

# 血栓四项联合 APACHE II 评分对脓毒症患者预后评估的价值分析

杭宇豪<sup>1</sup> 陆沁云<sup>1</sup> 鲁俊<sup>2</sup> 程璐<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京中医药大学, 江苏南京 210029; <sup>2</sup>南京中医药大学附属医院重症医学科, 江苏南京 210029  
通信作者: 程璐, Email: dewcheng007@163.com

**【摘要】目的** 探讨血栓四项〔凝血酶-抗凝血酶复合物(TAT)、纤溶酶- $\alpha$ 2 纤溶酶抑制剂复合物(PIC)、血栓调节蛋白(TM)、组织型纤溶酶原激活物-抑制剂 1 复合物(t-PAIC)]联合急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)对脓毒症患者预后的评估价值。**方法** 收集 2023 年 1 月至 2025 年 3 月南京中医药大学附属医院收治的 90 例脓毒症患者临床资料进行回顾性分析,包括一般资料、常规临床检测指标、凝血及血栓相关指标、重症诊疗相关评分。根据 28 d 预后将患者分为生存组(58 例)和死亡组(32 例)。比较两组患者血栓四项、APACHE II 评分等指标的差异,建立多因素 Logistic 回归模型识别关键预后影响因素,绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线),评估各影响因素对脓毒症患者预后的预测价值。**结果** 死亡组序贯器官衰竭评分(SOFA)、APACHE II 评分、血乳酸(Lac)、降钙素原(PCT)、钠离子( $\text{Na}^+$ )、活化部分凝血活酶时间(APTT)、D-二聚体、纤维蛋白降解产物(FDP)、t-PAIC、TAT 及 TAT/PIC 比值均明显高于存活组〔SOFA 评分(分):10.00(9.50, 12.00)比 7.00(6.00, 9.00),APACHE II 评分(分):28.34 $\pm$ 7.80 比 20.83 $\pm$ 7.53, Lac(mmol/L):2.99(1.78, 5.21)比 1.60(1.31, 2.61), PCT( $\mu\text{g/L}$ ):4.01(0.83, 8.48)比 0.55(0.26, 1.71),  $\text{Na}^+$ (mmol/L):140.65(138.23, 147.98)比 137.40(135.38, 142.40), APTT(s):43.30(40.60, 51.60)比 40.10(36.65, 46.40), D-二聚体(mg/L):4.13(2.16, 9.71)比 2.20(1.20, 7.87), FDP(mg/L):12.55(7.67, 35.37)比 7.21(4.55, 29.05), t-PAIC( $\mu\text{g/L}$ ):19.75(12.65, 36.08)比 10.74(6.77, 17.30), TAT( $\mu\text{g/L}$ ):14.32(7.58, 21.53)比 5.32(2.88, 7.83), TAT/PIC 比值:10.53(5.50, 16.80)比 2.98(1.98, 5.19), 均  $P < 0.05$ ]; 氧合指数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ )、血红蛋白(Hb)、白蛋白(Alb)水平均明显低于存活组〔 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg, 1 mmHg $\approx$ 0.133 kPa):168.69(103.10, 202.80)比 231.85(132.75, 340.98), Hb(g/L):87.00(81.75, 104.25)比 111.50(86.00, 126.50), Alb(g/L):29.00(26.10, 31.45)比 32.00(27.93, 35.95), 均  $P < 0.05$ 〕。将单因素分析中差异有统计学意义的指标经多变量 Logistic 回归模型校正混杂因素后显示, APACHE II 评分升高〔优势比(OR)=1.122, 95% 可信区间(95%CI)为 1.028~1.226〕及 TAT/PIC 比值升高(OR=1.158, 95%CI 为 1.038~1.292)是脓毒症预后的独立危险因素(均  $P < 0.05$ ); ROC 曲线分析显示, APACHE II 评分与 TAT/PIC 比值对脓毒症患者预后均有一定的预测价值,其预测患者 28 d 死亡的 ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.769、0.802,两者联合检测的预测效能(AUC=0.850, 敏感度为 78.1%, 特异度为 86.8%)优于单一指标( $P < 0.05$ )。 **结论** 血栓四项联合 APACHE II 评分可提高脓毒症患者预后评估的准确性,有重要临床应用价值。

**【关键词】** 脓毒症; 血栓四项; 急性生理学与慢性健康状况评分 II; 预后评估; 凝血功能障碍

**基金项目:** 国家自然科学基金(82274433)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.02.002

## Analysis of the prognostic value of combined four thrombotic indicators and acute physiology and chronic health evaluation II score in patients with sepsis

Hang Yuhao<sup>1</sup>, Lu Qinyun<sup>1</sup>, Lu Jun<sup>2</sup>, Cheng Lu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, Jiangsu, China; <sup>2</sup>Department of Intensive Care Unit, Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, Jiangsu, China

