

乳酸清除率联合SOFA评分对脓毒性休克患者短期预后的预测价值

李百远*, 姜文娟

延安大学附属医院重症医学科, 陕西 延安

收稿日期: 2025年10月13日; 录用日期: 2025年11月6日; 发布日期: 2025年11月14日

摘要

目的: 探究乳酸清除率(LCR)联合序贯器官衰竭评估(SOFA)评分对脓毒性休克患者短期预后的预测价值。方法: 选取2023年1月至2025年6月收治的100例脓毒性休克患者为研究对象。根据28 d预后情况分为生存组(n = 54)与死亡组(n = 46)。记录患者性别、年龄、BMI、基础疾病、感染部位、实验室指标、急性生理学及慢性健康状况评估II (APACHE II)、SOFA评分等。记录2组患者入院时(0 h)、入院6 h、入院24 h的乳酸(Lac)值, 并计算6 h及24 h LCR。利用Logistic回归分析筛选预测脓毒性休克患者预后的独立因素, 并绘制ROC曲线, 分析LCR联合SOFA评分预测患者预后的曲线下面积(AUC)。结果: 死亡组年龄、SOFA评分、PLT、Lac0h、Lac6h、Lac24h、6 h LCR、24 h LCR显著高于生存组(均 $P < 0.05$), Logistic回归结果显示SOFA评分、24 h LCR为患者预后的独立预测因子, SOFA评分预测脓毒性休克患者预后的AUC为0.680, 24 h LCR预测脓毒性休克患者预后的AUC为0.800, 两者联合预测脓毒性休克患者预后的AUC为0.822。结论: 在脓毒性休克患者中, SOFA评分、24 h LCR是影响其短期预后的独立危险因素; 入院后24 h LCR联合SOFA评分预测脓毒性休克预后的准确性优于单个变量, 具有较好的预测价值。

关键词

脓毒性休克, 乳酸清除率, SOFA评分

Predictive Value of Lactate Clearance Rate Combined with SOFA Score for Short-Term Prognosis in Patients with Septic Shock

Baiyuan Li*, Wenjuan Jiang

Department of Critical Care Medicine, Yan'an University Affiliated Hospital, Yan'an Shaanxi

Received: October 13, 2025; accepted: November 6, 2025; published: November 14, 2025

*通讯作者。

文章引用: 李百远, 姜文娟. 乳酸清除率联合 SOFA 评分对脓毒性休克患者短期预后的预测价值[J]. 临床医学进展, 2025, 15(11): 1359-1368. DOI: 10.12677/acm.2025.15113230

Abstract

Objective: To explore the predictive value of lactate clearance rate (LCR) combined with Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score for short-term prognosis in patients with septic shock. **Methods:** A total of 100 patients with septic shock admitted from January 2023 to June 2025 were selected as the research subjects. They were divided into the survival group ($n = 54$) and the death group ($n = 46$) based on their 28-day prognosis. Data including patients' gender, age, body mass index (BMI), underlying diseases, infection sites, laboratory indicators, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) score, and SOFA score were recorded. The lactate (Lac) levels of patients in both groups were measured at admission (0 h), 6 hours after admission, and 24 hours after admission; the 6-hour LCR and 24-hour LCR were then calculated. Logistic regression analysis was used to screen for independent factors predicting the prognosis of patients with septic shock. Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were plotted, and the area under the curve (AUC) of LCR combined with SOFA score for predicting patient prognosis was analyzed. **Results:** Compared with the survival group, the death group had significantly higher age, SOFA score, platelet count (PLT), Lac level at admission (Lac0h), Lac level at 6 hours after admission (Lac6h), Lac level at 24 hours after admission (Lac24h), 6-hour LCR, and 24-hour LCR (all $P < 0.05$). Logistic regression results showed that SOFA score and 24-hour LCR were independent predictors of patient prognosis. The AUC of SOFA score for predicting the prognosis of patients with septic shock was 0.680, the AUC of 24-hour LCR was 0.800, and the AUC of the combination of the two was 0.822. **Conclusion:** In patients with septic shock, SOFA score and 24-hour LCR are independent risk factors affecting their short-term prognosis. The combination of 24-hour LCR (after admission) and SOFA score has higher accuracy in predicting the prognosis of septic shock than either indicator alone, and thus exhibits good predictive value.

