

内皮活化与应激指数联合炎症因子水平对重度颅脑损伤术后患者预后的应用价值

赵 威, 左和平*, 李景荣

安徽医科大学第二附属医院急诊重症监护室, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年1月3日; 录用日期: 2026年1月28日; 发布日期: 2026年2月3日

摘 要

目的: 探讨内皮活化与应激指数(EASIX)联合炎症因子水平对重度颅脑损伤术后患者预后的应用价值。方法: 采用回顾性分析方法, 分析安徽医科大学第二附属医院EICU于2023年1月至2024年12月收治的重度颅脑损伤术后患者的临床资料。收集患者住院时的年龄、性别、吸烟史、饮酒史、手术时长、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症)、住院天数、30天住院死亡与生存情况等一般临床资料。检测患者术后24小时内的相关指标: 生命体征一般指标(心率、呼吸、脉搏)、血电解质(血钾、血钠、血钙)、白细胞计数(WBC)、淋巴细胞计数(TLC)、血红蛋白(HB)、红细胞计数(RBC)、血清白蛋白(ALB)、血清总蛋白(TP)、TT、FIB、PT、APTT、EASIX指数、白细胞介素(IL)-6及C-反应蛋白(CRP)、乳酸、D-D二聚体、血糖、血肌酐、碱性磷酸酶、单核细胞计数(MON)、APACHEII评分、SOFA评分、LDH、GCS评分。根据住院30天是否出现死亡结局, 将患者划分为生存组和死亡组, 比较分析两组相关指标与预后的相关性, 采用单因素和多因素logistic回归分析各种炎症因子和EASIX指数与疾病预后的关系, 并进一步通过受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)和曲线下面积(area under the curve, AUC)评价EASIX指数与重度颅脑损伤术后患者30天死亡率的预测价值, 使用最大约登指数确定EASIX指数的截断值, 根据截断值将患者分为两组, 采用Kaplan-Meier法绘制生存曲线, 观测其在预测二组之间30天死亡率的差异。结果: 两组在性别、年龄、是否患高血压、是否患糖尿病、住院天数、手术时长方面存在统计学意义($P < 0.05$), 而在吸烟史、饮酒史、是否患高脂血症等临床资料方面均无显著差异($P > 0.05$)。死亡组在血肌酐水平、心率、呼吸、脉搏、碱性磷酸酶、血糖、D-D二聚体水平方面显著高于生存组($P < 0.05$), 而在白蛋白计数、血小板计数、淋巴细胞计数、血红蛋白计数方面显著低于生存组($P < 0.05$)。生存组的EASIX指数显著低于死亡组, 而死亡组的血清IL-6和CRP水平、乳酸、SOFA评分、LDH以及APACHEII评分显著高于生存组($P < 0.05$), GCS评分显著低于生存组($P < 0.05$)。通过ROC曲线分析各因素单独及联合对预后的预测价值, EASIX、IL-6及CRP单独曲线下面积(AUC)分别为0.834、0.764及0.708, EASIX联合IL-6、EASIX联合CRP、EASIX联合IL-6和CRP的AUC分别为0.825、0.822及0.818。通过最大约登指数确定EASIX的截断值为44.174, 并根据此截断值将患者分为两组: EASIX > 44.174组和EASIX $\leq$ 44.174组。Kaplan-Meier生存曲线分析显示, EASIX > 44.174组的30天生存率显著低于EASIX $\leq$ 44.174组, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。结论表明, EASIX指数及炎症因子是评估重度颅脑损伤术后患者预后的有效指标, 其中EASIX指数单独预测预后的预测价值最高。EASIX指数单独预测该类患者的临床预后具有重要价值, 且对重度颅脑损伤术后患者30天死亡率具有一定的预测作用。

关键词

内皮活化与应激指数, 炎症因子, 重度颅脑损伤, 30天死亡率

*通讯作者。

文章引用: 赵威, 左和平, 李景荣. 内皮活化与应激指数联合炎症因子水平对重度颅脑损伤术后患者预后的应用价值[J]. 临床个性化医学, 2026, 5(1): 681-690. DOI: 10.12677/jcpm.2026.51092

Application Value of Combining Endothelial Activation and Stress Index with Inflammatory Factor Levels in Prognosis Assessment of Postoperative Patients with Severe Traumatic Brain Injury

Wei Zhao, Heping Zuo*, Jingrong Li

Emergency Intensive Care Unit (EICU), The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: January 3, 2026; accepted: January 28, 2026; published: February 3, 2026