Corresponding author: Cheng Lu, Email: dewcheng007@163.com

**【Abstract】Objective** To explore the prognostic value of combined detection of four thrombotic markers [thrombin-antithrombin complex (TAT), plasmin- $\alpha$ 2 antiplasmin complex (PIC), thrombomodulin (TM), and tissue plasminogen activator-inhibitor-1 complex (t-PAIC)] with the acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score in patients with sepsis. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 90 patients with sepsis admitted to the Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine from January 2023 to March 2025. The collected data included general information, routine clinical laboratory indicators, coagulation and thrombotic-related parameters, and critical illness-related clinical scores. Based on their 28-day prognosis, the patients were divided into a survival group (58 cases) and a non-survival group (32 cases). The differences in the four thrombotic markers, APACHE II scores, and other indicators between the two groups were compared. A multivariate logistic regression model was established to identify key factors influencing prognosis, and receiver operator characteristic curve (ROC curve) were plotted to evaluate the predictive value of each factor for the prognosis of sepsis patients. **Results** The sequential organ failure assessment (SOFA), APACHE II score, blood lactic acid (Lac), procalcitonin (PCT),  $\text{Na}^+$ , activated partial thromboplastin time (APTT), D-dimer, fibrin degradation product (FDP),

t-PAIC, TAT, and TAT/PIC ratio in the non-survival group were significantly higher than those in the survival group [SOFA score: 10.00 (9.50, 12.00) vs. 7.00 (6.00, 9.00); APACHE II score:  $28.34 \pm 7.80$  vs.  $20.83 \pm 7.53$ ; Lac (mmol/L): 2.99 (1.78, 5.21) vs. 1.60 (1.31, 2.61); PCT ( $\mu\text{g/L}$ ): 4.01 (0.83, 8.48) vs. 0.55 (0.26, 1.71);  $\text{Na}^+$  (mmol/L): 140.65 (138.23, 147.98) vs. 137.40 (135.38, 142.40); APTT (s): 43.30 (40.60, 51.60) vs. 40.10 (36.65, 46.40); D-dimer (mg/L): 4.13 (2.16, 9.71) vs. 2.20 (1.20, 7.87); FDP (mg/L): 12.55 (7.67, 35.37) vs. 7.21 (4.55, 29.05); t-PAIC ( $\mu\text{g/L}$ ): 19.75 (12.65, 36.08) vs. 10.74 (6.77, 17.30); TAT ( $\mu\text{g/L}$ ): 14.32 (7.58, 21.53) vs. 5.32 (2.88, 7.83); TAT/PIC ratio: 10.53 (5.50, 16.80) vs. 2.98 (1.98, 5.19); all  $P < 0.05$ ]. The oxygenation index ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), hemoglobin (Hb), and albumin (Alb) levels were significantly lower than those in the survival group [ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (mmHg,  $1 \text{ mmHg} \approx 0.133 \text{ kPa}$ ): 168.69 (103.10, 202.80) vs. 231.85 (132.75, 340.98); Hb (g/L): 87.00 (81.75, 104.25) vs. 111.50 (86.00, 126.50); Alb (g/L): 29.00 (26.10, 31.45) vs. 32.00 (27.93, 35.95); all  $P < 0.05$ ]. After adjusting for confounding factors using a multivariate Logistic regression model, the indicators that were statistically significant in the univariate analysis showed that an elevated APACHE II score [odds ratio (OR) = 1.122, 95% confidence interval (95%CI) was 1.028–1.226] and an elevated TAT/PIC ratio (OR = 1.158, 95%CI was 1.038–1.292) were independent risk factors for the prognosis of sepsis (both  $P < 0.05$ ). ROC curve analysis indicated that both the APACHE II score and the TAT/PIC ratio had predictive value for the prognosis of sepsis patients, with area under the curve (AUC) for predicting 28-day mortality being 0.769 and 0.802, respectively. The combined detection of these two indicators demonstrated superior predictive efficacy (AUC = 0.850, sensitivity was 78.1%, specificity was 86.8%) compared with either indicator alone ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The combination of the four thrombotic markers and the APACHE II score can improve the accuracy of prognostic evaluation in patients with sepsis, which has significant clinical application value.

