

·论 著·

## 血小板与中性粒细胞计数比值在重度脓毒症性脑病患者中的临床意义

余诗凯,刘慧强,林青伟,邓星平,周叶,彭恩兰,宋景春\*

中国人民解放军联勤保障部队第九〇八医院重症医学科/南昌市血栓与止血学重点实验室,南昌,330002

**摘要** **目的** 探讨血小板与中性粒细胞计数比值(PNR)在脓毒症性脑病(SAE)中的诊断价值。**方法** 回顾性分析解放军联勤保障部队第九〇八医院重症医学科2019年03月至2021年09月收治的111例SAE患者,根据脑电图分级将患者分为轻度异常组( $n=53$ )和重度异常组( $n=58$ )。收集患者入科2 h内的血常规、凝血功能、血栓弹力图指标,并应用Logistic回归分析重度SAE的危险因素,通过受试者工作特征(ROC)曲线评价PNR对重度SAE的预测价值,并采用Kaplan-Meier法绘制生存曲线。**结果** 与SAE轻度异常组比较,重度异常组患者的中性粒细胞计数、中性粒细胞/淋巴细胞计数比值(NLR)、SOFA评分、ICU病死率明显升高,PT、TT、TEG-K时间值明显延长,血小板计数、PNR、GCS评分显著降低( $P<0.05$ )。单因素联合多因素Logistic回归分析显示PT及PNR为发生重度SAE的独立危险因素( $P<0.05$ )。PNR诊断重度SAE的曲线下面积为0.680(95%CI:0.581~0.680),敏感度60.4%,特异度74.15%,最佳截断值为25.5。生存分析结果显示,PNR<25.5组与PNR $\geq$ 25.5组的患者生存率差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** PNR与重度SAE发生风险显著相关,重度SAE患者的PNR可显著降低,PNR<25.5时轻度SAE可能发展为重度SAE。

**关键词:** 脓毒症;脓毒症相关性脑病;脑电图;血小板计数;中性粒细胞计数

[中图分类号] R459.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1009-6213(2024)04-0175-06

Doi: 10.3969/j.issn.1009-6213.2024.04.005

### Clinical significance of the platelet-to-neutrophil ratio in patients with the severe abnormal septic encephalopathy

Yu Shikai, Liu Huiqiang, Lin Qingwei, Deng Xingping, Zhou Ye, Peng Enlan, Song Jingchun\*

Department of Critical Care Medicine, 908th Hospital of PLA Joint Logistic Support Force, Nanchang, 330002, China; Key Laboratory of Thrombosis and Hemostasis, Nanchang 330002, China

**Abstract: Objective** To investigate the diagnostic value of the platelet-to-neutrophil ratio (PNR) in sepsis-associated encephalopathy (SAE). **Methods** A retrospective analysis was conducted on 111 patients with SAE admitted to the intensive care unit (ICU) of the Department of Intensive Care Medicine, No 908th hospital of the Joint Logistic Support Force of the PLA from March 2019 to September 2021. The patients were divided into the mild abnormal group ( $n=53$ ) and the severe abnormal group ( $n=58$ ) according to the electroencephalogram (EEG) grading. Blood routine, coagulation function, and thrombelastogram (TEG) indexes of patients within 2 h of admission were collected, and the risk factors of the severe abnormal SAE were analyzed by Logistic regression. The predictive value of PNR for the severe abnormal SAE was evaluated by the area under the receiver-operating characteristic curve (AUC), and the survival curve was drawn by the Kaplan-Meier method. **Results** Compared with the mild abnormal group of the severe abnormal SAE, the severe abnormal group had significantly higher levels of neutrophil counts, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), SOFA score, ICU mortality rate, significantly prolonged prothrombin time (PT), thrombin time (TT), and TEG-K time value, and significantly lower platelet count, PNR,

基金项目:江西省卫健委科技计划(SKJP\_202311373)

\*通讯作者:宋景春,Email:songjingchun@126.com

and Glasgow Coma Scale (GCS) score ( $P < 0.05$ ). Univariate and multivariate Logistic regression analysis showed that PT and PNR were independent risk factors for the severe abnormal SAE ( $P < 0.05$ ). The AUC of PNR for diagnosing the severe abnormal SAE was 0.680 (95%CI 0.581~0.680), with a sensitivity of 60.4% and a specificity of 74.15%, and an optimal cut-off value was 25.5. Survival analysis showed a statistically significant difference in the survival rate of the patients in the group of  $PNR < 25.5$  versus the group of  $PNR \geq 25.5$  ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** PNR is significantly associated with the risk of the severe abnormal SAE, which can be significantly reduced in patients with the severe abnormal SAE, and patients with sepsis may develop severe abnormal SAE when  $PNR < 25.5$ .

