

SOFA评分、乳酸和血红蛋白对脓毒症预后预测价值

汤文豪 张泓*

安徽医科大学第一附属医院急诊内科 安徽合肥 230000

摘要:目的: 探讨序贯器官衰竭评估 (sequential organ failure assessment, SOFA) 评分联合动脉血乳酸浓度及血红蛋白浓度对脓毒症患者预后的预测价值。方法: 回顾性分析2023年9月至2024年7月安徽医科大学第一附属医院收治的128例脓毒症患者的临床资料, 根据患者28天生存情况分为生存组 (n=77) 和死亡组 (n=51)。通过绘制受试者工作特征曲线 (ROC曲线) 比较SOFA评分、乳酸、血红蛋白单独及联合对脓毒症患者28天预后的预测价值。结果: 死亡组SOFA评分、乳酸水平显著高于生存组 ($P < 0.05$), 血红蛋白水平显著低于生存组 ($P < 0.05$)。多因素logistic回归分析显示, SOFA评分、乳酸更高、血红蛋白更低为脓毒症患者28天死亡的独立危险因素 ($P < 0.05$)。ROC曲线分析显示, SOFA评分联合乳酸及血红蛋白 (AUC=0.791, 95% CI: 0.709-0.873) 相比SOFA评分 (AUC=0.746, 95% CI: 0.660-0.832)、乳酸 (AUC=0.729, 95% CI: 0.639-0.819)、血红蛋白 (AUC=0.325, 95% CI: 0.224-0.426) 单独预测脓毒症患者28天死亡具有更高预测价值。结论: SOFA评分联合乳酸及血红蛋白浓度对脓毒症患者28天预后具有较高的预测价值。

关键词: 序贯器官衰竭评估评分; 乳酸; 血红蛋白; 脓毒症

背景

感染在重症监护室 (intensive care unit, ICU) 内具有很高的发病率, 而感染导致的脓毒症往往会带来更差的预后。脓毒症是指机体对感染产生了失调的免疫反应及炎症反应等导致的危及生命的器官功能障碍^[1]。有研究表明中国的ICU内脓毒症发病率大约33.6%, 短期或住院死亡率约为29%, 合并脓毒性休克时死亡率高达37.3%^[2]。通过早期预测脓毒症患者的预后并对其进行危险分层不仅能帮助临床医生准确的判断患者病情, 同时能采取更个体化、更针对性的治疗。

SOFA评分是临床常用的评估患者器官功能障碍严重程度指标, 其作为脓毒症的诊断标准之一不仅能评估脓症患者病情严重程度还被广泛用于预测脓毒症患者的预后^[3]。乳酸作为组织细胞无氧糖酵解的产物是代谢应激的敏感指标, 高水平的乳酸往往意味着较重的组织细胞缺氧及损伤。有研究表明乳酸水平与脓症患者死亡率之间存在正相关^[4]。血红蛋白作为人体氧气输送的重要载体也有研究表明血红蛋白浓度越低的脓症患者预后越差^[5]。本研究探讨SOFA评分联合乳酸及血红蛋白浓度对脓症患者预后的预测价值。

一、资料与方法

1. 一般资料

对安徽医科大学第一附属医院急诊科ICU内2023年

9月至2024年7月收治的128例脓症患者进行回顾性分析。脓毒症的诊断标准根据2016年第三次脓毒症与脓毒性休克国际共识定义 (sepsis-3)^[1], 即可疑或确诊感染的患者并且SOFA评分较基础值升高 ≥ 2 分。并且排除年龄小于18岁的患者。根据患者诊断为脓毒症后28天的预后, 分为生存组和死亡组。