**【Key words】** Sepsis; Four thrombotic markers; Acute physiology and chronic health evaluation II; Prognostic evaluation; Coagulopathy

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (82274433)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.02.002

脓毒症是宿主针对感染产生的免疫应答失衡,进而引发的危及生命的器官功能障碍<sup>[1]</sup>。在全球范围内,每年脓毒症的发病患者数约达 4 890 万例,其中有 1 100 万例患者因脓毒症及其相关并发症死亡,这一死亡数据约占全球总死亡病例的 20%。即便采用有效的抗感染治疗与支持手段,脓毒症的病死率仍居高不下<sup>[2]</sup>。凝血功能紊乱是脓毒症病理改变的核心环节之一,约 30%~80% 的脓毒症可能并发弥散性血管内凝血 (disseminated intravascular coagulation, DIC), 研究显示,并发 DIC 的脓毒症患者病死率较单纯脓毒症患者升高约 20%<sup>[3-4]</sup>。脓毒症诱发的血管内皮受损可导致组织因子大量释放,启动凝血级联反应;同时,炎症因子介导的系统性炎症,以及抗凝与纤溶系统的功能抑制/失衡,共同构成了互为因果的炎症-凝血网络紊乱,这是导致患者预后恶化的核心因素<sup>[5-6]</sup>。血栓四项指标 [凝血酶-抗凝血酶复合物 (thrombin-antithrombin complex, TAT)、纤溶酶- $\alpha 2$  纤溶酶抑制剂复合物 (plasmin- $\alpha 2$  antiplasmin complex, PIC)、血栓调节蛋白 (thrombomodulin, TM)、组织型纤溶酶原激活物-抑制剂 1 复合物 (tissue plasminogen activator-plasminogen activator-inhibitor-1 complex, t-PAIC)] 作为凝血-纤溶系统的分子标志物,各自具有特定的指示意义,其中 TAT 反映凝血酶生成, PIC 提示纤溶亢进, TM 和 t-PAIC 则分别标志内皮损伤与纤溶抑制<sup>[7]</sup>。在脓毒症预后评估模型中,急性生理学

与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 作为经典工具,通过整合生理参数与慢性健康状况,能有效预测患者病死率。然而, APACHE II 评分对凝血紊乱评估的敏感度不足,目前针对凝血指标与 APACHE II 评分联合应用的研究较少。本研究回顾性分析了脓症患者相关凝血指标的差异,旨在分析凝血相关指标联合 APACHE II 评分对脓症患者预后判断的临床价值。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象:** 回顾性分析 2023 年 1 月至 2025 年 3 月南京中医药大学附属医院重症医学科住院治疗的 90 例脓毒症患者的临床资料。

**1.1.1 纳入标准:** 符合 2016 年脓毒症 3.0<sup>[8]</sup> 诊断标准,当存在感染疑似或确认情况时,若序贯器官衰竭评分 (sequential organ failure assessment, SOFA)  $\geq 2$  分,则确诊脓毒症。

**1.1.2 排除标准:** ① 临床观察时间不足 24 h (含早期死亡及自动出院者); ② 合并大出血、失血性休克者; ③ 合并血液系统疾病或严重免疫缺陷及恶性肿瘤者; ④ 长期使用免疫抑制剂、抗血小板药物、抗凝药物或激素类药物者; ⑤ 临床资料缺失者。

**1.1.3 伦理学:** 本研究符合医学伦理学标准,并经南京中医药大学附属医院伦理委员会批准 (审批号: 2025NL-250-02), 对患者采取的治疗和检测均获得患者或家属知情同意。

**1.2 研究分组：**将患者按 28 d 预后分为生存组 (58 例) 与死亡组 (32 例)。

**1.3 观察指标：**采用住院电子病历系统收集临床数据资料, 包括: ① 一般资料: 性别、年龄、感染部位、重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 住院时间; ② 常规临床检测指标: 入住 ICU 24 h 内血常规 [白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、血红蛋白 (hemoglobin, Hb)、血小板计数 (platelet count, PLT)]、肝功能 [白蛋白 (albumin, Alb)、总胆红素 (total bilirubin, TBil)、丙氨酸转氨酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸转氨酶 (aspartate aminotransferase, AST)]、肾功能 [尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、肌酐 (creatinine, Cr)]、电解质 [钠离子 (Na<sup>+</sup>)、钾离子 (K<sup>+</sup>)]、降钙素原 (procalcitonin, PCT)、血气分析 [血乳酸 (lactic acid, Lac)、氧合指数 (oxygenation index, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>)] 等; ③ 凝血及血栓相关指标: 入住 ICU 24 h 内活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间 (prothrombin time, PT)、国际标准化比值 (international normalized ratio, INR)、凝血酶原活动度 (prothrombin time activity, PTA)、凝血酶时间 (thrombin time, TT)、纤维蛋白原 (fibrinogen, Fib)、D-二聚体、纤维蛋白降解产物 (fibrin degradation product, FDP)、PIC、TM、TAT、t-PAIC 及 TAT/PIC 比值等; ④ 重症诊疗相关评分: 入住 ICU 24 h 内 SOFA 评分、APACHE II 评分。

