

正五聚蛋白 3 联合 APACHE II 评分对急性感染患者脓毒症发生及预后的预测能力评估

刘芦珊 王丰容 秦卓 李俊玉 王雅慧 王娜

首都医科大学康复医学院, 中国康复研究中心急诊科, 北京 100068

通信作者: 王娜, Email: wangnaxxy@163.com

【摘要】 目的 探讨正五聚蛋白 3 (PTX3) 联合急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II) 对急诊感染 / 疑似感染患者脓毒症发生及不良结局的预测效能。**方法** 选择 2023 年 12 月 1 日至 2025 年 5 月 11 日首都医科大学康复医学院中国康复研究中心急诊科收治的急性感染 / 疑似感染患者作为研究对象, 根据脓毒症 3.0 标准分为非脓毒症组和脓毒症组, 再按 28 d 生存结局将脓毒症患者分为存活组与死亡组。收集患者的人口学特点、基础疾病〔高血压、冠心病、糖尿病、脑卒中、恶性肿瘤、心房颤动 (房颤)、慢性肾病、慢性阻塞性肺病 (COPD)、卧床〕、实验室检查结果〔白细胞计数 (WBC)、C-反应蛋白 (CRP)、血乳酸 (Lac)、降钙素原 (PCT)、PTX3〕、序贯器官衰竭评分 (SOFA)、APACHE II 评分、快速 SOFA 评分 (qSOFA), 以及受累器官数、发生急性肾损伤 (AKI) 患者数、行机械通气 (MV) 患者数、休克患者数、营养风险筛查 2002 (NRS 2002) 评分和住院时间, 比较是否发生脓毒症两组和不同临床结局两组上述指标的差异。采用多因素 Logistic 回归分析脓毒症发病的独立危险因素及影响脓毒症患者 28 d 预后的危险因素, 并绘制受试者工作特征曲线 (ROC 曲线) 分析 PCT、PTX3、APACHE II 评分对脓毒症发病的预测能力, 评估 PTX3 联合 APACHE II 评分对脓毒症患者不良预后的评估效能。**结果** 共纳入 218 例急性感染 / 疑似感染患者, 非脓毒症 101 例, 脓毒症 117 例。总体 28 d 病死率 18.8% (41/218), 脓毒症患者 28 d 病死率为 29.1% (34/117)。与非脓毒症组比较, 脓毒症组年龄更大, 卧床患者比例更高, 营养状态更差, 受累器官数和 AKI 发生率、MV 比例、休克发生率、WBC、CRP、Lac、PCT、PTX3 水平及危重症评分均更高, 住院时间更长, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。与脓毒症生存组比较, 死亡组卧床患者比例更高, 受累器官数更多, MV 比例和休克发生率更高, 营养状态更差, PTX3、PCT 及危重症评分均更高, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析显示, APACHE II 评分、PCT 和 PTX3 水平是影响脓毒症发病的独立危险因素〔优势比 (OR) 和 95% 可信区间 (95%CI) 分别为 1.202 (1.091 ~ 1.324)、1.064 (1.004 ~ 1.127)、1.362 (1.223 ~ 1.515), P 值分别为 0.000、0.035、0.000〕; 经 Lasso 回归筛选变量, 多因素 Logistic 回归分析显示, 休克、PTX3 和 APACHE II 评分是影响脓毒症患者 28 d 预后的独立危险因素〔OR 和 95%CI 分别为 4.025 (1.393 ~ 11.629)、1.203 (1.042 ~ 1.389)、1.169 (1.076 ~ 1.269), P 值分别为 0.010、0.012、0.010〕。ROC 曲线分析表明, PTX3 联合 APACHE II 评分对脓毒症发生及 28 d 不良预后有良好的预测效能〔ROC 曲线下面积 (AUC) 分别为 0.911、0.860, 敏感度分别为 79.5%、85.3%, 特异度 91.1%、83.1%〕。**结论** PTX3 可能对急性感染患者发展为脓毒症有早期识别的价值, 并且对脓毒症患者 28 d 预后有良好的预测价值, 联合 APACHE II 评分会进一步提高预测能力。

【关键词】 正五聚蛋白 3; 急性生理学与慢性健康状况评分 II; 脓毒症; 早期识别; 预后

基金项目: 中国残联研究课题 (20&YB019); 中国康复研究中心科研课题 (2023-ZX-06)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.04.004

Evaluation of the predictive ability of pentraxin 3 combined with acute physiology and chronic health evaluation II score for the occurrence and prognosis of sepsis in patients with acute infection

Liu Lushan, Wang Fengrong, Qin Zhou, Li Junyu, Wang Yahui, Wang Na

Rehabilitation Medical College of Capital Medical University, Department of Emergency, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China

Corresponding author: Wang Na, Email: wangnaxxy@163.com

【Abstract】 Objective To explore the predictive value of pentraxin 3 (PTX3) combined with acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score for sepsis development and adverse outcomes in emergency patients with infection or suspected infection. **Methods** Patients with acute infection or suspected infection admitted to Rehabilitation Medical College of Capital Medical University, Department of Emergency, China Rehabilitation Research Center, from December 1, 2023, to May 11, 2025, were enrolled as research subjects. Patients were classified into non-sepsis and sepsis groups according to the Sepsis 3.0 criteria, and sepsis patients were further divided into survivors and non-survivors based on 28-day survival status. Collect the patients' demographic characteristics, underlying diseases [hypertension, coronary heart disease, diabetes, stroke, malignant tumor, atrial fibrillation, chronic kidney disease, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and bedridden status], laboratory findings [white blood cell count (WBC), C-reactive protein (CRP), lactic acid (Lac), procalcitonin (PCT), and PTX3], sequential organ failure assessment