2. 研究方法

收集患者基线临床资料包括性别、年龄、体重指数 (body mass index, BMI), 是否合并高血压、糖尿病、冠心病、急性肾损伤 (acute kidney injury, AKI) 等合并症, 诊断脓毒症后24h内的SOFA评分及实验室指标, 包括乳酸 (lactate, Lac)、降钙素原 (procalcitonin, PCT)、C-反应蛋白 (C-reactive protein)、肝素结合蛋白 (heparin-binding protein, HBP)、白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、中性粒细胞绝对值 (neutrophil count, NEU)、淋巴细胞绝对值 (lymphocyte count, LY)、血红蛋白 (hemoglobin, HB)、血小板计数 (platelet, PLT)、白蛋白 (albumin, ALB)、血清总胆红素 (total bilirubin, TBil)、肌酐 (creatinine, Cr)、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)、国际标准化比值 (international normalized ratio, INR) 等。调查患者诊断脓毒症后28天内生存情况及ICU住院时间、总住院时间。

3. 统计学方法

采用SPSS 25.0统计分析软件进行统计学分析。对于

符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，两组间比较采用独立样本t检验；不符合正态分布的计量资料采用M (IQR)表示，两组间比较采用Mann-Whitney U检验；计数资料采用例数及百分比表示，两组间比较采用 χ^2 检验；采用二元Logistic回归分析来探讨预后影响因素。利用受试者工作特征曲线下面积 (area under the receiver operating characteristic curve, AUROC) 比较各影响因素对预后的预测效果， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 两组人群一般资料、SOFA评分、实验室指标、合并症、住院时间比较

本研究共纳入脓毒症患者128例，生存组77例，死亡

组33例。两组间年龄、性别、BMI差异无统计学意义。死亡组SOFA评分、血乳酸浓度、INR高于生存组 ($p < 0.05$)，死亡组Hb浓度低于生存组 ($p < 0.05$)。其他实验室指标包括WBC、NEU、LY、PLT、ALB、TBil、Cr、APTT在两组间均无统计学差异。两组间糖尿病等合并症的比例均无统计学差异。死亡组ICU住院时间显著高于生存组 ($p < 0.05$)，两组总住院时间的差异无统计学意义 (表1)。

2. 脓毒症患者28天预后影响因素分析

将单因素分析有意义的指标包括SOFA评分、Lac、HB、INR进一步纳入多因素Logistic回归分析，结果显示更高的SOFA评分、更高的Lac、更低的HB是脓毒症患者28天内死亡的危险因素 ($P < 0.05$) (表2)。

表1 基线资料及住院时间比较

指标	生存组 (n=77)	死亡组 (n=51)	Z/ χ^2	P值
年龄 (岁)	63 (21)	68 (21)	-1.254	0.210
男性 (例)	44 (57.1%)	33 (64.7%)	0.732	0.392
BMI (kg/m ²)	22.49 (4.63)	22.04 (3.38)	-0.253	0.800
SOFA评分	7 (5)	9 (6)	-4.390	<0.001
Lac (mmol/L)	1.60 (1.49)	3.10 (2.30)	-4.705	<0.001
PCT (ng/ml)	5.00 (9.84)	4.57 (16.60)	-0.785	0.432
CRP	105.43 (171.12)	98.09 (117.43)	-0.767	0.443
HBP	46.4 (60.6)	51.4 (62.6)	-0.747	0.455
WBC ($\times 10^9/L$)	11.71 (11.75)	10.32 (13.55)	-1.007	0.314
NEU ($\times 10^9/L$)	9.8 (11.58)	7.39 (13.01)	-0.961	0.336
LY ($\times 10^9/L$)	0.60 (0.46)	0.56 (0.84)	-0.239	0.811
HB (g/L)	106.00 (34.00)	78.00 (50.00)	-3.342	0.001
PLT ($\times 10^9/L$)	128.00 (157.50)	104.00 (182.00)	-0.905	0.365
ALB (g/L)	28.00 (7.10)	26.80 (7.50)	-0.387	0.699
TBil ($\mu\text{mol/L}$)	17.80 (17.50)	20.60 (23.10)	-1.149	0.251
Cr ($\mu\text{mol/L}$)	105.50 (129.80)	116.00 (176.50)	-0.589	0.556
APTT (s)	41.50 (9.90)	44.40 (13.70)	-1.020	0.308
INR	1.23 (0.36)	1.39 (0.66)	-2.132	0.033
合并糖尿病 (例)	16 (20.8%)	13 (25.5%)	0.389	0.533
合并高血压 (例)	34 (44.2%)	27 (52.9%)	0.949	0.330
合并冠心病 (例)	8 (10.4%)	9 (17.6%)	1.403	0.236
合并AKI (例)	35 (45.5%)	18 (35.3%)	1.305	0.253
ICU住院时间 (天)	4.5 (4.3)	7 (12)	-2.127	0.033
总住院时间 (天)	17 (13.5)	15 (16)	-1.751	0.080

