

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.11.013

论著 • 临床

基于 NPR、PLR、SII 构建脓毒症患者弥散性血管内凝血发生风险列线图模型

巴提马汗·苏来曼,雷婷茹,毛雨婷,包依夏姆·阿巴拜克力,柯比努尔·吐尔逊江

基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2024D01C415)

作者单位: 830054 乌鲁木齐,新疆医科大学第一附属医院感染病·肝病中心

通信作者: 柯比努尔·吐尔逊江, E-mail: kbne1005@126.com



【摘要】目的 基于中性粒细胞/血小板比值(NPR)、血小板/淋巴细胞比值(PLR)、全身免疫炎症指数(SII)构建脓毒症患者弥散性血管内凝血(DIC)发生风险预测模型并验证其预测效能。**方法** 回顾性选取2022年12月-2024年12月新疆医科大学第一附属医院感染病·肝病中心收治的脓毒症患者353例为研究对象,根据是否发生DIC将脓毒症患者分为DIC组58例和非DIC组295例。多因素Logistic回归分析脓毒症患者合并DIC相关的影响因素,并构建基于NPR、PLR、SII等危险因素的风险预测模型;受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)分析模型的预测效能,通过校准曲线评价模型的拟合度。**结果** DIC组患者休克、肺部感染、血流感染比例及序贯器官衰竭评估(SOFA)评分、急性生理和慢性健康评估II(APACHE II)评分高于非DIC组($\chi^2/t/P=4.109/0.043$ 、 $4.062/0.044$ 、 $4.053/0.044$ 、 $2.412/0.016$ 、 $2.757/0.006$);DIC组使用血管活性药物、机械通气、接受肾脏替代治疗比例高于非DIC组($\chi^2/P=4.538/0.033$ 、 $4.040/0.044$ 、 $4.304/0.038$);DIC组NPR、SII、凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、D-二聚体(D-D)高于非DIC组,PLR、纤维蛋白原(Fib)低于非DIC组($t/P=4.735/<0.001$ 、 $3.812/<0.001$ 、 $2.622/0.009$ 、 $2.662/0.008$ 、 $3.221/0.001$ 、 $4.158/<0.001$ 、 $3.696/<0.001$);年龄大、SOFA评分高、APACHE II评分高、NPR高、SII高、PT高是脓毒症患者合并DIC的独立危险因素[OR(95%CI)=1.091(1.013~1.175)、3.807(1.616~8.967)、1.183(1.050~1.333)、4.680(2.080~6.092)、1.001(1.000~1.003)、1.050(1.008~1.094)],PLR高、Fib高是独立保护因素[OR(95%CI)=0.980(0.969~0.991)、0.501(0.301~0.833)];ROC曲线结果表明风险模型预测脓毒症患者合并DIC的AUC(95%CI)为0.821(0.715~0.868),校准曲线提示该模型的拟合度较好($\chi^2=6.400$, $P=0.603$)。**结论** 年龄、SOFA评分、APACHE II评分、NPR、PLR、SII、PT、Fib均与脓毒症患者合并DIC相关,基于NPR、PLR、SII等指标构建的模型对于脓毒症患者DIC风险具有较高的预测价值。

【关键词】 脓毒症;弥散性血管内凝血;中性粒细胞/血小板比值;血小板/淋巴细胞比值;全身免疫炎症指数;列线图

【中图分类号】 R631

【文献标识码】 A

Construction of a nomogram model for predicting the risk of disseminated intravascular coagulation in sepsis patients based on NPR, PLR, and SII Batimahan Sulaiman, Leitingru, Mao Yuting, Baoyixiamu Ababakeli, Kebinuer Tuerxunjiang. Infectious Disease and Liver Disease Center, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Xinjiang, Urumqi 830054, China

Funding program: Natural Science Foundation of Xinjiang Uygur Autonomous Region (2024D01C415)

