

碳酸氢钠林格液在高原地区休克伴高乳酸血症患者 乳酸靶向复苏策略中的作用研究

于丽琴 孟长财 金喜胜 王世中

武威市人民医院急救中心,甘肃武威 733000

通信作者:王世中, Email: 1600380953@qq.com

【摘要】 目的 观察碳酸氢钠林格液对高原地区休克伴高乳酸血症患者行乳酸靶向复苏策略的疗效。**方法** 选择 2019 年 1 月至 2021 年 5 月武威市人民医院急救中心收治的 259 例休克伴高乳酸血症患者作为研究对象。根据复苏晶体液选择不同将患者分碳酸氢钠林格液组〔122 例,给予碳酸氢钠林格液 1 500~3 000 mL 静脉滴注(静滴)〕和常规晶体液组(137 例,给予 0.9% 生理盐水和复方氯化钠溶液 1 500~3 000 mL 静滴)。比较两组住院时间、病死率和多器官功能障碍综合征(MODS)发生率的差异,并观察两组治疗前和治疗后 6、12、24、48 h pH 值、血乳酸(Lac)、剩余碱(BE)、 Na^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、平均动脉压(MAP)、乳酸清除率(LCR)等生理参数的变化。**结果** 碳酸氢钠林格液组住院时间较常规晶体液组明显缩短〔d: 6.0(3.0, 10.0)比 9.0(3.5, 15.0), $P<0.05$ 〕,病死率较常规晶体液组明显降低〔18.9%(23/122)比 29.9%(41/137), $P<0.05$ 〕,MODS 发生率较常规晶体液组降低〔54.1%(66/122)比 64.2%(88/137)〕,但差异无统计学意义($P>0.05$)。随治疗时间延长,观察期间两组 pH 值、BE、MAP、LCR、 HCO_3^- 均呈升高趋势, Lac 呈降低趋势,各时间点与治疗前比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),且治疗 6 h 内和 6~12 h 变化趋势显著,直至恢复到正常参考值范围。与常规晶体液组比较,碳酸氢钠林格液组治疗后 48 h pH 值、BE 均明显降低〔pH 值: 7.37 ± 0.11 比 7.40 ± 0.07 , BE (mmol/L): $-1.8(-2.5, 1.3)$ 比 $-0.5(-1.9, 1.8)$, 均 $P<0.05$ 〕,治疗后 48 h MAP 和治疗后 6 h LCR 均明显升高〔MAP (mmHg, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa): 83.92 ± 4.66 比 82.07 ± 7.97 , LCR (%): 50.0(26.1, 76.5)比 24.3(0.3, 24.8)〕,治疗后 24 h Na^+ 和治疗后 12 h Cl^- 亦均明显降低〔 Na^+ (mmol/L): 140.08 ± 5.13 比 142.12 ± 5.03 , Cl^- (mmol/L): 99.36 ± 4.46 比 104.05 ± 11.06 , 均 $P<0.05$ 〕。**结论** 采用碳酸氢钠林格液对高原地区休克伴高乳酸血症患者进行扩容治疗,可快速改善酸中毒,更好地维持酸碱平衡;以 Lac、LCR 为靶向复苏策略,可防止液体矫枉过正或不足,从而为临床治疗提供科学依据,避免造成组织细胞进一步损害,缩短住院时间,降低病死率,且疗效较常规晶体液更显著。

【关键词】 碳酸氢钠林格液; 高原地区; 休克伴高乳酸血症; 乳酸靶向复苏策略

基金项目: 中国初级卫生保健基金会-医路“格”新-液体治疗科研基金项目(YLGX-JZ-2020005); 甘肃省武威市科技计划项目(WW2001053)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.02.004

Clinical study on sodium bicarbonate Ringer injection as a lactate targeted resuscitation strategy for treatment of shock patients with hyperlactatemia in plateau areas