表2 影响脓毒症患者28天预后的多因素Logistic分析

	β	标准误	Wald值	P值	OR	95% CI
SOFA评分	0.163	0.066	6.019	0.014	1.177	1.033-1.341
Lac	0.257	0.119	4.670	0.031	1.293	1.024-1.632
HB	-0.017	0.008	4.862	0.027	0.983	0.968-0.998
INR	-0.011	0.106	0.012	0.914	0.989	0.803-1.217
常数	-0.770	0.994	0.600	0.439	0.463	

3.SOFA评分、乳酸、血红蛋白单独及联合对脓毒症患者28天预后的预测价值评价

将SOFA评分、Lac、HB单独及联合对脓毒症患者28天预后的预测效果进行对比，并绘制ROC曲线，结果显示SOFA评分、Lac、HB单独及三者联合预测脓毒症患者28天预后的AUC分别为0.746、0.729、0.325、0.791，三者联合预测具有更大的曲线下面积（图1），且灵敏度及特异度好，约登指数高，比SOFA评分、Lac、HB单独预测具有更高的预测价值（表3）。

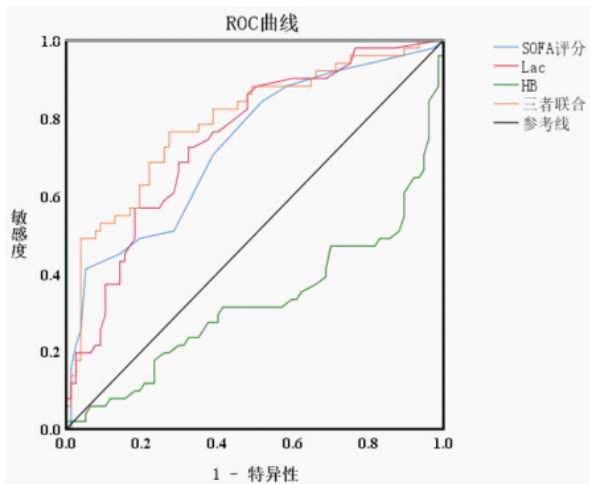


图1 SOFA评分、乳酸、血红蛋白单独及联合的ROC曲线分析

表3 SOFA评分、乳酸、血红蛋白单独及联合的ROC曲线分析

项目	AUC	95% CI	P值	最佳截断值	约登指数	特异度	灵敏度
SOFA评分	0.746	0.660-0.832	<0.001	11.5	0.36	0.948	0.412
Lac	0.729	0.639-0.819	<0.001	2.27	0.4	0.675	0.725
HB	0.325	0.224-0.426	0.01	77.5	-0.373	0.117	0.510
三者联合	0.791	0.709-0.873	<0.001	-0.55	0.492	0.727	0.765

