

基于 LASSO-Logistic 回归构建整合乳酸/白蛋白比值的老年脓毒症合并肺部感染重症监护室患者院内死亡风险预测模型的开发与验证

常静静¹, 周娜², 王小倩¹, 王楠¹

(安徽医科大学第一附属医院·安徽省公共卫生临床中心, 1. 重症医学科; 2. 心血管内科, 安徽 合肥 230000)

【摘要】目的: 探讨影响老年脓毒症合并肺部感染患者院内死亡的关键危险因素, 并基于 LASSO-Logistic 回归算法, 构建一个整合乳酸/白蛋白比值(LAR)等指标的院内死亡风险预测模型, 旨在为临床早期识别高危患者、优化干预策略提供量化工具。**方法:** 回顾性分析重症监护室(ICU)收治的 102 例老年(年龄 ≥ 65 岁)脓毒症合并肺部感染患者作为研究对象, 包括根据住院结局(住院 28 d 内)将患者分为存活组($n=65$)与死亡组($n=37$)。收集所有患者临床相关资料, 采用最小绝对收缩和选择算子(LASSO)回归筛选预测变量, 将筛选出的变量纳入多因素 Logistic 回归分析, 建立风险预测模型。采用 Bootstrap 法进行内部验证, 绘制受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC), Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评估模型的区分度和校准度。**结果:** 单因素、LASSO-Logistic 回归分析显示, 急性生理与慢性健康评分 II (APACHE II) ($OR=1.202, 95\%CI: 1.078\sim 1.326$)、序贯器官衰竭评分(SOFA) ($OR=1.366, 95\%CI: 1.142\sim 1.590$)、LAR ($OR=1.581, 95\%CI: 1.242\sim 1.920$) 和机械通气 ($OR=5.523, 95\%CI: 1.892\sim 9.155$) 是患者院内死亡的独立危险因素 ($P<0.05$)。LASSO-Logistic 回归预测模型的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.855 ($95\%CI: 0.771\sim 0.913$); Hosmer-Lemeshow 检验显示模型拟合良好 ($P>0.05$); 决策曲线分析显示, 当概率阈值为 0.3~0.7 使用预测模型具有较好的临床适用性。**结论:** 基于 APACHE II 评分、SOFA 评分、LAR 和机械通气构建的 LASSO-Logistic 回归预测模型对老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡风险具有良好的预测效能, 有助于临床早期识别高危患者并进行干预。

【关键词】 脓毒症; 肺部感染; 老年人; 重症监护病房; 死亡率; 预测模型; 乳酸/白蛋白比值

【中图分类号】 R563.1; R459.7 **【文献标志码】** A

Development and validation of an in-hospital mortality risk prediction model integrating lactate-to-albumin ratio for elderly intensive care unit patients with sepsis and pulmonary infection based on LASSO-Logistic regression

CHANG Jing-jing¹, ZHOU Na², WANG Xiao-qian¹, WANG Nan¹

(1. Department of Critical Care Medicine; 2. Department of Cardiovascular Medicine, Anhui Public Health Clinical Center, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230000, Anhui, China)

【Abstract】Objective: To explore the key risk factors influencing in-hospital mortality in elderly patients with sepsis and pulmonary infection, and to develop and validate a risk prediction model for in-hospital mortality based on the Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO)-Logistic regression algorithm, integrating the lactate-to-albumin ratio (LAR) and other indicators, aiming to provide a quantitative tool for early identification of high-risk patients and optimization of intervention strategies. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 102 elderly patients (age ≥ 65 years) with sepsis and pulmonary infection admitted to the Intensive Care Unit (ICU). Based on in-hospital outcomes (within 28 days), patients were divided into a survival group ($n=65$) and a death group ($n=37$). Clinical data of all patients were collected. The LASSO regression was used to screen predictive variables. The selected variables were incorporated into multivariate Logistic regression analysis to establish a risk prediction model. The Bootstrap method was employed for internal validation. The area under the receiver operating characteristic curve (AUC), and the Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test were used to evaluate the model's discrimination and calibration. **Results:** Univariate and LASSO-Logistic regression analyses revealed that Acute

