Modern Practical Medicine, October 2025, Vol. 37, No. 10

·诊治分析·

基于血小板与血乳酸水平对脓毒症28 d预后的预测研究

曾诚，罗毅

【关键词】 脓毒症；血小板；血乳酸；28 d病死率；Cox回归模型
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.10.015
【中图分类号】 R631 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)10-1050-04

脓毒症作为感染引发的全身炎症反应综合征，是急重症医学领域常见的危重症之一。全球流行病学数据显示，脓毒症患者28 d病死率高达40%以上[1-2]，早期识别高危患者对改善预后至关重要。目前临床常用的预后评估工具如序贯器官衰竭评分（sequential organ failure assessment，SOFA）和急性生理与慢性健康评分（acute physiology and chronic health evaluation，APACHE II）等，尽管对患者预后具有较好的预测价值[3]，但这些评分系统操作相对复杂，监测数据相对较多，不便于动态监测。因此，寻找简便、可靠的预后预测指标具有重要临床意义。血乳酸是反映组织灌注和氧代谢的重要指标，已被证实与脓毒症患者的预后密切相关[4]。血小板是凝血系统的重要组成部分，其数量变化与脓毒症的严重程度和预后存在关联[5]。本研究回顾性分析130例脓毒症患者的临床资料，旨在探究血乳酸和血小板计数对脓毒症患者28 d预后的预测价值，为临床早期识别高危患者提供参考依据，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究采用回顾性分析方法，选取2020年1月至2023年12月柳州市中医医院（柳州市壮医医院）收治的脓毒症患者130例。其中男89例，女41例；年龄18～99岁，平均（69.1±16.3）岁；高血压55例，糖尿病28例，心脏病28例，脑血管病28例；肺部感染100例，腹腔感染15例，软组织感染9例，泌尿系感染6例。纳入标准：（1）年龄≥18岁，（2）符合脓毒症的诊断标准[6]，（3）临床资料完整且随访数据可追溯。排除标准：（1）合并恶性肿瘤或血液系统疾病者，（2）妊娠或哺乳期女性，（3）入院24 h内死亡或自动出院者，（4）重要器官功能数据缺失者。根据28 d内的生存状况将患者分为存活组（88例）和死亡组（42例）。本研究获得柳州市中医医院（柳州市壮医医院）医学伦理委员会批准，豁免知情同意。

1.2 方法 收集患者入院时的临床资料，包括年龄，入院时降钙素原、血清白蛋白、D-二聚体水平、SOFA评分，入院后不同时间段的血小板和血乳酸水平，是否合并高血压病、糖尿病、心脏病及脑血管病等基础疾病，以及主要感染部位。鉴于既往研究提示低白蛋白血症可能与脓毒症患者不良结局相关，本研究进一步对血清白蛋白水平进行分层（＜25 g/L与≥25 g/L），以探索该阈值的临床意义和实用性。

1.3 统计方法 采用SPSS 26.0统计软件进行统计分析。正态分布计量资料用均数±标准差表示，组间比较采用独立样本t检验；非正态分布计量资料以中位数（四分位数）表示，组间比较采用Mann-Whitney U检验；对同一组内不同时间点的重复测量计量资料，采用Friedman秩和检验，多重比较采用配对Wilcoxon符号秩检验，并采用Bonferroni方法进行多重比较控制I类错误率。分类变量以频数（%）描述，组间比较使用χ^2检验或Fisher精确检验。多因素分析采用Cox风险回归分析，受试者工作特征曲线（ROC）用于评估预测效能，并计算曲线下面积（AUC）。P＜0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床指标比较 存活组和死亡组年龄，入

作者单位：545001 广西壮族自治区柳州，柳州市中医医院（柳州市壮医医院）
通信作者：罗毅，Email：13877288998@163.com

院首次血清白蛋白水平、SOFA 评分差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）；两组入院首次降钙素原、D-二聚体水平，肺部感染、高血压、糖尿病、心脏病及脑血管病占比差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 1。