(SOFA) score, APACHE II score, quick SOFA (qSOFA) score, as well as number of affected organs, number of patients with acute kidney injury (AKI), number of patients receiving mechanical ventilation (MV), number of patients with shock, nutritional risk screening 2002 (NRS 2002) score, and length of hospital stay, and compare the differences in the above indicators between the two groups with and without sepsis and between the two groups with different clinical outcomes. Multivariate Logistic regression was used to identify independent risk factors for sepsis development and factors influencing the 28-day prognosis of sepsis patients. Receiver operating characteristic curve (ROC curve) were constructed to evaluate the predictive ability of PCT, PTX3 and APACHE II score for sepsis, and the efficacy of PTX3 combined with APACHE II score in predicting adverse outcomes in septic patients was assessed. **Results** A total of 218 patients were enrolled, comprising 101 non-sepsis cases and 117 sepsis cases. The overall 28-day mortality rate was 18.8% (41/218), while the 28-day mortality rate for sepsis patients was 29.1% (34/117). Compared with the non-sepsis group, the sepsis group was older, had a higher proportion of bedridden patients, had poorer nutritional status, and showed significantly higher numbers of affected organs, incidence of AKI, proportion of patients receiving MV, incidence of shock, levels of WBC, CRP, Lac, PCT, and PTX3, as well as critical illness scores, along with a longer length of hospital stay; all differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Compared with the sepsis survivor group, the non-survivor group had a higher proportion of bedridden patients, a greater number of affected organs, higher proportions of patients receiving MV and experiencing shock, poorer nutritional status, and higher levels of PTX3 and PCT as well as critical illness scores; all differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Multivariate Logistic regression revealed that APACHE II score, PCT and PTX3 level were independent risk factors for sepsis development [odds ratios (OR) and 95% confidence interval (95%CI): 1.202 (1.091–1.324), 1.064 (1.004–1.127), and 1.362 (1.223–1.515); P values were 0.000, 0.035, and 0.000, respectively]. After variable selection using Lasso regression, multivariate Logistic regression found that the occurrence of shock, PTX3, and APACHE II score as independent predictors of 28-day mortality in sepsis patients [OR and 95%CI: 4.025 (1.393–11.629), 1.203 (1.042–1.389), 1.169 (1.076–1.269); P values: 0.010, 0.012, 0.010, respectively]. ROC curve analysis showed that the combination of PTX3 and APACHE II score had good predictive performance for the development of sepsis and adverse 28-day outcomes [area under the curve (AUC) = 0.911, 0.860, sensitivity were 79.5%, 85.3%, specificity were 91.1%, 83.1%]. **Conclusions** PTX3 may have the value of early identification for the development of sepsis in patients with acute infection and has a good predictive value for the 28-day prognosis of sepsis patients. Combined with APACHE II score, it will further improve predictive ability.

【Key words】 Pentraxin 3; Acute physiology and chronic health evaluation II; Sepsis; Early recognition; Prognosis

Fund program: China Disabled Persons' Federation Research Project (20&YB019); China Rehabilitation Research Center Project (2023-ZX-06)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.04.004

早期精准识别脓毒症并及时干预,是改善患者预后的核心环节,但急诊场景下脓毒症的早期预警和预后评估仍存在较大挑战。当前临床常用脓毒症筛查与预后评估工具包括全身炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)标准、序贯器官衰竭(sequential organ failure assessment, SOFA)评分、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)等。单纯依赖这些危重病评分指导脓毒症患者的临床决策一直存在争议^[1]。随着生物标志物研究的不断深入,其或可为简便、快速地提高预后判断准确性提供新的思路^[2-3]。

传统脓毒症相关生物标志物存在许多局限,难以完全满足临床需求,因此探索并验证新型标志物具有重要临床价值^[4]。正五聚蛋白 3(pentraxin 3, PTX3)作为新型炎症标志物,由先天免疫细胞在感染局部直接合成,可更快速、直接反映机体免疫激活状态,理论上较传统标志物更早提示脓毒症的发生风险。在脓毒症病程中,PTX3 水平与病情严重

程度、生存率及治疗反应密切相关,联合其他指标可优化患者危险分层,完善脓毒症分型与监测体系^[5]。目前 PTX3 与脓毒症发病及预后的关联已成为研究热点,但相关结论尚不统一,且 PTX3 联合 APACHE II 评分用于脓毒症早期识别与预后评估未见报告。本研究将 PTX3 与 APACHE II 评分构建联合预测模型,旨在为急诊感染患者提供更精准的脓毒症早期识别、风险分层和个体化治疗。

1 资料与方法

1.1 研究对象:选择 2023 年 12 月 1 日至 2025 年 5 月 11 日本院急诊病房连续纳入的感染/疑似感染患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:①发病至急诊就诊时间 < 72 h 的感染/疑似感染患者 + SIRS 诊断标准 ≥ 2 项;②每例患者只被纳入 1 次。

1.1.2 排除标准:①年龄 < 18 岁;②妊娠女性;③免疫抑制人群(近期接受放化疗、大剂量激素或免疫抑制剂治疗);④有严重肝肾功能不全;⑤疾病终末状态;⑥患者或家属拒绝参加本次研究。

1.1.3 退出和终止标准：① 患者留观时间 < 24 h；② 24 h 内死亡者。

1.1.4 伦理学：本研究符合医学伦理学标准，并经中国康复研究中心医学伦理委员会审核批准（审批号：2023-031-01），对患者采取的治疗或检测均获得患者或家属知情同意。

