

休克指数与血气乳酸水平预测院前创伤性休克患者预后的对比分析

姜辉¹ 杨柳¹ 向洁¹ 王阳光¹ 郭杨¹

[摘要] 目的:对比休克指数(SI)与血气乳酸水平对院前创伤性休克患者预后的预测价值。方法:选取我院 2020 年 1 月—2021 年 1 月期间院前创伤性低血压的 174 例患者,对入组患者同时进行乳酸水平和 SI 监测,并进行分组。具体分组如下:①定性分组,乳酸水平 ≤ 2 mmol/L 定义为正常组, > 2 mmol/L 定义为增高组;SI ≤ 0.9 定义为正常组, > 0.9 定义为增高组。②定量分组:按血乳酸水平分为 ≤ 2.5 mmol/L 组、 $> 2.5 \sim 5.0$ mmol/L 组、 $> 5.0 \sim 7.5$ mmol/L 组、 > 7.5 mmol/L 组;按 SI 分为 ≤ 0.9 组和 > 0.9 组。主要观察指标为患者住院 7 d SOFA 评分,用来评估是否存在多器官功能障碍(MODS);次要观察指标为应用血管活性药物使用率、机械通气率和住院率。结果:高乳酸水平患者住院 7 d MODS 发生概率增加($P < 0.01$)。乳酸水平增高组,患者机械通气率为 18.9%($P < 0.001$),血管活性药物使用率为 15.9%($P < 0.001$)。在 SI 正常组,随着血乳酸水平的增高,患者机械通气率、血管活性药物使用率、住院率随之升高($P < 0.01$);在 SI 增高组,血乳酸值 > 7.5 mmol/L 的患者机械通气率、血管活性药物使用及住院率最高($P < 0.01$)。结论:在重症创伤性休克患者中,高血乳酸水平能够增加发生 MODS 的概率。同时,乳酸水平对比 SI,在预测重症创伤性休克患者预后的价值更大。

[关键词] 院前;创伤性休克;休克指数;乳酸水平

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2022.02.004

[中图分类号] R631 **[文献标志码]** A

Comparative analysis of shock index and serum lactate level in patients with traumatic shock

JIANG Hui YANG Liu XIANG Jie WANG Yangguang GUO Yang

(Department of Emergency, the First People's Hospital of Changde, Changde, Hunan, 415000, China)

Corresponding author: YANG Liu, E-mail: 752931150@qq.com

Abstract Objective: To compare the shock index with blood lactate level in patients with traumatic shock. **Methods:** Patients with pre-hospital traumatic hypotension from January 2020 to January 2021 were selected. The level of blood lactate and shock index in patients with traumatic shock was detected. Grouping as follows: ① lactate level ≤ 2 mmol/L was defined as normal and > 2 mmol/L as higher. Shock index ≤ 0.9 was defined as normal and > 0.9 as higher. ② blood lactate level grouping: ≤ 2.5 mmol/L, $> 2.5 \sim 5.0$ mmol/L, $> 5.0 \sim 7.5$ mmol/L, > 7.5 mmol/L. Shock index grouping: ≤ 0.9 and > 0.9 . The primary outcome was the presence or absence of MODS at day 7 following injury with SOFA score. Received vasoactive drugs, mechanical ventilation and hospitalisation rate were also recorded as secondary outcomes. **Results:** A total of 174 trauma patients were included in this group. The risk of MODS occurrence in a week after admission was increased in patients with higher lactate level ($P < 0.01$). Of the patients with elevated lactate level, 37.31% were mechanically ventilated ($P < 0.001$), 31.34% received vasoactive drugs ($P < 0.001$), and 79.10% were hospitalized ($P < 0.05$). In the normal shock index group, the mechanical ventilation rate, acceptance of vasoactive drugs and hospitalization rate was increased with higher lactate level ($P < 0.01$). In the higher shock index group, patients with lactate value > 7.5 mmol/L had the highest rate of the mechanical ventilation, acceptance of vasoactive drugs and hospitalization ($P < 0.01$). **Conclusion:** The higher lactate level immediately following traumatic shock is associated with increased MODS. Meanwhile, lactate level also presents as a better prognostic indicator than shock index in patients with critical traumatic shock.

