多种指数对脓毒性休克患者28 d预后的预测价值

王 森[1,2]，侯启亮[1,2]，袁子茜[1,2]，高兴梅[1,2]，周洁容[1,2]，李 斌[2]

1 兰州大学 第一临床医学院，甘肃 兰州 730000；2 兰州大学第一医院 重症医学科，甘肃 兰州 730000

摘要：目的 评估简化免疫失调指数、全身免疫炎症指数（SII）、预后营养指数（PNI），及毛细血管渗漏指数（CLI）对成人脓毒性休克患者的短期预后的预测价值。**方法** 选取兰州大学第一医院重症医学科2021年3月—2024年3月收治的262例成人脓毒性休克患者，依据患者进入重症监护病房后28 d的临床结局分为存活组（n=113）和死亡组（n=149），比较2组患者临床数据，使用随机森林和LASSO的Logistic回归筛选出影响脓毒性休克患者28 d死亡的独立危险因素作为自变量，进行多因素Logistic回归分析。利用受试者操作特征曲线评估简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI等指标在预测脓毒性休克患者28 d短期结局的价值，并最终构建列线图模型。**结果** 死亡组简化免疫失调指数、SII、CLI、脓毒症相关性器官功能衰竭评价评分均高于存活组（P<0.05），淋巴细胞计数、PNI小于存活组患者（P<0.05）。联合预测的受试者操作特征曲线下面积为0.96，95% CI:[0.94,0.98]，P<0.05。**结论** 淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、脓毒症相关性器官功能衰竭评价评分是预测脓毒性休克患者短期预后的独立危险因素，其列线图模型可有效预测脓毒性休克28 d死亡风险，临床实用性强。

关键词：脓毒性休克；简化免疫失调指数；全身免疫炎症指数；预后营养指数；毛细血管渗漏指数；短期预后

中图分类号：R631.4 **文献标识码：**A DOI：10.13885/j.issn.2097-681X.M20250138

Predictive value of multiple indices for 28-day prognosis in patients with septic shock

WANG Sen[1,2], HOU Qiliang[1,2], YUAN Ziqian[1,2], GAO Xingmei[1,2], ZHOU Jierong[1,2], LI Bin[2]

1 The First Clinical Medical School, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2 Department of Critical Care Medicine, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Abstract: Objective To evaluate the predictive value of the simplified immune dysregulation index, systemic immune-inflammation index (SII), prognostic nutritional index (PNI), and capillary leakage index (CLI) for short-term prognosis in adult patients with septic shock. **Methods** A total of 262 adult septic shock patients admitted to the intensive care unit of The First Hospital of Lanzhou University from March 2021 to March 2024 were retrospectively analyzed. Patients were categorized into survival (n=113) and death (n=149) groups based on 28 day outcomes, and clinical data were compared between the groups. Independent risk factors for 28 day mortality were identified using random forest and LASSO Logistic regression, followed by a multivariate Logistic regression analysis. Receiver operating characteristic curves were used to evaluate the predictive performance of the simplified immune dysregulation index, SII, PNI, and CLI. A nomogram model was subsequently constructed. **Results** The death group exhibited significantly higher simplified immune dysregulation index, SII, CLI, and sepsis-related organ failure assessment score compared with the survival group (P < 0.05), while lymphocyte count and PNI were lower (P < 0.05). The combined predictive model

收稿日期：2025-02-13 **修回日期：**2025-03-03 **接受日期：**2025-03-26

基金项目：国家自然科学基金地区科学基金资助项目（82160358）；甘肃省卫生健康行业科研资助项目（GSWSKY2022-31）

作者简介：李 斌，男，主任医师，研究方向为脓毒症，e-mail：lynd0001@163.com，通信作者

demonstrated an area under the receiver operating characteristic curve of 0.96, 95% *CI*: [0.94, 0.98], *P*<0.05. **Conclusion** Lymphocyte count, simplified immune dysregulation index, SII, PNI, CLI, and sepsis-related organ failure assessment score are independent risk factors for predicting short-term prognosis in septic shock patients, with the nomogram model incorporating these parameters demonstrating strong clinical applicability in predicting 28-day mortality risk of septic shock.

