

中心静脉-动脉血二氧化碳分压差对老年脓毒症患者预后的评估价值

王中华 王首红 廖小龙 郭伟新 吴岩 陈胜龙 梁骏

黄道政 李洁 温剑艺 李汉彪 覃铁和

510080 广东广州, 广东省人民医院(广东省医学科学院)ICU, 广东省老年医学研究所

通讯作者: 覃铁和, Email: dr.qin@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.003

【摘要】 目的 探讨中心静脉-动脉血二氧化碳分压差(Pcv-aCO₂)在老年脓毒症预后中的作用和价值。**方法** 入选 2017 年 1 月至 12 月广东省人民医院重症医学科(ICU)收治的符合 Sepsis-3 诊断标准的老年(年龄≥60 岁)脓毒症患者 208 例,根据 ICU 预后将患者分为死亡组(46 例)与存活组(162 例)。收集患者诊断脓毒症时的 Pcv-aCO₂、中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)、血清降钙素原(PCT)、C-反应蛋白(CRP)、序贯器官衰竭评分(SOFA)和急性生理学与慢性健康状况评分 II(APACHE II)评分,比较两组患者各指标的差异;采用 Pearson 相关分析法分析 Pcv-aCO₂ 与 ScvO₂、PCT、CRP、SOFA 及 APACHE II 评分的相关性;用受试者工作特征曲线(ROC)评估 Pcv-aCO₂ 对老年脓毒症患者的预后价值。**结果** 与存活组比较,死亡组患者 Pcv-aCO₂、PCT、CRP、SOFA 和 APACHE II 评分均明显升高[Pcv-aCO₂(mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa): 6.13±3.33 比 4.40±2.65, PCT(μg/L): 31.41±12.83 比 3.01±2.69, CRP(mg/L): 130.51±42.23 比 104.46±50.12, SOFA(分): 2.01±2.25 比 9.05±2.06, APACHE II(分): 29.52±5.03 比 20.01±3.21, 均 $P<0.05$], ScvO₂ 明显下降(0.571±0.136 比 0.685±0.106, $P<0.01$)。相关分析显示, Pcv-aCO₂ 与 ScvO₂ 呈明显负相关($r=-0.762$, $P=0.001$),与 PCT、CRP、SOFA 和 APACHE II 评分均呈明显正相关(r 值分别为 0.737、0.625、0.738、0.713, 均 $P<0.05$)。ROC 曲线分析显示, Pcv-aCO₂ 预测老年脓毒症患者死亡的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.826,最佳临界值为 6.62 mmHg 时,敏感度为 84.7%,特异度为 77.5%,阳性似然比为 3.76,阴性似然比为 0.19。**结论** Pcv-aCO₂ 对老年脓毒症患者预后有良好的评估价值,能准确判断预后。

【关键词】 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差; 脓毒症; 老年; 预后

基金项目: 广东省医学科研基金项目(A2017602); 国家自然科学基金青年科学基金项目(81701875); 国家临床重点专科建设项目(2012-649, 2013-544)

Predictive value of central venous-to-arterial carbon dioxide difference on the prognosis of elderly patients with sepsis Wang Zhonghua, Wang Shouhong, Liao Xiaolong, Guo Weixin, Wu Yan, Chen Shenglong, Liang Jun, Huang Daozheng, Li Jie, Wen Jianyi, Li Hanbiao, Qin Tiehe

Department of Intensive Care Unit, Guangdong Geriatrics Institute, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Science, Guangzhou 510080, Guangdong, China