2.1.1　两组血小板计数比较　入院后，死亡组血小板计数呈现明显下降趋势（$P < 0.05$），存活组先下降后上升（$P < 0.05$），两组入院 24 h 的血小板数差异有统计学意义（$P < 0.05$），见表 2。

2.1.2　两组血乳酸比较　入院后，两组血乳酸先升高后下降，但趋势不明显（均 $P > 0.05$），两组入院 6 和 24 h 的乳酸差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表 3。

2.2　脓毒症患者预后的多因素分析　Cox 风险回归分析显示，年龄、入院 24 h 血小板计数及入院 24 h 血乳酸为脓毒症患者 28 d 预后的影响因素（均 $P < 0.05$），见表 4。多因素 Cox 回归模型整体拟合优度检验 χ^2=34.88，$P < 0.05$。基于年龄、血小板、乳酸构建联合预测模型，h（t）=h0（t）exp（0.023×年龄−0.004×入院 2 4 h 血小板计数+0.119×入院 2 4 h 血乳酸值）。

2.3　联合预测模型、血小板及血乳酸预测脓毒症患者预后的效能分析　联合预测模型 ROC 曲线的 *AUC* 为 0.746，敏感性 76.2%，特异性 71.6%，见图 1。入院 24 h 血小板计数 *AUC* 为 0.621，最佳截断值为 38.5×10^9/L，敏感性为 23.8%，特异性为 96.6%，见图 2。入院 24 h 血乳酸的 *AUC* 为 0.627，最佳截断值为 2.31 mmol/L，敏感性为 61.9%，特异性为 59.1%，见图 3。联合预测模型的预测效能优于单一指标。

表 1　存活组与死亡组脓毒症患者临床指标比较

临床指标		存活组（*n*=88）	死亡组（*n*=42）	*Z*（χ^2）值	*P* 值
年龄（岁）		70（59，77）	77（66，87）	2.78	＜ 0.05
入院首次降钙素原（ng/ml）		0.94（0.36，12.28）	2.71（0.46，12.89）	0.71	＞ 0.05
入院首次 SOFA 评分（分）		6.00（3.00，7.00）	8.50（6.87，11.00）	4.89	＜ 0.05
入院首次 D-二聚体（μg/ml）		2.87（1.81，5.60）	4.07（2.07，8.67）	1.77	＞ 0.05
入院首次血清白蛋白[例（%）]	＜ 25 g/L	24（27.27）	20（47.62）	（5.26）	＜ 0.05
	≥25 g/L	64（72.73）	22（52.38）		
肺部感染[例（%）]	有	68（77.27）	32（76.19）	（0.02）	＞ 0.05
	无	20（22.73）	10（23.81）		
高血压[例（%）]	有	38（43.18）	17（40.48）	（0.09）	＞ 0.05
	无	50（56.82）	25（59.52）		
糖尿病[例（%）]	有	18（20.45）	10（23.81）	（0.19）	＞ 0.05
	无	70（79.55）	32（76.19）		
心脏病[例（%）]	有	18（20.45）	10（23.81）	（0.19）	＞ 0.05
	无	70（79.55）	32（76.19）		
脑血管病[例（%）]	有	20（22.73）	8（19.05）	（0.23）	＞ 0.05
	无	68（77.27）	34（80.95）		

注：SOFA 为序贯器官衰竭评分

表 2　存活组与死亡组脓毒症患者入院后不同时间点血小板计数比较

	存活组（*n*=88）	死亡组（*n*=42）	*Z* 值	*P* 值
入院首次血小板（×10^9/L）	181.00（126.50，274.00）	182.00（134.75，256.50）	0.31	＞ 0.05
入院 6 小时血小板	176.00（105.75，290.00）[a]	165.50（103.75，266.00）	0.92	＞ 0.05
入院 24 h 血小板	180.00（86.50，273.00）[a]	129.00（47.75，198.25）[a]	2.22	＜ 0.05
P 值	＜ 0.05	＜ 0.05	—	—