Keywords

Septic Shock, Lactate Clearance Rate (LCR), Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

作为困扰人类健康数十年的疾病, 全球每年新增脓毒症病例超过 4890 万例, 死亡人数约为 1100 万例, 占全球死亡人数的 20% [1]。因其病情凶险、进展迅速、治疗费用高昂, 是重症患者死亡的主要原因之一。近年来虽然对脓毒性休克的发病机制和治理措施研究取得一定进展, 但其病死率仍高达 40%~50%, 仍缺乏对病情预后判断的有效可靠的指标[1]。脓毒症预后评估对于早期准确地进行风险分层、制定诊疗策略至关重要, 对于临床医生制定个体化治疗方案, 包括液体复苏强度、血管活性药物使用、是否启动肾脏替代治疗等、合理配置医疗资源具有重要意义。目前尚无公认、可靠的生物标志物用于准确预测脓毒性休克患者的预后。临床常用的生物标志物, 如 C 反应蛋白(C-reactive Protein, CRP)、白蛋白、白细胞介素-6 (Interleukin-6, IL-6)和肿瘤坏死因子等在脓毒性休克预后评估中的指导作用仍存在较大争议。在脓毒症及脓毒性休克患者中, 外周血乳酸(lactic acid, Lac)升高的机制涉及组织低灌注、细胞氧利用障碍、应激性高代谢等, 是反映组织灌注的敏感指标, 广泛应用于脓毒性休克患者的临床监测中[2]。然而, 单次血 Lac 水平并不能准确反映机体的动态组织灌注, 无法持续监测疾病的严重程度及治疗效果。早期 Lac

清除作为“拯救脓毒症运动”指南推荐的复苏目标之一, 能更敏感地反映组织灌注的改善情况。研究表明, Lac 及乳酸清除率(Lactate Clearance Rate, LCR)可以预测严重脓毒症或脓毒性休克患者的生存预后[3]。

急性生理学与慢性健康状况评估 II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II, APACHE II)评分是脓症患者病情严重程度和死亡风险预测的常用指标, 分数越高提示预后越差[4]。然因其参数采集繁琐(含 12 项生理指标 + 年龄 + 慢性健康评分), 在基层或急诊场景中实用性受限, 且 APACHE II 评分基于入院 24 小时内最差生理参数, 无法反映病情动态变化, 对治疗反应的实时监测能力有限。在脓毒症关键器官功能障碍(如凝血、肝、肾)的评估方面, 序贯器官衰竭评估(Sequential Organ Failure Assessment, SOFA)评分比 APACHE II 评分能更精准反映多器官衰竭程度[5]。当前脓毒症诊断标准(Sepsis-3)已将 SOFA 评分作为核心工具(感染 + SOFA ≥ 2 分) [6]。APACHE II 正逐步与 SOFA 及生物标志物联合应用, 形成多维度评估体系。通过评分对患者进行风险分层, 帮助临床医生识别高危人群, 优化资源分配和治疗策略。

现有研究将 LCR 与其他指标(如降钙素原(Procalcitonin, PCT)、CRP、SOFA 评分等)联合应用的研究, 指出目前将 LCR 与 APACHE II、SOFA 评分联合用于预测脓毒症预后的研究尚不够深入, 或样本量较小, 或结论不一, 存在进一步研究的空间。因此, 本研究纳入包括 PCT、CRP、不同时间点 LCR (0 h、6 h、24 h)、APACHE II 评分、SOFA 评分等在内的多项指标, 探究其对脓毒性休克患者 28 天死亡率的预测价值, 为该类患者预后提供一定参考依据。

2. 临床资料与方法

2.1. 研究对象

选取 2023 年 1 月至 2025 年 6 月延安大学附属医院重症医学科收治的脓毒性休克患者为研究对象。本研究已通过延安大学附属医院医学伦理委员会批准(审批号: IIT-R-20250182), 因本研究为回顾性队列研究, 数据来源于医院电子病历系统, 患者隐私信息已脱敏处理, 经伦理委员会审议, 豁免患者知情同意。

2.2. 纳入及排除标准

纳入标准: ① 年龄 ≥ 18 周岁。② 符合 Sepsis 3.0 脓毒性休克诊断标准[6]。③ 临床资料完整。排除标准: ① 年龄 < 18 周岁; ② 妊娠或哺乳期妇女; ③ ICU 住院超过 30 d 或 < 24 h; ④ 恶性肿瘤终末期; ⑤ 放弃治疗及临床资料不完整患者。

2.3. 分组

根据患者在治疗期间 28 天是否死亡为观察节点, 分为生存组与死亡组。

2.4. 研究方法

① 通过查阅电子病历系统收集研究对象基线资料: 性别、年龄、身体质量指数(Body Mass Index, BMI)、基础疾病(高血压、糖尿病、冠心病、慢性阻塞性肺病)、感染部位(肺部、腹部、泌尿系等)、入院 24 h 内 APACHE II 评分、SOFA 评分; ② 入院时血白细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血小板(Platelet, PLT)计数、血红蛋白、CRP、IL-6、PCT、尿素氮、肌酐、白蛋白、凝血指标、血 Lac (Lac0h)和血清 PCT 水平等生化检查; ③ 液体复苏 6 h 血 Lac 水平(Lac6h), 24 h 血 Lac 水平(Lac24h)。计算 $LCR(\%) = (Lac0h - Lacn) / Lac0h \times 100\%$ (Lacn 包括 Lac6h、Lac24h)。

2.5. 样本量估算

以 24 h LCR 对脓毒性休克患者 28 天死亡预后的预测价值为核心, 依据 24 h LCR 与患者短期预后的关联强度(OR = 1.289)设定效应量[7]。设定关键参数: ① 双侧检验水准 $\alpha = 0.05$; ② 把握度 $(1 - \beta) = 80\%$