Corresponding author: Qin Tiehe, Email: dr.qin@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of central venous-to-arterial carbon dioxide difference (Pcv-aCO₂) on the prognosis of elderly patients with sepsis. **Methods** 208 elderly patients who met the diagnostic criteria of the Sepsis-3 and with the age of more than 60 years old, and admitted to intensive care unit (ICU) of Guangdong General Hospital from January to December in 2017 were enrolled. According to the prognosis, the patients were divided into death group ($n=46$) and survival group ($n=162$). The Pcv-aCO₂, central venous oxygen saturation (ScvO₂), serum procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), sequential organ failure assessment (SOFA) and acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) were collected for all patients. The differences of each index between the two groups were compared. The correlations between Pcv-aCO₂ and ScvO₂, PCT, CRP, SOFA, APACHE II scores were analyzed respectively with Pearson correlation. The prognostic value of Pcv-aCO₂ in elderly patients with sepsis was assessed by receiver operating characteristic curve (ROC). **Results** Compared with survival group, the Pcv-aCO₂, PCT, CRP, SOFA and APACHE II scores in death group were significantly increased [Pcv-aCO₂ (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa): 6.13±3.33 vs. 4.40±2.65, PCT (μg/L): 31.41±12.83 vs. 3.01±2.69, CRP (mg/L): 130.51±42.23 vs. 104.46±50.12, SOFA: 2.01±2.25 vs. 9.05±2.06, APACHE II: 29.52±5.03 vs. 20.01±3.21, all $P<0.05$], and ScvO₂ in death group was significantly decreased (0.571±0.136 vs. 0.685±0.106, $P<0.01$). Correlation analysis showed that the Pcv-aCO₂ was negatively correlated with ScvO₂ ($r=-0.762$, $P=0.001$) and was positively correlated with PCT, CRP, SOFA and APACHE II scores (r value was 0.737, 0.625, 0.738, 0.713, respectively, all $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the ROC curve (AUC) of Pcv-aCO₂ prediction of death in patients with sepsis

was 0.826, the cut-off was 6.62 mmHg, the sensitivity was 84.7%, the specificity was 77.5%, the positive likelihood ratio was 3.76, and the negative likelihood ratio was 0.19. **Conclusion** Pcv-aCO₂ has a great value in evaluating the prognosis of elderly patients with sepsis and can accurately determine the prognosis of sepsis.

【Key words】 Central venous-to-arterial carbon dioxide difference; Sepsis; Elderly; Prognosis

Fund program: Guangdong Medical Science Research Fund Project (A2017602); National Natural Science Foundation of China (81701875); National Clinical Key Specialty Construction Project of China (2012-649, 2013-544)

脓毒症是机体对感染反应失调而导致危及生命的器官功能障碍^[1],具有较高病死率和病残率,是重症医学领域研究的重点和难点^[2]。对脓毒症早期识别、及时干预和预测预后有着重要意义。目前临床上常用降钙素原(PCT)、C-反应蛋白(CRP)、血小板计数(PLT)等作为预测脓毒症及预后的生物标志物^[3];而评价组织灌注指标之一的中心静脉-动脉血二氧化碳分压差(Pcv-aCO₂),在老年脓毒症预后中的预测价值目前尚不明确。本研究旨在探讨Pcv-aCO₂对老年脓毒症患者预后的评估价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料:选择2017年1月至12月本院重症医学科(ICU)收治的老年脓毒症患者。

1.1.1 纳入标准:年龄≥60岁;符合Sepsis-3诊断标准;ICU住院时间>24 h。

1.1.2 排除标准:临终状态;严重肝、肾及心功能不全;药物引起酸碱失衡。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并通过医院伦理委员会批准(审批号:2016372H),所有治疗及检测均获得过患者及家属的知情同意。

1.2 观察指标及分组:收集患者脓毒症诊断当日Pcv-aCO₂、中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)、血清PCT和CRP水平、序贯器官衰竭评分(SOFA)、急性生理学与慢性健康状况评分II(APACHE II)。根据ICU预后将患者分为死亡组与存活组。

1.3 统计学分析:使用SPSS 24.0软件进行数据分析。正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用 t 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。采用Pearson相关分析法分析Pcv-aCO₂与ScvO₂、PCT、CRP、SOFA及APACHE II的相关性。绘制受试者工作特征曲线(ROC),评估Pcv-aCO₂对脓毒症患者预后的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基本情况(表1):共入选208例老年脓毒症患者,其中死亡46例,存活162例。两组患者性别、年龄、感染部位及主要合并症构成比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.2 不同预后两组患者Pcv-aCO₂、ScvO₂、PCT、CRP、SOFA和APACHE II评分比较(表2):与存活组比较,死亡组患者Pcv-aCO₂、PCT、CRP、SOFA和APACHE II评分均明显升高,ScvO₂明显下降,差异均存在统计学意义(均 $P < 0.05$)。