Corresponding author: Kebinuer Tuerxunjiang, E-mail: kbne1005@126.com

【Abstract】 Objective To construct and validate a risk prediction model for disseminated intravascular coagulation (DIC) in sepsis patients based on neutrophil-to-platelet ratio (NPR), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), and systemic immune-inflammation index (SII). **Methods** A retrospective study was conducted on 353 sepsis patients admitted to the Infectious Disease and Liver Disease Center of the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from December 2022 to December 2024. According to DIC occurrence, patients were divided into DIC group ($n=58$) and non-DIC group ($n=295$). Multivariate logistic regression analysis was used to identify independent risk factors for DIC in sepsis patients, and a nomogram prediction model was constructed based on NPR, PLR, SII, and other significant factors. The model's predictive performance was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the curve (AUC), while the calibration curve

assessed model fit.**Results** Among 353 sepsis patients, 58 developed DIC, with an incidence of 16.4%. Compared with the non-DIC group, the DIC group showed significantly higher values in: mean age, proportion with diabetes history, pulmonary infections, bloodstream infections, SOFA score, APACHE II score, shock incidence, vasoactive drug use, mechanical ventilation rate, renal replacement therapy rate, NPR, SII, prothrombin time (PT), activated partial thromboplastin time (APTT), and D-dimer (D-D). Conversely, PLR and fibrinogen (FIB) were significantly lower in the DIC group ($\chi^2/t/P = 2.367/0.018, 4.173/0.041, 4.062/0.044, 4.053/0.044, 2.412/0.016, 2.757/0.006, 4.109/0.043, 4.538/0.033, 4.04/0.044, 4.304/0.038, 4.735/<0.001, -4.158/<0.001, 3.812/<0.001, 2.622/0.009, 2.662/0.008, -3.696/<0.001, 3.221/0.001$). Multivariate analysis identified older age, higher SOFA score, higher APACHE II score, elevated NPR, elevated SII, and prolonged PT as independent risk factors for DIC, while higher PLR and FIB were protective factors [$OR(95\%CI)=1.091(1.013-1.175), 3.807(1.616-8.967), 1.183(1.050-1.333), 4.680(2.080-6.092), 0.980(0.969-0.991), 1.001(1.000-1.003), 1.050(1.008-1.094), 0.501(0.301-0.833)$]. The ROC analysis showed an AUC of 0.821 (95%CI: 0.715-0.868) for DIC prediction. The calibration curve indicated good model fit (Hosmer-Lemeshow $\chi^2 = 6.400, P = 0.603$).**Conclusion** The age, SOFA score, APACHE II score, NPR, PLR, SII, PT, and fibrinogen are associated with DIC in sepsis patients. The nomogram model incorporating NPR, PLR, SII, and other relevant indicators demonstrates high predictive value for DIC risk in sepsis patients.

【Key words】 Sepsis; Disseminated intravascular coagulation; Neutrophil-to-Platelet ratio; Platelet-to-Lymphocyte ratio; Systemic immune-inflammation index; Nomogram

脓毒症具有高发病率与高病死率的特点,我国脓毒症发病率为 0.3%~0.4%,在重症监护病房中脓症患者病死率可达到 25%~50%^[1-2]。弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC) 是脓症患者常见且严重的并发症之一,发生 DIC 的脓症患者病死率显著高于未发生者^[3-4]。目前脓症患者并发 DIC 的具体机制尚不明晰,多种原因导致的机体凝血/抗凝系统动态平衡破坏、持续感染引发的过度炎症反应相关血管内皮细胞损伤等均是 DIC 发生的潜在机制^[5-7]。中性粒细胞/血小板比值(neutrophil-to-platelet ratio, NPR)、血小板/淋巴细胞比值(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)、全身免疫炎症指数(systemic immune-inflammation index, SII) 等能反映机体炎症反应/免疫状态的新型标志物在多种疾病病情评估和预后预测中逐渐广泛应用,其也能更全面地反映机体的全身免疫炎症状态及凝血功能紊乱程度^[8-10]。基于此,本研究拟分析 NPR、PLR、SII 与脓症患者 DIC 发生风险之间的相关性,构建基于 NPR、PLR、SII 的脓症患者 DIC 发生风险预测模型,为临床早期识别脓症患者发生 DIC 风险提供可靠、便捷的预测工具,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性选取 2022 年 12 月—2024 年 12 月新疆医科大学第一附属医院感染病·肝病中心收治的脓症患者 353 例为研究对象,其中男 196 例,女 157 例,年龄 30~69(50.39±5.35) 岁。根据是否发生 DIC 将脓症患者分为 DIC 组 58 例和非 DIC 组 295 例,DIC 组中入院当天发生 DIC 31 例(53.4%)、入

院后 7 d 内发生 DIC 27 例(46.6%)。与非 DIC 组比较,DIC 组年龄大、糖尿病占比高($P<0.05$); 2 组其他临床资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。本研究获得医院伦理委员会批准(20241017033),患者或家属知情同意并签署知情同意书。