($\beta=0.2$); ③ 回顾性研究预留 10%数据缺失率。采用 PASS 15.0 软件“Logistic Regression-Single Predictor”模块, 结合脓毒性休克患者死亡率约 40% [1], 设定死亡组与生存组样本比例 1:1.5, 计算得至少需 66 例有效样本。考虑数据缺失率后, 计划纳入 74 例($66 \div 90\% \approx 73.3$, 向上取整)。实际纳入符合 Sepsis 3.0 标准的脓毒性休克患者 100 例(生存组 54 例、死亡组 46 例), 远超估算量, 且两组比例与预设一致。多因素 Logistic 回归模型含 5 个变量, 100 例样本量高于“变量数 10~20 倍”的要求, 可避免模型过拟合, 保障联合分析效能。

2.6. 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析。所有计量资料均行正态性检验, 符合正态分布以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 不符合正态分布资料以中位数或四分位数表示; 两组计量资料比较, 若满足正态性及方差齐性时, 用 t 检验; 不符合正态分布用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料采用 χ^2 检验。在进行二元 Logistic 回归分析前, 对不同时间点的 Lac (0 h、6 h、24 h) 及 LCR (6 h、24 h) 进行共线性诊断, 剔除 Lac0h、Lac6h、Lac24h, 以避免共线性对模型稳健性的干扰。以“28 天死亡”为因变量(生存 = 0, 死亡 = 1), 筛选影响脓毒性休克患者死亡的独立危险因素; 用受试者工作特征曲线(Receiver Operating Characteristic Curve, ROC)分析 24 h LCR、SOFA 评分, 以及两者联合在预测脓毒性休克患者预后的价值。以 $\alpha=0.05$ 为检验水准, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患者一般资料比较

本研究共纳入 100 例患者, 其中男性 62 例(62.00%), 女性 38 例(38.00%)。生存组 54 例(54.00%), 死亡组 46 例(46.00%)。与生存组相比, 死亡组年龄更大, SOFA 评分更高, 组间比较差异有统计学意义($P<0.05$)。但两组性别、基础疾病、感染部位、BMI、APACHE II 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

Table 1. Comparison of general data of two groups of patients

表 1. 两组患者一般资料比较

组别	例数 (例)	性别[例(%)]		年龄(岁)	基础疾病[例(%)]			
		男	女		高血压	糖尿病	冠心病	慢性阻塞性 肺病
生存组	54	35 (65.00)	19 (35.19)	66.50 (56.75, 76)	14 (25.93)	9 (16.67)	9 (16.67)	3 (5.56)
死亡组	46	27 (58.70)	19 (41.30)	72.00 (64.75, 81.25)	5 (10.87)	12 (26.09)	4 (8.70)	7 (15.22)
$\chi^2/t/Z$		0.395		-2.09	3.659	1.329	1.395	2.576
P 值		0.53		0.037	0.056	0.249	0.237	0.108
组别		感染部位[例(%)]				BMI (kg·m ⁻²)	APACHE II 评分(分)	SOFA 评分(分)
		肺部	腹部	泌尿系	其他			
生存组	28 (51.85)	23 (42.59)	4 (7.41)	1 (1.85)	20.51 $\pm$ 2.85	24.50 (20.50, 29.00)	8.00 (5.00, 11.00)	
死亡组	26 (56.52)	15 (32.61)	2 (4.35)	1 (2.17)	20.92 $\pm$ 2.76	27.00 (20.00, 35.25)	10.50 (7.00, 14.00)	
F/t/Z		2.027				-0.722	-1.665	-3.104
P 值		0.660				0.472	0.096	0.002

3.2. 两组患者相关实验室指标比较

两组间 PLT 计数比较差异有统计学意义, 与生存组相比, 死亡组 PLT 计数更低($P < 0.05$)。余指标比较无统计学差异($P > 0.05$)。见表 2。

Table 2. Comparison of laboratory results among the two groups of patients

表 2. 两组患者实验室指标比较

组别	例数(例)	白细胞计数 ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	中性粒细胞计数 ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	淋巴细胞计数 ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	血红蛋白 ($g \cdot L^{-1}$)
生存组	54	11.98 (5.89, 17.1)	10.65 (4.75, 15.46)	0.59 (0.38, 0.87)	113.06 $\pm$ 3.85
死亡组	46	11.29 (5.14, 15.05)	9.17 (3.90, 13.43)	0.47 (0.25, 0.76)	112.41 $\pm$ 4.96
t/Z		-0.823	-0.861	-1.511	0.104
P 值		0.410	0.389	0.131	0.917

组别	PLT ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	CRP ($mg \cdot L^{-1}$)	IL-6 ($pg \cdot L^{-1}$)	PCT ($ug \cdot L^{-1}$)
生存组	148.5 (91.5, 214.25)	93.03 (34.03, 155)	643.55 (156, 1714.5)	2.73 (0.76, 19.52)
死亡组	106.5 (62.75, 169)	102.57 (62.08, 169.31)	530.13 (96.34, 1415.25)	3.01 (1.21, 10.65)
Z 值	-2.282	-1.411	-0.702	-0.391
P 值	0.022	0.158	0.482	0.696