Keywords: septic shock; simplified immune dysfunction index; systemic immune-inflammation index; prognostic nutritional index; capillary leakage index; short-term prognosis

脓毒症是患者机体对严重感染反应失调引起的多器官功能障碍，具有发生率、死亡率较高、预后较差等特点[1−3]。由于其病理生理机制复杂且涉及多个器官，快速准确地诊断和预测预后仍面临巨大挑战。脓毒性休克作为脓毒症的严重阶段，可迅速引发多器官功能衰竭，其死亡率更高、短期预后更差。因此，通过易于获取、高性价比的临床指标对脓毒性休克进行早期诊断及治疗干预具有十分重要的临床意义[4]。

随着脓毒症研究的深入，相关生物标志物如细胞因子、肝素结合蛋白、髓过氧化物酶、miRNA、可溶性受体等逐渐成为研究热点[5]。但是，受限于临床条件，多数生物标志物虽然有一定的价值但仍处于实验阶段，并且花费不菲，无法短期应用于临床，因此选取经济、易得、广泛适用的相关指标更具临床实践价值。全身免疫炎症指数（systemic immune-inflammation index, SII）是一种基于血小板、中性粒细胞和淋巴细胞计数的炎症指标，因其易获取且能准确反映炎症状态，已有多项关于脓毒症预后和诊断的相关研究[6−7]。预后营养指数（prognostic nutritional index, PNI）通过计算淋巴细胞计数和血清白蛋白水平，可综合评估患者的营养状况和炎症反应[8−9]。毛细血管渗漏指数（capillary leakage index, CLI）通过 C−反应蛋白与血清白蛋白的比值反映毛细血管通透性，有助于判断炎症反应和体液平衡。简化免疫失调指数是一种由白介素−6 与淋巴细胞计数计算的新型指标，可以直观反映机体免疫功能与炎症反应的动态变化[10]。上述几种指数皆是易于快速获取并具有较高预测价值的新型指标，但脓毒性休克涉及全身多系统病理过程，只考虑单一的免疫、营养等指标并不能准确预测脓毒性休克患者的预后，本研究旨在利用患者基本数据、临床检验结果评估上述指数对于脓毒性休克患者进入重症监护病房（intensive care unit, ICU）后 28 d 临床结局的预测价值，并构建一个更符合脓毒症病理生理机制的预测模型。

1　资料与方法

1.1　研究对象

回顾性收集 2021 年 3 月—2024 年 3 月兰州大学第一医院重症医学科收治的 262 例成人脓毒性休克患者的临床资料。纳入标准：（1）符合 Sepsis 3.0 定义及脓毒性休克诊断标准；（2）入 ICU 后 28 d 内有明确的结局（死亡或生存）。排除标准：（1）年龄<18 岁；（2）ICU 住院时间<24 h；（3）处于妊娠或哺乳期的女性；（4）恶性肿瘤终末期者；（5）器官移植患者或长期使用免疫抑制剂者；（6）相关临床资料不完整者。

1.2　资料收集

回顾性收集成人脓毒性休克患者的临床资料、入住 ICU 后 24 h 内的检验数据及 28 d 预后情况，包括患者性别、年龄、感染部位（肺、腹腔、泌尿系统、中枢神经系统）、既往史、体重指数、入住 ICU 的 24 h 内首次检验的血红蛋白、白细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血小板、血乳酸、白介素−6、降钙素原、C 反应蛋白、前白蛋白、白蛋白、总胆红素、肌酐、总胆固醇、D−二聚体、活化部分凝血活酶时间、凝血酶原时间、国际标准化比值、脓毒症相关性器官功能衰竭评价（sepsis-related organ failure assessment, SOFA）评分、急性生理与慢性健康Ⅱ（acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ, APACHE Ⅱ）评分。简化免疫失调指数=白介素−6/淋巴细胞计数、SII=血小板计数×中性粒细胞计数/淋巴细胞计数、PNI=血清白蛋白+5×淋巴细胞计数、CLI=C 反应蛋白/血清白蛋白。

1.3 统计学方法

运用SPSS 26.0与R（4.4.1）语言，对收集的首次入住ICU患者基本信息及24 h内实验室指标进行统计分析与图、表制作。计量资料采用Shapiro-Wilk检验正态性：符合正态分布的数据选用平均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较选用t检验；非正态分布的数据选用中位数（四分位数）[$M(P_{25},P_{75})$]表示，组间比较采用Mann-Whitney U检验；计数资料以例数及占比[n(%)]表示，组间比较选用卡方检验。为确定脓毒性休克患者入ICU后28 d内死亡的独立危险因素，以脓毒性休克患者入ICU后28 d预后结局（死亡/存活）作为因变量，先通过随机森林筛选出准确率最高时的纳入指标，再选取LASSO回归分析中系数非零的指标，取两者交集作为自变量，进行二元Logistic回归分析。随后绘制并分析受试者操作特征曲线，最终构建用于联合预测的列线图模型，并进行内部验证，利用C指数评价区分度；绘制校准曲线评价校准度。以P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料