Key words pre-hospital; traumatic shock; shock index; lactate level

创伤是院前急救中常见的疾病种类,由创伤导致的严重出血性休克是院前急救中常见的急危重症之一^[1-3]。创伤性休克的早期识别是创伤救治过

程中的关键因素。以往,我们依赖血压降低来判断患者是否诊断为休克,但后来我们发现休克的诊断不能完全依赖于血压的改变,甚至有些早期休克患者血压正常^[4-5]。休克指数(shock index, SI)用于对血压正常的患者是否诊断为休克进行早期识别,

¹常德市第一人民医院 120 急救中心(湖南常德,415000)
通信作者:杨柳, E-mail: 752931150@qq.com

是急危重症患者快速鉴别早期休克的工具。计算方法为心率/收缩压,正常范围为 0.5~0.7, >0.9 为增高。

随着我们对休克病理生理过程的不断认识,发现组织灌注降低是其根本病理生理改变,从而引起微循环变化、氧代谢动力学异常、炎症反应、凝血障碍以及内脏器官的继发性损害,从而引起多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)。所以,及时有效的控制出血,纠正失血性休克,对严重创伤患者至关重要^[6-7]。有学者发现^[8],血乳酸水平能够提示创伤性休克患者休克严重程度,同时与器官功能障碍也具有相关性。将血乳酸水平、心脏射血分数与收缩压三者对比,判断创伤失血性休克患者器官障碍数量及严重程度中,血乳酸水平预测价值最高提示血乳酸水平能够较好地反映创伤性休克患者微循环情况。随着床旁技术的不断进步,目前我们可以在床旁进行即时检验(point-of-care testing, POCT)监测血乳酸值,监测休克患者组织灌注情况^[9-10]。

本文将探索创伤性休克患者,基础的血流动力学评估,即休克指数,与微循环组织代谢改变监测指标,即血乳酸水平,二者间进行对比分析,去分析判断二者对创伤性休克早期诊断的识别能力,从而促进对休克的早期认识及早期干预。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集 2020 年 1 月—2021 年 1 月期间我院院前急救接诊的创伤性低血压患者(收缩压 < 90 mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa), 共计 197 例患者。排除标准:①肝肾功能衰竭;②院前采取心肺复苏者;③拒绝参与本研究。其中 23 例患者被排除,原因如下:肝衰竭患者 4 例、肾衰竭患者 5 例、肿瘤患者 9 例(合并多器官功能衰竭)、院外心脏骤停患者 5 例。最终 174 例符合纳入标准的患者进行统计学分析,其中颅脑外伤 52 例、胸部创伤 62 例、腹部创伤 27 例、四肢创伤 33 例;单纯伤 59 例,多发伤 115 例。本研究经常德市第一人民医院医学伦理委员会审核通过(伦理审批号:2019-218-01)。所有患者或家属知情同意参加本研究,并签署知情同意书。

1.2 容量复苏治疗

使用限制性的容量复苏策略,直至已确定完成早期出血控制。在院前环境下,通过滴定方式进行容量复苏以使大动脉搏动维持在可明显感知状态,一般维持收缩压 80 mmHg 或者可触及桡动脉为目标。具体控制目标:对于无脑损伤的患者,在大出血控制之前实施可允许性低血压,应将收缩压维持在 80~90 mmHg^[11]。

1.3 数据采集

记录患者的基本数据,包括年龄、性别、生命体

征、意识水平(格拉斯哥昏迷量表)、血液学和生化检测结果,如血乳酸水平、SI、插管情况、机械通气和(或)血管活性药物使用、住院率以及住院患者前 7 d SOFA 评分^[12]等来评估是否存在器官功能障碍。

1.4 血乳酸水平和 SI 的计算

在 120 救护车上采取床旁 POCT 对院前创伤性低血压患者进行血乳酸水平的监测。乳酸分析仪的测量范围为:0.3~20.0 mmol/L。报告为超出分析仪测量范围的乳酸值被排除在分析之外。SI 以心率除以收缩压计算。医生在 5 min 内,对院前事发现场创伤患者在第一个静脉血样本中评估血乳酸水平,并在此期间的第一次血压测量中计算出 SI。在所有有创操作(插管、机械通气等)及血管活性药物使用前,进行血样本的采集。