**Keywords:** Sepsis; Sepsis-associated encephalopathy; Electroencephalogram; Platelet count; Neutrophil counts

脓毒症性脑病(sepsis-associated encephalopathy, SAE)是指严重的全身炎症反应引起的弥漫性脑功能障碍,但无中枢神经系统感染,且无结构性脑损伤或其他代谢异常<sup>[1-3]</sup>。SAE是危重症患者认知功能障碍的常见原因,可表现为谵妄、昏迷等临床症状,其发病率为55%~71%,病死率为28%~39%,明显高于非SAE患者病死率(7.39%)<sup>[4-6]</sup>。既往研究认为,SAE的病理生理机制主要与脓毒症引起的血脑屏障功能障碍、氧化应激反应过度、线粒体功能障碍和神经递质改变有关,近年来发现炎症与凝血的交互作用引起脑微循环灌注障碍也十分重要<sup>[7-9]</sup>。但目前临床上对如何评价炎凝反应失调导致的SAE尚缺乏确切有效的观察指标<sup>[10]</sup>。

血小板与中性粒细胞计数比值(platelet-to-neutrophil ratio, PNR)是目前很容易获得的临床指标,因为中性粒细胞计数反映炎症状态,而血小板参与血栓与止血过程,所以PNR成为评价炎凝交互作用的基础指标<sup>[11]</sup>。已有文献报道PNR在感染性疾病、自身免疫性疾病、血栓型疾病和肿瘤性疾病中的诊断价值<sup>[12-14]</sup>,但是PNR在SAE中的价值尚未见报道。因此,本研究拟回顾性分析我院重症医学科收治的111例SAE患者的临床资料,评价PNR在SAE患者中的临床意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究共纳入联勤保障部队第九〇八医院重症医学科2019年03月至2021年09月收治的111例脓毒症性脑病患者,并进行回顾性分析。纳入标准:①符合脓毒症3.0诊断标准<sup>[15]</sup>;②符合SAE诊断标

准<sup>[1]</sup>,③临床资料完整。排除标准为符合以下任意一项:①年龄 $< 18$ 岁;②合并血液系统、免疫系统疾病;③妊娠或哺乳期女性;④合并恶性肿瘤或放疗术后;⑤合并肝肾疾病;⑥合并心血管疾病;⑦合并糖尿病。按照改良脑电图分级方法<sup>[16-17]</sup>,由同一位有经验的脑电图医师完成,其中I级和II级共53例作为脑功能轻度异常组,III级及以上58例作为脑功能重度异常组。重度脓毒症脑病被定义为在严重脓毒症或脓毒性休克的背景下,出现的急性脑功能障碍,其特征包括显著的意识水平下降、认知功能损害、神经精神症状,以及可能的神经生理学、神经影像学异常和严重的脑电图异常。本研究经中国人民解放军联勤保障部队第908医院伦理委员会批准(伦理号:908yyLL028)。

### 1.2 临床资料

通过住院电子病历系统采集脓症患者临床资料,包括年龄、性别、收缩压、舒张压、重症加强护理病房(intensive care unit, ICU)住院时间、ICU预后、格拉斯哥昏迷评分法(Glasgow coma scale, GCS)评分、序贯器官功能障碍(sequential organ failure assessment, SOFA)评分。收集以下实验室指标,包括入科后2h内的血常规,具体包括中性粒细胞、淋巴细胞计数、血小板计数、血红蛋白;常规凝血指标包括:凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶时间(thrombin time, TT)、纤维蛋白原、纤维蛋白原降解产物(fibrin degradation products, FDP)、D-二聚体;血栓弹力图指标,包括TEG-凝血反应时间(reaction, R)、血块形成初始时间(Kinetics clotting time, K)、血块形成速率 $\alpha$ 角(Angle)、最大振幅(maximum amplitude, MA)和凝血综合指数(coagulation index, CI)。