脓毒症患者血乳酸浓度升高的原因主要包括乳酸生成增多及乳酸清除减少^[9]。乳酸生成增多的原因包括呼吸循环功能障碍及贫血等导致氧供减少、微循环血流异常增加、组织细胞氧摄取障碍、肾上腺素能受体过度激活导致糖酵解增强等^[10, 11]。乳酸清除减少主要由于肝脏代谢异常引起^[12]。许多研究表明乳酸浓度升高与脓毒症及脓毒性休克患者器官功能障碍及预后相关^[13]。2021年拯救脓毒症运动指南建议脓毒症与脓毒性休克患者早期测量血乳酸水平进行早期诊断及预后判断^[14]。Ryoo等研究发现将乳酸3 mmol/L作为截断值时预测脓毒症患者28天死亡的特异度及灵敏度分别为0.589和0.660，AUC为0.62^[15]。本研究中根据乳酸浓度最佳截断值2.27 mmol/L得出乳酸对脓毒症患者28天预后预测的特异度及灵敏度分别为0.675和0.725，AUC为0.729。该结果表明乳酸

三、讨论

脓毒症作为ICU内发生率及死亡率均较高的疾病，一直是临床与科研重点关注的对象。尽管近年来随着对脓毒症发病机制的研究不断深入、治疗指南不断更新，脓毒症的死亡率一直居高不下^[6]。有研究指出脓毒症的治疗效果与其病情严重程度相关，并且建议根据患者的死亡风险进行有针对性的治疗及后续的临床试验^[7]。对脓毒症患者的预后预测使临床医生更有效地与患者及家属沟通，更合理地分配医疗资源等。

SOFA评分于1994年最初是作为评价脓毒症患者器官功能障碍的评分提出，后续研究表明SOFA评分也适用于非脓毒症的危重患者^[8]。已有大量研究表明脓毒症患者早期SOFA评分与其预后具有很高的关联性，平均SOFA评分每增加1分，死亡率增加1.8-3.3%^[6]。SOFA评分包括的6项指标分别反映了呼吸、循环、神经系统、血液系统、肝脏、肾脏的器官功能情况，每项赋值0-4分，分值越高，器官功能障碍越严重。Liu等研究发现SOFA评分预测脓毒症患者30天死亡的特异度及灵敏度分别为0.725和0.545，AUC为0.686^[3]。本研究中SOFA评分最佳截断值11.5时，对脓毒症患者28天预后预测的特异度及灵敏度分别为0.948和0.412，AUC为0.746。该结果表明SOFA评分对脓毒症患者短期预后的预测具有较高的特异度。

对脓毒症患者短期预后预测的灵敏度较好。

血红蛋白作为机体输送氧气至组织细胞的主要载体是脓毒症患者的重要监测指标^[10]。脓毒症中免疫及炎症反应引起的红细胞生成减少以及红细胞破坏增多是导致患者血红蛋白浓度下降的主要原因^[16]。长期以来，血红蛋白作为脓毒症治疗要点之一受到了广泛关注^[17]，然而较少研究其对脓毒症患者预后的预测价值^[5]。Jung等研究发现大约20%的脓毒性休克患者血红蛋白浓度低于90g/L，并且发现这些患者的预后更差^[18]。本研究表明低血红蛋白浓度是脓毒症患者28天死亡的独立危险因素（OR=0.983，95% CI: 0.968-0.998）。并且根据血红蛋白浓度最佳截断值77.5 g/L得出血红蛋白浓度对脓毒症患者28天预后预测的特异度及灵敏度分别为0.117和0.510，AUC为0.325。将SOFA评分联合乳酸及血红蛋白浓度预

测脓毒症患者28天预后时, 特异度及灵敏度分别为0.727和0.765, AUC为0.791, 对脓毒性休克患者28天预后具有较高的预测价值。

本研究仍然存在一些局限性。首先, 本研究样本量偏少且为单中心研究, 未针对脓毒性休克患者进行单独分析, 研究人群具有较大的异质性, 在结果推广上存在一定偏差。其次, 本研究纳入了脓毒症患者的部分临床及实验室指标, 而其他临床特征包括抗感染治疗方案未被纳入分析, 后续的研究需要考虑其他临床特征对脓毒症患者预后的影响并进行分析。最后, 本研究针对脓毒症患者早期指标对28天预后进行预测, 未包含对更远期生存结局的预测, 在实用性方面存在不足。