表2 不同预后两组老年脓毒症患者诊断当日各监测指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	Pcv-aCO ₂ (mmHg)	ScvO ₂	PCT (μg/L)
死亡组	46	6.13 ± 3.33	0.571 ± 0.136	31.41 ± 12.83
存活组	162	4.40 ± 2.65	0.685 ± 0.106	3.01 ± 2.69
t 值		3.310	-3.720	9.560
P 值		0.001	0.001	0.001

组别	例数 (例)	CRP (mg/L)	SOFA (分)	APACHE II (分)
死亡组	46	130.51 ± 42.23	12.01 ± 2.25	29.52 ± 5.03
存活组	162	104.46 ± 50.12	9.05 ± 2.06	20.01 ± 3.21
t 值		2.550	4.310	4.070
P 值		0.010	0.001	0.001

注:Pcv-aCO₂为中心静脉-动脉血二氧化碳分压差,ScvO₂为中心静脉血氧饱和度,PCT为降钙素原,CRP为C-反应蛋白,SOFA为序贯器官衰竭评分,APACHE II为急性生理学与慢性健康状况评分II;1 mmHg=0.133 kPa

2.3 相关性分析(表3):Pcv-aCO₂与ScvO₂呈明显负相关,与PCT、CRP、SOFA和APACHE II评分均呈明显正相关(均 $P < 0.05$)。

2.4 Pcv-aCO₂对老年脓毒症患者死亡的预测价值(图1):Pcv-aCO₂预测老年脓毒症患者死亡的ROC曲线下面积(AUC)为0.826,最佳截断值为6.62 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)时,敏感度为84.7%,特异度为77.5%,阳性似然比为3.76,阴性似然比为0.19。

表1 不同预后两组老年脓毒症患者临床资料比较

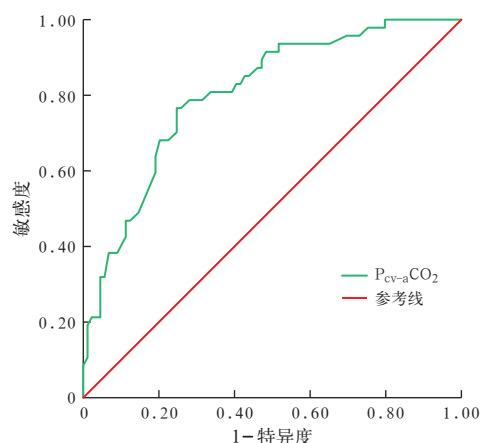
组别	例数 (例)	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	感染部位[例(%)]					主要合并症[例(%)]				
		男性	女性		肺部	泌尿系统	血流	腹腔	其他	COPD	高血压	糖尿病	冠心病	慢性肾病
死亡组	46	25	21	67 ± 5	32(69.6)	6(13.1)	4(8.7)	2(4.3)	2(4.3)	15(32.6)	10(21.7)	9(19.6)	7(15.2)	5(10.9)
存活组	162	84	78	69 ± 7	117(72.2)	19(11.7)	13(8.0)	7(4.3)	6(3.8)	48(29.9)	37(22.8)	31(19.1)	27(16.6)	19(11.6)

注:COPD为慢性阻塞性肺疾病

表 3 老年脓毒症患者诊断当日 Pcv-aCO₂ 与各指标的相关性分析

指标	Pcv-aCO ₂	
	r 值	P 值
ScvO ₂	-0.762	0.001
PCT	0.737	0.001
CRP	0.625	0.010
SOFA 评分	0.738	0.001
APACHE II 评分	0.713	0.001

注: Pcv-aCO₂ 为中心静脉-动脉血二氧化碳分压差, ScvO₂ 为中心静脉血氧饱和度, PCT 为降钙素原, CRP 为 C-反应蛋白, SOFA 为序贯器官衰竭评分, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II