1.2 资料收集：收集患者的人口学特点（性别、年龄）、基础疾病〔高血压、糖尿病、冠心病、脑卒中、恶性肿瘤、心房颤动（房颤）、慢性肾病、慢性阻塞性肺疾病（chronic obstructive pulmonary disease, COPD）、卧床〕、感染部位（呼吸系统、消化系统、泌尿系统）、实验室检查结果〔白细胞计数（white blood cell, WBC）、C-反应蛋白（C-reactive protein, CRP）、血乳酸（lactic acid, Lac）、降钙素原（procalcitonin, PCT）、PTX3〕、SOFA 评分、APACHE II 评分、快速 SOFA 评分（qSOFA），以及受累器官数、发生急性肾损伤（acute kidney injury, AKI）患者数、行机械通气（mechanical ventilation, MV）患者数、休克患者数和营养风险筛查 2002（nutritional risk screening 2002, NRS 2002）评分、住院时间。根据脓毒症 3.0 标准^[6]，明确感染灶（包括临床疑似感染）+SOFA 评分较基线升高 ≥ 2 分可诊断脓毒症，本研究将入院时或 72 h 内发展为脓毒症者定义为脓毒症患者。

1.3 研究分组：按是否发生脓毒症将感染 / 疑似感染患者分为脓毒症组和非脓毒症组；按 28 d 生存情况将脓毒症患者分为生存组和死亡组。

1.4 统计学方法：使用 SPSS 26.0、R 语言 4.2.3 和

MedCalc 23.2.8 统计软件分析数据。计量资料均不符合正态分布，以中位数（四分位数）〔 $M(Q_L, Q_U)$ 〕表示，组间比较采用 Mann-Whitney U 检验；计数资料以例（率）表示，采用 Pearson's 检验或 Fisher 确切概率法。将单因素分析中差异有统计学意义的变量纳入多因素 Logistic 回归，分析影响脓毒症发病的危险因素；将 Lasso 回归筛选的变量纳入 Logistic 回归模型分析影响脓毒症患者 28 d 死亡的危险因素，并绘制受试者工作特征曲线（receiver operator characteristic curve, ROC 曲线）评估各指标及联合模型的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 是否发生脓毒症两组患者基线资料比较（表 1）：研究期间共收治感染 / 疑似感染患者 276 例，剔除失访 26 例，资料不全 32 例，最终纳入 218 例。患者中位年龄 84（72, 89）岁，男性 114 例。总体 28 d 病死率 18.8%（41/218），脓毒症患者 28 d 病死率 29.1%（34/117）。感染以呼吸系统为主，7 d 内发生 AKI 72 例，行无创 / 有创机械通气 52 例。受累器官中位数 1（1, 2）个，SOFA 评分 2（0, 4）分，APACHE II 评分 12（8, 18）分，qSOFA 评分 1（1, 2）分。是否发生脓毒症两组患者基础疾病（高血压、糖尿病、冠心病、脑卒中、恶性肿瘤、房颤、慢性肾病、COPD 患者比例）和感染部位比例比较差异无统计学意义（均 $P > 0.05$ ）。与非脓毒症组比较，脓毒症组年龄更大，卧床患者比例更高，营养状态更差，受累器官数和 AKI 发生率、MV 比例、休克发生率以及 WBC、

表 1 是否发生脓毒症两组患者临床资料比较

项目	非脓毒症组 (101 例)	脓毒症组 (117 例)	统计 量值	P 值	项目	非脓毒症组 (101 例)	脓毒症组 (117 例)	统计 量值	P 值
性别〔例(%)〕			$\chi^2=1.294$	0.278	受累器官数〔个， $M(Q_L, Q_U)$ 〕	0(0, 1)	2(2, 3)	$F=-12.143$	0.000
男性	57(56.4)	57(48.7)			AKI〔例(%)〕	6(5.9)	66(56.4)	$\chi^2=62.422$	0.000
女性	44(43.6)	60(51.3)			MV〔例(%)〕	8(7.9)	44(37.6)	$\chi^2=26.300$	0.000
年龄〔岁， $M(Q_L, Q_U)$ 〕	79(69, 88)	85(78, 91)	$F=-3.492$	0.000	休克〔例(%)〕	4(4.0)	39(33.3)	$\chi^2=29.536$	0.000
基础疾病〔例(%)〕					NRS 2002 评分〔分， $M(Q_L, Q_U)$ 〕	1(0, 2)	4(2, 5)	$F=-7.452$	0.000
高血压	61(60.4)	75(64.1)	$\chi^2=0.317$	0.579	血清标志物〔 $M(Q_L, Q_U)$ 〕				
糖尿病	37(36.6)	44(37.6)	$\chi^2=0.022$	0.889	WBC ($\times 10^9/L$)	8.54(6.63, 12.61)	10.33(7.40, 14.09)	$F=-1.968$	0.049
冠心病	30(29.7)	33(28.2)	$\chi^2=0.059$	0.881	CRP (mg/L)	50.12(9.73, 88.87)	79.97(19.25, 160.03)	$F=-3.057$	0.002
脑卒中	27(26.7)	39(33.3)	$\chi^2=1.119$	0.305	Lac (mmol/L)	1.30(1.01, 2.85)	1.70(1.20, 3.50)	$F=-2.525$	0.012
恶性肿瘤	13(12.9)	13(11.1)	$\chi^2=0.160$	0.834	PCT ($\mu g/L$)	0.32(0.15, 0.50)	0.45(0.22, 2.35)	$F=-2.965$	0.003
房颤	4(4.0)	7(6.0)	$\chi^2=0.463$	0.551	PTX3 ($\mu g/L$)	14.62(11.48, 17.07)	19.79(17.61, 23.41)	$F=-8.752$	0.000
慢性肾病	6(5.9)	8(6.8)	$\chi^2=0.073$	1.000	危重症评分〔分， $M(Q_L, Q_U)$ 〕				
COPD	10(9.9)	11(9.4)	$\chi^2=0.016$	1.000	SOFA 评分	0(0, 1)	4(2, 6)	$F=-12.651$	0.000
卧床	29(28.7)	74(73.2)	$\chi^2=25.94$	0.000	APACHE II 评分	9(6, 11)	16(12, 23)	$F=-8.799$	0.000
感染部位〔例(%)〕					qSOFA 评分	1(1, 1)	1(1, 2)	$F=-5.261$	0.000
呼吸系统	84(83.2)	89(76.1)	$\chi^2=1.215$	0.319	住院时间〔d， $M(Q_L, Q_U)$ 〕	8(7, 15)	12(7, 18)	$F=-2.787$	0.005
消化系统	13(12.9)	20(17.1)	$\chi^2=0.752$	0.451					
泌尿系统	13(12.9)	26(22.2)	$\chi^2=3.227$	0.079					