组别	白蛋白($g \cdot L^{-1}$)	尿素氮($mmol \cdot L^{-1}$)	肌酐($umol \cdot L^{-1}$)
生存组	27.15 (23.43, 30.38)	11.25 (6.03, 15.58)	105.00 (61.00, 198.88)
死亡组	25.45 (20.45, 31.23)	11.45 (8.50, 17.03)	117.85 (59.73, 190.03)
Z 值	-1.069	-1.490	-0.124
P 值	0.285	0.136	0.901

组别	凝血酶原时间 (sec)	活化部分凝血活酶 时间(sec)	凝血酶原国际标准 化比值(INR)	纤维蛋白原 ($g \cdot L^{-1}$)	D-二聚体 ($mg \cdot L^{-1}$)
生存组	14.55 (13.05, 19.13)	33.25 (27.33, 38.15)	1.28 (1.10, 1.64)	4.35 $\pm$ 2.77	5.75 (3.28, 14.10)
死亡组	14.65 (13.48, 17.73)	34.10 (29.75, 45.98)	1.29 (1.17, 1.50)	4.63 $\pm$ 0.35	4.94 (2.90, 9.94)
t/Z 值	-0.429	-1.411	-0.443	-0.629	-0.761
P 值	0.668	0.158	0.658	0.531	0.447

3.3. 两组患者不同时点 Lac 和 LCR 比较

与生存组相比, 死亡组 Lac0h、Lac6h、Lac24h 更高, 而 6 h LCR、24 h LCR 低于生存组, 组间比较差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

Table 3. Comparison of blood lactate levels and lactate clearance rate among the two groups of patients
表 3. 两组患者血 Lac 和 LCR 比较

组别	例数	Lac0h (mmol/L)	Lac6h (mmol/L)	Lac24h (mmol/L)	6 h LCR (%)	24 h LCR (%)
生存组	54	3.7 (2.6, 5.92)	1.8 (1.2, 3.3)	1.5 (1.0, 2.3)	44.65 ± 2.74	58.07 ± 2.45
死亡组	46	4.65 (3.25, 7.65)	3.25 (1.88, 5.80)	2.85 (1.88, 5.45)	32.91 ± 2.42	33.89 ± 2.76
Z/t		-2.069	-3.270	-5.153	3.158	6.553
P		0.039	0.001	<0.001	0.002	<0.001

3.4. 影响脓毒性休克患者预后的危险因素分析

以“28 天死亡”为因变量(生存 = 0, 死亡 = 1), 筛选影响脓毒性休克患者死亡的独立危险因素。在进行 Logistic 回归分析前, 对不同时间点的 Lac (0 h、6 h、24 h)及 LCR (6 h、24 h)进行共线性诊断, 剔除 Lac0h、Lac6h、Lac24h, 以避免共线性对模型稳健性的干扰, 最终将年龄、SOFA 评分、PLT 计数、6 h LCR、24 h LCR 纳入 Logistic 回归模型。结果显示, SOFA 评分、24 h LCR 是脓毒性休克患者 28 d 内预后不良的独立影响因素(均 $P < 0.05$)。见表 4。

Table 4. Analysis of influencing factors for poor prognosis in patients with septic shock
表 4. 脓毒性休克患者预后不良的影响因素分析

项目	β	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
年龄	-0.033	0.019	2.872	0.090	0.968	0.932~1.005
SOFA	0.064	0.015	18.645	<0.001	1.067	1.036~1.098
PLT 计数	-0.001	0.003	0.176	0.675	0.999	0.992~1.005
6 h LCR	0.007	0.033	0.043	0.835	1.007	0.943~1.075
24 h LCR	0.075	0.03	6.109	0.013	1.078	1.016~1.144

3.5. 血 24 h LCR 及 SOFA 对脓毒性休克患者短期预后的预测价值

SOFA 评分预测脓毒性休克患者预后不良的 AUC 为 0.680, 24 h LCR 预测脓毒性休克患者不良预后的 AUC 为 0.800, 两者联合预测脓毒性休克患者预后的 AUC 为 0.822, 高于单一指标检测(均 $P < 0.05$)。见表 5 及图 1。

Table 5. Predictive value of 24 h LCR and SOFA for short-term prognosis in patients with septic shock
表 5. 血 24 h LCR 及 SOFA 对脓毒性休克患者短期预后的预测价值

指标	AUC	P 值	95%CI	敏感性	特异性	约登指数
SOFA	0.680	0.002	0.577~0.784	0.652	0.630	0.282
24 h LCR	0.800	<0.001	0.715~0.885	0.804	0.641	0.445
联合指标	0.822	<0.001	0.740~0.905	0.826	0.67	0.496