### 1.3 统计学分析

采用SPSS 26.0统计软件进行分析。计数资料以构成比或频数表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。计量资料以单样本K-S法进行正态分布检验,符合正态分布的数据均以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示;非正态分布的数据均以中位数(四分位数)[M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)]表示。满足正态分布且方差齐者组间比较采用 $t$ 检验;不满足者组间比较采用非参数Mann-Whitney U检验。采用Logistic回归分析重度脓毒症性脑病的危险因素,筛选变量后进行受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线分析,并采用Kaplan-Meier法绘制生存曲线,Log-rank检验方法比较不同组

别间90 d生存率的差异。以 $P<0.05$ 为有统计学意义。

## 2 结果分析

### 2.1 一般资料比较

两组研究对象在年龄、性别、收缩压、舒张压、淋巴细胞计数、血红蛋白、APTT、纤维蛋白原、FDP、D-二聚体、R、Angle、MA、CI、ICU住院时间等方面差异无统计学意义( $P>0.05$ )。与轻度异常组比较,重度异常组的中性粒细胞计数、NLR、PT、TT、K、SOFA评分、ICU病死率明显升高,血小板计数、PNR、GCS评分显著降低( $P<0.05$ )。见表1。

表1 脓毒性脑病轻度异常组和重度异常组临床基线资料的比较

指标	轻度异常组(n=53)	重度异常组(n=58)	t/Z/ $\chi^2$	P
年龄(岁)	68(50~86)	67(43~80)	-0.895	0.371
男性[例(%)]	40(75.47)	44(75.86)	0.002	0.962
收缩压(mmHg)	123.62 $\pm$ 21.27	124.88 $\pm$ 17.89	-0.338	0.736
舒张压(mmHg)	71(65~78)	70(62.75~78)	-0.422	0.673
中性粒细胞计数( $\times 10^9/L$ )	7.40(5.80~9.65)	9.95(6.60~12.45)	-2.645	0.008
淋巴细胞计数( $\times 10^9/L$ )	1.10(0.80~1.35)	0.95(0.52~1.40)	-1.062	0.288
血小板计数( $\times 10^9/L$ )	223(159~285)	174(100~239)	-2.137	0.033
血红蛋白(g/L)	100 $\pm$ 22	99 $\pm$ 25	0.147	0.883
NLR( $\times 10^9/L$ )	7.75(5.20~10.03)	9.76(6.64~16.70)	-2.536	0.011
PNR( $\times 10^9/L$ )	28.23(16.94~48.88)	17.55(9.14~26.78)	-3.274	0.001
PT(s)	13.30(12.75~14.20)	14.30(13.40~16.68)	-3.225	0.001
APTT(s)	27.90(25.85~33.75)	30.80(26.28~35.95)	-1.875	0.061
纤维蛋白原(g/L)	3.18 $\pm$ 0.92	3.08 $\pm$ 1.01	0.561	0.576
TT(s)	15.10(14.05~16.10)	15.80(14.48~17.68)	-2.250	0.024
FDP( $\mu g/mL$ )	5.31(2.61~12.07)	7.12(3.35~12.90)	-0.773	0.439
D-二聚体( $\mu g/mL$ )	2.16(0.93~4.09)	2.52(1.20~4.15)	-0.85	0.395
R(min)	7.50(6.35~8.80)	7.35(6.08~9.98)	-0.602	0.547
K(min)	1.60(1.20~2.10)	1.70(1.38~2.83)	-2.103	0.035
Angle( $^\circ$ )	67.70(60.75~72.85)	65.90(49.75~70.25)	-1.954	0.051
MA(mm)	65.60(59.85~74.35)	63.60(53.30~73.08)	-1.181	0.238
CI	-0.20(-2.30~1.80)	-0.50(-3.43~0.95)	-1.417	0.156
GCS评分	8(6~9)	3(3~4)	-7.773	<0.001
SOFA评分	6(5~9)	10(7~14)	-4.631	<0.001
ICU住院时间(d)	22(13~51)	31(17~52)	-1.181	0.238
ICU病死率(%)	8(15.09)	24(41.38)	9.325	0.002