CRP、Lac、PCT、PTX3 水平及危重症评分均更高,住院时间更长,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

2.2 不同预后两组脓毒症患者基线资料比较(表 2):不同预后两组脓毒症患者性别、基础疾病(高血压、糖尿病、冠心病、脑卒中、恶性肿瘤、房颤、慢性肾病、COPD 患者比例)、感染部位比例、AKI 发生率及 WBC、CRP、Lac 水平比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。死亡组卧床患者比例更高,受累器官数目更多, MV 比例和休克发生率更高,营养状态更差, PTX3、PCT 及危重症评分均更高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

2.3 脓毒症发病的危险因素分析(表 3):因 SOFA 评分是脓毒症诊断的依据,受累器官数目、休克、AKI、MV 均为 SOFA 评分的组成部分,故未将以上指标纳入 Logistic 回归。将其他单因素分析有统计学差异的变量纳入 Logistic 回归,结果显示, PCT、PTX3 和 APACHE II 均是影响脓毒症发病的独立危险因素(均 $P<0.05$)。

2.4 影响脓毒症患者 28 d 预后的多元回归分析(表 4):将单因素分析差异有统计学意义的变量进行 Lasso 回归(图 1~2),共筛选出 SOFA 评分、APACHE II 评分、NRS 2002 评分、MV、休克、PTX3 6 个变量,分析显示变量之间不存在共线性,将 6 个变量纳入 Logistic 回归分析,结果显示,休克、PTX3、APACHE II 评分是影响脓毒症患者 28 d 预后的独立危险因素。

表 3 影响患者发生脓毒症的危险因素分析				
项目	单因素分析		多因素分析	
	OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值
年龄	1.037(1.013~1.060)	0.002		
卧床	1.005(0.911~1.034)	0.718		
WBC	1.055(1.000~1.113)	0.050		
CRP	1.006(1.002~1.009)	0.002		
Lac	1.195(1.045~1.368)	0.009		
PCT	1.053(1.004~1.105)	0.035	1.064(1.004~1.127)	0.035
PTX3	1.402(1.277~1.539)	0.000	1.362(1.223~1.515)	0.000
NRS 2002 评分	1.788(1.512~2.115)	0.001		
APACHE II 评分	1.288(1.198~1.384)	0.000	1.202(1.091~1.324)	0.000
qSOFA 评分	3.018(1.937~4.703)	0.000		
住院时间	0.688(0.410~1.153)	0.156		

注:OR 为优势比,95%CI 为 95% 可信区间;空白代表无此项

表 4 影响脓毒症患者 28 d 预后的 Logistic 回归分析				
项目	单因素分析		多因素分析	
	OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值
卧床	0.645(0.285~1.458)	0.292		
受累器官数目	1.643(1.154~2.340)	0.006		
MV	4.769(2.037~11.164)	<0.001		
休克	7.118(2.945~17.204)	<0.001	4.025(1.393~11.629)	0.010
NRS 2002 评分	1.907(1.382~2.631)	<0.001		
PCT	1.005(0.985~1.026)	0.633		
PTX3	1.204(1.076~1.346)	0.001	1.203(1.042~1.389)	0.012
qSOFA 评分	3.253(1.799~5.883)	<0.001		
SOFA 评分	1.472(1.242~1.746)	<0.001		
APACHE II 评分	1.217(1.125~1.317)	<0.001	1.169(1.076~1.269)	0.010

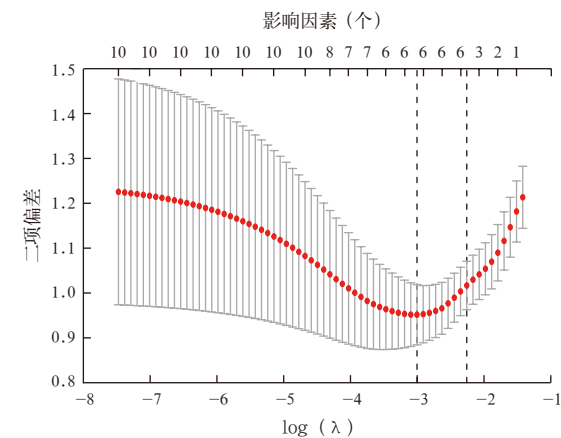
注:空白代表无此项

2.5 各指标对脓毒症的发生及不良预后的评估价值(图 3~4;表 5~6):ROC 曲线分析显示, PTX3 预测脓毒症发生风险的能力优于 PCT, ROC 曲线下