收集了兰州大学第一医院病案系统中2021年3月—2024年3月符合本研究纳入及排除标准的患者共计262例。将研究对象根据分组标准分为存活组（n=113）和死亡组（n=149），分别比较2组患者的基本信息和检验数据。本研究中，存活组与死亡组患者年龄及入ICU的24 h内的简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分等差异有统计学意义（P<0.05），而性别、体重指数、白细胞计数、中性粒细胞计数、血乳酸等差异无统计学意义（P>0.05，表1、2）。

表1 存活组与死亡组患者一般数据对比

组别	n	性别[n(%)]		年龄/岁	体重指数/(kg·m^{-2})	脓毒症相关性器官功能衰竭评价评分/分	急性生理与慢性健康评分/分
		男	女				
存活组	113	81(71.7)	32(28.3)	57.00(52.50,67.00)	22.83±3.86	8.00(5.00,10.00)	15.00(12.00,20.00)
死亡组	149	109(73.2)	40(26.8)	66.00(53.50,72.00)	23.02±3.32	12.00(9.00,14.00)	17.00(13.00,21.00)
统计量		0.070[a]		−3.210	−0.420[b]	−6.510	−1.640
P值		0.791		0.001	0.674	<0.001	0.102

组别	感染部位[n(%)]				既往史[n(%)]		
	肺	腹腔	泌尿系统	中枢神经系统	慢性阻塞性肺病	高血压	糖尿病
存活组	66(58.4)	65(57.5)	15(13.3)	13(11.5)	18(15.9)	35(31.0)	16(14.2)
死亡组	88(59.1)	71(47.7)	19(12.8)	14(9.4)	26(17.4)	64(43.0)	39(26.2)
统计量	0.110[a]	2.510[a]	0.020[a]	1.660[a]	0.110[a]	3.920[a]	5.590[a]
P值	0.915	0.113	0.901	0.436	0.744	0.480	0.018

a χ^2值，b t值，其余检验统计量为Z值。年龄、体重指数、脓毒症相关性器官功能衰竭评价评分、急性生理与慢性健康评分采用中位数（四分位距）[$M(P_{25},P_{75})$]表示。

2.2 随机森林初步筛选预测变量

通过R（4.4.1）语言中“caret”包进行随机森林筛选影响结局的重要变量。采用10折交叉验证的递归特征消除，当准确率最高时纳入的指标数共20项：年龄、淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分、APACHE Ⅱ评分、体重指数、血红蛋白、白细胞计数、血小板计数、血乳酸、白介素-6、C反应蛋白、白蛋白、D-二聚体、活化部分凝血活酶时间、凝血酶原时间、国际标准化比值（图1）。

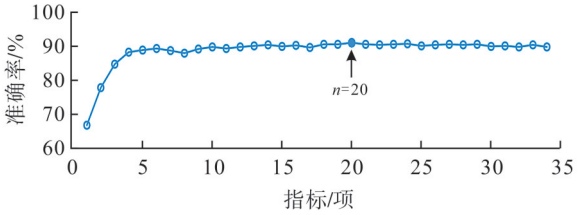

图1 随机森林准确性图

2.3 LASSO回归筛选预测变量

对纳入的所有变量进行LASSO回归变量筛选，采用10折交叉验证法计算λ（图2），选取

表2　存活组与死亡组患者临床检验数据对比[$M(P_{25},P_{75})$]

组别	n	血红蛋白/(g·L^{-1})	白细胞计数/(×10^9·L^{-1})	淋巴细胞计数/(×10^9·L^{-1})	血小板/(×10^9·L^{-1})
存活组	113	102.00(82.00,124.50)	12.00(8.53,17.25)	0.87(0.61,1.12)	62.66(30.55,121.97)
死亡组	149	113.00(78.50,147.50)	12.28(8.19,16.70)	0.65(0.32,0.98)	91.89(45.76,171.14)
统计量		−1.630	−0.310	−4.050	−2.650
P值		0.104	0.761	<0.001	0.008

组别	中性粒细胞计数/(×10^9·L^{-1})	血乳酸/(mmol·L^{-1})	白介素−6/(pg· mL^{-1})	C反应蛋白/(mg·L^{-1})	白蛋白/(g·L^{-1})
存活组	10.23(7.98,12.90)	2.40(1.40,3.60)	208.32(102.81,379.70)	202.32±87.83	31.17±4.55
死亡组	10.20(7.96,12.32)	2.30(1.70,3.80)	409.57(143.58,708.35)	268.89±91.08	27.98±4.41
统计量	−0.440	−0.600	−4.720	−5.950[b]	5.720[b]
P值	0.664	0.551	<0.001	<0.001	<0.001