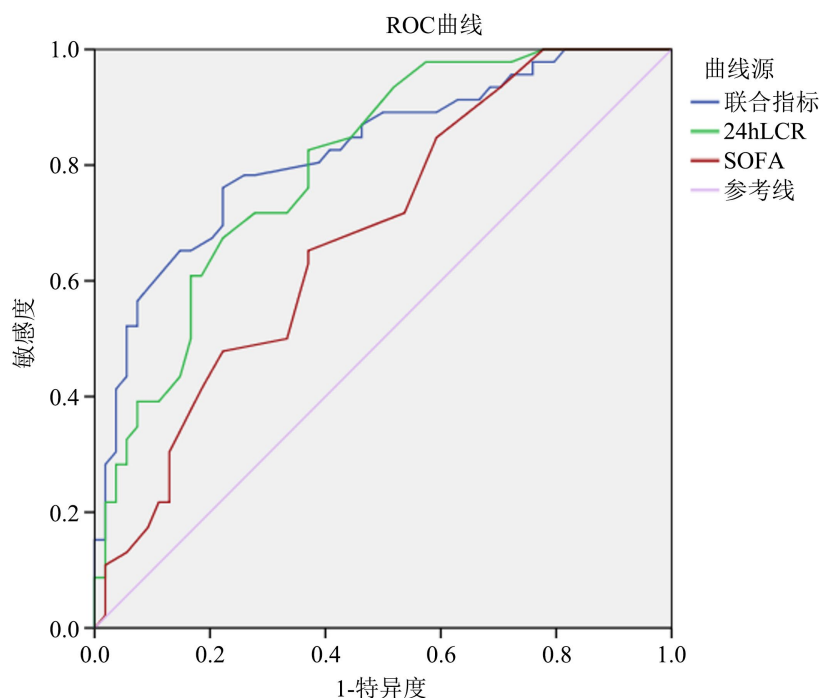


Figure 1. ROC curves of 24-hour LCR and SOFA for predicting short-term prognosis in patients with septic shock

图 1. 24 h LCR 及 SOFA 预测脓毒性休克患者短期预后的 ROC 曲线

4. 讨论

脓毒性休克作为脓毒症最严重的临床表型, 在全球范围内造成重大疾病负担。研究数据显示[8], 在急诊科就诊的疑似感染患者中, 脓毒性休克患者的 28 天死亡率高达 20.5%, 显著高于普通脓毒症患者 (21.4%) 和疑似感染患者 (7.9%), 这种高死亡率与多器官功能障碍的快速进展密切相关。本研究通过对 100 例脓毒性休克患者进行研究, 以 28 d 生存情况为观察节点, 发现该类患者 28 d 死亡率高达 46%。在两组患者中, 中位年龄均大于 60 岁, 且生存组和死亡组的感染灶均以肺部居多 (占比分别为 51.85%、56.52%), 造成该现象原因有以下三点原因: 第一, 老年患者因生理储备下降、基础疾病多等特点, 免疫系统功能、器官代偿能力显著衰退, 感染后更易进展为脓毒性休克, 且救治后恢复能力差, 死亡风险更高。此外, 老年群体呼吸道黏膜屏障功能弱, 易发生流感、肺炎等呼吸道感染。且因缺氧耐受性差, 感染后进展迅速, 易发展成重症肺炎、脓毒性休克, 死亡风险显著升高[9]。研究表明, 老年患者在感染时易出现过度炎症反应和免疫抑制的双重状态。持续的炎症或短期炎症刺激 (如脓毒症) 可能加速免疫细胞衰老, 引发炎症因子风暴, 并促进免疫抑制状态的发展[10], 继而导致更高的发病率和死亡率。第二, 老年患者及家属健康意识薄弱, 延误早期干预。陕北老年群体的健康认知水平较低, 且家属对脓毒症的危险性认知不足, 导致“早期就医率低、治疗依从性差”。老年患者及家属普遍存在“发热才是重病”的误区, 对感染早期的非典型症状 (如乏力、嗜睡、尿量减少) 重视不足, 从而延误就医。第三, 区域医疗能力不均衡。陕北地域辽阔, 部分乡镇距市区三甲医院车程超 2 小时, 老年患者因行动不便、就医便利性差、家属对病情严重性认知不足, 易出现救治延迟, 往往在出现休克症状后才选择转诊, 错过救治最佳时间窗。总之, 老年人本身的生理脆弱性是基础, 而地区特有的环境、医疗与社会因素进一步放大了这种脆弱性, 导致感染易发生、进展快、救治难。

