29)	2(8.70)	3(10.71)		
其他感染 [例 (%)]	2(8.70)	1(4.76)	2(8.70)	3(10.71)		

注：APACHE II 评分 . 急性生理与慢性健康状况评分 II；SOFA 评分 . 序贯器官衰竭评分；\* .  $\chi^2$  值

**2.2 4组患者感染性休克治疗72 h后相关检测指标比较** 4组患者治疗72 h后，CRP、Lac、降钙素原、CVP、APACHE II 评分、SOFA 评分比较，差异有统计学意义。A组与其他3组指标比较，差异有统计学意义。见表2。

**2.3 4组患者机械通气时间、ICU住院时间、住院时间的差异** 4组患者组间的机械通气时间、ICU住院时间、住院时间比较，差异具有统计学意义；两两比较后D组机械通气时间、ICU住院时间、住院时间明显低于A组（ $P$  均 < 0.05）。见表3。

表2 4组患者治疗72h后相关指标比较

Table 2 Comparison of correlation indicators of patients in 4 groups after 72 h of treatment

指标	A组 (n=23)	B组 (n=21)	C组 (n=23)	D组 (n=28)	F值	P值
CRP(mg/L)	17.34±2.87 <sup>**</sup>	15.49±1.89 <sup>**</sup>	14.23±1.36 <sup>*</sup>	12.65±1.46	25.526	0.000
Lac(mmol/L)	2.18±0.39 <sup>**</sup>	1.96±0.46 <sup>*</sup>	1.94±0.35 <sup>*</sup>	1.73±0.23	6.657	0.000
降钙素原 (ng/ml)	9.29±1.79 <sup>**</sup>	8.26±1.83 <sup>*</sup>	7.93±1.15 <sup>*</sup>	6.59±1.23	13.908	0.000
APACHE II评分	20.66±2.57 <sup>**</sup>	18.87±2.36 <sup>*</sup>	18.56±1.98	17.92±1.46	7.619	0.000
SOFA评分	10.02±1.28 <sup>**</sup>	8.10±1.39	8.10±0.79	7.83±0.57	22.814	0.000

注: #. 与B组比较, P < 0.05; ※. 与C组比较, P < 0.05; \*. 与D组比较, P < 0.05

表3 4组患者机械通气时间、ICU住院时间、住院时间比较 [M(P25, P75) d]

Table 3 Comparison of mechanical ventilation time, ICU hospitalization and hospital stay time in 4 groups[M(P25, P75) d]

组别	例数	机械通气时间	ICU住院时间	住院时间
A	23	12.2(6.7, 19.6) <sup>*</sup>	13.2(9.6, 22.9) <sup>*</sup>	20.3(9.7, 30.2) <sup>*</sup>
B	21	7.6(5.5, 13.1)	11.3(6.7, 16.2)	14.9(9.7, 22.7)
C	23	9.5(6.9, 17.5)	11.0(7.5, 21.0)	15.0(10.2, 22.0)
D	28	5.3(4.3, 8.6)	8.1(5.2, 10.8)	10.1(7.5, 14.0)
H值		10.385	10.484	9.004
P值		0.016	0.015	0.029

注: \*. 与D组比较, P < 0.05

2.4 4组患者病死率比较 4组患者的28d、90d病死率比较差异具有统计学意义; 两两比较, D组28d病死率和90d病死率明显低于A组 (P均 < 0.05)。见表4。

表4 4组患者28d和90d病死率比较 (%)

Table 4 Comparison of 28-day mortality and 90-day mortality in 4 groups(%)

组别	例数	28d病死率	90d病死率
A	23	69.6 <sup>*</sup>	78.3 <sup>*</sup>
B	21	42.9	57.1
C	23	47.8	56.5
D	28	28.6	35.7
χ <sup>2</sup> 值		8.668	9.304
P值		0.034	0.026

注: \*. 与D组比较, P < 0.05

### 3 讨论

感染性休克是ICU危重症患者最常见的死亡原因之一, 也是很多疾病的并发症<sup>[5-6]</sup>, 其病死率较高。早期液体复苏能提高感染性休克患者的生存率, 但是由于患者血流动力学变化复杂, 心肺功能不良, 大多不能承受多而快的液体输入。当液体过负荷时, 液体进入组织间隙可以对多个器官和系统造成不良影响<sup>[7]</sup>。SOAP研究显示脓毒症患者液体正平衡死亡风险高<sup>[8]</sup>, 感染性休克患者早期复苏和前4d累积液体正平衡越多病死率越高<sup>[9]</sup>, 35%的感染性休克患者转出ICU时存在液体过负荷<sup>[10]</sup>, 液体的负荷平衡是影响感染性休克患者预后的独立危险因素<sup>[11]</sup>。因此, 合理的液体复苏对感染性休克患者的抢救及预后至关重要。