组别	D−二聚体/(μg· mL^{-1})	活化部分凝血活酶时间/s	凝血酶原时间/s	国际标准化比值
存活组	3.68(2.25,11.02)	33.60(30.85,38.50)	14.90(12.90,18.05)	1.41(1.19,1.71)
死亡组	6.13(4.23,8.64)	34.93(31.74,37.78)	16.10(12.62,19.85)	1.67(1.30,2.27)
统计量	−3.440	−1.030	−1.080	−2.890
P值	0.001	0.303	0.281	0.004

组别	简化免疫失调指数	全身免疫炎症指数	预后营养指数	毛细血管渗漏指数
存活组	277.89(121.01,436.59)	849.95(468.10,1 476.02)	35.46±4.43	6.51±2.67
死亡组	697.44(415.31,1 097.29)	1 847.98(1 095.03,2 528.43)	31.29±3.98	9.60±2.81
统计量	−8.850	−6.890	−8.010[b]	−8.990[b]
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

lambda.1se为最优解（图3中右虚线），最终筛选出8个非零系数预测因子：年龄、淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分、APACHE Ⅱ评分（图2、3）。

2.4　多因素Logistic回归分析

本研究通过随机森林法初步筛选出20个预测变量，再通过LASSO回归分析筛选出8个预测变量，取两者交集，分别为年龄、淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分、APACHE Ⅱ评分。以上述变量为自变量，建立多因素Logistic回归模型，结果显示淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分是脓毒性休克患者是否发生入ICU后28 d内死亡的独立影响因素（P<0.05，表3）。

2.5　绘制并分析受试者操作特征曲线

应用R(4.4.1)语言绘制受试者操作特征曲线(图4)。联合预测模型的综合表现最为突出，其预测能力显著优于所有单一指标。在单一指标中，简化免疫失调指数的区分能力居于首位，其后是CLI和PNI，两者均显示出稳定的预测潜力；SII和SOFA评分的表现稍弱，但仍优于淋巴细胞计数（表4）。

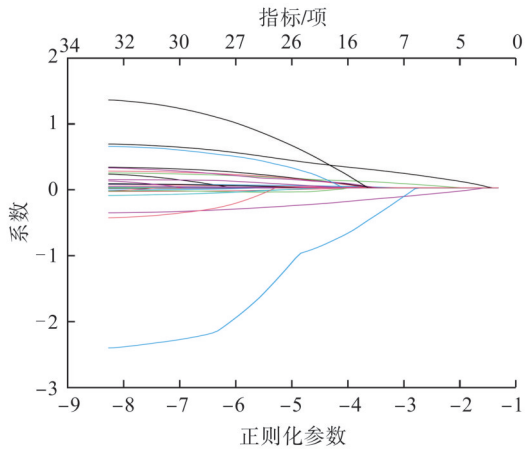

图2　LASSO回归的拟合系数图

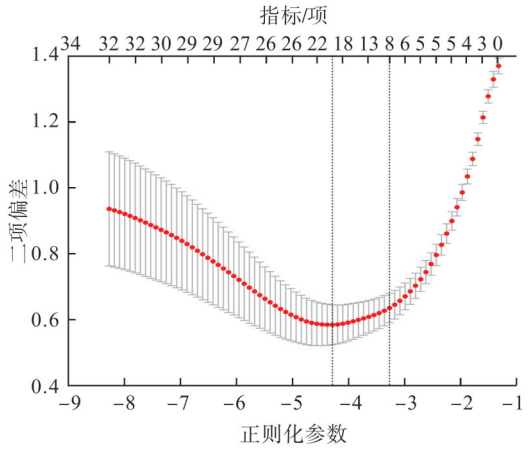

图3　LASSO回归的交叉验证图

表3 脓毒性休克患者短期预后影响因素的多因素Logistic回归分析

变量	β	*SE*	Wald χ^2	*P*值	*OR*值	95% *CI*
年龄	0.03	0.02	1.96	0.161	1.03	[0.99, 1.06]
淋巴细胞计数	−1.37	0.66	4.28	0.039	0.25	[0.07, 0.93]
简化免疫失调指数	0.01	0.00	27.80	<0.001	1.01	[1.00, 1.01]
全身免疫炎症指数	0.00	0.00	9.62	0.002	1.00	[1.00, 1.01]
预后营养指数	−0.30	0.07	21.74	<0.001	0.74	[0.65, 0.84]
毛细血管渗漏指数	0.46	0.10	21.81	<0.001	1.58	[1.30, 1.91]
脓毒症相关性器官功能衰竭评价评分	0.18	0.06	8.99	0.003	1.19	[1.06, 1.34]
急性生理与慢性健康评分	0.05	0.04	1.77	0.184	1.05	[0.98, 1.13]