基金项目: 合肥工业大学工业安全与应急技术安徽省重点实验室自主创新专项项目(PA2024GDSK0097)

作者简介: 常静静(1988—), 女, 硕士, 主治医师。E-mail: yfyb10313009@fy.ahmu.edu.cn

通讯作者: 王楠, 博士。E-mail: wangnan@ahmu.edu.cn

Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) ($OR=1.202, 95\%CI:1.078\sim1.326$), Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score ($OR=1.366, 95\%CI:1.142\sim1.590$), LAR ($OR=1.581, 95\%CI:1.242\sim1.920$), and mechanical ventilation ($OR=5.523, 95\%CI:1.892\sim9.155$) were independent risk factors for in-hospital mortality ($P<0.05$). The AUC of the LASSO-Logistic regression prediction model was 0.855 ($95\%CI:0.771\sim0.913$). The Hosmer-Lemeshow test indicated a good model fit ($P>0.05$). Decision curve analysis (DCA) showed that the prediction model had good clinical applicability when the probability threshold ranged from 0.3 to 0.7. **Conclusion:** The prediction model based on APACHE II score, SOFA score, LAR, and mechanical ventilation, constructed via LASSO-Logistic regression, demonstrates good predictive performance for in-hospital mortality risk in elderly ICU patients with sepsis and pulmonary infection. It aids in the early identification of high-risk patients and facilitates timely intervention.

【Key words】 Sepsis; Pulmonary infection; Aged patients; Intensive care units; Mortality; Prediction models; Lactate-to-albumin ratio

脓毒症指感染引起的宿主反应失调导致的危及生命的器官功能障碍,是重症监护病房(ICU)患者死亡的主要原因之一^[1]。老年人群因其生理机能减退、免疫功能下降、常合并多种基础疾病,成为脓毒症及后续脓毒性休克、多器官功能衰竭的高危人群,且一旦发生,病情更为凶险,死亡率显著增高^[2-3]。肺部感染是老年脓毒症最常见的感染灶,两者相互叠加,进一步加剧了病情复杂性与治疗难度,给公共卫生系统带来了沉重的负担^[4]。准确、早期预测老年脓毒症合并肺部感染患者的死亡风险,对于指导临床医生进行分层管理、优化医疗资源配置和采取积极干预措施至关重要。目前,临床广泛采用 APACHE II 评分、SOFA 评分等通用危重病情评估系统,这些系统虽能综合反映疾病严重程度,但在特定人群中的预测效能仍有提升空间,且部分指标采集计算相对复杂^[5-6]。然而,这些评分系统并非针对该特定人群设计,且未能充分纳入反映机体代谢与炎症状态的关键生物标志物,其预测效能可能存在一定局限^[7-8]。近年来,越来越多的研究关注反映机体代谢与炎症状态的生物标志物。乳酸/白蛋白比值(lactate-to-albumin ratio, LAR)作为一个新兴的综合指标,同时涵盖了无氧代谢和炎症营养不良两种病理生理过程,在预测脓毒症、社区获得性肺炎等患者死亡率方面显示出比单一指标更优的潜力^[9]。但该指标在老年脓毒症合并肺部感染这一特定人群中的预后价值尚需进一步验证。基于此,本研究旨在回顾性分析我院 ICU 收治的老年脓毒症合并肺部感染患者的临床数据,应用 LASSO 回归与 Logistic 回归相结合充分利用大数据优势,构建高效的预测模型,并对该模型进行内部验证,以期临床早期识别高危患者、实施积极干预提供一种简便有效的量化工具。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2020 年 9 月至 2023 年 5 月于安徽医科大学第一附属医院 ICU 收治的 102 例老年脓