Abstract

Objective: This study aims to explore the prognostic value of endothelial activation and stress index (EASIX) combined with inflammatory cytokine levels in patients following severe traumatic brain injury (TBI) surgery. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on clinical data from patients who underwent severe TBI surgery at the EICU of the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University between January 2023 and December 2024. General clinical data, including age, sex, smoking and alcohol history, duration of surgery, underlying conditions (hypertension, diabetes, hyperlipidemia), length of hospital stay, and 30-day mortality or survival status, were collected. Within 24 hours post-surgery, the following parameters were measured: vital signs (heart rate, respiration rate, pulse), blood electrolytes (serum potassium, sodium, calcium), white blood cell count (WBC), total lymphocyte count (TLC), hemoglobin (HB), red blood cell count (RBC), serum albumin (ALB), total protein (TP), thrombin time (TT), fibrinogen (FIB), prothrombin time (PT), activated partial thromboplastin time (APTT), EASIX index, interleukin-6 (IL-6), C-reactive protein (CRP), lactate, D-dimer, blood glucose, serum creatinine, alkaline phosphatase, monocyte count (MON), APACHE II score, SOFA score, lactate dehydrogenase (LDH), and Glasgow Coma Scale (GCS) score. Patients were divided into survival and death groups based on 30-day mortality. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to assess the relationship between inflammatory factors, EASIX index, and prognosis. The receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the curve (AUC) were used to evaluate the predictive value of EASIX for 30-day mortality after surgery. The cutoff value for EASIX was determined using the maximum Youden index, and patients were classified into two groups: $EASIX > 44.174$ and $EASIX \leq 44.174$. Kaplan-Meier survival curves were constructed to observe the differences in 30-day mortality between the two groups. **Results:** Significant differences were observed between the survival and death groups in terms of sex, age, hypertension, diabetes, length of hospital stay, and duration of surgery ($P < 0.05$). However, no significant differences were found regarding smoking history, alcohol consumption, or hyperlipidemia ($P > 0.05$). The death group showed significantly higher levels of serum creatinine, heart rate, respiration rate, pulse, alkaline phosphatase, blood glucose, and D-dimer, while albumin, platelet count, lymphocyte count, and hemoglobin levels were significantly lower compared to the survival group ($P < 0.05$). The EASIX index was significantly lower in the survival group, whereas IL-6, CRP, lactate, SOFA score, LDH, and APACHE II score were significantly higher, and GCS scores were lower in the death group ($P < 0.05$). ROC curve analysis revealed AUCs for EASIX, IL-6, and CRP of 0.834, 0.764, and 0.708, respectively. The combined AUCs for EASIX with IL-6, EASIX with CRP, and EASIX with both IL-6 and

CRP were 0.825, 0.822, and 0.818, respectively. The EASIX cutoff value was determined to be 44.174, and Kaplan-Meier analysis showed that patients with EASIX > 44.174 had a significantly lower 30-day survival rate compared to those with EASIX $\leq$ 44.174 ($P < 0.01$). Conclusion: The EASIX index, in combination with inflammatory cytokines, is a valuable tool for assessing the prognosis of patients following severe TBI surgery. The EASIX index alone provides the highest predictive value for clinical outcomes and can significantly predict 30-day mortality in these patients.

Keywords

Endothelial Activation and Stress Index, Inflammatory Factors, Severe Traumatic Brain Injury, 30-Day Mortality

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

重度颅脑损伤(severe traumatic brain injury, sTBI)在大型交通事故、严重高处坠落伤等意外伤害中高发,国内外各项研究数据表明,重型颅脑损伤的死亡率通常在 30%~50%左右,据估计全世界每年约有 5000 万例的 sTBI 病例,并且全球 TBI 发病率为 618/10 万,每年给全球造成的经济损失约为 4000 亿美元,且该类患者常常预后较差[1],仍然是威胁人类健康的主要疾病之一。

有相关研究表明,早期进行相关手术干预治疗对于改善重度颅脑损伤患者临床神经功能预后具有重要价值,建议有条件接受且符合手术指征的患者尽早接受手术治疗[2]。虽然现有很多研究表明早期手术干预能够有效改善患者临床预后,但仍有很大一部分患者临床结局仍较差,其中较为重要的发生原因之一是因为缺乏方便快捷判断预后的工具,因此找出行之有效且便捷的临床预测标志物显得尤为重要。如何早期判断重度颅脑损伤术后患者预后目前尚无统一标准,有研究证实患者入院时一般临床资料和相关血清学检测指标可能与预测疾病结局相关[3]。