表4 脓毒性休克患者短期预后影响因素的受试者操作特征曲线分析

项目	灵敏度	特异度	*P*值	曲线下面积	95% *CI*
淋巴细胞计数	0.51	0.72	<0.001	0.65	[0.58, 0.71]
简化免疫失调指数	0.66	0.85	<0.001	0.82	[0.77, 0.87]
全身免疫炎症指数	0.54	0.86	<0.001	0.75	[0.69, 0.81]
预后营养指数	0.72	0.75	<0.001	0.77	[0.71, 0.82]
毛细血管渗漏指数	0.51	0.93	<0.001	0.79	[0.73, 0.84]
脓毒症相关性器官功能衰竭评价评分	0.62	0.76	<0.001	0.73	[0.67, 0.80]
联合预测	0.89	0.93	<0.001	0.96	[0.94, 0.98]

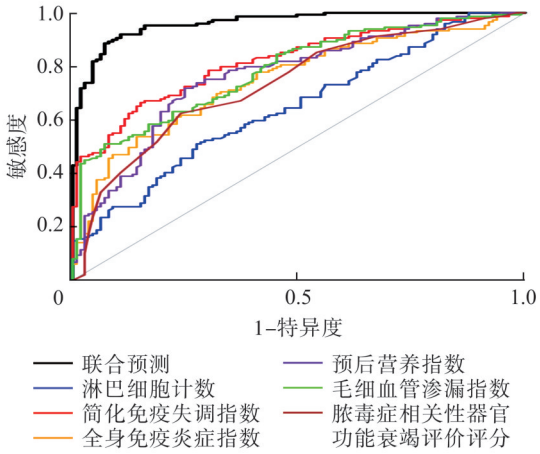

图4 脓毒性休克短期预后影响因素的受试者操作特征曲线

2.6 成人脓毒性休克患者短期预后列线图模型的构建

将通过多因素Logistic回归确定的6个独立预测变量（淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分）作为最终预测因子纳入模型。然后应用R（4.4.1）语言的“rms”包绘制列线图。每个预测变量在列线图中对应上方横轴上“得分”的一个特定分数，将患者的6个预测变量对应的分数相加得到总分。通过列线图底部的“总分”可以估算成人脓毒性休克患者在入ICU后28 d内死亡的风险（概率），总分越高的患者在入ICU后28 d内死亡的风险越大（图5）。采用*Z*-score标准化方法对列线图模型中所有连续型预测变量进行量纲统一化处理，通过将原始数据转换为标准差单位以消除量纲差异，实现各指标权重的客观比较。结果显示：简化免疫失调指数标准化回归系数β=+2.058，CLI系数=+1.423，SII系数=+0.941，SOFA评分系数=+0.737，均为危险因素；PNI系数=−1.461，淋巴细胞计数系数=−0.451，为保护因素。

2.7 模型内部验证评价区分度和校准度

通过受试者操作特征曲线评估模型的区分效能，结果显示列线图的*C*指数=0.96，95% *CI*：[0.94,0.98]，表明模型具有极佳的疾病风险分层能力。进一步采用Bootstrap法进行1 000次重复抽样内部验证，校正后的曲线下面积为0.95，95% *CI*：[0.94,0.96]，提示模型的稳定性与泛化性能优异。校准评估中，Hosmer-Lemeshow检验通过十等分位分组比较预测值与实际值，结果为*P*=0.959，证实模型预测结果与实际观测无显著偏离。校准曲线分析显示，Brier评分=0.074分（趋近于0分最优），表明预测概率与真实概率高度吻合（图6）。