表 1 非 DIC 组与 DIC 组脓症患者临床资料比较
Tab.1 Comparison of clinical data between non-DIC group and DIC group of sepsis patients

项 目	非 DIC 组 ($n=295$)	DIC 组 ($n=58$)	χ^2/t 值	P 值
性别 [例(%)]			0.269	0.604
男	162(54.9)	34(58.6)		
女	133(45.1)	24(41.4)		
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	50.09±4.81	51.90±7.42	2.367	0.018
体质量指数($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.40±1.24	23.58±1.38	0.928	0.354
基础疾病 [例(%)]				
高血压	87(29.5)	19(32.8)	0.246	0.620
糖尿病	44(14.9)	15(25.9)	4.173	0.041
冠心病	25(8.5)	6(10.3)	0.212	0.645
慢性阻塞性肺疾病	20(6.8)	5(8.6)	0.048	0.826
既往手术史 [例(%)]	59(20.0)	14(24.1)	0.506	0.477
吸烟史 [例(%)]	149(50.5)	31(53.4)	0.168	0.682
饮酒史 [例(%)]	98(33.2)	20(34.5)	0.035	0.852

1.2 病例选择标准与 DIC 诊断标准

1.2.1 病例选择标准: 患者诊断均符合《中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南(2018) 》^[11]中关于脓毒症的诊断标准,即证实或疑似感染,且序贯器官衰竭评估(SOFA) 评分≥2 分。(1) 纳入标准: ①年龄≥18 岁; ②确诊为脓毒症,明确感染部位及病原体; ③住院治疗期间临床资料均完整可取。(2) 排除标准: ①合并白

血病、血小板减少性紫癜等其他血液系统疾病;②入院前 3 个月内接受过抗凝、抗血小板或免疫调节治疗;③存在严重的肝、肾功能障碍(如肝硬化失代偿期、急性肝衰竭、慢性肾衰竭尿毒症期等);④恶性肿瘤终末期患者;⑤妊娠或哺乳期妇女。

1.2.2 DIC 诊断标准:依据《脓毒症并发弥散性血管内凝血诊治急诊专家共识》^[12]应用国际血栓与止血协会(ISTH)DIC 积分系统判断:(1)血小板计数 $\geq 100 \times 10^9/L$ 为 0 分, $50 \times 10^9/L \sim < 100 \times 10^9/L$ 为 1 分, $< 50 \times 10^9/L$ 为 2 分;(2)凝血酶原时间(PT)延长时间 ≤ 3 s 为 0 分, $> 3 \sim \leq 6$ s 为 1 分, > 6 s 为 2 分;(3)纤维蛋白原(Fib) ≥ 1.0 g/L 为 0 分, < 1.0 g/L 为 1 分;(4)D-二聚体(D-D) ≤ 0.4 mg/L 为 0 分, $> 0.4 \sim 4.0$ g/L 为 2 分, > 4.0 g/L 为 3 分。上述 4 项积分总和 ≥ 5 分即为显性 DIC。

1.3 观察指标与方法

1.3.1 脓毒症病情评估指标:(1)记录感染部位(肺部、腹腔、泌尿系统、血流),通过血培养、痰培养、尿培养等病原学检查确定感染病原体(细菌、真菌、病毒);(2)SOFA 评分:通过对呼吸、凝血、肝、心血管、中枢神经、肾等 6 个系统的功能进行评估,每个系统 0~4 分,总分 0~24 分,得分越高表示器官功能障碍越严重;(3)急性生理和慢性健康评估 II (APACHE II) 评分:包括急性生理学评分、年龄评分、慢性健康状况评分 3 个维度,总分 0~71 分,分值越高表明患者病情越严重;(4)依据患者的临床表现及体征判断休克,收缩压 < 90 mmHg 或平均动脉压 < 70 mmHg,且伴有组织灌注不足的表现(如尿量减少、皮肤湿冷、意识改变等)。

1.3.2 治疗相关指标:记录患者抗菌药物使用种类(≤ 2 种、 > 2 种)、血管活性药物(去甲肾上腺素、多巴胺等),机械通气、机械通气时间(从开始机械通气至撤机的时间,通过呼吸机记录及护理记录获取),是否接受肾脏替代治疗、24 h 液体复苏量(指患者入院后 24 h 内的晶体液、胶体液等液体输入总量,通过出入量记录获取)等治疗相关特征。