重度颅脑损伤术后患者的应激状态与内皮细胞功能、炎症水平和患者临床预后密切相关[4]。但与应激状态及炎症水平相关联的指标用来评估重度颅脑损伤术后患者预后的研究尚少,因此我们筛选出了兼顾应激和炎症相关因子在内的内皮活化和应激指数(endothelial activation and stress index, EASIX)来进行研究。它是一种由血清乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)、血小板计数(platelet count, PLT)和肌酐(creatinine, Cr)三个参数组成的评分指数。近年来,在一些危重症疾病中,EASIX 指数也逐渐被用来预测多种疾病预后,被认为是判断患者预后的重要相关指标。然而关于将其应用在重度颅脑损伤术后的预后中较少,本研究旨在进一步探讨该项指数与重度颅脑损伤预后的关系,并联合其他相关炎症因子来挖掘其应用价值,以期为临床医师提供一种好的评估手段。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月于安徽医科大学第二附属医院 EICU 收治的 100 例重度颅脑损伤术后患者的资料,纳入标准:① 入院时格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS) 3~8 分;② 伤后至入院时间 $\leq$ 48 h;③ CT 检查提示硬膜外血肿厚度 > 1 cm 或硬膜下血肿 > 30 ml,中线偏移 > 5 mm;④

在我院顺利完成颅内血肿清除手术。排除标准：① 伴有严重多发伤；② 存在严重基础疾病；③ 入院后 72 h 内死亡；④ 临床资料不全。

2.2. 方法

根据患者入院后 30 天是否死亡分为生存组(67)，死亡组(33)，收集患者以下资料和信息：住院时年龄、性别吸烟史、饮酒史、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症)以及入院后的住院天数、手术时长、30 天住院死亡与生存情况等。

2.3. 常规临床指标检测

所有纳入研究患者于术后 24 小时内进行常规临床指标检测：包括：白细胞计数(WBC)、单核细胞计数(MON)、D-D 二聚体、凝血指标(APTT、TT、FIB)、淋巴细胞总数(TLC)、血红蛋白(HB)、血清白蛋白计数(ALB)、血清总蛋白(TP)及血清电解质(血钠、血钾、血钙)、一般生命体征指标(血压、心率、脉搏)和血小板计数、LDH、肌酐水平、SOFA 评分、APACHEII 评分、GCS 评分与 EASIX 指数。计算 EASIX 评分， $EASIX = LDH (U/L) \times \text{血肌酐}(mg/dL) / \text{血小板计数}(\times 10^9/L)$ [5]。

2.4. 炎症相关指标测定

所有纳入研究患者于入院后以及术后 24 小时内收集外周静脉血 5 ml，室温下以 1500 r/min 离心 10 min 获取上层血清，采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清白细胞介素(IL)-6 及 C-反应蛋白(CRP)表达水平，操作时严格按照 ELISA 试剂盒说明书执行。

2.5. 统计学方法

采用 SPSS23.0 及 GraphPad Prism8.0 软件进行 t 检验、 χ^2 检验、Spearman/Pearson 相关性分析及 Logistic 回归分析。计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示行间比较行独立样本 t 检验；计数资料以[n(%)]表示，采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验针对独立危险因素绘制受试者工作特征(ROC)曲线，并计算曲线下面积(AUC)。利用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)以及曲线下面积(area under the curve, AUC)评价 EASIX 指数对重度颅脑损伤术后患者 30 d 死亡率的预测价值。使用最大约登指数确定 EASIX 截断值，根据截断值将患者分为两组，并采用 Kaplan-Meier 法绘制生存曲线比较生存率。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 生存组和死亡组一般资料的比较

两组性别、年龄、是否患高血压、糖尿病者、住院天数及手术时长差异显著($P < 0.05$)，吸烟史、饮酒史、是否患高脂血症无统计学差异($P > 0.05$)，见表 1。

Table 1. General characteristics of the subjects
表 1. 一般特征资料

指标	30 天生存情况		t/ χ^2 /Z 值	P 值
	存活(N = 67)	死亡(N = 33)		
性别			4.838	0.028
男	38 (56.7%)	11 (33.3%)		
女	29 (43.3%)	22 (66.7%)		

续表

年龄	58.46 ± 14.45	64.70 ± 10.11	-2.222	0.029
高血压			4.222	0.040
无	39 (58.2%)	12 (36.4%)		
有	28 (41.8%)	21 (63.6%)		
糖尿病			7.443	0.006
无	54 (80.6%)	18 (54.5%)		
有	13 (19.4%)	15 (45.5%)		
吸烟史			1.484	0.223
无	33 (49.3%)	12 (36.4%)		
有	34 (50.7%)	21 (63.6%)		
饮酒史			0.845	0.358
无	39 (58.2%)	16 (48.5%)		
有	28 (41.8%)	17 (51.5%)		
高脂血症			3.684	0.055
无	42 (62.7%)	14 (42.4%)		
有	25 (37.3%)	19 (57.6%)		
住院天数(天)	29.73 ± 14.60	13.70 ± 8.95	6.771	<0.001
手术时长(小时)	4.99 ± 1.99	9.21 ± 3.42	-6.571	<0.001