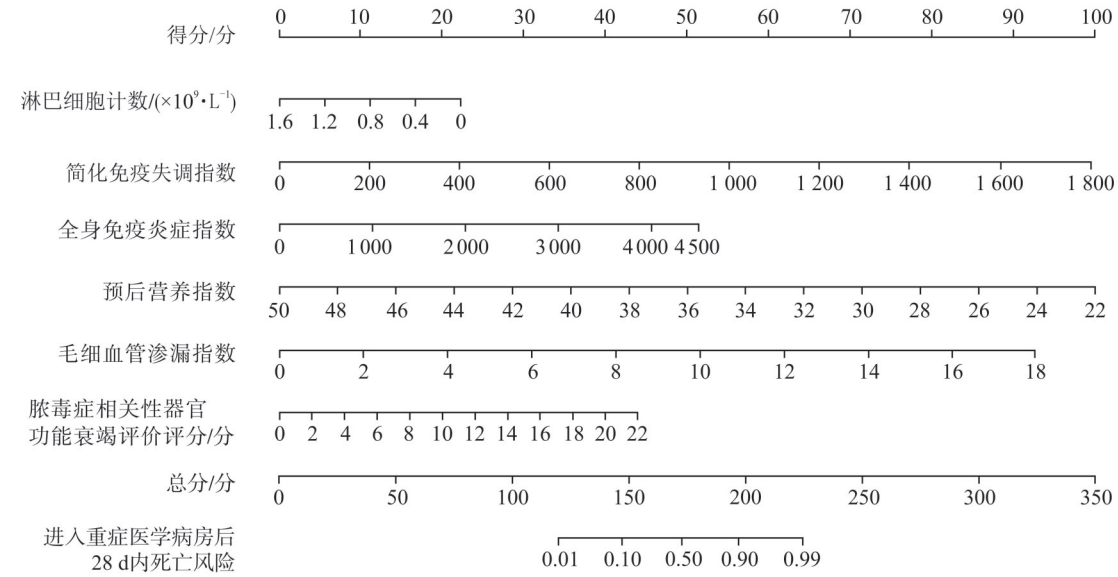

图 5　预测成人脓毒性休克患者短期预后的列线图模型

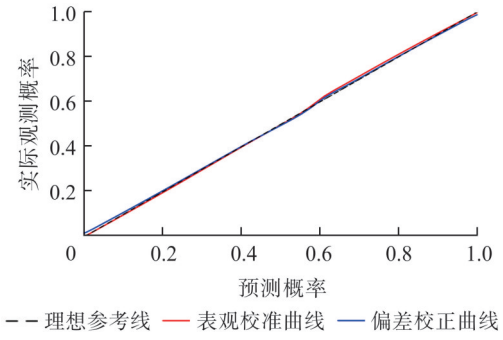

图 6　列线图预测模型校准曲线

3　讨论

脓毒症是一种病因复杂、病情发展迅速的疾病，细胞因子风暴与免疫反应失调贯穿其全过程[11]。淋巴细胞计数对脓毒性休克患者短期预后预测价值的多数研究[12-14]均提示早期淋巴细胞计数水平降低可能预示脓毒症患者的预后较差，但不建议单独评估患者病情严重程度。淋巴细胞计数可以直接反应免疫抑制程度，但无法提示炎症激活状态。

脓毒性休克早期，患者血清白介素-6 水平显著升高[15]。通过刺激肝细胞等组织细胞生成 C 反应蛋白、补体 C3 等急性期蛋白，并促进中性粒细胞生成与活化。但是白介素-6 对脓毒性休克患者早期诊断与短期预后是否具有预测价值，相关研究[16-18]结论并不统一。简化免疫失调指数通过白介素-6 与淋巴细胞计数的比值，同时反映“过度炎症”与“免疫抑制”的双向失衡，与脓毒症器官衰竭进展更密切相关。淋巴细胞计数是单一的检验指标，受多种因素影响，较易产生波动，相对来说，简化免疫失调指数更具有稳定性。研究[10]显示，通过白介素-6 与淋巴细胞计数计算所得简化免疫失调指数对重症肺炎患者的预后有良好的预测价值，简化免疫失调指数曲线下面积为 0.93，95% *CI*：[0.90，0.96]。但简化免疫失调指数与脓毒症或脓毒性休克的相关研究证据仍有限[19]。

SII 在肿瘤免疫功能障碍评估中具有重要价值，基于血小板、中性粒细胞、淋巴细胞计数计算，其临床适用性也在多项脓毒症研究[6-7]中验证。脓毒症早期，淋巴细胞和中性粒细胞参与炎症反应，同时凝血系统激活导致血小板消耗性减少。SII 通过整合三者的动态变化，较单一指标更具预测效能。研究[7]表明，SII 对于脓毒症预后的曲线下面积为 0.848，敏感性为 0.855，特异性为 0.710。

PNI 可综合评估机体免疫状态和营养状况。脓毒症中，炎症因子风暴导致淋巴细胞功能抑制[20]。而肝合成功能受损、营养消耗、血管渗漏等因素会引起低蛋白血症，进而影响胶体渗透压和循环功能，增加多器官衰竭风险。综合考虑白蛋白和淋巴细胞计数的 PNI 可以提供更全面的信息，有助于评估患者的营养状况和预后情况。一项关于 PNI 对新生儿脓毒症严重程度的预测价值的研究[8]，对于脓毒症的曲线下面积为 0.64，95% *CI*：[0.61，0.67]，对于脓毒性休克的曲线下面积为 0.69，95% *CI*：[0.60，0.78]。