综上所述, 脓毒症患者早期的SOFA评分联合乳酸及血红蛋白浓度对其预后具有较高的预测价值。

利益冲突说明: 本文所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] SINGER M, DEUTSCHMAN C S, SEYMOUR C W, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3) [J]. *JAMA*, 2016, 315(8): 801-10.
- [2] LIU Y-C, YAO Y, YU M-M, et al. Frequency and mortality of sepsis and septic shock in China: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Infect Dis*, 2022, 22(1): 564.
- [3] LIU Z, MENG Z, LI Y, et al. Prognostic accuracy of the serum lactate level, the SOFA score and the qSOFA score for mortality among adults with Sepsis [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2019, 27(1): 51.
- [4] SINGER A J, TAYLOR M, DOMINGO A, et al. Diagnostic characteristics of a clinical screening tool in combination with measuring bedside lactate level in emergency department patients with suspected sepsis [J]. *Acad Emerg Med*, 2014, 21(8): 853-7.
- [5] ZHU J, DONG Y, LIAO P, et al. Prognostic value of hemoglobin in patients with sepsis: A systematic review and meta-analysis [J]. *Heart Lung*, 2024, 64: 93-9.
- [6] BAUER M, GERLACH H, VOGELMANN T, et al. Mortality in sepsis and septic shock in Europe, North America and Australia between 2009 and 2019—results from a systematic review and meta-analysis [J]. *Critical care (London, England)*, 2020, 24(1): 239.
- [7] VINCENT J-L, SAKR Y. Clinical trial design for unmet clinical needs: a spotlight on sepsis [J]. *Expert Rev Clin Pharmacol*, 2019, 12(9): 893-900.
- [8] MORENO R, RHODES A, PIQUILLOUD L, et al. The Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score: has the time come for an update? [J]. *Critical care (London, England)*, 2023, 27(1): 15.
- [9] VINCENT J-L, BAKKER J. Blood lactate levels in sepsis: in 8 questions [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2021, 27(3): 298-302.
- [10] MALLAT J, RAHMAN N, HAMED F, et al. Pathophysiology, mechanisms, and managements of tissue hypoxia [J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2022, 41(4): 101087.
- [11] DE BACKER D, CRETEUR J, PREISER J-C, et al. Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166(1).
- [12] ZHANG D, SHI C, WANG Y, et al. Metabolic Dysregulation and Metabolite Imbalances in Acute-on-chronic Liver Failure: Impact on Immune Status [J]. *J Clin Transl Hepatol*, 2024, 12(10): 865-77.
- [13] FILHO R R, ROCHA L L, CORRÊA T D, et al. Blood Lactate Levels Cutoff and Mortality Prediction in Sepsis—Time for a Reappraisal? a Retrospective Cohort Study [J]. *Shock (Augusta, Ga)*, 2016, 46(5): 480-5.
- [14] EVANS L, RHODES A, ALHAZZANI W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021 [J]. *Intensive Care Med*, 2021, 47(11): 1181-247.
- [15] RYOO S M, LEE J, LEE Y-S, et al. Lactate Level Versus Lactate Clearance for Predicting Mortality in Patients With Septic Shock Defined by Sepsis-3 [J]. *Critical care medicine*, 2018, 46(6): e489-e95.
- [16] WEISS G, GANZ T, GOODNOUGH L T. Anemia of inflammation [J]. *Blood*, 2019, 133(1): 40-50.
- [17] KAMATH S, HAMMAD ALTAQ H, ABDO T. Management of Sepsis and Septic Shock: What Have We Learned in the Last Two Decades? [J]. *Microorganisms*, 2023, 11(9).
- [18] JUNG S M, KIM Y-J, RYOO S M, et al. Relationship between low hemoglobin levels and mortality in patients with septic shock [J]. *Acute Crit Care*, 2019, 34(2): 141-7.