1.5 乳酸水平和 SI 分组

定性分组:乳酸水平 ≤ 2 mmol/L 定义为正常组, > 2 mmol/L 为增高组; SI ≤ 0.9 定义为正常组, > 0.9 为增高组

定量分组:按照血乳酸水平分为 ≤ 2.5 mmol/L 组, $> 2.5 \sim 5.0$ mmol/L 组, $> 5.0 \sim 7.5$ mmol/L 组, > 7.5 mmol/L 组;按照 SI 分组: ≤ 0.9 组和 > 0.9 组。

1.6 观察指标

器官功能评估采取 SOFA 评分,当 SOFA 评分 ≥ 6 分即视为存在多器官功能障碍。对住院患者连续 7 d 评估是否存在多器官功能障碍,为本文的主要观察指标。是否需要机械通气、是否使用血管活性药物和住院率为次要指标。

1.7 统计学方法

应用 SPSS 22.0 统计软件分析,计量资料根据是否符合正态分布表示为 $\bar{X} \pm S$ 或中位数(四分位数),组间资料比较采用 t 检验;计数资料以率(%)比较,采用 χ^2 检验;以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。计算各组间的敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值。

2 结果

2.1 基本资料比较

174 例创伤患者中,132 例乳酸水平升高(> 2 mmol/L),42 例乳酸水平正常(≤ 2 mmol/L)。男性平均乳酸水平为 (2.66 ± 0.35) mmol/L,女性为 (3.14 ± 0.49) mmol/L ($P > 0.05$)。174 例创伤患者中,SI 增高 130 例,SI 正常 44 例;女性患者的平均 SI 较男性高 $(1.73 \pm 0.03$ vs. 1.51 ± 0.02 ; $P > 0.05$)。

2.2 创伤患者住院 7 d 后器官功能情况与各因素间的比较分析

患者年龄、性别、SI 与是否存在多器官功能障碍之间比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),而

GCS评分、住院天数、28 d病死率与是否存在多器官功能障碍之间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),基础乳酸值在是否存在多器官功能障碍间比较,差异具有统计学意义($P < 0.01$)。见表1。

表1 住院7d后是否存在多器官功能障碍与各因素间的关系

因素	M(IQR), $\bar{X} \pm S$		P
	SOFA ≥ 6 (81例)	SOFA < 6 分 (93例)	
年龄/岁	51(29~73)	41(29~43)	0.09
女性/例(%)	30(37.0)	27(29.0)	0.30
GCS评分	4(3~7)	9(5~14)	0.02
住院天数/d	23(23 \pm 10)	12(12 \pm 5)	0.03
28 d病死率/例(%)	9(11.1)	1(1.0)	0.01
基础乳酸值/(mmol \cdot L $^{-1}$)	4.7 (2.9~7.0)	2.0 (1.1~4.1)	< 0.01
SI	1.1 (0.7~1.4)	0.8 (0.6~1.3)	0.07

2.3 一般情况与SI及乳酸水平间的关系

患者年龄、创伤发生至到院时间、格拉斯哥评分、收缩压、创伤分类在SI与乳酸水平间进行比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。容量复苏达标情况在SI与乳酸水平间差异有统计学意义($P < 0.01$),见表2。

2.4 乳酸水平与预后的关系

2.4.1 机械通气 29例创伤患者在院前采取了气管插管、机械通气,其中有25例(25/132, 18.9%)乳酸水平升高(> 2 mmol/L),差异有统计学意义($P < 0.001$)。乳酸水平增高的创伤患者机械通气风险($OR = 14.7, 95\%CI : 5.821 \sim 67.113$)

高于乳酸水平正常的创伤患者[敏感度为86.21%,特异度为26.21%,阳性预测值(PPV)为18.94%,阴性预测值(NPV)为90.48%],见表3。

2.4.2 血管活性药使用 22例创伤患者使用血管活性药物,其中乳酸水平增高者21例(21/132, 15.9%),乳酸水平正常者1例(1/42, 2.3%),差异有统计学意义($P < 0.001$)。乳酸水平增高的创伤患者使用血管活性药物概率($OR = 12.3, 95\%CI : 3.303 \sim 67.120$)高于乳酸水平正常的创伤患者(敏感度为95.45%,特异度为26.97%,PPV为15.91%,NPV为97.62%)。