Yu Liqin, Meng Changcai, Jin Xisheng, Wang Shizhong

Emergency Center, Wuwei People's Hospital, Wuwei 733000, Gansu, China

Corresponding author: Wang Shizhong, Email: 1600380953@qq.com

【Abstract】 Objective To observe the effect of using sodium bicarbonate Ringer solution in lactate targeted resuscitation strategy for treatment of patients with shock and hyperlactatemia at plateau areas. **Methods** A total of 259 patients with shock and hyperlactatemia treated in the Emergency Center of Wuwei People's Hospital from January 2019 to May 2021 were selected as the research objects. According to the difference in choice of resuscitation crystal solution, the patients were divided into a sodium bicarbonate Ringer solution group (122 cases) given 1 500-3 000 mL intravenous drip (IVDRIP) of sodium bicarbonate Ringer solution, and a conventional crystalloid group (137 cases) given 1 500-3 000 mL IVDRIP of 0.9% normal saline containing compound sodium chloride. The differences in the length of hospital stay, mortality and incidence of multiple organ dysfunction syndrome (MODS) were compared between the two groups, the changes of pH value, blood lactic acid (Lac), base excess (BE), Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , mean arterial pressure (MAP) and lactate clearance rate (LCR), etc. physiological parameters in the two groups were observed before treatment and 6, 12, 24, 48 hours after treatment. **Results** The length of hospital stay of the sodium bicarbonate Ringer solution group was significantly shorter than that of the conventional crystalloid group [days: 6.0 (3.0, 10.0) vs. 9.0 (3.5, 15.0), $P<0.05$], the mortality was significantly lower than that of the conventional crystalloid group [18.9% (23/122) vs. 29.9% (41/137), $P<0.05$], and the incidence of MODS was lower than that of the conventional crystalloid group [54.1% (66/122) vs. 64.2% (88/137)], but the difference was not statistically significant ($P>0.05$). During the observation period of the two groups, with the extension of treatment time, pH value,

BE, MAP, LCR and HCO_3^- showed an upward trend, Lac showed a downward trend, the difference between each time point after treatment compared with the corresponding index before treatment was statistically significant (all $P < 0.05$), and the changing trends within 6 hours and 6–12 hours after treatment were significant until recovering to the normal range. Compared with the conventional crystalloid group, pH and BE levels were obviously lower in the sodium bicarbonate Ringer group 48 hours after treatment [pH value: 7.37 ± 0.11 vs. 7.40 ± 0.07 , BE (mmol/L): $-1.8 (-2.5, 1.3)$ vs. $-0.5 (-1.9, 1.8)$ both $P < 0.05$], 48 hours after treatment MAP and 6 hours after treatment LCR were significantly elevated in the sodium bicarbonate Ringer group [MAP (mmHg, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa): 83.92 ± 4.66 vs. 82.07 ± 3.97 , LCR (%): $50.0 (26.1, 76.5)$ vs. $24.3 (0.3, 24.8)$], 24 hours after treatment Na^+ and 12 hours after treatment Cl^- were markedly decreased in the Ringer group [Na^+ (mmol/L): 140.08 ± 5.13 vs. 142.12 ± 5.03], Cl^- (mmol/L): 99.36 ± 4.46 vs. 104.05 ± 11.06 , both $P < 0.05$]. **Conclusion** Application of sodium bicarbonate Ringer solution to expand the volume of patients with shock and hyperlactatemia at plateau areas can improve or correct the acidosis quickly and maintain acid-base balance better; taking Lac and LCR as targeted resuscitation strategies not only can prevent liquid hypercorrection or liquid insufficiency but also can provide scientific basis for clinical treatment, avoid further damage to tissue cells, shorten the length of hospital stay and reduce mortality, thus using sodium bicarbonate Ringer solution is more effective than conventional crystalloid solution in these shock patients with hyperlactatemia at plateau areas.

【Key words】 Sodium bicarbonate Ringer solution; Plateau area; Shock with hyperlactatemia; Lactate targeted resuscitation strategy

Fund program: China Primary Health Care foundation–Yilu "Gexin"–Liquid Therapy Research Fund Project (YLGX–JZ–2020005); Wuwei City Science and Technology Planning Project of Gansu Province (WW2001053)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.02.004