1.3.3 实验室检验指标:在患者入院后 24 h 内、启动系统性治疗前采集外周静脉血 6 ml。以 LH780 全自动血细胞分析仪[贝克曼库尔特国际贸易(上海)有限公司]检测患者血常规并计算 NPR[中性粒细胞计数($\times 10^9/L$)/血小板计数($\times 10^9/L$)],PLR[血小板计数($\times 10^9/L$)/淋巴细胞计数($\times 10^9/L$)],SII[血小板计数($\times 10^9/L$) $\times$ 中性粒细胞计数($\times 10^9/L$)/淋巴细胞计数($\times 10^9/L$)];以 C3100 全自动凝血分析仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)检测 PT、活化部分凝血活

酶时间(APTT)、Fib、D-D;以 AU5800 全自动生化分析仪[贝克曼库尔特国际贸易(上海)有限公司]测定血清 C 反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)水平;以 RAPIDLab 1200 血气分析仪(西门子股份公司)测定患者 pH、动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 软件分析统计数据。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验;多因素 Logistic 回归分析脓症患者合并 DIC 相关的影响因素,并构建基于 NPR、PLR、SII 等危险因素的风险预测模型;受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)分析模型的预测效能,通过校准曲线评价模型的拟合度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组脓毒症病情特征比较 DIC 组患者休克、肺部感染、血流感染比例及 SOFA 评分、APACHE II 评分高于非 DIC 组($P < 0.05$),见表 2。

表 2 非 DIC 组与 DIC 组脓症患者病情特征比较
Tab. 2 Comparison of disease characteristics between non-DIC group and DIC group of sepsis patients

项 目	非 DIC 组 (<i>n</i> = 295)	DIC 组 (<i>n</i> = 58)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
休克[例(%)]	65(22.0)	20(34.5)	4.109	0.043
感染部位[例(%)]				
肺部	106(35.9)	29(50.0)	4.062	0.044
腹腔	61(20.7)	13(22.4)	0.088	0.767
泌尿系统	45(15.3)	10(17.2)	0.146	0.703
血流	92(31.2)	26(44.8)	4.053	0.044
感染病原体[例(%)]			0.173	0.917
细菌	218(73.9)	43(74.1)		
真菌	12(4.1)	3(5.2)		
病毒	65(22.0)	12(20.7)		
SOFA 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	6.33 $\pm$ 1.07	6.83 $\pm$ 2.62	2.412	0.016
APACHE II 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	16.22 $\pm$ 3.16	17.52 $\pm$ 3.81	2.757	0.006

2.2 2 组治疗相关指标比较 DIC 组使用血管活性药物、机械通气、接受肾脏替代治疗比例高于非 DIC 组($P < 0.05$),见表 3。

2.3 2 组实验室检验指标比较 DIC 组 NPR、SII、PT、APTT、D-D 高于非 DIC 组,PLR、Fib 低于非 DIC 组($P < 0.01$),见表 4。

2.4 多因素 Logistic 回归分析脓症患者合并 DIC 的影响因素及预测模型构建 以脓症患者合并 DIC 为因变量(赋值:是为“1”;否为“0”),以上述结果中

$P<0.05$ 项目为自变量进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示: 年龄大、SOFA 评分高、APACHE II 评分高、NPR 高、SII 高、PT 高是脓毒症患者合并 DIC 的独立危险因素, PLR 高、Fib 高是独立保护因素 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 见表 5。基于上述危险因素构建的脓毒症患者 DIC 风险预测模型为: $\text{logit}(p) = \ln [p/(1-p)] = -14.233 + 0.087 \times \text{年龄} + 1.337 \times \text{SOFA 评分} + 0.168 \times \text{APACHE II 评分} + 19.825 \times \text{NPR} - 0.020 \times \text{PLR} + 0.001 \times \text{SII} + 0.049 \times \text{PT} - 0.692 \times \text{Fib}$, 转换为列线图模型见图 1。

表 3 非 DIC 组与 DIC 组脓毒症患者治疗相关指标比较
Tab.3 Comparison of treatment-related indicators between non-DIC group and DIC group of sepsis patients