APACHE II 和 SOFA 评分作为评估脓毒性休克患者病情严重程度的指标, 在临床中应用广泛。研究

显示, 脓毒性休克患者的平均 APACHE II 评分为 21 分[4], 且与非存活者相比, 存活者的 APACHE II 评分显著较低[11]。脓毒性休克患者的入院 SOFA 评分中位数为 10 分[12], 且与 APACHE II 类似, 非存活者的 SOFA 评分显著高于存活者[13]。本研究结果显示, 死亡组 SOFA 评分明显高于生存组, 然两组间 APACHE II 评分并无显著差异。针对这一非预期结果, 可能原因包括: 第一, APACHE II 评分指标范围广, 涵盖 12 项生理指标及慢性健康状况, 其中慢性基础病权重较高, 而本研究中两组患者基础疾病构成无显著差异($P > 0.05$), 且 APACHE II 评分依赖入院 24 h 内最差生理参数, 可能因部分患者早期干预及时, 生理指标快速改善, 掩盖了病情严重程度差异; 第二, SOFA 评分聚焦急性器官功能障碍, 直接对应脓毒性休克“感染诱发多器官功能衰竭”的核心病理机制, 而脓毒性休克患者死亡多与急性器官功能衰竭进展相关, 因此 SOFA 评分更能区分死亡组与生存组的风险差异; 第三, 本研究样本量较小, 可能导致 APACHE II 评分组间差异未达统计学意义, 后续需扩大样本量进一步验证。

脓毒性休克中, PLT 是反映机体炎症反应、凝血功能及器官损伤的关键指标。脓毒症引起的全身炎症反应可抑制巨核细胞成熟和 PLT 释放, 导致 PLT 生成减少[14]。此外, 脓毒症时过度激活的免疫系统(如补体激活、中性粒细胞胞外诱捕网形成)可直接破坏 PLT [15], 细菌/病毒病原体可通过表面分子直接激活 PLT, 导致其消耗[16]。PLT 减少会进一步恶化单核细胞免疫功能, 导致细胞因子产生增加, 形成恶性循环[17]。PLT 本身作为免疫调节细胞, 其减少亦可能加重脓毒症的免疫失衡[18]。国外一项前瞻性队列研究显示, ICU 入院时 PLT 减少与 90 天死亡率相关($OR = 1.7$) [19]。而 PLT 减少是脓毒症严重程度和死亡风险的独立预测因子[18]。国内有研究表明[20], 脓症患者死亡组 PLT 水平低于生存组($P < 0.05$), PLT 是影响脓症患者死亡的独立危险因素。本研究亦发现死亡组 PLT 计数显著低于生存组($P < 0.05$), 然而多因素分析结果显示, PLT 计数并不是影响脓毒性休克患者短期预后的独立危险因素。分析原因, 考虑与研究纳入人群不同、感染部位差异等有关, 本研究只纳入脓毒性休克患者, 未将脓症患者作为研究对象, 后期可行分层研究, 探究 PLT 在脓毒症、脓毒性休克人群中的差异, 以及不同感染灶患者 PLT 计数水平是否有所差异。

Lac 作为反映组织灌注不足的关键代谢标志物, 在脓毒性休克预后评估中具有独特价值。早期(6~8 小时)LCR 反映微循环灌注改善, 而 24 小时 LCR 则与持续器官功能恢复相关[21]。研究证实, 初始 Lac 水平与死亡率显著相关, 其动态变化模式更能准确预测临床结局[21]。Lee 等[22]通过对 363 例脓毒症和脓毒症休克研究发现, 6 小时 Lac 水平和 6 h LCR 与 30 天死亡率相关(OR 分别为 1.191 [95%CI, 1.097~1.294] 和 0.989 [95%CI, 0.983~0.995])。在心源性休克患者中, 存活者在治疗 6~8 小时和 24 小时的 LCR 显著高于死亡组($P < 0.001$), 这一发现在脓毒性休克中同样适用[23]。本研究结果亦表明, 生存组 6 h LCR 和 24 h LCR 显著高于死亡组。

SOFA 评分通过量化六个器官系统的功能障碍程度, 提供了全面的器官功能评估框架。王会仙等[24]通过对 107 例脓毒性休克患者进行回顾性研究发现, SOFA 评分是影响脓毒性休克患者预后的危险因素($OR = 2.375$)。徐大千等[7]研究表明, 24 h LCR、SOFA 评分是脓症患者预后独立危险因素, 其中 24 h LCR 预测患者预后 AUC 为 0.753, SOFA 评分预测患者预后 AUC 为 0.775, 与本研究结论一致。王倬旭等[25]以 120 例脓症患者为研究对象, 发现 APACHE II 评分、SOFA 评分、6 h LCR、PCT 及血钙是脓症患者 28 d 死亡的独立危险因素($P < 0.05$)。与本研究结论存在一定差异, 考虑与研究对象、监测指标不同等有关。武彧等[26]基于 60 例脓毒性休克患者, 探讨不同时间段血 Lac、LCR 对患者 28 d 短期预后的评估价值, 结果显示, 6 h、12 h、24 h、48 h、72 h 动脉 LCR 的 AUC 分别为 0.66、0.61、0.74、0.72、0.70, 其中 24 h LCR 的 AUC 最大, 表明治疗后 24 h 的动脉血 LCR 对脓毒性休克患者预后具有较好的评估价值。本研究通过聚焦动态代谢指标(24 h LCR)及器官功能评分(SOFA), 表明 24 h LCR 和 SOFA 评分是影响脓毒性休克患者短期预后的独立危险因素, 与王会仙[24]、武彧等[26]研究存在相似之处。其中,