感染性休克的预后指标得到了很多医生的关注和研究<sup>[12-13]</sup>, 研究证明PCT、CRP、Lac等均与感染性休克的病情严重程度及预后密切相关。P(cv-a)CO<sub>2</sub>可用于反映感染性休克患者组织灌注水平, 当休克或组织灌注不足时, 组织中CO<sub>2</sub>清除能力下降, 即出现CO<sub>2</sub>瘀滞现象, 导致P(cv-a)CO<sub>2</sub>升高, 因此, P(cv-a)CO<sub>2</sub>可以反映感染性休克患者的病情进展和严重程度<sup>[14]</sup>。本研究首次探讨了P(cv-a)CO<sub>2</sub>联合液体负荷状态对评价感染性休克患者预后的意义。

本研究选择6 mmHg作为P(cv-a)CO<sub>2</sub>分类的阈值, 原因在于2014年欧洲危重病医学会中提到P(cv-a)CO<sub>2</sub>可以作为识别复苏是否充分的一个指标, 即使在ScvO<sub>2</sub> > 70%时, P(cv-a)CO<sub>2</sub> > 6 mmHg也意味着组织血流不足, 推荐对中心静脉置管的患者监测ScvO<sub>2</sub>和P(cv-a)CO<sub>2</sub>, 以协助评估其休克类型及心输出量是否足够并指导治疗<sup>[15]</sup>。

本研究结果显示, 感染性休克患者救治72h后, P(cv-a)CO<sub>2</sub> < 6 mmHg且无液体过负荷的患者相比P(cv-a)CO<sub>2</sub> ≥ 6 mmHg且液体过负荷的患者感染相关指标比较低, 与其他组相比, 28d和90d病死率较低, 而且机械通气时间、ICU住院时间、住院时间更短。结果与其他研究相似, 为P(cv-a)CO<sub>2</sub>和液体过负荷的感染性休克患者治疗和预后的指导意义增加佐证。血气分析检测的时间比其他生化指标短, 在一般的ICU中都有相关的检测设施, 容易实现。P(cv-a)CO<sub>2</sub>公式明确, 计算简便, 本研究的液体过负荷状态有明确的判断标准, 其中需要的检查指标也很容易实现, 为临床经验较少的医生提供了有利的评价患者预后的参考; 及时监测可以防止液体纠正过度, 让机体的状态早期恢复。因此P(cv-a)CO<sub>2</sub>=6 mmHg和液体过负荷状态可以联合评价感染性休克患者的预后, 本研究有一定的现实意义。

另外本研究作为回顾性分析, 尽管制定了严格的纳入标准, 但是不可控的因素较多, 有一定的局限性。在今后的研究中须要对其进行前瞻性研究, 对感染性休克患者的治疗和预后的相关因素进行回归分析, 找出更多有意义的感染性休克预后的因素。

(下转第364页)

对 Th17 细胞具有激活作用, 可加剧肠黏膜的炎症反应<sup>[15]</sup>。在本研究中, 试验组外周血 IL-4 表达明显低于对照组 ( $P < 0.05$ ), IL-6、IL-17、IL-23 以及 TNF- $\alpha$  表达明显高于对照组 ( $P$  均  $< 0.05$ )。通过相关性分析发现, TLR2、TLR4、TLR5 以及 TLR9 蛋白的表达与 IL-4 表达呈负相关, 与 IL-6、IL-17、IL-23 及 TNF- $\alpha$  表达呈正相关。研究结果表明, TLRs 的高表达促进 IL-4 等抑炎因子水平下降, 促进 IL-6、IL-17、IL-23 及 TNF- $\alpha$  等促炎因子水平提高, 通过其来介导炎症反应。

综上所述, UC 患者正常肠道菌群平衡被打破, 促炎因子表达增加, 抑炎因子表达减少, TLRs 分子表达增加。肠道菌群紊乱可能会通过增强 TLRs 分子表达来促进促炎因子的分泌, 介导肠黏膜炎症反应。