3.2. 两组患者常规临床指标以及炎症因子水平的比较

两组 LDH、肌酐水平、血小板水平、IL-6 水平、CRP、EASIX 指数、APACHE II 评分、GCS 评分、心率、呼吸、脉搏、淋巴细胞计数、血红蛋白、乳酸、血糖、碱性磷酸酶、白蛋白及二聚体差异显著($P < 0.05$), 其余指标无统计学差异($P > 0.05$), 见表 2。

Table 2. Comparison of routine clinical indicators and inflammatory factor levels between the two groups

表 2. 两组常规临床指标及炎症因子水平对比

指标	30 天生存情况		t 值	P 值
	存活(N = 67)	死亡(N = 33)		
LDH (u/L)	171.34 ± 115.02	358.64 ± 168.05	-6.540	<0.001
肌酐水平(umol/L)	67.64 ± 41.13	124.06 ± 130.90	-3.233	0.002
血小板计数($\times 10^9/L$)	227.05 ± 88.44	174.94 ± 104.71	2.605	0.011
IL-6 水平(ng/L)	74.19 ± 101.70	165.44 ± 138.14	-3.735	<0.001
CRP (mg/L)	42.38 ± 35.12	57.32 ± 23.03	-2.217	0.029
EASIX 指数/分	56.43 ± 12.07	199.96 ± 23.03	-2.699	0.008
APACHE II 评分/分	21.58 ± 7.18	27.15 ± 7.70	-3.560	0.001
GCS 评分/分	6.21 ± 1.57	4.52 ± 1.79	4.840	<0.001

续表

心率(次/min)	91.31 ± 11.84	105.24 ± 8.62	-6.011	<0.001
呼吸(次/min)	16.07 ± 3.70	18.21 ± 3.92	-2.665	0.009
脉搏(次/min)	89.48 ± 17.16	105.24 ± 8.62	-4.968	<0.001
白细胞计数($\times 10^9/L$)	12.19 ± 3.41	13.05 ± 2.69	-1.264	0.209
中性粒细胞计数(%)	82.34 ± 5.91	84.03 ± 4.31	-1.460	0.147
淋巴细胞计数($\times 10^9/L$)	9.29 ± 4.42	6.85 ± 2.14	3.003	0.003
红细胞计数($\times 10^9/L$)	3.80 ± 0.60	3.91 ± 0.65	-0.846	0.399
血红蛋白(g/L)	118.16 ± 14.74	105.52 ± 20.56	3.527	0.001
单核细胞计数($\times 10^9/L$)	5.84 ± 2.72	6.13 ± 2.02	-0.541	0.590
血钾(mmol/L)	3.68 ± 0.49	3.54 ± 0.47	1.366	0.175
血钠(mmol/L)	142.92 ± 8.96	144.99 ± 10.49	-1.026	0.307
血钙(mmol/L)	2.10 ± 0.27	2.02 ± 0.37	1.281	0.203
乳酸(mmol/L)	3.53 ± 2.93	8.33 ± 6.24	-5.244	<0.001
血糖(mmol/L)	7.71 ± 2.71	10.46 ± 4.74	-3.685	<0.001
碱性磷酸酶(u/L)	82.15 ± 27.32	98.45 ± 32.46	-2.635	0.010
TT (s)	16.84 ± 2.66	17.87 ± 2.10	-1.949	0.054
FIB (g/L)	4.03 ± 1.63	4.26 ± 2.04	-0.610	0.543
白蛋白(g/L)	40.16 ± 9.76	36.28 ± 6.42	2.071	0.041
D-D 二聚体(ug/L)	4.44 ± 5.00	10.53 ± 18.53	-2.520	0.013
APTT (s)	27.34 ± 3.72	27.02 ± 3.64	0.396	0.693
PT (s)	14.64 ± 17.56	13.24 ± 3.40	0.454	0.650

3.3. 两组患者 EASIX 指数、炎症相关指标之间的相关性的分析

EASIX 指数、血清 IL-6 和 CRP 水平与患者不良预后正相关, IL-6 水平与 CRP (mg/L)成正相关($r = 0.270, P = 0.007$), IL-6 水平与 EASIX 指数成正相关($r = 0.411, P < 0.001$), CRP (mg/L)与 EASIX 指数呈正相关($r = 0.565, P < 0.001$)。结果见表 3。