2.4.3 住院率 83例患者住院治疗,其中53例(53/132, 40.2%)患者乳酸水平增高,30例(30/42, 71.4%)患者乳酸水平正常,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表2 患者基本情况与SI及乳酸水平间的关系

变量	SI > 0.9	乳酸 > 2 mmol/L	P
	(130例)	(132例)	
< 60 岁/例(%)	53(40.8)	40(30.3)	0.07
创伤发生至到院时间/h	1.2 (0.3~3.9)	0.9 (0.2~2.0)	0.09
格拉斯哥评分	5(2~9)	6(3~10)	0.06
收缩压/mmHg	79.3 (69.7~97.2)	77.4 (58.1~90.3)	0.08
创伤分类/例			0.06
单纯伤	51	47	
多发伤	79	85	
容量复苏收缩压 > 80 mmHg/例(%)	60(46.2)	22(16.7)	< 0.01

表3 乳酸水平与预后关系

因素	乳酸 > 2 mmol/L	乳酸 < 2 mmol/L	敏感度 /%	特异度 /%	阳性 预测值/%	阴性 预测值/%	OR	P
	/例(%)	/例(%)						
机械通气	25(18.9)	4(9.5)	86.21	26.21	18.94	90.48	14.7	< 0.001
血管活性药物	21(15.9)	1(2.3)	95.45	26.97	15.91	97.62	12.3	< 0.001
住院	53(40.2)	30(71.4)	63.86	13.19	40.15	28.57	0.93	> 0.05

2.5 SI与预后关系

2.5.1 机械通气 29例创伤患者在院前采取了气管插管、机械通气,其中有26例(26/130, 20.0%)患者SI > 0.9 ,3例(3/44, 6.8%)患者SI ≤ 0.9 ,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表4。

2.5.2 血管活性药物 22例创伤患者使用血管活性药物,其中有17例(17/130, 13.1%)患者SI > 0.9 ,5例(5/44, 11.4%)患者SI ≤ 0.9 ,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.5.3 住院率 83例患者住院治疗,其中49例患者SI > 0.9 (49/130, 37.7%),34例患者SI ≤ 0.9 (34/44, 77.3%),差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.6 乳酸水平-SI与患者预后关系

SI正常组患者,随着血乳酸水平的增高,机械通气率、血管活性药物使用率、住院率随之升高($P < 0.01$);当SI增高,血乳酸值 > 7.5 mmol/L的患者机械通气率、血管活性药物使用率及住院率最高($P < 0.01$,表5)。

表 4 SI 与预后关系

因素	SI>0.9/ 例(%)	SI≤0.9/ 例(%)	敏感度 /%	特异度 /%	PPV/%	NPV/%	OR	P
机械通气	26(20.0)	3(6.8)	89.66	28.28	20.00	93.18	3.14	>0.05
血管活性药物	17(13.1)	5(11.4)	77.27	25.66	13.08	88.64	3.72	>0.05
住院	49(37.7)	34(77.3)	59.04	10.99	37.39	22.73	0.91	>0.05

表 5 乳酸水平-SI 与患者预后关系

因素	SI<0.9				SI>0.9				敏感度 /%	特异度 /%	OR	P
	乳酸/(mmol·L ⁻¹)				乳酸/(mmol·L ⁻¹)							
	≤2.5	>2.5~5.0	>5.0~7.5	>7.5	≤2.5	>2.5~5.0	>5.0~7.5	>7.5				
机械通气	0	0	2	5	2	4	6	10	100.00	32.37	6.50	<0.01
血管活性药物使用	0	0	3	3	1	1	6	8	100.00	39.14	3.98	<0.01
住院	5	7	7	10	10	11	15	18	93.98	38.41	4.78	<0.01

3 讨论

微循环是循环系统最基本的结构和终端,是血液和组织液进行物质交换的最小功能单位。在休克早期,微循环血流灌注减少,组织缺血缺氧,又称缺血缺氧期。此期,交感-肾上腺髓质系统兴奋和缩血管物质的增多,使得回心血量增加,心排量增多,这有助于动脉血压的维持。所以在休克早期,即使血压不下降,甚至轻微增高,也可考虑为早期休克。本文就血乳酸水平与 SI 两种早期休克的识别方法,对比二者在创伤患者中的鉴别价值。