24 h LCR 对应脓毒性休克组织灌注改善情况, 而 SOFA 评分对应器官损伤程度。在多因素分析基础上, 本研究进一步利用 ROC 曲线构建联合预测模型, 结果显示, 24 h LCR 和 SOFA 评分联合能显著提高脓毒性休克患者 28 天死亡风险的预测价值。其中 24 h LCR 预测患者预后 AUC 为 0.800, SOFA 评分预测患者预后 AUC 为 0.680, 两者联合预测患者预后 AUC 为 0.822。武彧等[26]发现 24 h LCR 预测脓毒性休克患者预后的 AUC 为 0.74, 本研究中 24 h LCR 的 AUC 为 0.800, 联合 SOFA 评分后 AUC 提升至 0.822, 预测准确性更高, 可能与本研究严格纳入 Sepsis 3.0 标准脓毒性休克患者、排除普通脓毒症患者, 研究人群更精准有关。但因本研究为单中心回顾性研究, 且样本量较小, 联合模型维度较单一, 仍存在一定局限性, 后续可行多中心、前瞻性研究进一步验证。

5. 小结与展望

综上所述, 24 h LCR 和 SOFA 评分是影响脓毒性休克患者短期预后的独立危险因素, 两者联合能提高对脓毒性休克患者 28 天死亡风险的预测价值, 有助于临床医生早期识别高危患者, 进行精准的风险分层和个体化治疗决策。然因本研究样本来源单一, 且样本量较小, 本研究仅选择了 6 h、24 h 的 LCR, 未能比较不同时间点(如 3 h, 12 h, 48 h) LCR 的预测价值, 以及纳入评分系统单一, 未来可进一步行更大样本量、多中心研究, 进一步验证本研究的结论, 并探索不同评分系统及生物学标志物的预测价值。

基金项目

延安市科学技术协会青年人才托举计划资助——乳酸清除率联合降钙素原清除率对脓毒性休克患者预后的价值分析[立项批准文号: 延市科协发(2022) 37 号]。

参考文献

- [1] Rudd, K.E., Johnson, S.C., Agesa, K.M., Shackelford, K.A., Tsoi, D., Kievlan, D.R., *et al.* (2020) Global, Regional, and National Sepsis Incidence and Mortality, 1990-2017: Analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet*, **395**, 200-211. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)32989-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)32989-7)
- [2] Lee, W.D., Weilandt, D.R., Liang, L., MacArthur, M.R., Jaiswal, N., Ong, O., *et al.* (2025) Lactate Homeostasis Is Maintained through Regulation of Glycolysis and Lipolysis. *Cell Metabolism*, **37**, 758-771.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2024.12.009>
- [3] Ryoo, S.M., Lee, J., Lee, Y., Lee, J.H., Lim, K.S., Huh, J.W., *et al.* (2018) Lactate Level versus Lactate Clearance for Predicting Mortality in Patients with Septic Shock Defined by Sepsis-3. *Critical Care Medicine*, **46**, e489-e495. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000003030>
- [4] Todi, S., Mehta, Y., Zirpe, K., Dixit, S., Kulkarni, A.P., Gurav, S., *et al.* (2024) A Multicentre Prospective Registry of One Thousand Sepsis Patients Admitted in Indian ICUs: (SEPSIS INDIA) Study. *Critical Care*, **28**, Article No. 375. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05176-8>
- [5] Martin-Loeches, I., Singer, M. and Leone, M. (2024) Sepsis: Key Insights, Future Directions, and Immediate Goals. A Review and Expert Opinion. *Intensive Care Medicine*, **50**, 2043-2049. <https://doi.org/10.1007/s00134-024-07694-z>
- [6] Singer, M., Deutschman, C.S., Seymour, C.W., Shankar-Hari, M., Annane, D., Bauer, M., *et al.* (2016) The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*, **315**, 801-810. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>
- [7] 徐大千, 黄智, 冯敏, 等. 24h 乳酸清除率和序贯器官衰竭评分及简化急性生理评分 II 对脓毒症预后的预测价值研究[J]. 医药论坛杂志, 2024, 45(18): 1943-1947.
- [8] Lee, H.J., Ko, B.S., Ryoo, S.M., Han, E., Suh, G.J., Choi, S., *et al.* (2022) Modified Cardiovascular SOFA Score in Sepsis: Development and Internal and External Validation. *BMC Medicine*, **20**, Article No. 263. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02461-7>
- [9] Kim, D.K., Kim, S., Kang, D.H., Ju, H., Oh, D.K., Lee, S.Y., *et al.* (2024) Influence of Underlying Condition and Performance of Sepsis Bundle in Very Old Patients with Sepsis: A Nationwide Cohort Study. *Annals of Intensive Care*, **14**, Article No. 179. <https://doi.org/10.1186/s13613-024-01415-x>
- [10] Wang, Y., Zhang, H. and Miao, C. (2025) Unraveling Immunosenescence in Sepsis: From Cellular Mechanisms to