表 2 不同预后两组脓毒症患者基线资料比较					
指标	脓毒症生存组 (83 例)	脓毒症死亡组 (34 例)	统计 量值	P 值	
性别〔例(%)〕			$\chi^2=2.108$	0.160	
男性	44(53.0)	13(38.2)			
女性	39(47.0)	21(61.8)			
年龄〔岁, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	84(78, 90)	87(80, 92)	$F=-1.07$	0.287	
基础疾病〔例(%)〕					
高血压	54(65.1)	21(61.8)	$\chi^2=0.114$	0.832	
糖尿病	32(38.6)	12(35.3)	$\chi^2=0.109$	0.835	
冠心病	21(25.3)	12(35.3)	$\chi^2=1.189$	0.365	
脑卒中	25(30.1)	14(41.2)	$\chi^2=1.324$	0.284	
恶性肿瘤	8(9.6)	5(14.7)	$\chi^2=0.627$	0.519	
房颤	5(6.0)	2(5.8)	Fisher 检验	1.000	
慢性肾病	5(6.0)	3(8.8)	Fisher 检验	0.689	
COPD	8(9.6)	3(8.8)	Fisher 检验	1.000	
卧床	43(51.8)	31(91.2)	$\chi^2=16.083$	0.000	
感染部位〔例(%)〕					
呼吸系统	60(72.3)	29(85.3)	$\chi^2=2.241$	0.102	
消化系统	14(16.9)	6(17.6)	$\chi^2=0.010$	1.000	
泌尿系统	21(25.3)	5(14.7)	$\chi^2=1.567$	0.234	
受累器官数目〔个, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	2(2, 3)	3(2, 4)	$F=-2.652$	0.008	
AKI〔例(%)〕	44(53.0)	22(64.7)	$\chi^2=1.341$	0.306	
MV〔例(%)〕	21(25.3)	23(67.6)	$\chi^2=18.433$	0.000	
休克〔例(%)〕	17(20.5)	22(64.7)	$\chi^2=21.227$	0.000	
NRS 2002〔分, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	3(2, 5)	5(4, 5)	$F=-4.266$	0.000	
血清标志物〔 $M(Q_L, Q_U)$ 〕					
WBC($\times 10^9/L$)	10.36(7.40, 13.94)	10.22(7.27, 14.38)	$F=-0.105$	0.918	
CRP(mg/L)	79.43(18.30, 143.91)	98.73(38.45, 188.66)	$F=-1.147$	0.254	
Lac(mmol/L)	1.70(1.16, 3.00)	2.85(1.38, 5.53)	$F=-0.597$	0.550	
PCT($\mu g/L$)	0.44(0.21, 2.30)	0.54(0.26, 2.75)	$F=-2.168$	0.030	
PTX3($\mu g/L$)	19.19(17.09, 22.59)	22.19(19.61, 24.28)	$F=-3.467$	0.000	
危重症评分〔分, $M(Q_L, Q_U)$ 〕					
SOFA 评分	3(2, 4)	6(5, 10)	$F=-5.449$	0.000	
APACHE II 评分	14(12, 18)	23(20, 27)	$F=-5.592$	0.000	
qSOFA 评分	1(1, 2)	2(1, 2)	$F=-4.244$	0.000	
住院时间〔d, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	12(8, 18)	11(5, 18)	$F=-1.633$	0.103	

面积(area under the curve, AUC)为 0.844 [95% 可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为 0.789 ~ 0.889], 截断值 >17.52 $\mu\text{g/L}$, 敏感度和特异度分别为 76.1%、83.2%。PTX3 联合 APACHE II 评分预测脓毒症发生的 AUC 为 0.911。各指标对脓毒症患者 28 d 死亡风险的预测结果显示,单指标

中 APACHE II 评分预测脓毒症患者预后的效能最好, PTX3 预测脓毒症患者不良预后的 AUC=0.705 (95%CI 为 0.613 ~ 0.785), 敏感度最高, 特异度较差。当 PTX3 联合 APACHE II 评分后预测能力明显提高 [AUC 为 0.860 (95%CI 为 0.783 ~ 0.917), 敏感度为 85.3%, 特异度为 83.1%]。Hosmer-Lemeshow (H-L) 检验结果提示, 各指标的拟合优度均较好。



注:左侧虚线为最小二项式偏差对应的 λ 值,右侧虚线为最小二项式偏差加 1 倍标准误差对应的 λ 值

图 1 脓毒症患者 28 d 预后影响因素回归分析交叉验证曲线图

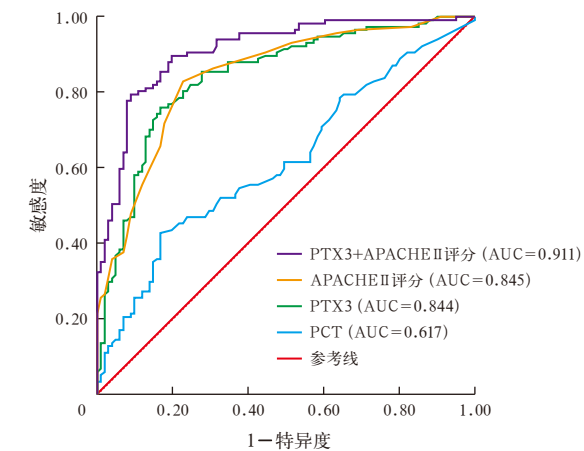
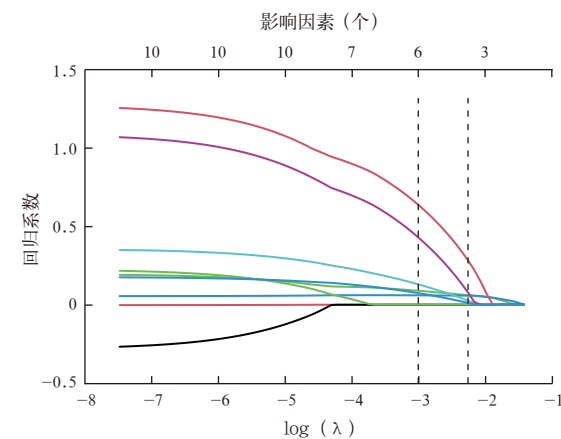