注:NLR表示中性粒细胞/淋巴细胞计数比值;PNR表示血小板与中性粒细胞计数比值;PT表示凝血酶原时间;APTT表示活化部分凝血活酶时间;TT表示凝血酶时间;FDP表示纤维蛋白原、纤维蛋白原降解产物;R表示凝血反应时间;K表示血块形成初始时间;Angle表示血块形成速率 $\alpha$ 角;MA表示最大振幅;CI表示凝血综合指数;GCS评分表示格拉斯哥昏迷评分法;SOFA评分表示序贯器官功能障碍评分法

## 2.2 重度 SAE 发生的 Logistic 回归分析

以脓毒性脑病轻重为因变量(重度=1,轻度=0),中性粒细胞计数、血小板计数、NLR、PNR、PT、TT、K 为自变量进行单因素 Logistic 回归分析,结果显示,中性粒细胞计数、PNR、PT、TT、K 是发生脓毒性脑病的独立危险因素( $P<0.05$ ),进一步行多因素 Logistic 回归分析显示,PNR 及 PT 是发生重度 SAE 的独立危险因素(表 2,  $P<0.05$ )。

## 2.3 PNR 和 PT 在重度 SAE 中的诊断价值

ROC 曲线显示,PNR 对重度 SAE 诊断的 AUC 为 0.680(95%CI:0.581~0.680),最佳截断值为 25.5,敏感度 60.4%,特异度 74.15%(见图 1、表 3)。

## 2.4 PNR<25.5 和 PNR≥25.5 的 SAE 患者 90 d 生存率比较

按照最佳截断值 25.5 将 SAE 患者分为两组,PNR<25.5 包括 65 例 SAE 患者,其中有 25 例死亡病例;PNR≥25.5 组有 46 例 SAE 患者,其中有 7 例死亡病例。根据生存曲线,PNR<25.5 组 90 d 的病死率是 PNR≥25.5 组的 2.637 倍,95%CI 为 1.296~5.363,两者比较差异有统计学意义( $P=0.018$ ),见图 2。

## 3 讨论

本研究是国内首次提出应用 PNR 比值对重度 SAE 患者进行预后评估的临床研究。基础资料显示重度异常 SAE 组的小血小板计数、PNR 较轻度异常组显著降低,中性粒细胞计数明显升高,是由于重度 SAE 患者血小板持续激活,最终衰竭,致使外周血血

小板计数下降。血栓形成引起的血小板减少和炎症引起的中性粒细胞计数升高均可导致 PNR 降低。本研究显示,与轻度异常组的 ICU 病死率(15.09%)相比,重度异常组(41.38%)明显升高,且 GCS 评分明显降低。然而,GCS 评分很难预测预后,因为它不涉及脑干反射,也不能准确描述插管患者的语言状态<sup>[18]</sup>。因此,寻找预警重度脓毒症脑病发生的便捷可靠指标以便尽早进行干预,是降低重度脓毒症脑病患者 ICU 病死率的关键。进行多因素 Logistic 回归分析显示,PNR 及 PT 是发生重度 SAE 的独立危险因素,重度 SAE 患者 PT 明显延长,PNR 显著下降,这提示炎症反应和凝血功能障碍是发生重度 SAE 的重要原因之一。ROC 曲线结果显示,与 PT 相比,PNR 在预测重度 SAE 方面显示出相似的 AUC 值,但 PNR 特异度更高,更易获取,可在临床用于常规筛查指标。本研究显示,按照 PNR 最佳截断值为 25.5,将 SAE 患者分为两组,PNR<25.5 组 90 d 的病死率是 PNR≥25.5 组的 2.637 倍,这与 Wang 等人<sup>[19]</sup>的研究具有一致性。因此,PNR<25.5 可能是预测重度 SAE 患者预后的有效指标。

脓毒症时,血小板活化诱导细胞因子和神经递质(如血清素、IL-1 $\beta$  和血小板激活因子等)大量释放,这些炎症因子能促进炎症反应,导致血管内皮细胞损伤,引起微血栓形成<sup>[20]</sup>;中性粒细胞崩解,核酸物质释放可与血小板共同形成中性粒细胞胞外诱捕网(neutrophil extracellular traps, NETs),引起免疫血栓形成<sup>[21]</sup>;血小板直接参与血栓形成,造成微循环障碍,加重组织缺氧<sup>[22]</sup>;血小板表面受体(例如