脓毒症进展为脓毒性休克的关键机制之一是毛细血管渗漏综合征[21]。炎症因子风暴促使细胞因子大量释放，引起血管内皮钙黏蛋白内化及内皮细胞连接破坏，导致血管屏障功能受损，通透性显著增加，致使血管内液体与蛋白外渗至组织间隙，最终可能导致循环血容量不足和器官功能受损。CLI通过反映全身炎症反应和营养状态，可评估毛细血管通透性。但目前关于CLI在脓毒症严重程度及预后评估中的临床应用仍需进一步验证。

本研究基于*Z*-score标准化回归系数揭示各变量对预测模型的贡献度。简化免疫失调指数展现出最强正向效应（β=+2.058），提示该参数可能通过整合动态炎症因子与淋巴细胞亚群变化达到较高的预测效力。CLI作为多维度整合指标（β=+1.423），其标准化效应显著高于传统SOFA评分，反映了微循环障碍类因素在预测预后中的权重较高。SOFA评分（β=+0.737）与SII（β=+0.941）的系数反映了其在列线图的构建中是中等强度贡献因素。负向效应维度中，PNI（β=−1.461）的保护作用显著强于淋巴细胞计数（β=−0.451），验证了营养−免疫复合指标在危重症管理中的优秀能力。综合分析后发现，各指标系数的方向性与临床病理机制高度吻合，实现了PNI等保护因素、CLI等多维度复合危险因素等指标的量化呈现。

本研究结果表明，作为成人脓毒性休克短期预后独立危险因素的淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分均有良好的预测价值，但是各指标单独的预测性能并不一致，而联合预测的曲线下面积为0.96，95% *CI*:[0.94，0.98]，灵敏度为0.89，特异度为0.93，具有非常优秀的预测能力。因此构建相关的列线图模型可能是更具有临床价值的选择。同时上述模型纳入的淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分，在各级医院不同的临床条件下都可以快速获得，具有广泛的适用性。脓毒症早期及时清除感染源可促进免疫稳态恢复，若清除延迟则可能引发免疫失衡。脓毒性休克是免疫应答失调引发多器官衰竭的关键，其病理过程中，炎症风暴与免疫抑制可并存而非序贯出现[22]。因此，全面关注脓毒性休克的病理生理过程更利于患者预后。另一方面，脓毒症的发生发展涉及多种病原体、不同的感染部位、全身炎症因子风暴、免疫功能障碍、微循环障碍、细胞损伤，及组织缺氧等各个方面，这种极为复杂的病理生理过程导致脓毒症的确切发病机制仍未被完全阐明。而上述模型纳入的指标则较全面地覆盖了脓毒症的发生发展过程，其预测价值较高。

本研究存在一定的局限性，首先是单中心回顾性研究，可能存在选择偏倚，样本的代表性和结果的普适性可能受到限制，且收集的病例样本量也较小，可能影响结果的统计效力和外部效应；其次，多数脓毒性休克患者病史复杂，病情危重，检验资料繁杂，筛选难度大，可能会影响结果的准确性；此外，回顾性研究的性质可能导致无法完全控制潜在的混杂因素，相较于前瞻性研究，也存在因数据不全而放弃纳入某些新颖预测指标的情况。

4 小结与展望

本研究证实淋巴细胞计数、简化免疫失调指数、SII、PNI、CLI、SOFA评分是成人脓毒性休克患者短期预后的独立预测因子，其中多指标联合模型较单一参数具有更优的预测效能。基于临床易获取指标构建的列线图模型展现出良好的临床应用价值，为脓毒性休克的早期风险分层提供了量化评估工具。该模型通过整合炎症应答、营养状态及器官功能多维指标，可实现动态监测预警，指导临床及时启动目标导向治疗，提高患者的生存率和生活质量。未来需要多中心协作，也可使用大样本量的数据库资源，以增加研究结果的一致性和可推广性。并且也可以进行相关的前瞻性研究，以期望能发现更多较为新颖的高价值指标，有利于指导临床决策。

伦理声明 本研究获得兰州大学第一医院伦理委员会批准（批件文号：LDYYLL2024-775）。

利益冲突声明 本研究不存在研究者、伦理委员会成员、受试者监护人以及与公开研究成果有关的利益冲突。

作者贡献声明 王 森：撰写论文、制作分析图表；侯启亮：设计论文框架；袁子茜：确定研究对象范围、收集数据；高兴梅：清洗与分析数据；周洁容：参与撰写论文；李 斌：指导研究方向、修订与审核论文。

参考文献

[1] RUDD K E，JOHNSON S C，AGESA K M，et al. Global，regional，and national sepsis incidence and mortality，1990-2017：analysis for the global burden of disease study[J]. The lancet，2020，395(10219)：200-211.

[2] SEYMOUR C W，KENNEDY J N，WANG S，et al. Derivation，validation，and potential treatment implications of novel clinical phenotypes for sepsis[J]. JAMA，2019，321(20)：2003-2017.