Table 3. Correlation analysis between IL-6, CRP and EASIX index

表 3. IL-6 以及 CRP 与 EASIX 指数间相关性分析

EASIX/CRP/IL-6 水平之间的相关性				
		IL-6 水平(血液)	CRP (mg/L)	EASIX 指数
IL-6 水平	皮尔逊相关性	1	0.270**	0.411**
	Sig. (双尾)		0.007	0.000
	个案数	100	100	100
CRP (mg/L)	皮尔逊相关性	0.270**	1	0.565**
	Sig. (双尾)	0.007		0.000
	个案数	100	100	100

续表

EASIX 指数	皮尔逊相关性	0.411**	0.565**	1
	Sig.(双尾)	0.000	0.000	
	个案数	100	100	100

注: **在 $P < 0.01$ 级别(双尾), 相关性显著。

3.4. 两组患者预后不良的危险因素多因素 Logistic 回归分析

表明 EASIX 指数升高为患者预后不良的危险因素, 同时 IL-6 及 CRP 水平升高也是患者预后不良的独立危险因素($P < 0.05$), 见表 4。

Table 4. Results of multivariate logistic regression analysis

表 4. 多因素 logistic 回归分析结果

指标	β	标准误	Wald χ^2	P 值	OR	95%CI
IL-6 水平(ng/L)	0.006	0.002	10.224	0.001	1.006	1.002~1.010
CRP (mg/L)	0.014	0.007	4.334	0.037	1.014	1.001~1.028
EASIX 指数/分	0.007	0.003	5.434	0.020	1.007	1.001~1.012

3.5. 各种指标单独以及联合对于重度颅脑损伤患者预后不良因素的 ROC 曲线

通过 Logistic 回归分析确定了 IL-6、CRP、EASIX 指数为患者预后不良独立危险因素后, 图 1 进一步通过 ROC 曲线分析各因素单独及联合对预后预测价值。IL-6、CRP 以及 EASIX 指数单独 AUC 分别为 0.764、0.708 及 0.834, IL-6 联合 EASIX 指数、CRP 联合 EASIX 指数、EASIX 指数联合 IL-6、CRP 的 AUC 分别为 0.825、0.822 及 0.818, 见表 5。

Table 5. Results of ROC analysis

表 5. ROC 分析结果

检验结果变量	AUC	SE	P 值	渐近 95%置信区间		敏感度	特异度	约登指数	截断值
				下限	上限				
IL-6	0.764	0.050	<0.01	0.665	0.862	0.788	0.731	0.519	58.615
CRP	0.708	0.052	0.001	0.607	0.810	1.000	0.358	0.358	23.150
EASIX 指数	0.834	0.039	<0.01	0.756	0.911	0.939	0.716	0.656	44.174
IL-6 + EASIX 指数	0.825	0.042	<0.01	0.739	0.903	0.939	0.657	0.596	-
CRP + EASIX 指数	0.822	0.042	<0.01	0.737	0.901	0.970	0.672	0.641	-
IL-6 + CRP + EASIX 指数	0.818	0.042	<0.01	0.737	0.900	0.848	0.269	0.580	-

3.6. 生存曲线分析

采用最大约登指数确定 EASIX 指数的最佳截断值为 44.174。根据此截断值将患者分为两组: EASIX > 44.174 组和 EASIX $\leq$ 44.174 组。通过 Kaplan-Meier 生存曲线结合 Log-rank 检验分析显示, EASIX > 44.174 组的 30 d 生存率显著低于 EASIX $\leq$ 44.174 组, 差异有统计学意义($P < 0.01$), 见下图 2:

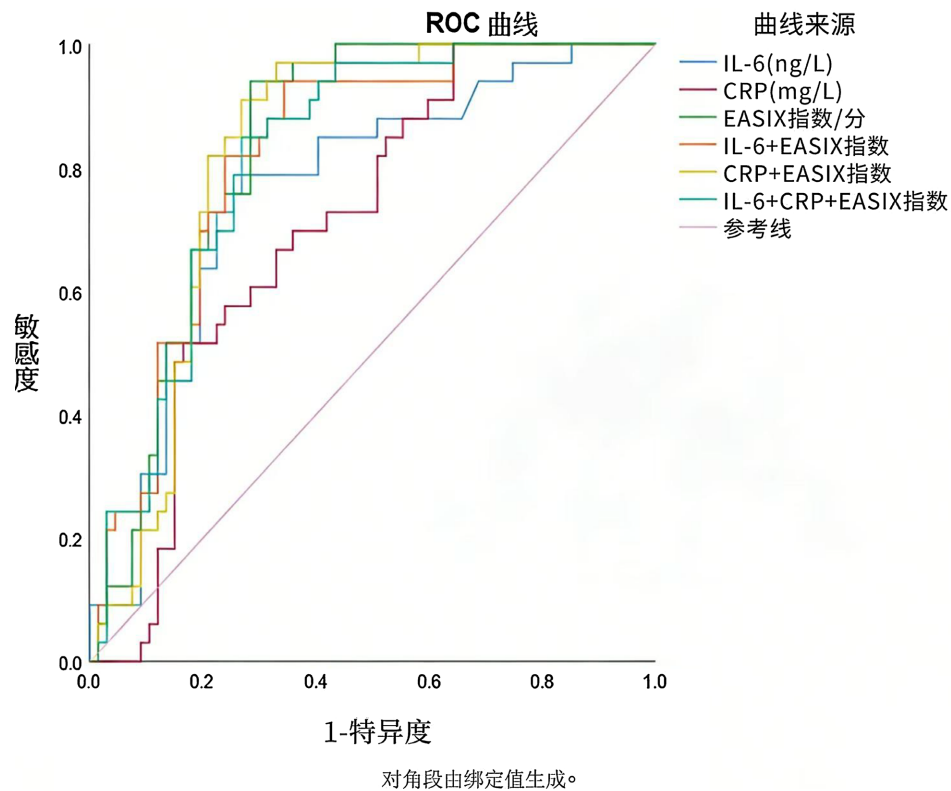


Figure 1. ROC curves for poor prognosis in patients after severe traumatic brain injury surgery (single and combined indicators)
图 1. 重度颅脑损伤术后患者预后不良的 ROC 曲线(单独与联合指标)

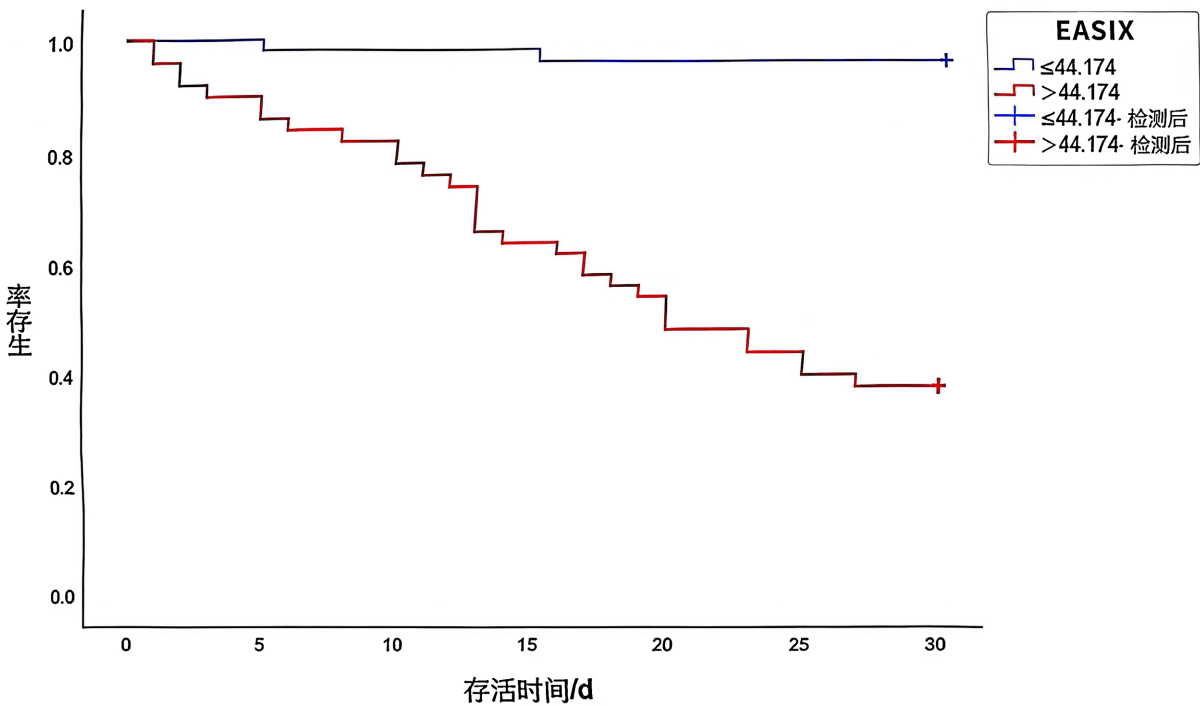


Figure 2. Kaplan-Meier survival curves of 30-day postoperative survival in craniocerebral injury patients with different EASIX index levels
图 2. 不同 EASIX 指数水平颅脑损伤术后患者 30 天 Kaplan-Meier 生存曲线