我们关注基础乳酸水平对创伤性休克患者,器官功能障碍的影响程度。经过比较分析,我们发现高乳酸水平与多器官功能障碍密切相关($P < 0.01$)。这提示血乳酸水平所代表的微循环组织灌注情况,是预测创伤性休克患者 MODS 的重要指标。重症创伤性休克患者器官功能障碍的病理生理学机制是机体微循环组织灌注障碍^[13-14],所以我们需要进行容量复苏来恢复组织灌注,改善微循环,减少多器官功能发生概率。我们在表 2 中发现,高乳酸水平患者对比高 SI 者,液体复苏效果差。这也进一步说明血乳酸水平更能代表创伤性休克患者微循环灌注情况,对预测创伤性休克患者预后具有重要意义。

我们发现在乳酸升高的创伤患者中,机械通气、血管活性药物的使用在乳酸水平升高组患者中差异具有统计学意义,而在 SI>0.9 患者中,差异无统计学意义。这说明,乳酸水平在创伤性休克早期应用价值更高。机械通气、血管活性药物的使用这三者更多用于危重症患者,由此可见,乳酸水平对创伤性休克患者病情严重程度的判断优于 SI。血乳酸是组织器官缺氧和丙酮酸的增加所致,在休克早期,组织器官缺氧,产生血乳酸水平比基础代谢量显著增加^[15-16]。目前,在急诊室或 ICU,血乳

酸水平是重症或创伤患者的初始阶段的检测指标。同时,乳酸监测也是预测急诊室任何原因休克患者病死率的重要预测指标^[17]。随着评估休克患者微循环的检测方法日益增多,包括直接检测和间接检测方法以及有创和无创检测方法,但血乳酸水平仍然是评估休克患者组织灌注最广泛接受和最常用的检测手段。有学者对心源性休克患者,通过血乳酸水平来评估微循环情况,结果显示血乳酸水平与患者休克严重程度密切相关,也能预测预后,这与本文研究结果一致^[8]。

以往研究环境大多是急诊室或者在病房,而本研究观察的对象是针对院前创伤性低血压的患者^[18-19],我们重点关注在院前的事发现场对创伤患者进行早期识别,特别是血压正常,但微循环组织灌注降低的患者。我们通过血乳酸水平监测,对此类患者早期识别,早期纠正休克,阻止休克向失代偿的微循环淤血期发展,以改善预后^[20]。

我们对于血乳酸水平和 SI 进行亚组分析,发现 SI 正常组中,血乳酸水平>2.5 mmol/L 较血乳酸水平正常者,患者机械通气比率、使用血管活性药物比例高($P < 0.01$)。这提示我们,在创伤患者休克早期,血乳酸水平即微循环灌注情况,在早期休克识别与患者疾病严重程度判断中,与血流动力学指标相比,应用价值更高。这与休克发生的病理生理机制中,微循环障碍是最根本的生理改变是相符的^[21-24]。这说明我们需要更加关注创伤患者微循环的病理生理改变,本文是通过检测血乳酸代谢水平去反映患者组织灌注情况,今后需要更精确、更客观的检测手段去早期识别休克、早期干预,提高危重症患者救治成功率。另外,在 SI 增高,同时血乳酸水平增高组中,患者机械通气、血管活性药物使用敏感度、阴性预测值明显增高,这与我们预测的结果是相符的。当 SI 与乳酸水平同时增高