图 3 各危险因素对患者发生脓毒症的预测价值



注:彩色曲线代表各变量回归系数随 λ 的变化趋势

图 2 脓毒症患者 28 d 预后影响因素回归分析系数路径图

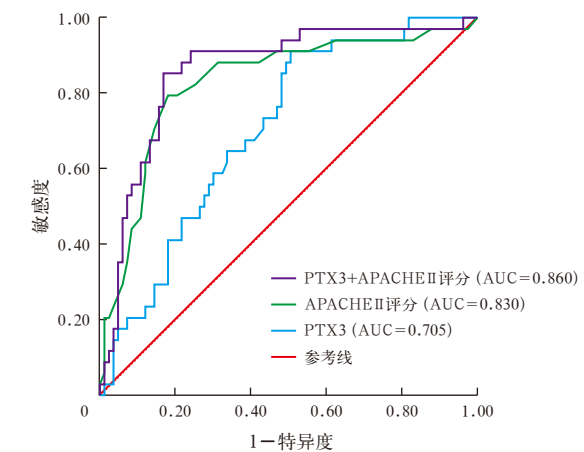


图 4 各危险因素对脓毒症患者 28 d 预后的预测价值

表 5 各指标对患者发生脓毒症风险的预测价值

指标	AUC	95%CI	截断值	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)	H-L 检验(P 值)
PTX3	0.844	0.789 ~ 0.889	>17.52 $\mu\text{g/L}$	0.592	76.1	83.2	8.972 (0.345)
APACHE II 评分	0.845	0.790 ~ 0.891	>11 分	0.601	82.9	77.2	10.429 (0.236)
PCT	0.617	0.549 ~ 0.682	>0.55 $\mu\text{g/L}$	0.259	42.7	83.2	9.945 (0.269)
PTX3+qSOFA 评分	0.911	0.865 ~ 0.945	>0.571	0.706	79.5	91.1	5.445 (0.709)

表 6 各指标对脓毒症患者预后的预测价值

指标	AUC	95%CI	截断值	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)	H-L 检验(P 值)
PTX3	0.705	0.613 ~ 0.785	>18.92 $\mu\text{g/L}$	0.406	91.2	49.4	7.671 (0.466)
APACHE II 评分	0.830	0.749 ~ 0.893	>19 分	0.613	79.4	81.9	7.092 (0.527)
PTX3+APACHE II 评分	0.860	0.783 ~ 0.917	>0.297 8	0.684	85.3	83.1	12.619 (0.126)

3 讨论

脓毒症的早期识别和预后评估仍是急诊和重症领域的重点与难点,直接影响患者救治成功率与远期结局^[7]。脓毒症的启动、进展与全身炎症反应密切相关,其相关的炎症标志物在临床诊断、疗效评估及预后决策中发挥重要作用。尽管相关研究众多,但理想的脓毒症特异性生物标志物仍未达成共识^[8]。

PTX3 是一种急性时相蛋白,属于长链五聚体蛋白超家族成员,在炎症的调节中起着重要作用^[5]。在炎症刺激下,PTX3 的基因转录和蛋白合成被迅速启动,其血浆水平可以在 2~4 h 内开始升高,峰值出现时间早于 CRP,具有早期预警潜力。PTX3 已被证实可作为细菌、真菌、病毒等感染所致疾病严重程度的评估指标^[9-10]。近年来有研究表明,监测 PTX3 有助于提升脓毒症早期诊断与预后评估准确性,为临床决策提供参考^[11]。

本研究结果显示,在急诊感染/疑似感染且 SIRS 诊断标准 ≥ 2 项的患者中,72 h 内脓毒症发生率约 53.7%,脓症患者 PTX3 水平显著高于非脓症患者;脓症患者中有 29.1% 发生死亡,死亡组 PTX3 显著高于生存组,与国内外相关研究结论一致^[12-14]。尽管本研究与上述研究在 PTX3 血浆水平上存在一定差异,考虑与试剂类型、研究人群、种族差异、疾病严重程度等多种因素相关,但得出的结论是类似的。一项针对 172 例急诊可疑感染患者的研究显示,在健康志愿者、非脓毒症、脓毒症、脓毒性休克患者中 PTX3 水平依次升高,差异有统计学意义^[15]。Caironi 等^[12]对 1 818 例严重脓毒症或脓毒性休克患者进行的随机多中心队列研究显示,入院 1 d PTX3 水平与脓毒症器官功能障碍严重程度和器官衰竭数目呈正相关,脓毒性休克患者 PTX3 水平均明显高于非休克患者。Chen 等^[16]研究显示,与健康志愿者相比,PTX3 水平在入住 ICU 后 24 h 内显著升高,尤其是在感染性休克患者中;PTX3 越高,病死率越高;PTX3 水平与器官功能障碍的数量和程度密切相关。Hamed 等^[13]研究纳入了 213 例 ICU 脓毒症或脓毒性休克患者,发现脓毒症或脓毒性休克患者的 PTX3 水平始终显著高于健康对照组,血浆水平在第 1、3 和 8 天能够显著区分脓毒症和脓毒性休克。