毒症合并肺部感染患者作为研究对象。根据住院结局将患者分为存活组($n=65$)与死亡组($n=37$)。纳入标准:(1)符合《第三次国际共识:脓毒症和脓毒性休克新定义》中脓毒症的诊断标准^[10](即存在疑似或确诊的感染,且急性器官功能障碍评分 SOFA 较基线急性上升 ≥ 2 分);(2)年龄 ≥ 65 岁;(3)经临床症状、影像学检查(胸部 X 线或 CT)及病原学证据(痰培养、肺泡灌洗液培养等)确诊为肺部感染;(4)因脓毒症合并肺部感染收入重症监护病房(ICU)进行治疗;(5)有完整生命体征、APACHE II/SOFA 评分所需参数、血乳酸及白蛋白等实验室检查记录;(6)住院时间超过 24 h,以确保有足够的临床数据进行评估和结局判断。排除标准:(1)关键临床数据(如入院 24 h 内乳酸、白蛋白值或缺血缺氧相关指标)严重缺失或不完整者;(2)明确由非感染性因素(如急性胰腺炎、严重创伤、烧伤、中毒等)为首要原因导致的器官功能障碍者;(3)合并晚期恶性肿瘤、严重先天性免疫缺陷病(如 HIV/AIDS)或长期使用大剂量免疫抑制剂者;(4)入院时即处于濒临死亡状态(如心跳呼吸骤停后复苏成功者),或预计生存时间 <24 h;(5)因各种原因(如放弃治疗、转院等)自动出院,其最终院内结局无法明确判断者;(6)合并严重慢性肝病、慢性肾脏病或终末期心力衰竭,其基础疾病本身已严重影响短期预后。本研究获医院伦理委员会审核批准。

1.2 方法

由通过培训的研究人员,按照标准化流程调取并统计研究对象的相关资料,具体包括:

1.2.1 患者基本信息 性别、年龄、身体质量指数(BMI)、合并基础疾病(冠心病、糖尿病、高血压)、肾脏疾病、肺部疾病、脑血管疾病、肝脏疾病史。

1.2.2 临床评分 急性生理与慢性健康评分 II (APACHE II)^[11]、格拉斯哥昏迷评分(GCS)^[12]、序贯器官衰竭评分(SOFA)^[13]、营养风险评分(Nutric)^[14]。

1.2.3 生命体征与治疗 体温(T)、心率(HR)、呼

吸频率(RR)、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、连续性肾脏替代治疗(CRRT)、急性肾损伤、休克状态、机械通气时间。

1.2.4 实验室指标 白细胞计数(WBC)、中性粒细胞百分比[N(%)]、淋巴细胞百分比[L(%)]、血红蛋白(Hb)、血小板计数(PLT)、C-反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、谷丙转氨酶(ALT)、总胆红素(TBIL)、血尿素氮(BUN)、肌酐(CRE)、尿酸(UA)、血钠(Na)、血钾(K)、血镁(Mg)、血钙(Ca)、血氯(Cl)、血磷(P)、D-二聚体(D-Dimer)、纤维蛋白原(Fib)、白蛋白(ALB)、乳酸、LAR。LAR=乳酸(mmol/L)/白蛋白(g/dL)。

1.2.5 血气指标 动脉血 PH 值(PH)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、碳酸氢根浓度(HCO₃⁻)、氧合指数(PaO₂/FiO₂)、血糖(Glu)。

1.3 分组

据所有入选患者住院 28 d 内的生存结局这一客观指标,将入院起 28 d 内因疾病死亡的患者归为死亡组($n=37$),另 28 d 内康复出院的患者归为存活组($n=65$)。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 和 R 统计软件(V4.2.2)与风锐统计平台(V2.0)进行数据分析。计数资料采用 [$n(\%)$] 描述,组间比较采用独立样本 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料采用 ($\bar{x} \pm s$) 表示,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,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;将 LASSO 筛选出的变量纳入多因素 Logistic 回归模型,采用向前 LR 法进一步确定独立危险因素,计算比值比(OR)和 95% 置信区间(CI)。基于最终模型绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC)以评估区分度,采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评价校准度。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析影响老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的相关因素