武威市位于甘肃西部的河西走廊,海拔在 1 350 ~ 4 872 m,较平原地区空气稀薄,大气压、氧分压及气温低,昼夜温差大,太阳辐射强……。久居高原的人们红细胞代偿性增多,血流变及血管壁易出现结构、功能性改变,患者一旦出现休克常伴有严重低氧血症和高乳酸血症,降低复苏效果。临床常用生理盐水和复方氯化钠注射液进行液体复苏,但易导致高氯血症、急性肾损伤和内环境紊乱等。目前,临床上相继出现了乳酸林格液、醋酸林格液、碳酸氢钠林格液,但价格较高,多为医保丙类药,临床效果如何?是目前临床亟待解决的问题。本研究通过比较新型碳酸氢钠林格注射液和常规晶体液(生理盐水、复方氯化钠注射液)对休克伴高乳酸血症患者实施乳酸靶向复苏策略临床疗效的差异,以期临床休克复苏液的选择提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象:收集 2019 年 1 月至 2021 年 5 月本院急救中心收治的 259 例休克伴高乳酸血症患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:①符合休克诊断标准,休克指数 ≥ 1.0 (休克指数 = 脉率 / 收缩压);②年龄 18 ~ 65 岁;③收缩压(systolic pressure, SBP) ≤ 90 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa) 或平均动脉压(mean arterial pressure, MAP) < 65 mmHg;④动脉血乳酸(lactic acid, Lac) ≥ 4 mmol/L。

1.1.2 排除标准:①临床资料不全;②存在严重肝肾功能障碍;③存在甲状腺功能减退;④有恶性肿

瘤;⑤入院前 6 h 内使用过各种酸、碱类药物。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经医院伦理委员会批准(审批号:2020-08-20-1053),所有治疗和检测均获得患者及家属的知情同意。

1.2 分组及处理:将患者按复苏晶体液不同分为碳酸氢钠林格液组(122 例)和常规晶体液组(137 例)。

1.3 治疗方法

1.3.1 基础治疗和对症支持治疗:在病因治疗的基础上,维持内环境稳定(pH 值 < 7.2 时,用 5% 碳酸氢钠注射液纠正酸中毒,直至 pH 值达到 7.3),并进行营养支持等。

1.3.2 液体复苏策略:碳酸氢钠林格液组给予碳酸氢钠林格注射液 1 500 ~ 3 000 mL 静脉滴注(静滴);常规晶体液组给予 0.9% 生理盐水和复方氯化钠溶液 1 500 ~ 3 000 mL 静滴。两组给药量均按年龄、体重及临床症状适当增减;给药速度根据 Lac、MAP、中心静脉压(central venous pressure, CVP)及心功能标志物等动态调整;以 Lac 水平恢复至 4 mmol/L 以下为复苏终点;6 h 乳酸清除率(clearance of lactate, LCR) $> 10\%$ 为复苏有效指征。

1.4 观察指标:比较两组患者住院时间、病死率和多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)发生率的差异,并观察两组治疗前后 pH 值、动脉血 Lac、碱剩余(base excess, BE)、血清 Na^+ 、血清 Cl^- 、MAP、LCR、 HCO_3^- 的变化。

1.5 统计学处理:使用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。满足正态分布的定量数据以均数 $\pm$ 标准差

($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用独立样本 t 检验; 偏态分布的定量数据以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$] 表示, 组间比较采用独立样本秩和检验; 两组不同时间点 pH 值、Lac 等指标的比较采用重复测量设计方差分析, 在主效应有统计学意义的前提下, 同时点两组比较采用 t 检验, 同组不同时间点的多重比较采用 LSD- t 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基本特征比较(表 1): 共纳入 259 例患者, 男性 172 例(占 66.4%), 女性 87 例(占 33.6%); 年龄 18~65 岁, 平均(55.54 ± 10.08) 岁; 住院时间 0.24~81.00 d, 中位住院时间为 7(3, 12)d。两组患者性别、年龄等基本特征比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。碳酸氢钠林格液组住院时间较常规晶体液组明显缩短($P < 0.05$)。

组别	例数	性别(例)	年龄	住院时间
		(例) 男性 女性	(岁, $\bar{x} \pm s$)	[d, $M(Q_L, Q_U)$]
常规晶体液组	137	92 45	53.60 ± 10.78	9.0(3.5, 15.0)
碳酸氢钠林格液组	122	80 42	53.13 ± 13.01	6.0(3.0, 10.0)
$\chi^2/t/Z$ 值		0.072	0.316	2.206
P 值		0.788	0.752	0.027

2.2 两组患者病死率与 MODS 发生率的比较: 碳酸氢钠林格液组病死率较常规晶体液组明显降低[18.9%(23/122) 比 29.9%(41/137), $P < 0.05$], MODS 发生率较常规晶体液组降低[54.1%(66/122) 比 64.2%(88/137)], 但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 两组患者各时间点生理指标的变化比较(表 2): ① 随治疗时间的延长, 两组 pH 值、BE、MAP、LCR、 HCO_3^- 均呈升高趋势, Lac 呈下降趋