与 CRP 等由肝脏合成的传统标志物不同,PTX3 在感染或组织损伤局部产生,无需依赖上游炎

症因子诱导,在脓症患者中 PTX3 水平的上升趋势更快^[17]。本研究显示,在预测脓毒症发生方面,PTX3 优于 PCT。Song 等^[18]的研究纳入了 160 例脓毒症/脓毒症休克患者,评估 PTX3 与 PCT、Lac、IL-6 等传统指标对 28 d 预后的预测价值,除 PCT (AUC=0.685) 外,所有其他变量在预测患者 28 d 病死率方面都表现良好 (AUC 为 0.712~0.742),然而, AUC 之间比较差异无统计学意义。Kim 等^[19]的另一项研究表明,与其他生物标志物 (包括 PCT、中性粒细胞变化指数和 CRP) 相比,PTX3 在预测严重脓症患者 28 d 全因病死率方面具有最大的 AUC 值。PTX3 已被证实在脓毒症预后预测方面可能比 PCT、CRP 和其他生物标志物更可靠^[13],也有研究表明,当与 CRP、PCT 相结合时,PTX3 的诊断效能可进一步增强^[20-21]。

本研究证实,PTX3 为脓毒症发病及不良预后的独立危险因素,PTX3 联合 APACHE II 评分模型对脓毒症发生及死亡均有良好预测效果,比单一的 APACHE II 评分更适合急诊快速分流与早期预警。最新研究也表明,PTX3 对脓毒症诊断有较好的预测能力^[22]。PTX3 是预测脓毒症预后的早期生物标志物,及时检测 PTX3 可以为后续的治疗和管理提供指导^[23]。还有研究者从遗传和横断面层面分析感染标志物与脓毒症严重程度之间的相关性,提示 PTX3 在脓毒症和脓毒性休克中均具有较高的诊断效能。PTX3 还能募集趋化因子产生炎症风暴,从而加剧脓毒症的进展^[24]。张然等^[25]研究显示,脓症患者 PTX3 水平明显高于非脓症患者,PTX3 是细菌性脓毒症发生的独立危险因素,PTX3 诊断细菌性脓毒症患者的 AUC=0.867。Song 等^[18]的研究表明,在 26.90 $\mu\text{g/L}$ 的临界水平下,PTX3 在预测脓症患者 28 d 病死率方面的敏感度为 88.9%,特异度为 49.5%,AUC 为 0.734。最近的 Meta 分析也得出结论,PTX3 水平升高与患者死亡显著相关,是反映脓毒症预后前景的生物标志物^[14]。