单因素分析显示,APACHE II 评分、SOFA 评分、RR、CRRT、急性肾损伤、休克、机械通气、CRP、PCT、TBIL、BUN、CRE、Lac、LAR、PaCO₂、HCO₃⁻、Mg 是影响老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的相关因素($P<0.05$)。其中,死亡组患者的 APACHE II 评分、SOFA 评分、RR、CRRT 使用率、急性肾损伤发生率、休克发生率、机械通气使用率、CRP、PCT、TBIL、BUN、CRE、Lac、

LAR、PaCO₂ 及 Mg 水平均高于存活组($P<0.05$);HCO₃⁻ 水平低于存活组($P<0.05$)。见表 1。

表 1 单因素分析影响老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的相关因素 [$\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75}), n(\%)$]

因素	存活组($n=65$)	死亡组($n=37$)	$Z/\chi^2/t$ 值	P 值
性别			3.237	0.071
男	5(13.51)	19(29.23)		
女	32(86.49)	46(70.77)		
年龄(岁)	74.80±6.29	76.57±7.68	1.258	0.211
BMI(kg/m ²)	23.29±3.28	22.83±3.06	0.697	0.487
冠心病史	15(23.08)	6(16.22)	0.679	0.410
糖尿病史	22(33.85)	8(21.62)	1.697	0.192
高血压史	25(38.46)	15(40.54)	0.043	0.836
肾脏疾病史	6(9.23)	6(16.22)	1.108	0.292
肺部疾病史	8(12.31)	3(8.11)	0.432	0.511
脑血管疾病史	22(33.85)	10(27.03)	0.509	0.475
肝脏疾病史	0(0.00)	1(2.70)	0.082	0.774
APACHEII 评分(分)	23.69±7.07	27.11±7.38	2.310	0.023
GCS 评分(分)	15(3.15)	15(3.15)	-0.143	0.886
SOFA 评分(分)	7(2.13)	8(5.16)	-2.820	0.005
Nutric 评分(分)	6(2.10)	7(3.9]	-1.817	0.069
T(℃)	37(36.39]	37(36.39)	-1.303	0.192
HR(bpm)	89(50.167)	104(55.177)	-1.907	0.056
RR(bpm)	20(13.50)	22(17.37)	-2.365	0.018
SBP(mmHg)	128.02±25.71	127.65±21.87	-0.073	0.942
DBP(mmHg)	69.89±13.46	73.88±7.17	1.377	0.172
CRRT	3(3.13)	9(24.32)	8.783	0.003
急性肾损伤	3(3.13)	7(18.92)	7.205	0.007
休克	6(9.23)	13(35.14)	10.438	0.001
机械通气	25(38.46)	29(78.38)	15.080	<0.001
WBC($\times 10^9/L$)	11.04(0.64,30.14)	10.63(1.25,35.01)	-0.066	0.947
N%(%)	9.98(0.42,28.92)	8.80(0.64,32.72)	-0.320	0.749
L%(%)	0.57(0.11,9.43)	0.72(0.11,9.79)	-0.334	0.738
Hb(g/L)	113.63±26.32	103.11±30.81	-1.997	0.050
PLT($\times 10^9/L$)	152(24.469)	132(9.394)	-1.827	0.068
CRP(mg/L)	24.10(0.28,340.76)	118(2.49,3.06)	-2.907	0.004
PCT(ng/mL)	0.34(0.01,223)	1.33(0.02,50.00)	-2.711	0.007
ALT(U/L)	26(9.511)	30(12,2456)	-0.992	0.321
TBIL(μ mol/L)	12.40(3.80,111.20)	16(6.20,359.80)	-2.328	0.020
BUN(mmol/L)	7.30(3.00,37.70)	10.00(4.10,36.90)	-2.871	0.004
CRE(μ mol/L)	62.70(23.90,592.80)	105.50(31.40,650.00)	-3.285	0.001
UA(μ mol/L)	270.66±145.72	331.84±162.26	1.956	0.053
Na(mmol/L)	136.90(122.10,170.80)	138.00(131.00,150.00)	-1.016	0.309
K(mmol/L)	4.10±0.58	4.23±0.65	1.050	0.296
Mg(mmol/L)	0.80(0.59,1.70)	0.90(0.50,1.50)	-1.186	0.036
Ca(mmol/L)	2.05(1.03,2.62)	2.00(1.39,2.44)	-0.850	0.396
Cl(mmol/L)	105.66±6.73	106.47±6.39	2.069	0.061
P(mmol/L)	1.14(0.24,2.35)	1.32(0.40,11.86)	-1.263	0.206
D-Dimer(ng/L)	1.69(0.25,35.40)	2.05(0.40,11.86)	-0.929	0.353
Fib(g/L)	3.66±1.61	4.28±1.72	1.800	0.075
Lac(mmol/L)	1.90(0.60,9.40)	2.02(0.70,19.00)	-2.078	0.038
ALB(g/dL)	29.86±5.52	29.76±7.38	-0.076	0.939
LAR	0.06(0.02,0.42)	0.08(0.03,0.66)	-2.371	0.018
PH	7.38±0.11	7.37±0.10	-0.456	0.649
PaCO ₂	35.90(25.90,118.00)	32.60(16.80,98.30)	-2.186	0.029
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	24.40(14.10,46.00)	21.40(9.30,31.00)	-3.498	<0.001
PaO ₂ /FiO ₂	195.00(31.30,511.43)	139.00(50.20,460.00)	-1.855	0.064
Glu(mmol/L)	8.80(1.20,20.10)	7.70(1.50,23.60)	-1.379	0.168