势, 各时间点均与治疗前比较差异有统计学意义(均 $P < 0.05$); 且治疗 6 h 内和疗后 6~12 h 的变化趋势显著, 直至恢复到正常参考值区间, 故早期复苏效果显著; ② 两组治疗后 48 h pH 值、BE、MAP 和治疗后 24 h Na^+ 、治疗后 12 h Cl^- 、治疗后 6 h LCR 水平比较差异均有统计学意义($P < 0.05$), 证明 Lac、 HCO_3^- 受肝功能、体内缓冲系影响, 其不能作为独立风险因子; ③ 两组治疗后 Lac 和 LCR 均较治疗前明显降低(均 $P < 0.05$), 更能反映复苏效果; ④ 常规晶体液组 Na^+ 与 Cl^- 变化显著, 提示过多过快输注 0.9% 的生理盐水和复方氯化钠注射液存在高氯、高钠血症的风险。

3 讨论

久居高原地区的人们, 大部分表现为肺部血管增多, 结构不规则, 呈网状改变; 肺部通气量下降, 而残气量相对增加, 使肺泡张力增高, 肺泡壁增厚导致肺动脉系统扩张征象^[1]; 且患者血液黏滞性高, 血栓形成的概率较平原地区高; 一旦发生休克, 外周循环指标血压、MAP、CVP 的动态变化不能及早反映机体组织器官灌注情况, 为防止休克患者液体复苏矫枉过正或不足, 以 Lac 和 LCR 为靶向目标的复苏策略有可能成为继早期目标导向治疗后有助于降低脓毒性休克病死率的新手段^[2]。有研究显示, 早期 Lac 及 6 h LCR 对急诊患者病情严重程度评估和预后判断具有敏感度高、方便易行、可操作性强的优点, 便于在基层推广应用^[3]。

休克治疗的关键是液体复苏, 晶体液又是治疗的一线药物, 本院常用的晶体液有 0.9% 氯化钠注射液、复方氯化钠注射液、5% 葡萄糖注射液等。虽然均为等渗液, 但钾、钙、镁离子含量不足或缺少, 尤其是 0.9% 生理盐水中 Cl^- 浓度为 154 mmol/L, 与

组别	时间(h)	例数(例)	pH 值($\bar{x} \pm s$)	Lac [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]	BE [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]	Na^+ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	Cl^- (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	MAP (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	LCR [% , $M(Q_L, Q_U)$]	HCO_3^- (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)
常规晶体液组	治疗前	137	7.28 ± 0.13	6.0(4.5, 7.0)	-5.5(-9.1, 0.7)	132.04 ± 30.14	103.78 ± 14.14	73.50 ± 21.96	0	16.62 ± 9.14
	治疗后 6 h	137	7.36 ± 0.12^a	$3.3(2.5, 5.0)^a$	-2.7(-4.1, 1.9) ^a	141.74 ± 6.05^a	102.15 ± 6.54	80.46 ± 13.46^a	24.3(0.3, 24.8) ^a	22.13 ± 5.25^a
	治疗后 12 h	137	7.39 ± 0.10^{ab}	$2.3(1.4, 3.2)^{ab}$	$1.0(-3.1, 2.3)^a$	138.56 ± 11.76^a	104.05 ± 11.06	82.04 ± 11.99^a	50.2(48.5, 53.2) ^{ab}	23.08 ± 4.25^a
	治疗后 24 h	137	7.39 ± 0.08^a	$2.3(1.3, 2.7)^{ab}$	-0.9(-3.0, 2.0) ^a	142.12 ± 5.03^{ac}	101.16 ± 5.25^{ac}	81.63 ± 10.17^a	53.2(51.2, 55.6) ^{abc}	23.10 ± 4.41^a
	治疗后 48 h	137	7.40 ± 0.07^{ab}	$1.8(1.1, 2.2)^{abc}$	-0.5(-1.9, 1.8) ^{ab}	140.37 ± 4.31^a	100.80 ± 4.78^{ac}	82.07 ± 7.97^a	71.8(70.3, 74.7) ^{abc}	23.36 ± 3.90^a
	治疗前	122	7.27 ± 0.10	5.9(4.6, 7.0)	-6.0(-9.0, 4.0)	140.30 ± 5.55^d	99.24 ± 4.66	66.06 ± 15.39	0	17.42 ± 4.79
碳酸氢钠林格液组	治疗后 6 h	122	7.36 ± 0.11^a	$2.5(1.2, 3.9)^a$	-3.0(-4.0, 1.0) ^a	140.93 ± 5.44	101.25 ± 6.71^a	80.73 ± 12.28^a	50.0(26.1, 76.5) ^{ade}	21.60 ± 4.09^a
	治疗后 12 h	122	7.39 ± 0.07^a	$1.2(0.6, 2.3)^{ab}$	-3.0(-3.5, 1.6) ^a	140.16 ± 4.57	99.36 ± 4.46^{bde}	80.85 ± 10.18^a	81.0(58.7, 90.1) ^{ab}	22.76 ± 3.01^a
	治疗后 24 h	122	7.34 ± 0.53^a	$1.4(0.8, 2.5)^{ab}$	-1.3(-3.0, 1.2) ^{ab}	140.08 ± 5.13^e	100.66 ± 6.20^a	82.55 ± 10.85^a	76.5(57.1, 86.8) ^{ab}	22.37 ± 2.82^a
	治疗后 48 h	122	7.37 ± 0.11^{ae}	$1.3(1.0, 1.3)^{ab}$	-1.8(-2.5, 1.3) ^{abc}	139.56 ± 5.36^b	100.45 ± 4.06^a	83.92 ± 4.66^{abc}	79.7(71.7, 85.3) ^{ab}	21.68 ± 3.19^a
	治疗前	122	7.27 ± 0.10	5.9(4.6, 7.0)	-6.0(-9.0, 4.0)	140.30 ± 5.55^d	99.24 ± 4.66	66.06 ± 15.39	0	17.42 ± 4.79