注: Pcv-aCO₂ 为中心静脉-动脉血二氧化碳分压差, ICU 为重症医学科, ROC 曲线为受试者工作特征曲线

图 1 Pcv-aCO₂ 预测老年脓毒症患者 ICU 死亡的 ROC 曲线

3 讨论

脓毒症作为重症患者常见病之一往往可带来严重不良预后,因此在早期对其疗效及预后进行评估显得尤为重要^[4]。近年,临床上用于脓毒症早期诊断及预后的指标不断被发现,其中 PCT、CRP 等备受关注。大量研究表明, PCT 在脓毒症的诊断中发挥重要作用,是鉴别感染是否引起脓毒症的重要指标^[5]。PCT 联合中性粒细胞 CD64 可大大提高新生儿脓毒症的早期诊断率,为脓毒症早期治疗提供依据^[6]。在烧伤引起的脓毒症中, PCT 不仅在早期诊断中发挥重要作用,而且对脓毒症预后有重要价值^[7]。有研究表明, PCT 可以作为脓毒症抗感染治疗过程中抗菌药物使用的指导指标之一,临床医师可以根据 PCT 下降情况决定是否停用抗菌药物^[8]。孙静静等^[9]通过动态监测脓毒症患者 PCT、CPR 和 APACHE II 评分显示, PCT 和 APACHE II 评分与 CPR 的相关性较好,且入 ICU 第 1 日的 APACHE II 评分结合第 3 日的 PCT 预测脓毒症患者预后的价值较高。与以往报道一致,本研究结果也显示脓毒

症患者死亡组 PCT 明显高于存活组,此外我们还发现其与 Pcv-aCO₂ 有明显相关性。同样, CRP 作为机体炎症反应重要指标之一,在脓毒症诊断和预后中也发挥着重要作用。尤其在鉴别细菌性还是非细菌性感染方面有一定的价值,这为脓毒症早期经验性抗感染治疗提供了依据^[10]。

随着 Sepsis-3 定义的提出为脓毒症诊断带来了新的标准,该定义侧重于感染带来的严重器官功能损害,从而对既往脓毒症诊断和预后指标的临床价值带来新的挑战。因此,探寻更新、更好的脓毒症诊断和预后指标显得非常重要。近年, Pcv-aCO₂ 作为组织灌注指标之一,较其他氧代谢指标可以更敏感地反映组织灌注和心排血量(CO)变化,指导感染性休克等患者的液体复苏,并能较敏感地判断预后^[11]。其实,早在 19 世纪 80 年代就有学者发现心肺复苏患者静脉-动脉血二氧化碳分压差发生了明显改变,这可能与 CO 减少导致组织灌注不足有关^[12]。后来研究证实,在出血、低血容量和梗阻性休克模型动物中 Pcv-aCO₂ 与 CO 成反比^[13]。有学者发现,监测 Pcv-aCO₂ 不仅能及时了解 CO 及组织微循环状态,还能较好地反映组织氧供需状况,从而较客观地反映组织氧合状态,例如:吴超等^[14]研究显示, Pcv-aCO₂ 有利于早期识别感染性休克患者,是反映组织灌注及氧供状态的敏感指标;Kocsi 等^[15]通过动物实验证实 Pcv-aCO₂ 是监测低血容量引起的组织氧供需失衡的重要指标,在血容量不足的情况下,通过动态监测 Pcv-aCO₂ 的变化可以及时了解组织氧供及氧耗状况。另外, Pcv-aCO₂ 联合被动抬腿试验指导非体外循环冠状动脉旁路移植术后患者的液体管理能明显改善预后^[16]。

然而,在感染性休克时 CO 与 Pcv-aCO₂ 之间的变化并非一致^[17],提示血流动力学的改变并不能解释这种情况下 Pcv-aCO₂ 的升高,这可能与组织氧供不良和耗氧量增加有关。随着研究的深入, Pcv-aCO₂ 在感染性休克诊治中的作用日益凸显,尤其在早期液体复苏治疗中有着重要的指导意义^[18]。Ospina-Tascón 等^[19]发现,在感染性休克早期液体复苏中 Pcv-aCO₂ 持续升高提示患者预后较差;且在早期液体复苏时监测 Pcv-aCO₂ 是评价组织灌注是否充分的有用指标^[20]。有研究表明, Pcv-aCO₂ 联合 ScvO₂ 能较好地指导脓毒症患者的液体管理^[21],尤其在感染性休克早期,其复苏效果明显优于单纯使用 ScvO₂^[22]。刘光云等^[23]研究显示,扩容

前 $P_{cv}\text{-aCO}_2 > 6 \text{ mmHg}$ 的感染性休克患者,扩容前 $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 及其变化值能可靠地判断容量反应性,指导液体复苏,改善预后,而对扩容前 $P_{cv}\text{-aCO}_2 \leq 6 \text{ mmHg}$ 者无法判断。