2.2 LASSO-Logistic 回归分析筛选影响老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的危险因素

以老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡为因变量,将单因素分析结果中有统计学意义的相关因素纳入 LASSO 回归分析。保留回归系数非零的基线协变量,筛选出非零系数的变量,结果显示,APACHE II 评分(高)、SOFA 评分(高)、LAR (高)和机械通气是患者院内死亡的独立危险因素 ($P<0.05$)。见图 1 及表 2。

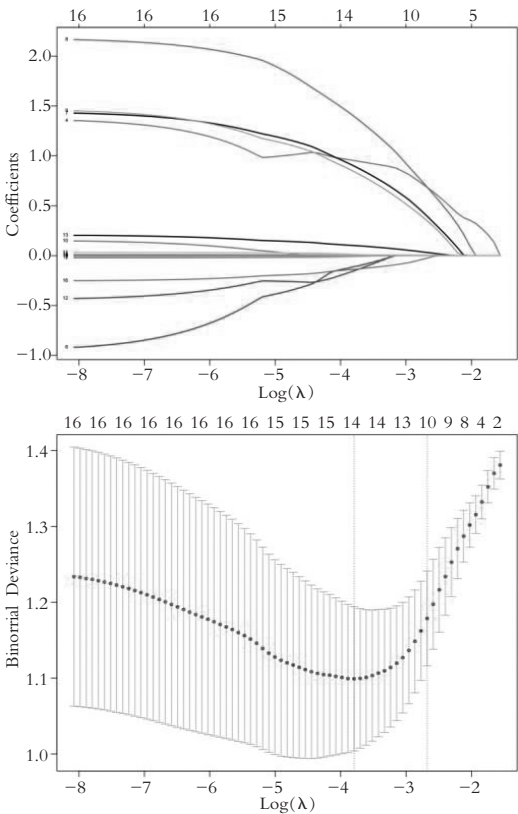


图 1 影响老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的相关因素 Lasso 回归分析
A. 交叉验证曲线;B. 回归系数路径图。