#### 【参考文献】

- [1] 张莹, 熊晶晶, 黄永坤, 等. 美沙拉秦、蒙脱石散和酪酸梭菌对溃疡性结肠炎大鼠血细胞因子的影响 [J]. 中国免疫学杂志, 2015, 31(2):240-246, 249.
- [2] Li SQ. Detection of intestinal flora levels as well as cytokine and TLRs molecule expression in patients with ulcerative colitis [J]. 海南医科大学学报 (英文版), 2017, 23(5):95-98.
- [3] 闫曙光. 乌梅丸及其拆方对溃疡性结肠炎大鼠细胞因子、炎症介质及 TLR4/NF- $\kappa$ B 信号通路影响的实验研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2012.
- [4] 刘淑清. TLR2 介导 TB10.4 激活 RAW264.7 通路及细胞因子表达的研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2014.
- [5] 中华医学会消化病学分会炎症性肠病学组. 炎症性肠病诊断与治疗的共识意见 (2012 年·广州) [J]. 中华内科杂志, 2012, 51(10):818-831.
- [6] 黄坤, 吴丽丽, 杨云生. 肠道微生态与人类疾病关系的研究进展 [J]. 传染病信息, 2017, 30(3):133-137.
- [7] Fernandes P, MacSharry J, Darby T, *et al.* Differential expression of key regulators of Toll-like receptors in ulcerative colitis and Crohn's disease: a role for Tollip and peroxisome proliferator-activated receptor gamma? [J]. Clin Exp Immunol, 2016, 183(3):358-368.
- [8] Tan Y, Zou KF, Qian W, *et al.* Expression and implication of toll-like receptors TLR2, TLR4 and TLR9 in colonic mucosa of patients with ulcerative colitis [J]. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci, 2014, 34(5):785-790.
- [9] 邹颖, 迟宏罡, 欧阳霖茵, 等. 黄芩苷对实验性结肠炎小鼠 TLRs/MyD88 通路的作用研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(6):952-956.
- [10] 崔路佳, 王裕宣. 溃疡性结肠炎患者肠道菌群改变与炎症指标的相关性研究 [J]. 海南医学, 2014, 25(20):3014-3016.
- [11] 刘伟, 刘翔, 林漫鹏, 等. 溃疡性结肠炎患者正常与病变肠段肠道菌群比较 [J]. 湖北民族学院学报 (医学版), 2011, 28(1):4-6.
- [12] 刘志威, 王学群, 李甜甜. 溃疡性结肠炎患者肠道菌群变化的临床意义 [J]. 胃肠病学和肝病杂志, 2016, 25(5):554-556.
- [13] 安婷婷, 朱西杰, 张蕾, 等. 复方蜥蜴散不同微粒组合剂干预大鼠溃疡性结肠炎模型 TLRs/MyD88 信号通路及下游炎症因子的实验研究 [J]. 上海中医药杂志, 2016, 50(11):82-88.
- [14] 蒋曼, 姚萍, 杨涛, 等. 实时荧光定量 PCR 法研究溃疡性结肠炎患者肠道双歧杆菌属、柔嫩梭菌属及拟杆菌属量的变化 [J]. 中国微生态学杂志, 2013, 25(11):1245-1249, 1254.
- [15] 单佩英. 溃疡性结肠炎患者肠道菌群多样性及炎症细胞因子变化的研究 [D]. 大连, 大连医科大学, 2012.

(2017-11-20 收稿 2017-12-14 修回)

(本文编辑 赵雅琳)

(上接第 360 页)

#### 【参考文献】

- [1] Kelm DJ, Perrin JT, Cartin-Ceba R, *et al.* Fluid overload in patients with severe sepsis and septic shock treated with early goal-directed therapy is associated with increased acute need for fluid-related medical interventions and hospital death [J]. Shock, 2015, 43(1):68-73.
- [2] Malbrain ML, Marik PE, Witters I, *et al.* Fluid overload, de-resuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice [J]. Anaesthesiol Intensive Ther, 2014, 46(5):361-380.
- [3] Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, *et al.* Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012 [J]. Crit Care Med, 2013, 41(2):580-637.
- [4] 何怀武, 隆云. 容量状态与容量反应性 [J]. 中国医刊, 2016, 51(7):13-16.
- [5] 臧红, 刘鸿凌, 郝玉清, 等. 慢加急肝衰竭并发感染的危险因素及对近期预后的影响 [J]. 传染病信息, 2015, 28(5):288-292.
- [6] 王珍燕, 沈银忠, 刘莉, 等. 191 例 AIDS 死亡患者临床特征及死因分析 [J]. 传染病信息, 2016, 29(2):97-100.
- [7] Ogbu OC, Murphy DJ, Martin GS. How to avoid fluid overload [J]. Curr Opin Crit Care, 2015, 21(4):315-321.
- [8] Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, *et al.* Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study [J]. Crit Care Med, 2006, 34(2):344-353.
- [9] Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, *et al.* Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality [J]. Crit Care Med, 2011, 39(2):259-265.
- [10] Mitchell KH, Carlbom D, Caldwell E, *et al.* Volume overload: prevalence, risk factors, and functional outcome in survivors of septic shock [J]. Ann Am Thorac Soc, 2015, 12(12):1837-1844.
- [11] 赵昕, 徐凯智, 张咏晖. 限制性输液与充分液体复苏在感染性休克患者中的应用比较 [J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(2):411-413.
- [12] 徐波, 刘励军. 血清降钙素原 (PCT) 的动态变化对感染性休克预后的意义 [J]. 中国血液流变学杂志, 2008, 18(1):99-101.
- [13] 钱宇清. 感染性休克患者 CRP、PCT、cTnT、CK 水平的检测及与病情危重程度的相关性 [J]. 国际检验医学杂志, 2017, 38(13):1817-1819.
- [14] Ospina-Tascón GA, Umaña M, Bermúdez WF, *et al.* Can venous-to-arterial carbon dioxide differences reflect microcirculatory alterations in patients with septic shock [J]. Intensive Care Med, 2016, 42(2):211-221.
- [15] Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, *et al.* Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine [J]. Intensive Care Med, 2014, 40(12):1795-1815.

(2017-11-15 收稿 2017-12-10 修回)

(本文编辑 胡 玫)