众所周知,SOFA 及 APACHE II 等临床评分对脓毒症预后有很好的预测价值^[24]。本研究显示,老年脓毒症患者 $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 与 $ScvO_2$ 、PCT、CRP、SOFA 及 APACHE II 均存在明显相关性,表明 $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 可以作为反映脓毒症严重程度的指标之一。本研究还显示,脓毒症患者死亡组 $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 明显高于存活组,提示 $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 是脓毒症预后较好的预测指标。进一步 ROC 曲线分析显示, $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 预测老年脓毒症患者死亡有较高的敏感度和特异度。当 $P_{cv}\text{-aCO}_2 > 6.62 \text{ mmHg}$,提示老年脓毒症患者预后不良,临床结局较差。由此可见, $P_{cv}\text{-aCO}_2$ 是预测老年脓毒症患者死亡的良好指标。

参考文献

- [1] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3) [J]. JAMA, 2016, 315 (8): 801–810. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- [2] Stevenson EK, Rubenstein AR, Radin GT, et al. Two decades of mortality trends among patients with severe sepsis: a comparative meta-analysis [J]. Crit Care Med, 2014, 42 (3): 625–631. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000026.
- [3] Prucha M, Bellan G, Zazula R. Sepsis biomarkers [J]. Clin Chim Acta, 2015, 440: 97–103. DOI: 10.1016/j.cca.2014.11.012.
- [4] Ward PA. New approaches to the study of sepsis [J]. EMBO Mol Med, 2012, 4 (12): 1234–1243. DOI: 10.1002/emmm.201201375.
- [5] Cabral L, Afreixo V, Almeida L, et al. The use of procalcitonin (PCT) for diagnosis of sepsis in burn patients: a meta-analysis [J]. PLoS One, 2016, 11 (12): e0168475. DOI: 10.1371/journal.pone.0168475.
- [6] Yang AP, Liu J, Yue LH, et al. Neutrophil CD64 combined with PCT, CRP and WBC improves the sensitivity for the early diagnosis of neonatal sepsis [J]. Clin Chem Lab Med, 2016, 54 (2): 345–351. DOI: 10.1515/ccbm-2015-0277.
- [7] Lavrentieva A, Papadopoulos S, Kioumis J, et al. PCT as a diagnostic and prognostic tool in burn patients. Whether time course has a role in monitoring sepsis treatment [J]. Burns, 2012, 38 (3): 356–363. DOI: 10.1016/j.burns.2011.08.021.
- [8] Kip MM, Kusters R, IJzerman MJ, et al. A PCT algorithm for discontinuation of antibiotic therapy is a cost-effective way to reduce antibiotic exposure in adult intensive care patients with sepsis [J]. J Med Econ, 2015, 18 (11): 944–953. DOI: 10.3111/13696998.2015.1064934.
- [9] 孙静静, 王勇强, 曹书华, 等. 血清 PCT、CRP 和 APACHE II 评分的动态变化在预测多发伤合并脓毒症患者预后中的价值 [J]. 中国急救医学, 2011, 31 (11): 983–986. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2011.11.006.
- [10] Sun JJ, Wang YQ, Cao SH, et al. Dynamic detection of procalcitonin, C-reactive protein and APACHE II scores for predicting the prognosis of sepsis after multiple trauma [J]. Chin J Crit Med, 2011, 31 (11): 983–986. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2011.11.006.
- [11] Hu L, Shi Q, Shi M, et al. Diagnostic value of PCT and CRP for detecting serious bacterial infections in patients with fever of unknown origin: a systematic review and meta-analysis [J]. Appl Immunohistochem Mol Morphol, 2017, 25 (8): e61–69. DOI: 10.1097/PAL.0000000000000552.
- [12] 霍丽坤, 李培军. 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差的临床应用进展 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (11): 1048–1052. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.11.024.
- [13] Huo LK, Li PJ. Advances of central venous-to-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference in clinical application [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (11): 1048–1052. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.11.024.
- [14] Weil MH, Rackow EC, Trevino R, et al. Difference in acid-base state between venous and arterial blood during cardiopulmonary resuscitation [J]. N Engl J Med, 1986, 315 (3): 153–156. DOI: 10.1056/NEJM198607173150303.
- [15] 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. DOI: 10.1007/s00134-015-4133-2.