表 2 老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的危险因素

自变量	B 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
APACHE II	0.184	0.048	14.694	<0.001	1.202	1.078~1.326
SOFA	0.312	0.089	12.289	<0.001	1.366	1.142~1.590
LAR	0.458	0.121	14.337	<0.001	1.581	1.242~1.920
机械通气	1.709	0.542	9.942	0.001	5.523	1.892~9.155
常量	-5.723	1.234	7.130	<0.001	—	—

2.3 LASSO-Logistic 回归分析预测老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡风险发生的效能及校准能力验证

LASSO-Logistic 预测模型 AUC 为 0.855 (95%CI:0.771~0.913)。提示预测准确性良好。见图 2。

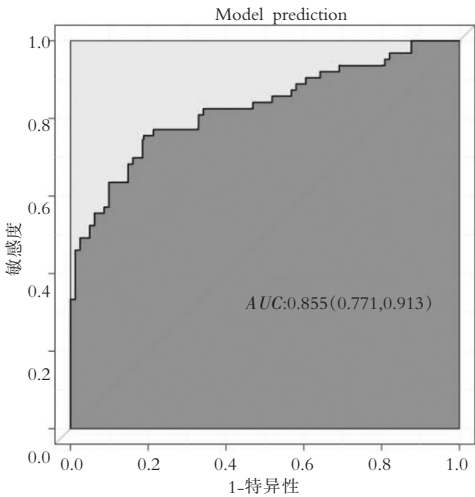


图 2 预测老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的 ROC 曲线

2.4 模型效能验证

Bootstrap 法对列线图模型进行内部验证,H-L 拟合曲线验证结果显示,预测值与实际观测值之间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。表明该模型预测精准度和区分度良好。临床决策曲线 DCA 提示,当列线图模型预测概率阈值在 0.3-0.7 范围内,模型具有较好的净收益率。见图 3-图 4。

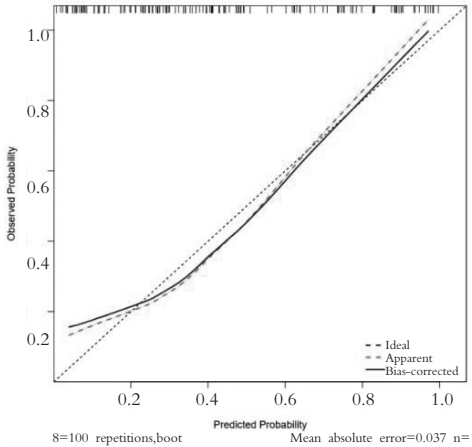


图 3 LASSO-Logistic 回归预测模型的校准曲线 (H-L 拟合曲线)

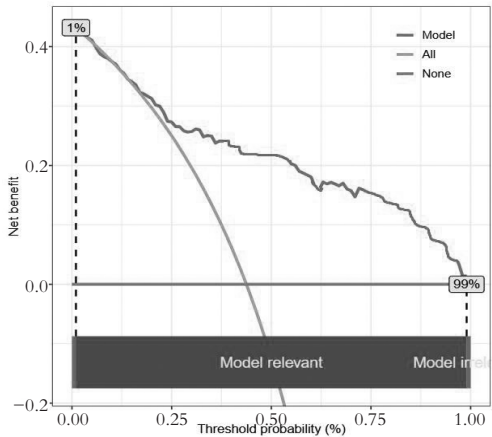


图 4 LASSO-Logistic 回归预测模型临床决策 DCA 曲线

3 讨论

本研究基于 LASSO 回归筛选变量并结合多因素 Logistic 回归,成功构建并验证了一个针对老年脓毒症合并肺部感染患者院内死亡风险的预测模型。该模型最终纳入了四个核心指标:APACHE II 评分、SOFA 评分、LAR 和机械通气。模型显示出良好的预测效能($AUC=0.855$)和校准度,为临床早期识别高危患者提供了一个简洁、有效的量化工具。