项 目	非 DIC 组 (<i>n</i> = 295)	DIC 组 (<i>n</i> = 58)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
抗菌药物种类[例(%)]			0.080	0.777
≤2 种	92(31.2)	17(29.3)		
>2 种	203(68.8)	41(70.7)		
使用血管活性药物 [例(%)]	72(24.4)	22(37.9)	4.538	0.033
机械通气[例(%)]	74(25.1)	22(37.9)	4.040	0.044
机械通气时间 ($\bar{x} \pm s, d$)	5.96±1.04	6.19±1.42	1.464	0.144
接受肾脏替代治疗 [例(%)]	60(20.3)	19(32.8)	4.304	0.038
24 h 液体复苏量 ($\bar{x} \pm s, ml$)	2 678.27±419.922	772.59±380.89	1.587	0.113

表 4 非 DIC 组与 DIC 组脓毒症患者实验室检验指标比较 ($\bar{x} \pm s$)
Tab.4 Comparison of laboratory test indicators between non-DIC group and DIC group of sepsis patients

项 目	非 DIC 组 (<i>n</i> = 295)	DIC 组 (<i>n</i> = 58)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
NPR	0.07±0.02	0.09±0.04	4.735	<0.001
PLR	168.00±34.21	147.17±38.09	4.158	<0.001
SII	1 000.01±307.30	1 173.22±359.48	3.812	<0.001
PT(s)	13.55±3.02	14.68±2.94	2.622	0.009
APTT(s)	37.52±9.25	41.03±8.80	2.662	0.008
Fib(g/L)	2.90±0.87	2.45±0.68	3.696	<0.001
D-D(mg/L)	2.70±0.98	3.23±1.72	3.221	0.001
CRP(mg/L)	178.00±64.83	193.55±96.09	1.528	0.127
PCT(μg/L)	3.45±1.47	3.84±1.58	1.815	0.070
pH	7.30±0.09	7.28±0.10	1.763	0.079
PaO ₂ (mmHg)	78.55±8.70	77.34±8.33	0.968	0.334
PaCO ₂ (mmHg)	37.16±3.94	36.09±3.73	1.906	0.057

2.5 风险预测模型对脓毒症患者合并 DIC 的预测价值 基于上述构建的风险预测模型绘制 ROC 曲线, 结果表明该模型预测脓毒症患者合并 DIC 的 AUC(95% *CI*) 为 0.821(0.715~0.868), 见图 2。校准曲线提示该

模型的拟合度较好(H-L 检验 $\chi^2 = 6.400, P = 0.603$), 见图 3。

表 5 多因素 Logistic 回归分析脓毒症患者合并 DIC 的影响因素
Tab. 5 Multivariate Logistic regression analysis of factors associated with DIC in patients with sepsis

因 素	β 值	<i>SE</i> 值	<i>Wald</i> 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>
年龄大	0.087	0.038	5.317	0.021	1.091	1.013~1.175
糖尿病	0.648	0.471	1.889	0.169	1.911	0.759~4.814
休克	1.141	0.724	3.227	0.072	3.130	0.962~7.191
肺部感染	0.913	0.401	3.458	0.062	3.365	0.933~7.384
血流感染	0.704	0.382	3.388	0.066	2.022	0.955~4.279
SOFA 评分高	1.337	0.437	9.352	0.002	3.807	1.616~8.967
APACHE II 评分高	0.168	0.061	7.636	0.006	1.183	1.050~1.333
应用血管活性药物	0.100	0.122	0.665	0.415	1.105	0.869~1.404
接受机械通气	0.800	0.420	3.634	0.057	2.226	0.978~5.069
接受肾脏替代治疗	0.611	0.431	2.011	0.156	1.842	0.792~4.284
NPR 高	19.825	7.254	7.468	0.006	4.680	2.080~6.092
PLR 高	-0.020	0.006	12.742	<0.001	0.980	0.969~0.991
SII 高	0.001	0.001	5.381	0.020	1.001	1.000~1.003
PT 高	0.049	0.021	5.413	0.020	1.050	1.008~1.094
APTT 高	0.125	0.065	3.777	0.052	1.134	0.999~1.286
Fib 高	-0.692	0.259	7.103	0.008	0.501	0.301~0.833
D-D 高	0.302	0.165	3.354	0.067	1.353	0.979~1.869