**1.4 统计学方法：**使用 SPSS 27.0 软件和 R 4.3.0 软

件分析数据, 符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 采用 *t* 检验; 非正态分布的计量资料以中位数 (四分位数) [ $M(Q_L, Q_U)$ ] 表示, 采用秩和检验; 计数资料以例 (%) 表示, 采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。采用单因素和多因素 Logistic 回归分析识别关键预后影响因素, 并绘制受试者工作特征曲线 (receiver operator characteristic curve, ROC 曲线), 评价各影响因素的预测价值。P < 0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组脓毒症患者一般资料比较 (表 1)：**90 例脓毒症患者中死亡组 32 例 (35.56%), 存活组 58 例 (64.44%)。死亡组 SOFA 评分、APACHE II 评分、Lac、PCT、Na<sup>+</sup> 均明显高于存活组, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、Hb、Alb 水平均明显低于存活组 (均 P < 0.05); 两组性别、年龄、感染部位、ICU 住院时间、WBC、PLT、K<sup>+</sup>、BUN、Cr、AST、ALT、TBil 比较差异均无统计学意义 (均 P > 0.05)。

**2.2 两组脓毒症患者凝血功能指标比较 (表 2)：**死亡组 APTT、D-二聚体、FDP、t-PAIC、TAT 及 TAT/PIC 比值均明显高于存活组 (均 P < 0.05); 两组 PT、INR、PTA、TT、PIC、TM、Fib 等指标比较差异均无统计学意义 (均 P > 0.05)。

**2.3 脓毒症患者预后独立危险因素分析 (表 3 ~ 4)：**单因素分析筛选出与预后相关的指标包括 SOFA 评分、APACHE II 评分、Lac、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、Hb、Na<sup>+</sup>、Alb、APTT、D-二聚体、FDP、TAT/PIC 比值、TAT、

表 1 脓毒症患者基线资料在不同预后两组中的比较

指标	存活组 (58 例)	死亡组 (32 例)	$\chi^2 / Z / t$ 值	P 值	指标	存活组 (58 例)	死亡组 (32 例)	Z / t 值	P 值
性别 [例 (%)]			0.130	0.714	WBC [ $\times 10^9/L, M(Q_L, Q_U)$ ]	10.91 (7.31, 14.70)	10.38 (6.52, 16.54)	-0.520	0.604
男性	42 (72.41)	22 (68.75)			PLT [ $\times 10^9/L, \bar{x} \pm s$ ]	177.52 ± 76.58	163.53 ± 90.26	0.780	0.439
女性	16 (27.59)	10 (31.25)			Hb [g/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	111.50 (86.00, 126.50)	87.00 (81.75, 104.25)	-2.930	0.003
年龄 [岁, $M(Q_L, Q_U)$ ]	68.50 (63.00, 78.75)	75.00 (62.00, 80.50)	0.810	0.418	PCT [ $\mu g/L, M(Q_L, Q_U)$ ]	0.55 (0.26, 1.71)	4.01 (0.83, 8.48)	-3.300	<0.001
感染部位 [例 (%)]			5.810	0.055	K <sup>+</sup> [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	4.25 (3.86, 4.77)	4.11 (3.70, 5.11)	-0.510	0.613
肺部	44 (75.86)	17 (53.12)			Na <sup>+</sup> [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	137.40 (135.38, 142.40)	140.65 (138.23, 147.98)	-2.310	0.021
腹腔	6 (10.34)	9 (28.12)			BUN [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	11.62 (6.45, 18.56)	14.62 (8.39, 25.43)	-1.390	0.164
尿路	8 (13.79)	6 (18.75)			Cr [ $\mu mol/L, M(Q_L, Q_U)$ ]	103.85 (59.27, 214.12)	122.25 (81.08, 283.23)	-1.400	0.160
ICU 住院时间 [d, $M(Q_L, Q_U)$ ]	13.00 (9.00, 20.00)	9.00 (4.00, 21.00)	1.560	0.120	AST [U/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	31.00 (21.50, 51.00)	38.50 (23.00, 96.00)	-0.910	0.365
SOFA 评分 [分, $M(Q_L, Q_U)$ ]	7.00 (6.00, 9.00)	10.00 (9.50, 12.00)	3.790	<0.001	ALT [U/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	25.50 (15.00, 53.00)	24.50 (15.25, 60.00)	-0.170	0.866
APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	20.83 ± 7.53	28.34 ± 7.80	4.470	<0.001	Alb [g/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	32.00 (27.93, 35.95)	29.00 (26.10, 31.45)	-2.330	0.020
Lac [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$ ]	1.60 (1.31, 2.61)	2.99 (1.78, 5.21)	2.910	0.004	TBil [ $\mu mol/L, M(Q_L, Q_U)$ ]	10.57 (7.62, 19.65)	13.50 (7.34, 27.22)	-0.630	0.530
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$ ]	231.85 (132.75, 340.98)	168.69 (103.10, 202.80)	-2.760	0.006					