注：a 为与入院首次血小板比较有统计学差异，已通过 Bonferroni 校正，$P < 0.05$

表 3　存活组与死亡组脓毒症患者入院后不同时间点血乳酸比较　mmol/L

时间	存活组（*n*=88）	死亡组（*n*=42）	*Z* 值	*P* 值
入院首次血乳酸	2.21（1.67，3.81）	2.81（1.58，5.70）	0.97	＞ 0.05
入院 6 h 血乳酸	2.41（1.69，3.70）	2.94（2.15，6.02）	2.50	＜ 0.05
入院 24 h 血乳酸	2.16（1.62，3.13）	2.64（1.87，4.68）	2.34	＜ 0.05
P 值	＞ 0.05	＞ 0.05	—	—

Modern Practical Medicine, October 2025, Vol. 37, No. 10

3 讨论

本研究回顾性分析 130 例脓毒症患者的临床资料，发现年龄、入院 24 h 血小板计数及入院 24 h 血乳酸水平是脓毒症患者 28 d 预后的影响因素（均 P ＜ 0.05），与既往研究存在共性[7]，同时也呈现出独特的动态变化特征。血清白蛋白与 SOFA 评分虽在单因素分析中显示与预后相关，但在多因素模型中未表现出独立预测价值。基于影响因素构建的联合预测模型 ROC 曲线 AUC 为 0.746，判别效能优于单一指标，这表明多指标联合建模能够提高脓毒症早期风险评估的准确性。

高龄是脓毒症预后不良的重要因素。既往研究指出，老年患者免疫衰老、器官储备下降以及基础疾病负担增加，从而导致对感染的防御能力不足，更易进展为多器官功能障碍，病死率更高[8-9]。本研究亦发现，年龄每增加 1 岁，28 d 死亡风险增加约 2.3%，提示临床需对高龄患者给予更积极的评估和干预。

有研究表明，血小板减少与脓毒症患者死亡风险密切相关，早期血小板计数下降提示预后不良[10-11]。其机制涉及骨髓抑制导致血小板生成减少，以及炎症和凝血激活引起的消耗增加，部分患者还可因并发弥散性血管内凝血（DIC）进一步加重血小板耗竭[12-13]。本研究发现，死亡组 24 h 血小板计数显著低于存活组，并入院期间呈下降趋势。ROC 分析显示 24 h 血小板计数截断值为 38.5×10^9/L，敏感性 23.8%，特异性 96.6%。这提示血小板下降虽非高敏感指标，但当其水平显著降低时，预示死亡风险明显增加，需持续动态监测血小板水平，以提高脓毒症预后评估的准确性。

血乳酸是反映组织灌注和缺氧的经典指标，其异常升高提示不良预后[14-15]。本研究显示，入院 24 h 乳酸水平为 28 d 预后的影响因素，每升高 1 mmol/L，死亡风险增加 12.7%，这与现有研究[16]报道的高乳酸水平与器官功能恶化，病死率上升的结论相符。本研究 ROC 分析表明，血乳酸最佳截断值为 2.31 mmol/L，敏感性 61.9%，特异性 59.1%，预测效能有限，需整合其他临床指标综合评估。本研究未观察到不同时间点乳酸动态变化的差异，这可能与样本量、检测频率及患者差异有关，但死亡组入院 24 h 乳酸水平高于存活组，提示其在特定时点仍具一定预警价值。未来应结合乳酸清除率及微循环指标，构建动态联合模型，以提升预后评估的准确性。

血清白蛋白在维持血浆胶体渗透压、抗炎及抗氧化方面具有潜在保护作用[17]。既往研究报道，严重低白蛋白血症（＜ 25 g/L）在危重症患者中的发生率为 5.0%～ 9.6%[18]，并与脓毒症患者 30 d 死亡相关[19]。本研究中血清白蛋白虽在单因素分析中提示与预后相关，但未表现为独立影响因子，可能与样本量有限、检测时点为入院初期，早期水平可能无法准确反