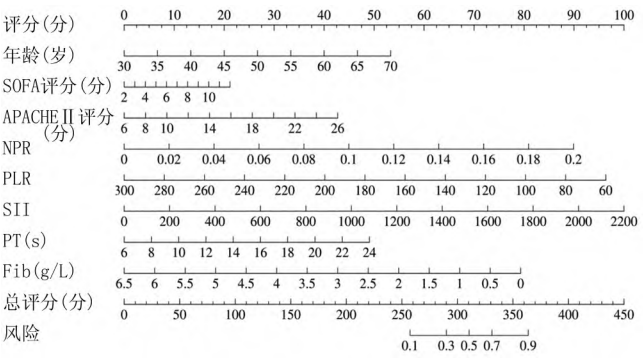


图 1 脓毒症患者 DIC 风险预测列线图模型
Fig.1 Risk nomogram model for DIC in patients with sepsis

3 讨 论

本研究发现除 SOFA 评分、APACHE II 评分、年龄、PT、Fib 等与既往研究中提到的 DIC 发生风险强相关指标外, NPR、PLR、SII 等由外周血指标衍生的炎性标志物也与脓毒症患者 DIC 的发生风险密切相关。NPR 升高意味着中性粒细胞计数相对增加, 而血小板计数相对减少。中性粒细胞在脓毒症的炎症反应中发挥着核心作用, 当机体受到感染时中性粒细胞迅速活化并聚集到感染部位, 通过释放多种炎性介质如活性氧、蛋白酶等参与免疫防御^[13]。然而, 过度活化的中

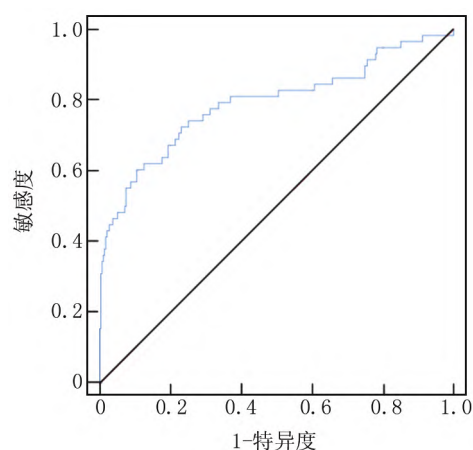


图2 脓毒症患者合并 DIC 风险预测模型的 ROC 曲线分析
Fig.2 ROC curve analysis of the risk prediction model for DIC in patients with sepsis

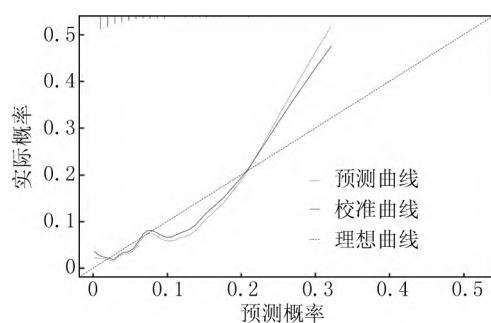


图3 脓毒症患者合并 DIC 风险预测模型的校准曲线分析
Fig.3 Analysis of the calibration curve of the risk prediction model for DIC in patients with sepsis

性粒细胞也会导致血管内皮细胞损伤、暴露内皮下胶原纤维从而激活凝血因子 XII,启动内源性凝血途径^[14]。同时,中性粒细胞释放的组织因子也能激活外源性凝血途径并促使血栓形成^[15]。另一方面,血小板不仅参与血栓的形成和止血,还能通过释放多种细胞因子和趋化因子调节炎性反应^[16]。在脓毒症患者中血小板被大量消耗,其数量减少是导致凝血功能受损的重要原因之一^[17]。此外,血小板与中性粒细胞之间也可能存在相互作用,血小板可通过表面受体与中性粒细胞结合增强中性粒细胞的活化和聚集,进一步加剧炎性反应和凝血功能紊乱^[18]。因此,NPR 的升高提示机体炎性反应的加剧和凝血功能的异常,可能是脓毒症患者发生 DIC 的重要危险因素。

PLR 降低反映了血小板计数的减少和淋巴细胞计数的相对增加,其中淋巴细胞作为免疫系统的重要组成部分,在脓毒症发生时其功能可能受到抑制,导致

机体免疫功能下降^[19-21]。当淋巴细胞功能受损时,机体对感染的免疫防御能力下降,炎性反应失控可能进一步加重凝血功能紊乱,增加患者 DIC 的发生风险^[22-23]。SII 综合了血小板、中性粒细胞和淋巴细胞的数量信息,既往研究提示 SII 升高可能与脓毒症患者器官功能障碍相关,且相比于单一外周血炎症指标能够更全面地反映患者全身免疫炎症状态^[24-25]。脓毒症患者体内较高 SII 水平提示机体处于过度炎症反应和免疫失衡状态,这种状态会进一步导致凝血功能紊乱,促进微血栓的形成并增加 DIC 的发生风险。