注: 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

t-PAIC。经多变量 Logistic 回归模型校正混杂因素后显示, APACHE II 评分升高[优势比(odds ratio, OR)=1.122, 95% 可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为 1.028 ~ 1.226, P=0.010]与 TAT/PIC 比值升高(OR=1.158, 95%CI 为 1.038 ~ 1.292, P=0.009)是影响脓毒症患者预后的独立危险因素, 提示两者可作为评估病情风险的关键指标。

**2.4 预测效能分析(图 1; 表 5):** ROC 曲线分析显示, APACHE II 评分与 TAT/PIC 比值均对脓毒症患者预后均有一定的预测价值, 其预测患者 28 d 死亡的 AUC 分别为 0.769、0.802。两者联合检测的预测效能(AUC=0.850)显著优于单一指标, 提示联合检测在评估脓毒症患者预后方面准确性更高。

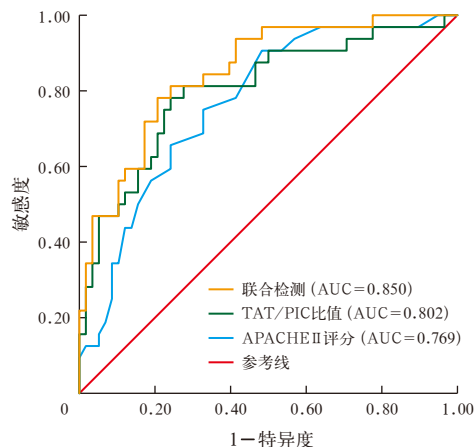


图 1 血浆 TAT/PIC、APACHE II 评分及联合检测判断脓毒症预后的 ROC 曲线

表 2 不同预后两组脓症患者凝血相关指标比较 [M(Q<sub>L</sub>, Q<sub>U</sub>)]

组别	例数 (例)	APTT (s)	PT (s)	INR	PTA (%)	TT (s)	Fib (g/L)	D-二聚体 (mg/L)
存活组	58	40.10 (36.65, 46.40)	15.20 (14.00, 17.35)	1.22 (1.10, 1.44)	76.00 (58.25, 92.00)	17.00 (16.05, 18.90)	4.63 (3.21, 5.42)	2.20 (1.20, 7.87)
死亡组	32	43.30 (40.60, 51.60)	16.35 (14.97, 18.05)	1.34 (1.20, 1.52)	65.50 (54.50, 78.25)	17.40 (16.05, 19.55)	4.81 (3.27, 5.96)	4.13 (2.16, 9.71)
Z 值		-2.560	-1.830	-1.820	-1.930	-0.140	-0.210	-1.990
P 值		0.011	0.067	0.069	0.054	0.886	0.830	0.047

组别	例数 (例)	FDP (mg/L)	t-PAIC (μg/L)	PIC (mg/L)	TM (ku/L)	TAT (μg/L)	TAT/PIC 比值
存活组	58	7.21 (4.55, 29.05)	10.74 (6.77, 17.30)	1.48 (0.98, 2.08)	14.89 (10.96, 22.14)	5.32 (2.88, 7.83)	2.98 (1.98, 5.19)
死亡组	32	12.55 (7.67, 35.37)	19.75 (12.65, 36.08)	1.44 (0.79, 2.23)	18.89 (12.74, 27.93)	14.32 (7.58, 21.53)	10.53 (5.50, 16.80)
Z 值		-2.030	-3.190	-0.260	-1.530	-4.490	-4.720
P 值		0.042	0.001	0.797	0.126	<0.001	<0.001

表 3 影响脓症患者预后的单因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	s <sub>e</sub>	Z 值	P 值	OR 值	95%CI
SOFA 评分	0.279	0.080	3.445	<0.001	1.321	1.128 ~ 1.548
APACHE II 评分	0.125	0.034	3.701	<0.001	1.133	1.061 ~ 1.211
Lac	0.299	0.113	2.658	0.008	1.349	1.082 ~ 1.682
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	-0.007	0.002	-2.843	0.004	0.993	0.989 ~ 0.998
Hb	-0.026	0.010	-2.652	0.008	0.975	0.956 ~ 0.993
PCT	0.040	0.026	1.514	0.130	1.041	0.988 ~ 1.095
Na <sup>+</sup>	0.068	0.031	2.204	0.028	1.070	1.008 ~ 1.137
Alb	-0.083	0.040	-2.095	0.036	0.920	0.851 ~ 0.995
APTT	0.046	0.021	2.207	0.027	1.047	1.005 ~ 1.091
TAT/PIC 比值	0.185	0.053	3.512	<0.001	1.203	1.085 ~ 1.333
TAT	0.053	0.020	2.702	0.007	1.055	1.015 ~ 1.096
t-PAIC	0.033	0.014	2.298	0.022	1.034	1.005 ~ 1.063
D-二聚体	0.027	0.039	0.711	0.477	1.028	0.953 ~ 1.109
FDP	0.003	0.007	0.404	0.686	1.003	0.989 ~ 1.017