表 4　脓毒症 28 d 预后的 Cox 风险回归分析

指标	B 值	SE 值	Waldχ^2 值	P 值	HR 值	95%CI 值	
						下限	上限
年龄	0.023	0.011	4.582	＜ 0.05	1.023	1.002	1.045
入院首次血浆白蛋白	−0.225	0.339	0.441	＞ 0.05	0.798	0.411	1.552
入院首次 SOFA 评分	0.079	0.052	2.243	＞ 0.05	1.082	0.976	1.199
入院 24 h 血小板计数	−0.004	0.002	5.161	＜ 0.05	0.996	0.993	0.999
入院 24 h 血乳酸值	0.119	0.035	11.348	＜ 0.05	1.127	1.051	1.208

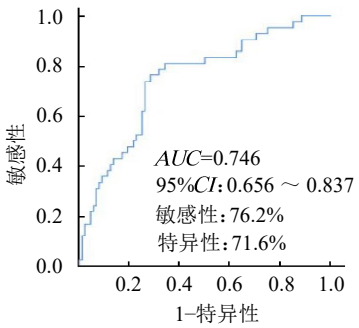


图 1　联合预测模型的 ROC 曲线

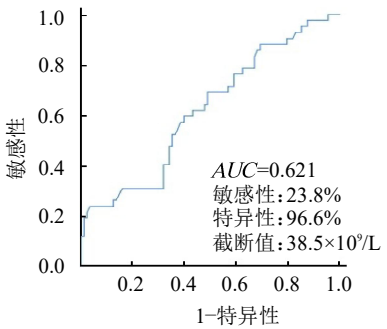


图 2　入院 24 h 血小板 ROC 曲线

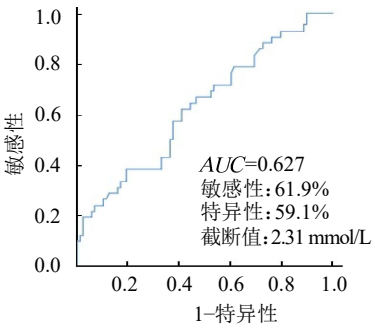


图 3　入院 24 h 血乳酸 ROC 曲线

映病情进展以及其水平受基础疾病、营养状况等长期因素影响有关，未来研究可通过动态监测或联合多指标建模进一步验证其临床意义。

SOFA 评分是常用的脓毒症分层和预后判断工具，其得分与患者的死亡风险呈正相关[20]。本研究中SOFA评分在单因素分析中与预后相关，但在多因素分析未表现，这提示入院基线评分适用于总体风险分层，但在短期预后预测中，入院后 24 h 的实验室指标更能反映疾病进展与预后风险。

降钙素原和 D-二聚体均被认为与脓毒症严重程度和不良预后相关[21-23]。本研究未发现二者在存活组与死亡组间存在显著差异，这可能与样本量不足，统计效能有限，以及部分患者入院前接受抗感染治疗，干扰基线水平有关。未来需在大样本、多中心研究中结合动态监测进一步验证其在脓毒症预后评估中的作用。

综上所述，高龄、入院 24 h 血小板计数下降及入院 24 h 血乳酸水平升高是脓毒症患者 28 d 死亡的独立危险因素。临床实践中应重视入院 24 h 这一“时间窗”，乳酸≥2.31 mmol/L 或血小板计数≤38.5×10^9/L 应视为高危信号，尽早给予相应的干预措施，以改善患者预后。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] 刘林,汤家才,刘杰,等.安徽省 ICU 脓毒症流行病学特点及预后影响因素[J].中国急救医学,2024,44(12):1092-1098.

[2] 林敏青.脓毒症中医证型分布特点及与相关因素的临床研究[D].武汉:湖北中医药大学,2021.

[3] KILINC TOKER A, KOSE S, TURKEN M. Comparison of SOFA score, SIRS, qSOFA, and qSOFA + L criteria in the diagnosis and prognosis of sepsis[J]. Eurasian J Med, 2021, 53(1): 40-47.