4. 讨论

重度颅脑损伤术后患者的炎症激活状态与患者的预后转归密切相关。大量研究证明,除直接性机械损伤以外,后期所产生的继发性损伤中,血脑屏障(Blood-brain-barrier, BBB)破坏特别受到关注。机械诱导的急性血脑屏障损伤已被证明在 TBI 后 1~3 小时达到峰值[4] [6],这一过程会诱发中枢神经系统(Central Nervous System, CNS)内部细胞(如星形胶质细胞和小胶质细胞)释放炎症因子,同时促进免疫细胞浸润并激活炎症细胞[7] [8],最终形成炎症级联反应,加剧血脑屏障损伤,从而增加中枢神经系统神经炎症强度[9]。此外,血脑屏障被破坏,血液中活性物质进入中枢神经组织,可诱导炎症因子释放。C-反应蛋白为炎症反应启动的关键因子,可激活血管内皮细胞表达黏附分子,诱导 IL-6、IL-8、CRP 等分泌,从而加重组织损伤。因此,这类炎症因子在疾病预后以及转归预测中具有重要研究价值。既往研究也显示,说明颅脑损伤越严重,其体内的 IL-6 和 CRP 水平就越高,且病死组水平显著高于存活组[10],提示炎症因子水平与损伤程度以及预后直接相关。

此外,在重度颅脑损伤患者中,内皮细胞功能障碍与疾病的发生与进展密切相关,是影响预后的核心因素之一。内皮细胞功能障碍同时也会促进相关性肾损伤的进展,侧面直接反映在血肌酐水平的升高,两者互为因果[11],LDH 和血小板同时也是反应内皮损伤发生的敏感指标。内皮细胞的损伤导致血管通透性的增加,各种炎症物质渗漏增多,其中 LDH 升高最为明显[12]。同时,内皮细胞损伤导致血小板活化从而聚集,使得血小板计数减少[12]。EASIX 指数通过整合 LDH、血肌酐以及血小板计数,能够多维度反映内皮损伤、炎症反应程度以及器官功能状态,从而更加全面地揭示疾病的病理生理过程。该项指标不仅运用于实体瘤,如泌尿系统癌症、肺癌、肝病,还运用于血液系统恶性肿瘤,还包括淋巴瘤、多发性骨髓瘤、骨髓增生异常综合征[13]等,近年来越来越多的国内外研究将此指标用于颅脑损伤等重症患者的风险分层[14]。在临床实践中,尤其是在重症监护病房中,SOFA 和 APACHEII 评分是评估重症患者病情严重程度的常用工具,两者通过整合多维度生理与临床数据,可有效预测疾病预后[15]。SOFA 和 APACHEII 评分对重度颅脑损伤术后患者预后的预测也具有较高的效能,但由于其指标复杂、依赖专业知识,在急诊快速临床决策场景中的实用性受限。相比之下,EASIX 的优势在于其简便性和易获取性,此外,EASIX 指数的三个组成部分均可动态复查,未来可通过动态监测其变化趋势来评估治疗反应[16],例如术后或者干预后 EASIX 指数的下降幅度可能与患者的恢复速度直接相关,为临床调整治疗方案提供量化依据。本项研究提示 EASIX 指数具有最大 AUC 值,它是重度颅脑损伤术后不良预后最强独立预测因子,而将其与炎症指标如白介素-6、CRP 等指标联合起来,ROC 曲线分析显示所有联合模型的 AUC 均大于 0.8,且以联合白介素-6 为最高,兼具较高敏感度以及特异度,进一步验证了 EASIX 指数的良好预测效能。此外,本项研究也证实 EASIX 指数升高是重度颅脑损伤患者术后预后不良的独立危险因素,且对患者 30 天死亡率具有重要预测价值。

综上所述,本研究表明该指数很好从疾病相关病理生理学基础原理和相关分子联系的角度,验证了 EASIX 指数在疾病预后评估中的合理性和说服力。EASIX 指数通过整合 LDH、血肌酐以及血小板计数,能够更加全面地反映患者体内炎症应激水平和免疫状态,也为临床医师提供一种较为准确的预后评估工具。在另一方面,该指标仅需三项常规检验参数,具有简便易获取、检测成本低的突出优势,因此将其应用在临床快速诊断和预后评估中具有重要优势。

本研究也存在一定的局限性。首先该研究为单中心的研究,样本量相对较小,这可能会影响我们结论的外推性;其次作为回顾性研究,我们只用单一方法去评估患者炎症和免疫状态,未能结合流式细胞术等其他免疫指标进行多维度验证,可能也会造成误差;最后本研究未考虑到受伤机制、肌肉损伤(横纹肌溶解)等混杂因素的影响,可能也会因此影响实验最终相关结局,并建议在未来研究中加入相关指标来