注: 与本组治疗前比较, ^a $P < 0.05$; 与治疗前 6 h 比较, ^b $P < 0.05$; 与治疗前 12 h 比较, ^c $P < 0.05$; 与治疗前 24 h 比较, ^d $P < 0.05$; 与常规晶体液组同期比较, ^e $P < 0.05$; 1 mmHg $\approx$ 0.133 kPa

血浆 Cl^- 浓度 (100 ~ 106 mmol/L) 差距甚大, 且不含钾、钙、镁离子, 大量输注后可引起高氯性酸中毒, 导致急性肾损伤和低钙血症, 出现惊厥、抽搐、凝血功能障碍、心律失常甚至心搏骤停等。另外, 复方氯化钠溶液含有乳酸 (28 mmol/L) 可干扰乳酸代谢, 增加肝脏负担, 亦不宜大剂量输注。研究显示, 容量过负荷是危重症患者发生急性肾损伤的独立危险因素^[4]。《拯救脓毒症运动: 脓毒症与感染性休克治疗国际指南 2021 版》推荐晶体液为复苏的一线选择用药, 但与 2016 版指南对于平衡盐或生理盐水均给予推荐不同, 2021 版指南建议使用平衡盐晶体液而不是生理盐水进行复苏^[5]。液体管理研究显示, 在创伤后失血性休克的患者, Lac 初始水平和高乳酸持续时间与器官功能障碍程度及病死率有关, Lac 水平 24 ~ 48 h 恢复正常者, 病死率为 25%, 48 h 未恢复正常者病死率可达 86%^[6]。短时间内大量液体复苏往往可能导致复苏过量, 使肾静脉回流受阻, 腹腔内压力升高, 反而造成肾血流灌注减少, 肾功能进一步受损, 病死率增加^[7]。LCR 可反映机体清除 Lac 的能力, 相较于 Lac 对感染性休克患者病情严重程度和预后评估价值更高^[8]。持续动态的 Lac 与 LCR 监测对休克早期诊断、判定组织缺氧情况、指导液体复苏及预后评估有重要临床意义。

研究表明, 代谢性酸中毒的处理应着眼于病因、容量复苏等干预治疗, 在组织灌注恢复过程中酸中毒状态可逐步纠正, 过度的血液碱化使氧解离曲线左移, 不利于组织供氧; 临床上使用碳酸氢钠可暂时改善休克时的酸中毒情况, 但不主张常规使用, 只用于紧急情况或 pH 值 < 7.20 时。