表 4 影响脓症患者预后的多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	s <sub>e</sub>	Z 值	P 值	OR 值	95%CI
APACHE II 评分	0.116	0.045	2.570	0.010	1.122	1.028 ~ 1.226
Hb	-0.015	0.011	-1.395	0.163	0.985	0.964 ~ 1.006
Alb	-0.086	0.055	-1.574	0.115	0.917	0.824 ~ 1.021
TAT/PIC 比值	0.147	0.056	2.631	0.009	1.158	1.038 ~ 1.292
t-PAIC	0.038	0.020	1.843	0.065	1.038	0.998 ~ 1.081

表 5 TAT/PIC 比值、APACHE II 对脓毒症患者 28 d 死亡的预测效能

指标	最佳 截断值	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)	P 值
APACHE II 评分	20.500	0.769	0.670~0.868	51.7	90.6	<0.001
TAT/PIC 比值	5.244	0.802	0.703~0.901	75.9	78.1	<0.001
联合检测	0.299	0.850 <sup>ab</sup>	0.770~0.931	78.1	86.8	<0.001

注：与 APACHE II 评分比较，<sup>a</sup>P<0.05；与 TAT/PIC 比值比较，<sup>b</sup>P<0.05

### 3 讨论

脓毒症早期即伴随凝血系统的广泛激活,进而发展为凝血功能紊乱,其发病机制复杂,涉及多个环节的失衡。脓毒症初期,炎症因子的异常释放〔如肿瘤坏死因子- $\alpha$  (tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)]刺激单核-内皮细胞表达组织因子(tissue factor, TF),启动外源性凝血途径,诱导凝血酶大量生成,迅速与抗凝血酶(antithrombin, AT)结合形成 TAT,导致脓毒症早期 TAT 水平升高<sup>[9]</sup>。同时,脓毒症状态下的炎症级联反应抑制了生理性抗凝系统,蛋白 C 系统、AT 和组织因子途径抑制物(tissue factor pathway inhibitor, TFPI)功能显著下降,导致凝血亢进<sup>[10]</sup>。内皮细胞的炎症损伤,释放大量纤溶酶原激活物抑制物-1(plasminogen activator inhibitor-1, PAI-1),抑制组织型纤溶酶原激活物(tissue plasminogen activator, t-PA)介导的纤溶活性,形成持续性高凝低纤溶状态,导致微血管血栓广泛形成和组织灌注障碍,因此与不良预后密切相关<sup>[11]</sup>。相较于单一的 TAT 或 PIC 指标、TAT/PIC 比值的升高更能反映凝血-纤溶系统的整体失衡。李佳媚等<sup>[12]</sup>通过分析 1 176 例重症患者入院 24 h 内的血栓四项结果显示,在重症感染患者中,早期凝血-纤溶紊乱程度与机械通气使用情况相关。随着 TAT/PIC 比值的升高,机械通气使用率升高。目前,TAT/PIC 比值在脓毒症领域的研究尚少,现有研究主要聚焦于血栓形成相关领域。代诗琼等<sup>[13]</sup>对 102 例老年下肢深静脉血栓患者的研究显示,TAT/PIC 比值预测老年下肢深静脉血栓患者发生肺栓塞的 AUC 为 0.926,提示 TAT/PIC 比值对肺栓塞的发生有良好的预测准确度。张伟等<sup>[14]</sup>的研究表明,凝血-纤溶标志物 TAT 与 TAT/PIC 比值在评估老年患者下肢深静脉血栓严重程度方面有重要的临床价值,可有效预测血栓的严重程度。不过,尽管 TAT/PIC 比值在脓毒症中的直接研究较少,但组成该比值的 TAT、PIC 作为“血