- [16] 吴超, 顾勤, 虞竹溪. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差在反映感染性休克患者组织灌注及氧化代谢状态的临床研究 [J]. 临床急诊杂志, 2016, 28 (5): 353–357.
- [17] Wu C, Gu Q, Yu ZX. The clinical research of central venous-arterial carbon dioxide difference as tissue perfusion and oxygen metabolism in patients with septic shock [J]. J Clin Emerg, 2016, 28 (5): 353–357.
- [18] Kocsi S, Demeter G, Erces D, et al. Central venous-to-arterial CO₂ gap is a useful parameter in monitoring hypovolemia-caused altered oxygen balance: animal study [J]. Crit Care Res Pract, 2013, 2013: 583598. DOI: 10.1155/2013/583598.
- [19] 霍丽坤, 李培军, 解畅, 等. P_{v-aCO_2} 联合被动抬腿试验指导非体外循环冠状动脉旁路移植术后患者的容量管理 [J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29 (4): 353–357. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.04.013.
- [20] Huo LK, Li PJ, Xie C, et al. Mixed venous-arterial carbon dioxide difference combined with passive leg raising in guiding volume management for patients post off-pump coronary artery bypass grafting [J]. Chin Crit Care Med, 2017, 29 (4): 353–357. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.04.013.
- [21] Bakker J, Vincent JL, Gris P, et al. Venous-arterial carbon dioxide gradient in human septic shock [J]. Chest, 1992, 101 (2): 509–515. DOI: 10.1378/chest.101.2.509.
- [22] van Beest PA, Lont MC, Holman ND, et al. Central venous-arterial pCO₂ difference as a tool in resuscitation of septic patients [J]. Intensive Care Med, 2013, 39 (6): 1034–1039. DOI: 10.1007/s00134-013-2888-x.
- [23] Ospina-Tascón GA, Bautista-Rincón DF, Umaña M, et al. Persistently high venous-to-arterial carbon dioxide differences during early resuscitation are associated with poor outcomes in septic shock [J]. Crit Care, 2013, 17 (6): R294. DOI: 10.1186/cc13160.
- [24] Mallat J, Pepy F, Lemyze M, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference in early resuscitation from septic shock: a prospective observational study [J]. Eur J Anaesthesiol, 2014, 31 (7): 371–380. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000064.
- [25] 陈玉红, 赵钊, 赵倩, 等. 中心静脉血氧饱和度联合动脉二氧化碳分压差指导脓毒症患者容量管理 [J]. 中国全科医学, 2016, 19 (11): 1276–1281. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2016.11.010.
- [26] Chen YH, Zhao C, Zhao Q, et al. Central venous blood oxygen saturation combined with central venous-to-arterial carbon dioxide difference in guiding the fluid management of sepsis patients [J]. Chin Gen Pract, 2016, 19 (11): 1276–1281. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2016.11.010.
- [27] 邱光钰, 刘阳. 中心静脉血氧饱和度联合中心静脉-动脉血二氧化碳分压差指导感染性休克液体复苏 [J]. 内科急危重症杂志, 2016, 22 (5): 369–370. DOI: 10.11768/nkjwzzzz20160518.
- [28] Qiu GY, Liu Y. Central venous oxygen saturation combined with central venous-arterial carbon dioxide differential pressure to guide fluid resuscitation of infectious shock [J]. J Intern Intensive Med, 2016, 22 (5): 369–370. DOI: 10.11768/nkjwzzzz20160518.
- [29] 刘光云, 黄惠斌, 秦含玉, 等. 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差评估感染性休克患者容量反应性的前瞻性临床研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30 (5): 449–455. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.05.011.
- [30] Liu GY, Huang HB, Qin HY, et al. Predictive value of central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference for fluid responsiveness in septic shock patients: a prospective clinical study [J]. Chin Crit Care Med, 2018, 30 (5): 449–455. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.05.011.
- [31] Raith EP, Udy AA, Bailey M, et al. Prognostic accuracy of the SOFA score, SIRS criteria, and qSOFA score for in-hospital mortality among adults with suspected infection admitted to the intensive care unit [J]. JAMA, 2017, 317 (3): 290–300. DOI: 10.1001/jama.2016.20328.