表 2 重度脓毒性脑病发生的 Logistic 回归分析

指标	单因素 logistic 分析			多因素 logistic 分析		
	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P
中性粒细胞计数( $\times 10^9/L$ )	1.135	1.026~1.255	0.014	/	/	/
血小板计数( $\times 10^9/L$ )	0.997	0.994~1.000	0.087	/	/	/
NLR( $\times 10^9/L$ )	1.010	0.987~1.034	0.383	/	/	/
PNR( $\times 10^9/L$ )	0.968	0.946~0.989	0.004	0.974	0.952~0.997	0.030
PT(s)	1.208	1.043~1.399	0.012	1.162	1.010~1.338	0.035
TT(s)	1.271	1.040~1.553	0.019	/	/	/
K(min)	1.556	1.059~2.287	0.024	/	/	/

注:NLR 表示中性粒细胞/淋巴细胞计数比值;PNR 表示血小板与中性粒细胞计数比值;PT 表示凝血酶原时间;TT 表示凝血酶时间;K 表示血块形成初始时间

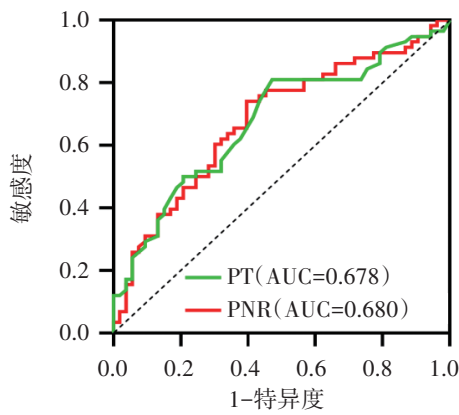


图1 PNR和PT在重度SAE中的受试者工作特征曲线

表3 PNR和PT对重度SAE诊断价值的效能分析结果

变量	AUC	95%CI	P值	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)
PNR ( $\times 10^9/L$ )	0.680	0.581~0.680	0.001	25.5	60.4	74.1
PT(s)	0.678	0.578~0.778	0.001	13.4	81.0	52.8

注:PNR表示血小板与中性粒细胞计数比值;PT表示凝血酶原时间

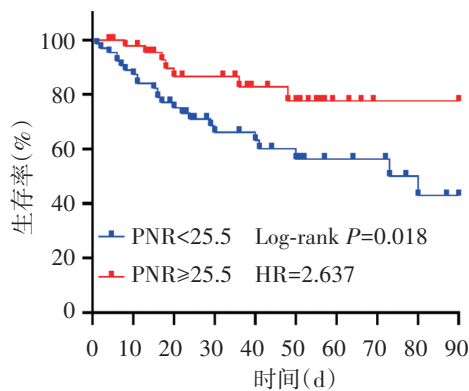


图2 PNR<25.5和PNR≥25.5SAE患者90d生存率比较

GPIIb)可以与白细胞表面受体(例如Mac-1)结合,促进白细胞粘附到血管内皮并进入脑组织,从而引发神经炎症<sup>[23]</sup>,导致微循环障碍,进一步导致组织缺血和缺氧<sup>[8,24]</sup>。PNR是反映血小板与中性粒细胞平衡的一项指标,与炎症形成和血栓形成过程密切相关。