栓四项”的重要指标,已有多项研究探索其在脓毒症中的临床意义。曾镇桦等<sup>[15]</sup>对 82 例脓毒症患者血浆 TAT、TM、PIC 和 t-PAIC 水平进行分析,结果显示,血栓四项预测脓毒症患者 28 d 死亡的 AUC=0.944,提示血栓四项对脓毒症 28 d 病死率有良好的预测价值。许小英等<sup>[16]</sup>研究表明,联合检测血浆 TAT、TM 及 t-PAIC 对脓毒症相关 DIC 有更高的诊断敏感效能,在早期识别脓毒症凝血功能紊乱方面展现出显著的临床应用价值。Fang 等<sup>[17]</sup>对 100 例脓毒症患者的回顾性分析表明,新凝血指标(TM、TAT、PIC、t-PAIC)与 SOFA 评分呈明显正相关,提示与疾病严重程度有关,且 DIC 患者这些指标明显高于非 DIC 患者,表明对 DIC 有良好的预测价值。Jiang 等<sup>[18]</sup>的研究结果表明,成人脓毒症 DIC 患者的 TAT 水平升高,但 PIC 并未升高。

APACHE II 评分是用于评估 ICU 患者病情严重程度并预测其病死率的评分系统。基于患者的生理参数、年龄和慢性健康状况进行评分,提供疾病严重程度的量化评估。APACHE II 评分直观反映病情危重程度,且两者间存在明确的线性关联:分值愈高则预后愈差。作为 ICU 评估预后的经典工具,该评分系统目前已在危重症临床风险分层中广泛应用。Godinjak 等<sup>[19]</sup>研究表明,在预测脓毒症预后方面,APACHE II 评分对脓毒症患者 28 d 预后有良好的预测能力。巢益群等<sup>[20]</sup>研究显示,APACHE II 评分是老年脓毒症患者 28 d 死亡风险的独立危险因素,且应用 APACHE II 评分与相关炎症指标(IL-6、TNF- $\alpha$  及 PCT),能更精准地评估老年脓毒症患者的近期转归。Antonelli 等<sup>[21]</sup>研究表明,在脓毒症患者中,凝血功能异常(如 APTT 延长)是独立于 APACHE II 评分的死亡预测因子,提示凝血功能指标可补充 APACHE II 评分的预后评估价值。王子文等<sup>[22]</sup>对 92 例脓毒症患者的回顾性分析显示,脓毒症预后不良患者有较高的 APACHE II 评分、PCT、D-二聚体和较低的乳酸清除率(lactate clearance rate, LCR),APACHE II 评分联合血清 PCT、D-二聚体、LCR 对脓毒症预后不良有良好的预测价值。

本研究明确了 TAT/PIC 比值作为脓毒症预后独立危险因素的临床意义,并证实其与 APACHE II 评分的联合应用价值。现有研究多聚焦于血栓四项单一指标或传统凝血功能参数与脓毒症的关联,而本研究通过比值分析整合凝血激活与纤溶状态的双重信息,更能体现脓毒症时凝血-纤溶系统的整体

失衡特征。此外,本研究排除了长期使用抗凝药物、血液系统疾病等干扰因素,进一步强化了结果的可靠性。但由于本研究为回顾性设计,虽通过严格纳入和排除标准控制混杂因素,仍可能引入选择偏倚,且治疗干预如抗凝药物使用等对凝血指标的影响未能完全排除;其次,本研究仅考虑了入住 ICU 后 24 h 内 TAT/PIC 比值与脓毒症预后的关系,并未观察 TAT/PIC 比值动态变化趋势对结局的影响。考虑到本研究的单中心属性及样本量的局限,相关结论在临床推广应用时仍需审慎对待,可能在一定程度上限制了研究结果的代表性。