[4] 李国锋,李秀艳,曹文理.血清乳酸水平对老年脓毒症患者 28d 内死亡的预测价值[J].吉林医学,2023,44(10):2713-2716.

[5] 叶美烯,蒋黎.脓毒症患者预后评估的研究进展[J].中国现代医生,2024,62(35):114-118.

[6] SEYMOUR C W, LIU V X, IWASHYNA T J, et al. Assessment of clinical criteria for sepsis: For the third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. JAMA, 2016, 315(8): 762-774.

[7] 王娜,王丰容,李俊玉,等.急性胃肠道损伤分级联合序贯器官衰竭评分对脓毒症患者 28 天预后有评估价值[J].内科急危重症杂志,2024,30(1):12-16.

[8] 张凯,黄一沁,余纳,等.GPR120 基因通过调控 NLRP3 炎症小体激活保护脓毒症肺损伤的机制研究[J].老年医学与保健,2024,30(3):711-720.

[9] TIAN H C, ZHOU J F, WENG L, et al. Epidemiology of Sepsis-3 in a sub-district of Beijing: Secondary analysis of a population-based database[J]. Chin Med J, 2019, 132(17): 2039-2045.

[10] 卞兵兵,李慧慧.脓毒症患者早期血小板相对减少对临床结局的影响[J].中国急救医学,2022,42(7):561-566.

[11] LEONE M, NIELSEN N D, RUSSELL L. Ten tips on sepsis-induced thrombocytopenia[J]. Intensive Care Med, 2024, 50(7): 1157-1160.

[12] DEWITTE A, LEPREUX S, VILLENEUVE J, et al. Correction to: Blood platelets and sepsis pathophysiology: A new therapeutic prospect in critically ill patients?[J]. Ann Intensive Care, 2018, 8(1): 32.

[13] 程莲,何鑫,刘志武,等.脓毒症相关性血小板减少症的研究进展[J].中国感染控制杂志,2021,20(10):955-960.

[14] PARK I H, YANG J H, JANG W J, et al. Clinical significance of lactate clearance in patients with cardiogenic shock: Results from the RESCUE registry[J]. J Intensive Care, 2021, 9(1): 63.

[15] 闵婕,陆建红,姬晓伟,等.血小板与淋巴细胞比值对脓毒症患者预后的评估价值[J].浙江医学,2022,44(21):2256-2259,2264.

[16] 郑亮. 脉搏灌注指数监测对脓毒性休克患者病情评估和预后判断的临床意义[D].天津:天津医科大学,2018.

[17] 赵佳慧.脓毒症与急性肾损伤[J].中国临床保健杂志,2020,23(6):749-752.

[18] YIN M, SI L, QIN W D, et al. Predictive value of serum albumin level for the prognosis of severe sepsis without exogenous human albumin administration: A prospective cohort study[J]. J Intensive Care Med, 2018, 33(12): 687-694.

[19] TURCATO G, ZABOLI A, SIBILIO S, et al. Albumin as a prognostic marker of 30-day mortality in septic patients admitted to the emergency department[J]. Intern Emerg Med, 2023, 18(8): 2407-2417.

[20] 周江伟,韩贝贝,隋海洋,等.重症肺部感染相关脓毒症预后不良的预测模型及其预测效能[J].中华医院感染学杂志,2024,34(9):1286-1289.

[21] 姜锋芒,周黎魏.降钙素原、血乳酸和乳酸清除率对脓毒症患者病情评估和预后预测的价值[J].中国卫生检验杂志,2021,31(15):1881-1884.

[22] 张白莎,汤丽平,罗娜.血液标志物对预测重症急性胰腺炎继发脓毒症的应用进展[J].现代医药卫生,2024,40(12):2094-2098.

[23] KUDO D, GOTO T, UCHIMIDO R, et al. Coagulation phenotypes in sepsis and effects of recombinant human thrombomodulin: An analysis of three multicentre observational studies[J]. Crit Care, 2021, 25(1): 114.

收稿日期:2025-04-21

（本文编辑:孙海儿）