综上所述,PTX3 联合 APACHE II 评分可早期识别急性感染发展为脓毒症的患者,并对脓症患者 28 d 预后有良好的预测能力。本研究存在的局限:样本量有限,人群异质性未进一步分层;仅检测入院时 PTX3,未动态观察变化趋势;脓毒症死亡例数偏少 (34 例),变量-事件数比较低,结论有待大样本前瞻性队列外部验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Vincent JL, Opal SM, Marshall JC. Ten reasons why we should NOT use severity scores as entry criteria for clinical trials or in our treatment decisions [J]. Crit Care Med, 2010, 38 (1): 283–287. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181b785a2.
- [2] 杨奋明, 李庆淑, 尚昱君, 等. mHLA-DR、NLR 及 CD4⁺T 淋巴细胞对脓毒症患者预后的预测价值分析 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2025, 32 (1): 16–20. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.01.003.
- [3] Khuchua E, Didbaridze T, Ormotsadze G, et al. Evaluating the diagnostic and prognostic value of interleukin-6 (IL-6) and soluble triggering receptor expressed on myeloid cells-1 (sTREM-1) in systemic inflammatory response syndrome (SIRS) and sepsis in adults [J]. Cureus, 2024, 16 (11): e73310. DOI: 10.7759/cureus.73310.
- [4] 刘江萍, 李雅璐, 郑雅文, 等. 血浆肝素结合蛋白联合白蛋白对脓毒症患者 28 d 死亡的预测价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36 (12): 1233–1237. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240718-00614.
- [5] Porte R, Davoudian S, Asgari F, et al. The long pentraxin PTX3 as a humoral innate immunity functional player and biomarker of infections and sepsis [J]. Front Immunol, 2019, 10: 794. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00794.
- [6] 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. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- [7] Litjos JF, Carrol ED, Osuchowski MF, et al. Enhancing sepsis biomarker development: key considerations from public and private perspectives [J]. Crit Care, 2024, 28 (1): 238. DOI: 10.1186/s13054-024-05032-9.
- [8] Sinha A, Sankanagoudar S, Sharma A, et al. Recent scenario of diagnostic and prognostic biomarkers of sepsis in clinical practice and the role of multi-marker approach: an update [J]. Ann Afr Med, 2025, 24 (3): 522–531. DOI: 10.4103/aam.aam_50_24.
- [9] Mairuhu AT, Peri G, Setiati TE, et al. Elevated plasma levels of the long pentraxin, pentraxin 3, in severe dengue virus infections [J]. J Med Virol, 2005, 76 (4): 547–552. DOI: 10.1002/jmv.20397.
- [10] Biagi E, Col M, Migliavacca M, et al. PTX3 as a potential novel tool for the diagnosis and monitoring of pulmonary fungal infections in immuno-compromised pediatric patients [J]. J Pediatr Hematol Oncol, 2008, 30 (12): 881–885. DOI: 10.1097/MPH.0b013e318180bc1d.
- [11] 苏燕, 李燕. 正五聚蛋白-3 在脓毒症中的研究进展 [J]. 中国急救医学, 2024, 44 (3): 263–267. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2024.03.014.
- [12] Caironi P, Masson S, Mauri T, et al. Pentraxin 3 in patients with severe sepsis or shock: the ALBIOS trial [J]. Eur J Clin Invest, 2017, 47 (1): 73–83. DOI: 10.1111/eci.12704.
- [13] Hamed S, Behnes M, Pauly D, et al. Diagnostic value of pentraxin-3 in patients with sepsis and septic shock in accordance with latest sepsis-3 definitions [J]. BMC Infect Dis, 2017, 17 (1): 554. DOI: 10.1186/s12879-017-2606-3.
- [14] Wang GB, Jiang CY, Fang JJ, et al. Pentraxin-3 as a predictive marker of mortality in sepsis: an updated systematic review and meta-analysis [J]. Crit Care, 2022, 26 (1): 167. DOI: 10.1186/s13054-022-04032-x.
- [15] Davoudian S, Piovani D, Desai A, et al. A cytokine/PTX3 prognostic index as a predictor of mortality in sepsis [J]. Front Immunol, 2022, 13: 979232. DOI: 10.3389/fimmu.2022.979232.
- [16] Chen H, Li T, Yan SS, et al. Pentraxin-3 is a strong biomarker of sepsis severity identification and predictor of 90-day mortality in intensive care units via Sepsis 3.0 definitions [J]. Diagnostics (Basel), 2021, 11 (10): 1906. DOI: 10.3390/diagnostics11101906.
- [17] Milas GP, Issaris V, Niotis G. Pentraxin-3 and neonatal sepsis: a systematic review and meta-analysis [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2023, 36 (1): 2205986. DOI: 10.1080/14767058.2023.2205986.
- [18] Song J, Moon S, Park DW, et al. Biomarker combination and SOFA score for the prediction of mortality in sepsis and septic shock: a prospective observational study according to the Sepsis-3 definitions [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99 (22): e20495. DOI: 10.1097/MD.00000000000020495.
- [19] Kim SB, Lee KH, Lee JU, et al. Long Pentraxin 3 as a predictive marker of mortality in severe septic patients who received successful early goal-directed therapy [J]. Yonsei Med J, 2017, 58 (2): 370–379. DOI: 10.3349/ymj.2017.58.2.370.
- [20] Jin Y, Guo S, Xiao YF, et al. Assessment of the diagnostic significance of pentraxin-3 in conjunction with procalcitonin (PCT) and C-reactive protein (CRP) for neonatal sepsis [J]. BMC Infect Dis, 2025, 25 (1): 401. DOI: 10.1186/s12879-025-10821-w.
- [21] Palalıoğlu B, Erdoğan S, Atay G, et al. Diagnostic and prognostic value of pentraxin 3, interleukin-6, CRP, and procalcitonin levels in patients with sepsis and septic shock [J]. Niger J Clin Pract, 2024, 27 (3): 317–324. DOI: 10.4103/njcp.njcp_615_23.
- [22] Bauer W, Galtung N, Geserick P, et al. Pentraxin-3, MyD88, GLP-1, and PD-L1: performance assessment and composite algorithmic analysis for sepsis identification [J]. J Infect, 2025, 91 (3): 106599. DOI: 10.1016/j.jinf.2025.106599.
- [23] Zhang Y, Li XL, Zhang XB, et al. Progress in the study of pentraxin-3 (PTX-3) as a biomarker for sepsis [J]. Front Med (Lausanne), 2024, 11: 1398024. DOI: 10.3389/fmed.2024.1398024.
- [24] Fu ZW, Xin WW, Zhang ST, et al. A Correlation between sequential organ failure assessment scores and biomarkers of inflammation and infection in patients with sepsis [J]. Curr Med Chem, 2025, 7. DOI: 10.2174/0109298673343033250122174601.
- [25] 张然, 张晗. 血清 PTX3、sTREM-1、SOCS3 联合对细菌性脓毒症患者的诊断价值 [J]. 中国病原生物学杂志, 2023, 18 (4): 456–459, 464. DOI: 10.13350/j.cjpb.230417.

(收稿日期: 2026-01-21)

(责任编辑: 邸美仙)

• 读者 • 作者 • 编者 •

《中国中西医结合急救杂志》关于法定计量单位的写作要求

执行 GB 3100-1993《国际单位制及其应用》及 GB/T 3101/3102《有关量、单位和符号的一般原则/(所有部分)量和单位》的有关规定,具体执行可参照中华医学会杂志社编写的《法定计量单位在医学上的应用》第 3 版(人民军医出版社 2001 年出版)。量的名称应根据 GB/T 3102.8-1993《物理化学和分子物理学的量和单位》规定使用,如分子量应为相对分子质量。计量单位使用正体。注意单位名称与单位符号不可混用,如: $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$ 应改为 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; 组合单位符号中表示相除的斜线多于 1 条时应采用负数幂的形式表示,如: ng/kg/min 应采用 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式; 组合单位中斜线和负数幂亦不可混用,如前例不宜采用 $\text{ng/kg} \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式。量的符号一律采用斜体字,如体积的符号 V 应为斜体。血压及人体压力计量单位使用毫米汞柱 (mmHg),在文中第一次出现时须注明 mmHg 与 kPa 的换算系数。