未来研究将聚焦于通过连续动态监测脓毒症患者血浆 TAT 与 PIC 水平,深入探讨其演变趋势与临床转归的相关性;同时,依托大规模多中心临床研究,进一步验证上述指标在预后评估中的临床效能,旨在为构建完善的脓毒症风险预警体系提供更高质量的循证医学依据。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Shankar-Hari M, Phillips GS, Levy ML, et al. Developing a new definition and assessing new clinical criteria for septic shock: for the third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3) [J]. *JAMA*, 2016, 315 (8): 775-787. DOI: 10.1001/jama.2016.0289.
- [2] Rudd KE, Johnson SC, Agesa KM, et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990-2017: analysis for the Global Burden of Disease Study [J]. *Lancet*, 2020, 395 (10219): 200-211. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32989-7.
- [3] 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.
- [4] Wang GJ, Hao CX, Yao S, et al. Exploring the mediating role of multiple organ dysfunction in sepsis-induced disseminated intravascular coagulation and its impact on worsening prognosis [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2024, 30: 10760296241271358. DOI: 10.1177/10760296241271358.
- [5] 魏泽坤, 刘阳, 邓兆岩, 等. 凝血因子 XII 与中性粒细胞胞外诱捕网在脓毒症并发弥散性血管内凝血中的作用及中医药干预研究进展 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2025, 32 (3): 373-376. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.03.023.
- [6] Williams B, Zou L, Pittet J F, et al. Sepsis-induced coagulopathy: a comprehensive narrative review of pathophysiology, clinical presentation, diagnosis, and management strategies [J]. *Anesth Analg*, 2024, 138 (4): 696-711. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006888.
- [7] 张彤, 董夏昕, 雷娜, 等. 血栓四项指标与血栓弹力图参数检测对脓毒症合并弥散性血管内凝血的早期诊断价值比较 [J]. *陕西医学杂志*, 2021, 50 (1): 100-102, 110. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7377.2021.01.027.
- [8] 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.
- [9] Zhu L, Dong H, Li L, et al. The mechanisms of sepsis induced coagulation dysfunction and its treatment [J]. *J Inflamm Res*, 2025, 18: 1479-1495. DOI: 10.2147/JIR.S504184.
- [10] Levi M, van der Poll T. Coagulation and sepsis [J]. *Thromb Res*, 2017, 149: 38-44. DOI: 10.1016/j.thromres.2016.11.007.
- [11] Scarlatescu E, Tomescu D, Arama SS. Sepsis-associated coagulopathy [J]. *J Crit Care Med (Targu Mures)*, 2016, 2 (4): 156-163. DOI: 10.1515/jccm-2016-0024.
- [12] 李佳媚, 刘三媛, 李若寒, 等. 重症患者 TAT/PIC 水平与机械通气使用率间的关系 [J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2022, 43 (6): 872-878. DOI: 10.7652/jdyxb202206013.
- [13] 代诗琼, 张晓蓓, 李斌, 等. 凝血-纤溶失衡与老年下肢深静脉血栓严重程度的关系及其对肺栓塞的预测研究 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22 (16): 1743-1747. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2023.16.018.
- [14] 张伟, 于善文, 李福智. 凝血-纤溶标志物与老年下肢深静脉血栓严重程度的相关性及其预测价值 [J]. *中国老年学杂志*, 2025, 45 (12): 2890-2894. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2025.12.018.
- [15] 曾镇桦, 高海阔, 黄绍生, 等. 脓毒症患者 TAT、TM、PIC 和 t-PAIC 水平与病情程度的关系 [J]. *疑难病杂志*, 2021, 20 (12): 1240-1243. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2021.12.012.
- [16] 许小英, 岳熊, 冉晓丽, 等. TAT、sTM 和 t-PAIC 对脓毒症患者凝血功能紊乱的评估价值 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2025, 32 (1): 21-24. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.01.004.
- [17] Fang XW, Fu W, Xu LY, et al. Analysis of the diagnostic value of coagulation markers and coagulation function indices on the occurrence of DIC in sepsis and its prognosis [J]. *Allergol Immunopathol (Madr)*, 2024, 52 (5): 65-72. DOI: 10.15586/aei.v52i5.1119.
- [18] Jiang Y, Mei H, Hu Y. Evaluation of the value of TAT, PIC, tPAIC, TM in diagnosing disseminated intravascular coagulation in Chinese population: a multi-center prospective observational study [J]. *Blood*, 2017, 130 (Suppl 1): 3655.
- [19] Godinjak A, Iglica A, Rama A, et al. Predictive value of SAPS II and APACHE II scoring systems for patient outcome in a medical intensive care unit [J]. *Acta Med Acad*, 2016, 45 (2): 97-103. DOI: 10.5644/ama2006-124.165.
- [20] 巢益群, 刘永萍, 邹德平, 等. APACHE II 评分联合细胞因子及降钙素原对老年脓毒症患者预后的评价 [J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41 (21): 4744-4747. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2021.21.045.
- [21] Antonelli M, Bonten M, Cecconi M, et al. Year in review in Intensive Care Medicine 2012. II: pneumonia and infection, sepsis, coagulation, hemodynamics, cardiovascular and microcirculation, critical care organization, imaging, ethics and legal issues [J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39 (3): 345-364. DOI: 10.1007/s00134-012-2804-9.
- [22] 王子文, 王登基, 徐晓梅, 等. APACHE II 评分联合血清 PCT、D-D、LCR 对脓毒症患者预后不良的预测研究 [J]. *临床急诊杂志*, 2021, 22 (2): 126-130. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2021.02.009.

(收稿日期: 2025-11-10)

(责任编辑: 邸美仙)

• 读者 • 作者 • 编者 •

## 《中国中西医结合急救杂志》关于关键词标注的写作要求

所投稿件均需标引 3~8 个关键词,并尽量使用美国国立医学图书馆编辑的最新版 Index Medicus 中医学主题词表(MeSH)内所列的词。如果尚无相应的词,处理办法为:① 选用直接相关的几个主题词进行组配;② 根据树状结构表选用最上位主题词;③ 必要时,可采用习用的自由词并排列于最后。关键词中不能用缩写,如“HBsAg”应标引为“乙型肝炎表面抗原”。