本研究基于上述指标进一步构建了风险预测模型,ROC 曲线提示包含 NPR、PLR 及 SII 的预测模型在脓毒症患者 DIC 发生风险评估中的 AUC 为 0.821 (95%CI 0.715~0.868),这表明该联合模型具有较高的预测准确性。且校准曲线也证明该模型的拟合度较好。基于上述结果,本研究构建的风险预测模型可帮助临床医生在脓毒症患者入院早期,根据外周血检查结果快速推算 NPR、PLR、SII 等指标,进而实现早期评估脓毒症患者 DIC 的发生风险,为后续的治疗决策提供有力依据。

然而本研究也存在一定的局限性。首先,本研究作为单中心回顾性研究,研究结果可能受到医院地域、患者来源、医疗水平等因素的影响。未来的研究将通过开展多中心、前瞻性研究,纳入来自不同地区的脓毒症患者,进一步验证本研究结果的普遍性和可靠性。其次,本研究选取的实验室检验指标仅包括患者入院后 24 h 内的外周血相关指标,而脓毒症患者的病情变化较为复杂,凝血功能和炎症反应状态可能在病程中发生动态变化。后续研究可以动态监测患者不同时间点的 NPR、PLR、SII 等指标,更全面地了解这些指标与 DIC 发生风险之间的动态关系,为临床治疗提供更及时、准确的指导。

4 结 论

综上所述,并发 DIC 的脓毒症患者年龄、合并糖尿病病史占比、休克占比、肺部感染占比、血流感染占比、SOFA 评分、APACHE II 评分、使用血管活性药物占比、机械通气占比、接受肾脏替代治疗占比、NPR、SII、PT、APTT、D-D 水平均高于未并发 DIC 患者,PLR、Fib 则相对较低。其中年龄较大、SOFA 评分较高、APACHE II 评分较高、NPR、SII、PT 水平较高均是脓毒症患者并发 DIC 风险的危险因素,而 PLR、Fib 水平较高均是脓毒症患者并发 DIC 风险的保护因素,基于上述影响因素构建的列线图模型对于脓毒症患者 DIC 发生风险具有较高的预测价值。

利益冲突: 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

巴提马汗·苏来曼: 实施研究过程, 论文撰写; 雷婷茹: 文献调研; 毛雨婷: 数据分析; 包依夏姆·阿巴拜克力: 实施研究过程, 数据收集; 柯比努尔·吐尔逊江: 研究指导, 论文终审