[3] GAVELLI F，CASTELLO L M，AVANZI G C. Management of sepsis and septic shock in the emergency department[J]. Internal and emergency medicine，2021，16(6)：1649-1661.

[4] BARICHELLO T，GENEROSO J S，SINGER M，et al. Biomarkers for sepsis：more than just fever and leukocytosis，a narrative review[J]. Critical care，2022，26(1)：14-14.

[5] YENDE S，KELLUM J A，TALISA V B，et al. Long-term host immune response trajectories among hospitalized patients with sepsis[J]. JAMA network open，2019，2(8)：e198686.

[6] PRICOP M，ANCUSA O，TALPOS S，et al. The predictive value of systemic immune-inflammation index and symptom severity score for sepsis and systemic inflammatory response syndrome in odontogenic infections[J]. Journal of personalized medicine，2022，12(12)：2026.

[7] MANGALESH S，DUDANI S，MALIK A. The systemic immune-inflammation index in predicting sepsis mortality[J]. Postgraduate medicine，2023，135(4)：345-351.

[8] LI T W，QI M L，DONG G，et al. Clinical value of prognostic nutritional index in prediction of the presence and severity of neonatal sepsis[J]. Journal of inflammation research，2021，14(1178-7031)：7181-7190.

[9] KYO D，TOKUOKA S，KATANO S，et al. Comparison of nutrition indices for prognostic utility in patients with sepsis：a real-world observational study[J]. Diagnostics (Basel，Switzerland)，2023，13(7)：1302.

[10] CHEN H，WANG J，SU N，et al. Simplified immune-dysregulation index：a novel marker predicts 28 day mortality of intensive care patients with COVID-19[J]. Intensive care medicine，2020，46(8)：1645-1647.

[11] LIU D，HUANG S Y，SUN J H，et al. Sepsis-induced immunosuppression：mechanisms，diagnosis and current treatment options[J]. Military medical research，2022，9(1)：56-56.

[12] LIU S Q，LI Y X，SHE F，et al. Predictive value of immune cell counts and neutrophil-to-lymphocyte ratio for 28-day mortality in patients with sepsis caused by intra-abdominal infection[J]. Burns & trauma，2021，9：tkaa040.

[13] HOU S K，LIN H A，CHEN S C，et al. Monocyte distribution width，neutrophil-to-lymphocyte ratio，and platelet-to-lymphocyte ratio improves early prediction for sepsis at the emergency[J]. Journal of personalized medicine，2021，11(8)：732-732.

[14] SHEN Y F，HUANG X M，ZHANG W M. Platelet-to-lymphocyte ratio as a prognostic predictor of mortality for sepsis：interaction effect with disease severity-a retrospective study[J]. BMJ open，2019，9(1)：e022896.

[15] KANG S J，KISHIMOTO T. Interplay between interleukin-6 signaling and the vascular endothelium in cytokine storms[J]. Experimental & molecular medicine，2021，53(7)：1116-1123.

[16] TAKAHASHI W，NAKADA T-A，YAZAKI M，et al. Interleukin-6 levels act as a diagnostic marker for infection and a prognostic marker in patients with organ dysfunction in intensive care units[J]. Shock (Augusta，Ga)，2016，46(3)：254-260.

[17] LIU S Q，WANG X K，SHE F，et al. Effects of neutrophil-to-lymphocyte ratio combined with interleukin-6 in predicting 28-day mortality in patients with sepsis[J]. Frontiers in immunology，2021，12：639735-639735.

[18] CONG S，MA T G，DI X，et al. Diagnostic value of neutrophil CD64，procalcitonin，and interleukin-6 in sepsis：a meta-analysis[J]. BMC infectious diseases，2021，21(1)：384.

[19] LIU S J，ZHUGE C J，ZHANG J H，et al. Simplified immune-dysregulation index：a novel marker predicts 28-day mortality of intensive care patients with sepsis[J]. Shock(Augusta，Ga)，2024，61(4)：570-576.

[20] ADRIE C，LUGOSI M，SONNEVILLE R，et al. Persistent lymphopenia is a risk factor for ICU-acquired infections and for death in ICU patients with sustained hypotension at admission[J]. Annals of intensive care，2017，7(1)：30.

[21] SIDDALL E，RADHAK R I，SHNAN J. Capillary leak syndrome：a cytokine and catecholamine storm[J]. Kidney international，2019，95(5)：1009-1011.

[22] NEDEVA C，MENASSA J，DUAN M B，et al. TREML4 receptor regulates inflammation and innate immune cell death during polymicrobial sepsis[J]. Nature immunology，2020，21(12)：1585-1596.

（责任编辑：王春燕）