者,从休克病理生理机制出发,此类患者可能已处在休克失代偿期,多器官功能衰竭、DIC等在此类患者中多见,休克纠正难度大,救治成功率低^[25]。所以,我们应当将关注重点放在休克早期识别,此时针对休克病因给予积极治疗,休克失代偿是可逆的,更加说明了休克早期识别的重要性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 菅振,敖荣广,李得见,等. 创伤急救规范化系统对严重创伤救治的影响[J]. 临床急诊杂志,2021,22(12): 847-850.
- [2] El-Menyar A, Goyal P, Tilley E, et al. The clinical utility of shock index to predict the need for blood transfusion and outcomes in trauma[J]. J Surg Res, 2018,227:52-59.
- [3] El-Menyar A, Mekkodathil A, Abdelrahman H, et al. Review of Existing Scoring Systems for Massive Blood Transfusion in Trauma Patients: Where Do We Stand? [J]. Shock, 2019,52(3):288-299.
- [4] Motameni AT, Hodge RA, McKinley WI, et al. The use of ABC score in activation of massive transfusion: The yin and the yang[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2018,85(2):298-302.
- [5] Mina MJ, Jhunjhunwala R, Gelbard RB, et al. Factors affecting mortality after penetrating cardiac injuries: 10-year experience at urban level I trauma center[J]. Am J Surg, 2017,213(6):1109-1115.
- [6] Pottecher J, Ageron FX, Fauché C, et al. Prehospital shock index and pulse pressure/heart rate ratio to predict massive transfusion after severe trauma: Retrospective analysis of a large regional trauma database [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2016,81(4):713-22.
- [7] Hutchings SD, Naumann DN, Hopkins P, et al. Microcirculatory Impairment Is Associated With Multiple Organ Dysfunction Following Traumatic Hemorrhagic Shock: The MICROSHOCK Study [J]. Crit Care Med, 2018,46(9):e889-e896.
- [8] Jung C. Assessment of microcirculation in cardiogenic shock[J]. Curr Opin Crit Care, 2019,25(4):410-416.
- [9] 黎金国,谢承志,王小智. 液体复苏前后毛细血管再充盈时间变化率对脓毒症相关性高乳酸血症患者器官功能恶化风险的预测价值[J]. 临床急诊杂志,2021,22(12):785-791.
- [10] Carrick MM, Morrison CA, Tapia NM, et al. Intraoperative hypotensive resuscitation for patients undergoing laparotomy or thoracotomy for trauma: Early termination of a randomized prospective clinical trial[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2016,80(6):886-96.
- [11] 中国医师协会急诊分会,中国人民解放军急救医学专业委员会,中国人民解放军重症医学专业委员会,等. 创伤失血性休克诊治中国急诊专家共识[J]. 临床急诊杂志,2017,18(12):881-889.
- [12] Antonelli M, Moreno R, Vincent JL, et al. Application of SOFA score to trauma patients. Sequential Organ Failure Assessment [J]. Intensive Care Med, 1999,25: 389-394.
- [13] 张健峰,顾晓蕾,李斌,等. 血乳酸联合 qSOFA 评分对早期筛选诊断脓毒症患者的价值[J]. 临床急诊杂志, 2021,22(5):344-347.
- [14] 陈筱岚,陈晨,田磊等. 乳酸正常合并代谢性酸中毒的 SAKI 患者的预后分析[J]. 临床急诊杂志, 2021,22(7):469-472.
- [15] Butler FK Jr. Fluid Resuscitation in Tactical Combat Casualty Care: Yesterday and Today [J]. Wilderness Environ Med, 2017,28(2S):S74-S81.
- [16] Mohamed M, Majeske K, Sachwani GR, et al. The impact of early thromboelastography directed therapy in trauma resuscitation [J]. Scand J Trauma, Resusc Emerg Med, 2017,25(1):99-105.
- [17] Bennett BL, Holcomb JB. Battlefield trauma-induced hypothermia: transitioning the preferred method of casualty rewarming [J]. Wilderness Environ Med, 2017,28(2S):S82-89.
- [18] Honeybul S. Reconsidering the role of hypothermia in management of severe traumatic brain injury [J]. J Clin Neurosci, 2016,28(1):12-15.
- [19] Endo A, Shiraishi A, Otomo Y, et al. Development of Novel Criteria of the "Lethal Triad" as an Indicator of Decision Making in Current Trauma Care: A Retrospective Multicenter Observational Study in Japan [J]. Crit Care Med, 2016,44(9):e797-803.
- [20] Bakker J, Postelnicu R, Mukherjee V. Lactate: Where Are We Now? [J]. Crit Care Clin, 2020,36(1):115-124.
- [21] Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016 [J]. Crit Care Med, 2017,45(3):486-552.
- [22] Bimpong-Buta NY, Jirak P, Wernly B, et al. Analysis of human microcirculation in weightlessness: Study protocol and pre-study experiments [J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2018,70(1):119-127.
- [23] Masyuk M, Wernly B, Lichtenauer M, et al. Prognostic relevance of serum lactate kinetics in critically ill patients [J]. Intensive Care Med, 2019,45(1):55-61.
- [24] 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.
- [25] Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma; fourth edition [J]. Crit Care, 2016,20(1):100-108.

(收稿日期:2021-10-15)