参考文献

- [1] 王伊帆, 陈燕, 彭劲民, 等. 中国脓毒症流行病学的研究进展[J]. 中华重症医学电子杂志, 2023, 9(1): 89-94. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-4537.2023.01.015.
- [2] 中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 等. 中国脓毒症早期预防与阻断急诊专家共识[J]. 中国急救医学, 2020, 40(7): 577-588. DOI: 10.3969/j.issn.1002-4949.2020.07.001.
- [3] Solanki D, Lal D, Sunny A, et al. Temporal trends, predictors, and outcomes of disseminated intravascular coagulation in hospitalizations with sepsis [J]. Cureus, 2022, 14(7): e27477. DOI: 10.7759/cureus.27477.
- [4] 杜欣欣, 于湘友. 2021 脓毒症指南: 临床研究回顾与思考[J]. 中国急救医学, 2022, 42(4): 281-284. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2022.04.002.
- [5] 李娟珍, 努尔加玛丽·则敏, 项龙. 脓毒症凝血病内皮分子机制的研究进展[J]. 中国小儿急救医学, 2024, 31(2): 136-140. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2024.02.011.
- [6] Unar A, Bertolino L, Patauner F, et al. Pathophysiology of disseminated intravascular coagulation in sepsis: A clinically focused overview [J]. Cells, 2023, 12(17): 2120. DOI: 10.3390/cells12172120.
- [7] Rinaldi I, Sudaryo MK, Prihartono NA. Disseminated intravascular coagulation in sepsis and associated factors [J]. J Clin Med, 2022, 11(21): 6480. DOI: 10.3390/jcm11216480.
- [8] 何恩萍, 李忠承, 李静, 等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值、血小板/淋巴细胞比值和中性粒细胞/单核细胞比值参考区间的建立[J]. 标记免疫分析与临床, 2024, 31(3): 464-467. DOI: 10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2024.03.014.
- [9] 王乐霄, 车霄, 黄锐, 等. 血小板计数/淋巴细胞计数比值在流感病毒性脓毒症早期筛查及预后预测中的应用价值[J]. 解放军医学院学报, 2024, 45(6): 578-583. DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.2024.089.
- [10] 龚川江, 刘利, 刘佳佳, 等. 全身免疫炎症指数联合外周血中性粒细胞/淋巴细胞比值、D-二聚体/纤维蛋白原比值检测对急性胰腺炎患者预后评估价值[J]. 临床军医杂志, 2024, 52(3): 324-326, 330. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2024.03.29.
- [11] 中国医师协会急诊医师分会, 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会. 中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南(2018)[J]. 感染、炎症、修复, 2019, 20(1): 3-22. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8521.2019.01.001.
- [12] 中华医学会急诊医学分会, 中华危重病急救医学杂志编辑委员会, 脓毒症并发弥散性血管内凝血诊治急诊专家共识专家组. 脓毒症并发弥散性血管内凝血诊治急诊专家共识[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(7): 577-580. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.07.001.
- [13] Zhang J, Shao Y, Wu J, et al. Dysregulation of neutrophil in sepsis: Recent insights and advances [J]. Cell Commun Signal, 2025, 23(1): 87. DOI: 10.1186/s12964-025-02098-y.
- [14] Jiang D, Jiao L, Li Q, et al. Neutrophil-derived migrasomes are an essential part of the coagulation system [J]. Nat Cell Biol, 2024, 26(7): 1110-1123. DOI: 10.1038/s41556-024-01440-9.
- [15] Zhang H, Wang Y, Qu M, et al. Neutrophil, neutrophil extracellular traps and endothelial cell dysfunction in sepsis [J]. Clin Transl Med, 2023, 13(1): e1170. DOI: 10.1002/ctm2.1170.
- [16] Denorme F, Campbell RA. Procoagulant platelets: Novel players in thromboinflammation [J]. Am J Physiol Cell Physiol, 2022, 323(4): C951-C958. DOI: 10.1152/ajpcell.00252.2022.
- [17] Xu X, Wang Y, Tao Y, et al. The role of platelets in sepsis: A review [J]. Biomol Biomed, 2024, 24(4): 741-752. DOI: 10.17305/bb.2023.10135.
- [18] Hug S, Bernhard S, Stratmann AEP, et al. Activation of neutrophil granulocytes by platelet-activating factor is impaired during experimental sepsis [J]. Front Immunol, 2021, 12: 642867. DOI: 10.3389/fimmu.2021.642867.
- [19] Tang Y, Wu J, Tian Y, et al. Predictive value of peripheral lymphocyte subsets for the disease progression in patients with sepsis [J]. Int Immunopharmacol, 2023, 117: 109922. DOI: 10.1016/j.intimp.2023.109922.
- [20] 林文佳, 黄瑾瑜, 甘日志, 等. 重症脓毒症患者临床预后影响因素及相关指标对预后的预测效能分析[J]. 中国医药, 2024, 19(1): 84-88. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2024.01.018.
- [21] 王历, 彭适, 蔡馨, 等. 血清 PKM2 与 PCT 联合对脓毒症患者的诊断价值研究[J]. 疑难病杂志, 2023, 22(12): 1233-1237. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2023.12.001.
- [22] Wang Z, Zhang W, Chen L, et al. Lymphopenia in sepsis: A narrative review [J]. Crit Care, 2024, 28(1): 315. DOI: 10.1186/s13054-024-05099-4.
- [23] 吴蕾, 高乃妹, 陈桂芳, 等. 血小板和 PT、TAT 对重症急性胰腺炎并发脓毒症弥散性血管内凝血诊断及预后评估价值[J]. 临床误诊误治, 2021, 34(9): 67-72. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2021.09.014.
- [24] 陈小莹, 陈忆青. 系统免疫炎症指数在脓毒症严重程度和预后判断中的应用价值[J]. 中国医药, 2021, 16(6): 893-896. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2021.06.023.
- [25] Ma K, Zhang Y, Hao J, et al. Correlation analysis of systemic immune inflammatory index, Serum IL-35 and HMGB-1 with the severity and prognosis of sepsis [J]. Pak J Med Sci, 2023, 39(2): 497-501. DOI: 10.12669/pjms.39.2.6651.

(收稿日期: 2025-04-27)