- Therapeutics. *Cell Death & Disease*, **16**, Article No. 393. <https://doi.org/10.1038/s41419-025-07714-w>
- [11] Wen, J., Li, N., Guo, C., Shen, N. and He, B. (2020) Performance and Comparison of Assessment Models to Predict 30-Day Mortality in Patients with Hospital-Acquired Pneumonia. *Chinese Medical Journal*, **133**, 2947-2952. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000001252>
- [12] Kiudulaite, I., Belousoviene, E., Vitkauskienė, A. and Pranskunas, A. (2021) Effects of Remote Ischemic Conditioning on Microcirculatory Alterations in Patients with Sepsis: A Single-Arm Clinical Trial. *Annals of Intensive Care*, **11**, Article No. 55. <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00848-y>
- [13] Toda, Y., Komatsu, S., Fukami, Y., Saito, T., Matsumura, T., Osawa, T., et al. (2022) Prognostic Factors for the Successful Conservative Management of Nonocclusive Mesenteric Ischemia. *World Journal of Emergency Surgery*, **17**, Article No. 32. <https://doi.org/10.1186/s13017-022-00436-w>
- [14] Giustozzi, M., Ehrlicher, H., Bongiovanni, D., Borovac, J.A., Guerreiro, R.A., Gasecka, A., et al. (2021) Coagulopathy and Sepsis: Pathophysiology, Clinical Manifestations and Treatment. *Blood Reviews*, **50**, Article ID: 100864. <https://doi.org/10.1016/j.blre.2021.100864>
- [15] Cox, D. (2023) Sepsis—It Is All about the Platelets. *Frontiers in Immunology*, **14**, Article 1210219. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1210219>
- [16] Su, M., Chen, C., Li, S., Li, M., Zeng, Z., Zhang, Y., et al. (2022) Gasdermin D-Dependent Platelet Pyroptosis Exacerbates NET Formation and Inflammation in Severe Sepsis. *Nature Cardiovascular Research*, **1**, 732-747. <https://doi.org/10.1038/s44161-022-00108-7>
- [17] Li, C., Ture, S.K., Nieves-Lopez, B., Blick-Nitko, S.K., Maurya, P., Livada, A.C., et al. (2024) Thrombocytopenia Independently Leads to Changes in Monocyte Immune Function. *Circulation Research*, **134**, 970-986. <https://doi.org/10.1161/circresaha.123.323662>
- [18] Fogagnolo, A., Campo, G.C., Mari, M., Pompei, G., Pavasini, R., Volta, C.A., et al. (2022) The Underestimated Role of Platelets in Severe Infection: A Narrative Review. *Cells*, **11**, Article 424. <https://doi.org/10.3390/cells11030424>
- [19] Anthon, C.T., Pène, F., Perner, A., Azoulay, E., Puxty, K., Van De Louw, A., et al. (2023) Thrombocytopenia and Platelet Transfusions in ICU Patients: An International Inception Cohort Study (PLOT-ICU). *Intensive Care Medicine*, **49**, 1327-1338. <https://doi.org/10.1007/s00134-023-07225-2>
- [20] 米达, 孙屹屹. 血小板计数、NLR、血清 PCT 对脓毒症患者预后的预测价值[J]. 临床研究, 2025, 33(4): 9-12.
- [21] Marbach, J.A., Stone, S., Schwartz, B., Pahuja, M., Thayer, K.L., Faugno, A.J., et al. (2021) Lactate Clearance Is Associated with Improved Survival in Cardiogenic Shock: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prognostic Factor Studies. *Journal of Cardiac Failure*, **27**, 1082-1089. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2021.08.012>
- [22] Lee, S.G., Song, J., Park, D.W., Moon, S., Cho, H., Kim, J.Y., et al. (2021) Prognostic Value of Lactate Levels and Lactate Clearance in Sepsis and Septic Shock with Initial Hyperlactatemia: A Retrospective Cohort Study According to the Sepsis-3 Definitions. *Medicine*, **100**, e24835. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000024835>
- [23] Fuernau, G., Desch, S., de Waha-Thiele, S., Eitel, I., Neumann, F., Hennerdsdorf, M., et al. (2020) Arterial Lactate in Cardiogenic Shock: Prognostic Value of Clearance Versus Single Values. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **13**, 2208-2216. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2020.06.037>
- [24] 王会仙, 徐先锋, 王春敏. 乳酸/前白蛋白比值联合序贯器官衰竭评估评分对脓毒症休克患者预后的预测价值[J]. 创伤与急诊电子杂志, 2025, 13(1): 51-56.
- [25] 王倬旭, 闵瑞雪, 李秀玲, 等. 血钙联合血清 6h 乳酸清除率对脓毒症患者病情及预后的评估价值[J]. 贵州医科大学学报, 2022, 47(7): 858-862, 868.
- [26] 武戔, 杨德兴, 王虹, 等. 脓毒性休克患者早期动、静脉血乳酸相关性及其乳酸、乳酸清除率的预后评估价值[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(9): 83-89.