理想的晶体液应与细胞外液有相等的渗透压 (280 ~ 310 mmol/L)、相同的电解质含量、相似的缓冲对 ($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$) 和相近的酸碱度 (pH 值为 7.35 ~ 7.45)。新一代平衡晶体液——碳酸氢钠林格注射液最接近血浆成分 (含钾、钠、钙、镁、 Cl^-), 其生理性 HCO_3^- 缓冲体系使用后不增加肝肾负担, 无需代谢, 直接以无机反应方式排泄, 可快速改善酸中毒, 更好地维持酸碱平衡; 有研究表明, 血镁对于维持老年患者机体生理功能极其重要^[9]。

本研究结果显示, ① 随治疗时间的延长, 两组 pH 值、BE、MAP、LCR、 HCO_3^- 呈升高趋势, Lac 呈下降趋势, 各时间点与治疗前比较差异均有统计学意义; 且治疗 6 h 内和治疗后 6 ~ 12 h 的变化趋势显著, 直至恢复到正常参考值区间, 故早期复苏效

果显著; ② 两组治疗后 48 h pH 值、BE、MAP 和治疗后 24 h Na^+ 、治疗后 12 h Cl^- 、治疗后 6 h LCR 水平比较差异均有统计学意义, 说明 Lac、 HCO_3^- 受肝功能、体内缓冲系影响, 其不能作为独立风险因子; ③ 两组治疗后 6 h Lac 与 LCR 变化显著, 更能反映复苏效果; ④ 常规晶体液组 Na^+ 与 Cl^- 变化显著, 提示过多过快输注 0.9% 的生理盐水和复方氯化钠注射液存在高氯、高钠血症的风险。因此, 碳酸氢钠林格液对高原地区休克伴高乳酸血症患者扩容治疗, 可快速改善酸中毒, 更好地维持酸碱平衡; 以 Lac、LCR 为靶向复苏策略, 可防止液体矫枉过正或不足, 为评估疗效与预后提供科学依据, 避免组织细胞进一步损害, 缩短住院时间, 降低病死率, 较常规晶体液疗效显著。

综上所述, 碳酸氢钠林格注射液可快速改善微循环, 缓解酸中毒; 生理性的 HCO_3^- 缓冲体系, 不加重肝肾负担; 对高原地区休克伴高乳酸血症患者行乳酸靶向复苏策略, 既可降低肾脏不良事件的发生, 又能缓解内环境失衡, 较常规晶体液有更好的临床预后, 为休克伴高乳酸血症患者的液体复苏提供了新选择新方法。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 国静静, 孙艳秋. 慢性高原病影像学研究进展 [J]. 现代医药卫生, 2016, 32 (10): 1506-1508. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2016.10.024.
- [2] 单怡俊, 崔云. 脓毒性休克定义中加入血乳酸的意义 [J]. 中国小儿急救医学, 2017, 24 (7): 491-494. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2017.07.003.
- [3] 于丽琴, 马星, 杨蓉佳. 血乳酸水平和乳酸清除率与急诊病情分层及预后的相关性分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (4): 339-343. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.04.010.
- [4] Salahuddin N, Sammani M, Hamdan A, et al. Fluid overload is an independent risk factor for acute kidney injury in critically ill patients: results of a cohort study [J]. BMC Nephrol, 2017, 18: 45. DOI: 10.1186/s12882-017-0460-6.
- [5] 郑瑞强, 张艺芬, 荣子琪, 等. 《拯救脓毒症运动: 脓毒症与感染性休克治疗国际指南 2021 版》解读与展望 [J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33 (10): 1159-1164. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211009-01442.
- [6] 王涛, 夏永富, 郝东, 等. 乳酸在脓毒性休克早期诊断及目标导向治疗中的意义 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (1): 51-55. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.01.000.
- [7] Wang N, Jiang L, Zhu B, et al. Fluid balance and mortality in critically ill patients with acute kidney injury: a multicenter prospective epidemiological study [J]. Crit Care, 2015, 19: 371. DOI: 10.1186/s13054-015-1085-4.
- [8] 刘大为. 休克治疗: 行走于微循环与细胞之间 [J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (1): 2-4. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.01.002.
- [9] 邓小明, 左云霞, 古妙宁, 等. 钠钾镁钙葡萄糖注射液 (乐加) 用于手术中输液治疗的临床评估——前瞻性、随机、单盲、阳性药物对照、多中心临床试验 [J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2010, 31 (6): 485-491. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2010.12.002.

(收稿日期: 2021-05-25)