加以鉴别诊断。

声 明

一般资料：该研究已获得患者知情同意。

参考文献

- [1] Popescu, C., Anghelescu, A., Daia, C., *et al.* (2015) Actual Data on Epidemio Logical Evolution and Prevention Endeavors Regarding Traumatic Brain Injury. *The Journal of Medicine and Life*, **8**, 272-277.
- [2] 陈弘韬, 湛利平, 陈波. 重度创伤性颅脑损伤术后患者预后影响因素研究[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2024, 51(6): 349-353.
- [3] Jiang, J.Y., Gao, G.Y., Feng, J.F., *et al.* (2019) Traumatic Brain Injury in China. *The Lancet Neurology*, **18**, 286-295. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(18\)30469-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(18)30469-1)
- [4] Lemarchant, S. and Badaut, J. (2017) Brain Edema Formation in Traumatic Brain Injury. In: Plesnila, N. and Badaut, J., *Brain Edema*, Elsevier, 235-259. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803196-4.00013-8>
- [5] Zou, Z., Li, L., Schäfer, N., Huang, Q., Maegele, M. and Gu, Z. (2021) Endothelial Glycocalyx in Traumatic Brain Injury Associated Coagulopathy: Potential Mechanisms and Impact. *Journal of Neuroinflammation*, **18**, Article No. 134. <https://doi.org/10.1186/s12974-021-02192-1>
- [6] Shlosberg, D., Benifla, M., Kaufer, D. and Friedman, A. (2010) Blood-Brain Barrier Breakdown as a Therapeutic Target in Traumatic Brain Injury. *Nature Reviews Neurology*, **6**, 393-403. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2010.74>
- [7] Schwarzaier, S.M., Zimmermann, R., McGarry, N.B., Trabold, R., Kim, S. and Plesnila, N. (2013) *In Vivo* Temporal and Spatial Profile of Leukocyte Adhesion and Migration after Experimental Traumatic Brain Injury in Mice. *Journal of Neuroinflammation*, **10**, Article No. 808. <https://doi.org/10.1186/1742-2094-10-32>
- [8] Turtzo, L., Lescher, J., Janes, L., Dean, D.D., Budde, M.D. and Frank, J.A. (2014) Macrophagic and Microglial Responses after Focal Traumatic Brain Injury in the Female Rat. *Journal of Neuroinflammation*, **11**, Article No. 82. <https://doi.org/10.1186/1742-2094-11-82>
- [9] Jassam, Y.N., Izzy, S., Whalen, M., McGavern, D.B. and El Khoury, J. (2017) Neuroimmunology of Traumatic Brain Injury: Time for a Paradigm Shift. *Neuron*, **95**, 1246-1265. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.07.010>
- [10] 李旭. 血清白蛋白、IL-6 和 CRP 水平改变在中重度颅脑损伤患者中的临床意义[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2017, 38(6): 621-623.
- [11] Wang, J., Yang, K. and Yuan, J.X. (2021) NEDD9, a Hypoxia-Upregulated Mediator for Pathogenic Platelet-Endothelial Cell Interaction in Pulmonary Hypertension. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **203**, 1455-1458. <https://doi.org/10.1164/rccm.202101-0007ed>
- [12] Gao, M., Yu, T., Liu, D., Shi, Y., Yang, P., Zhang, J., *et al.* (2021) Sepsis Plasma-Derived Exosomal miR-1-3p Induces Endothelial Cell Dysfunction by Targeting SERP1. *Clinical Science*, **135**, 347-365. <https://doi.org/10.1042/cs20200573>
- [13] Pennisi, M., Sanchez-Escamilla, M., Flynn, J.R., Shouval, R., Alarcon Tomas, A., Silverberg, M.L., *et al.* (2021) Modified EASIX Predicts Severe Cytokine Release Syndrome and Neurotoxicity after Chimeric Antigen Receptor T Cells. *Blood Advances*, **5**, 3397-3406. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2020003885>
- [14] Băetu, A.E., Mirea, L.E., Cobilinschi, C., Grințescu, I.C. and Grințescu, I.M. (2024) Platelet Contribution and Endothelial Activation and Stress Index-Potential Mortality Predictors in Traumatic Brain Injury. *International Journal of Molecular Sciences*, **25**, Article 7763. <https://doi.org/10.3390/ijms25147763>
- [15] Hai, P.D. and Viet Hoa, L.T. (2022) The Prognostic Accuracy Evaluation of Mnutric, APACHE II, SOFA, and SAPS 2 Scores for Mortality Prediction in Patients with Sepsis. *Critical Care Research and Practice*, **2022**, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2022/4666594>
- [16] 张洋, 曹爽, 肖文艳, 李惠, 杨旻. 预后营养指数对脓毒症休克患者 ICU 28 天死亡率的预测价值[J]. 临床急诊杂志, 2024, 25(10): 516-520.