本研究仍存在一定的局限性。首先,本研究为

一项单中心回顾性临床研究,存在一定的选择偏倚,未来还需要进行多中心队列研究;其次,PNR作为近年来提出的评价炎凝交互的新参数,仍需大量临床数据来验证和支持。

综上所述,本研究采用单中心回顾性研究方法证实PNR比值可以判断重度SAE患者的预后,PNR比值<25.5时SAE患者90d病死率将会明显增加。

**作者贡献声明** 余诗凯负责论文撰写;刘慧强,邓星平,彭恩兰负责数据收集;林青伟,周叶负责统计学处理;宋景春负责研究设计和论文修改

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Chung HY, Wickel J, Brunkhorst FM, et al. Sepsis-associated encephalopathy: from delirium to dementia? [J]. J Clin Med, 2020, 9(3): 703.
- [2] Young GB, Bolton CF, Austin TW, et al. The encephalopathy associated with septic illness [J]. Clin Invest Med, 1990, 13(6): 297-304.
- [3] 崔莹莹, 刘波. 脓毒性脑病的研究进展 [J]. 北京医学, 2023, 45(10): 899-903.
- [4] Bartynski WS, Boardman JF, Zeigler ZR, et al. Posterior reversible encephalopathy syndrome in infection, sepsis, and shock [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27(10): 2179-2190.
- [5] 李鑑, 刘景峰, 段美丽. 脓毒症相关性脑病的流行病学分析 [J]. 医学综述, 2017, 23(1): 141-144.
- [6] Gofton TE, Young GB. Sepsis-associated encephalopathy [J]. Nat Rev Neurol, 2012, 8(10): 557-566.
- [7] Danielski LG, Giustina AD, Badawy M, et al. Brain barrier breakdown as a cause and consequence of neuroinflammation in sepsis [J]. Mol Neurobiol, 2018, 55(2): 1045.
- [8] Iba T, Levy JH, Warkentin TE, et al. Diagnosis and management of sepsis-induced coagulopathy and disseminated intravascular coagulation [J]. J ThrombHaemost, 2019, 17: 1989-1994.
- [9] Slatnick LR, Thornhill D, Deakne Davies SJ, et al. Disseminated intravascular coagulation is an independent predictor of adverse outcomes in children in the emergency department with suspected sepsis [J]. J Pediatr, 2020, 225: 198-206.
- [10] Iacobone E, Bailly-Salin J, Polito A, et al. Sepsis-associated encephalopathy and its differential diagnosis [J]. Crit Care Med, 2009, 37(10 Suppl): S331.

- [11] Wang MQ, Sun YY, Wang Y, et al. Platelet-to-neutrophil ratio after intravenous thrombolysis predicts unfavorable outcomes in acute ischemic stroke [J]. *Curr Neurovasc Res*, 2020, 17(4):411-419.
- [12] Wu D, Qin H. Diagnostic and prognostic values of immunocyte ratios in patients with sepsis in the intensive care unit [J]. *J Infect Dev Ctries*. 2023, 17(10):1362-1372.
- [13] Wang T, Luo X, Li B, et al. Platelet to lymphocyte ratio was a risk factor in Perthes disease [J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1):5052.
- [14] Toyota K, Mori M, Hirahara S, et al. Nutritional status indicators affecting the tolerability of postoperative chemotherapy after total gastrectomy in patients with gastric cancer [J]. *J Gastric Cancer*, 2022, 22(1):56-66.
- [15] 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.
- [16] Chen J, Shi X, Diao M, et al. A retrospective study of sepsis-associated encephalopathy: epidemiology, clinical features and adverse outcomes [J]. *BMC Emerg Med*, 2020, 20(1):77.
- [17] Azabou E, Magalhaes E, Braconnier A, et al. Early standard electroencephalogram abnormalities predict mortality in septic intensive care unit patients [J]. *PLoS One*, 2015, 10(10):e0139969.
- [18] Ho Lee J, Hun Lee D, Kook Lee B. Association between platelet-to-lymphocyte ratio and in-hospital mortality in elderly patients with severe trauma [J]. *West J Emerg Med*, 2024, 25(1):129-135.
- [19] Wang MQ, Sun YY, Wang Y, et al. Platelet-to-neutrophil ratio after intravenous thrombolysis predicts unfavorable outcomes in acute ischemic stroke [J]. *Curr Neurovasc Res*, 2020, 17(4):411-419.
- [20] ewar DC, Tarrant SM, King KL, et al. Changes in the epidemiology and prediction of multiple organ failure after injury [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2013, 74(3):774-779.
- [21] Nydam TL, Kashuk JL, Moore EE. Refractory postinjury thrombocytopenia is associated with multiple organ failure and adverse outcomes [J]. *J Trauma*, 2011, 70(2):401-406; discussion 406-407
- [22] Wang Y, Ouyang Y, Liu B, et al. Platelet activation and antiplatelet therapy in sepsis: a narrative review [J]. *Thromb Res*, 2018, 166:28-36.
- [23] Nording HM, Seizer P, Langer HF. Platelets in inflammation and atherogenesis [J]. *Front Immunol*, 2015, 6:98.
- [24] Slatnick LR, Thornhill D, Deakyne DS, et al. Disseminated intravascular coagulation is an independent predictor of adverse outcomes in children in the emergency department with suspected sepsis [J]. *J Pediatr*, 2020 225:198-206.

(收稿日期:2024-03-11)

(本文编辑:钱婷婷;本文审校:叶絮)