本研究首先通过单因素分析筛选出 16 个与死亡相关的因素:APACHE II 评分、SOFA 评分、RR、CRRT、急性肾损伤、休克、机械通气、CRP、PCT、TBIL、BUN、CRE、Lac、LAR、 $PaCO_2$ 、 HCO_3^- 、Mg,涵盖了疾病严重程度、炎症指标、器官功能及代谢状态等多个维度,这与脓毒症病理生理机制复杂、涉及全身多系统的特点相符。研究中采用 LASSO 回归,同时处理多重共线性并高效进行特征选择的机器学习方法,从众多潜在预测因子中筛选出最具代表性的变量,有效避免了传统方法直接纳入所有单因素变量可能导致的模型过拟合问题,最终获得预测模型。结果显示,较高的 APACHE II 评分和 SOFA 评分是患者死亡的强预测因子,这与既往研究^[15]结论一致。APACHE II 评分综合评估了患者的生理机能、年龄及慢性健康状况,其分值越高,代表生理紊乱越严重,基础储备越差^[16];而 SOFA 评分则专精于评价器官功能障碍的程度,其升高直接反映了脓毒症导致的器官功能损害正在加剧^[17];两者从不同维度客观量化了疾病的严重程度,是本预测模型的基石。因此,临床医务工作者在收治老年脓毒症合并肺部感染患者时,应迅速完成这些评分,以便对预后进行初步判断。本研究核心发现,较高的 LAR 水平亦是老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的独立危险因素。LAR 是一个综合性的指标,其升高同时蕴含了两方面的病理生理意义^[18-19]:一方面,高 Lac 提示机体存在微循环障碍和组织灌注不足,是无氧代谢和细胞缺氧的标志;另一方面,低 ALB 则反映了在严重炎症应激状态下,肝脏合成功能受抑、毛细血管渗漏以及营养状况恶化。单一的 Lac 或 ALB 指标易受其他因素干扰,而 LAR 将两者结合,能更稳定、全面地表征患者“缺氧”与“耗竭”并存的危重状态^[20]。值得注意的是,在单因素分析中,Lac 是老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的因素,而 ALB 并非显著因素,但两者构成的复合指标 LAR 却在多因素分析中显示出更强的预测能力($OR=1.581$),揭示了 LAR

作为一个整合性指标的优越性;同时捕捉了组织灌注不足/缺氧(由高 Lac 反映)和炎症应激/营养不良状态(由低 ALB 反映),而这两者在脓毒症中被广泛认可的核心病理生理过程^[21]。此外,需要机械通气亦是老年脓毒症合并肺部感染 ICU 患者院内死亡的危险因素,这并非指机械通气本身导致死亡,而是其作为一个病情极端危重的替代标志,临床中患者需要机械通气,通常意味着存在严重的呼吸衰竭(如 ARDS)、意识障碍等)或需要深度镇静以维持生命体征稳定^[22]。研究中,死亡组机械通气使用率 78.38%,高于存活组的 38.46%,充分说明了呼吸系统功能衰竭在这一人群不良预后中的核心地位,提示对于需要机械通气的患者,临床医生应给予最高级别的警惕和综合支持治疗。

本研究还显示,构建的 LASSO-Logistic 回归预测模型具有良好的区分度、校准度和临床实用性。 $AUC=0.855$,表明模型具有良好的区分能力,能够较好地死亡患者与存活患者区分开来。通过 Bootstrap 法进行内部验证以及 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验,证实了模型具有良好的校准度,其预测概率与实际观察到的结局概率高度匹配。更重要的是,DCA 表明,在广阔的阈值概率范围内,使用该模型进行临床决策都能带来净收益,这证明了该模型并非仅限于理论价值,而是真正具备指导临床实践的潜力。临床医生可根据此模型计算患者的个体化死亡风险,对高风险患者及早加强监护、积极抗感染、优化器官功能支持并防治并发症,从而有望改善预后。

综上,基于 LASSO-Logistic 回归分析,发现高 APACHE II 评分、高 SOFA 评分、高 LAR 值及需要机械通气是老年脓毒症合并肺部感染患者院内死亡的独立危险因素。在此基础上构建的风险预测模型具有良好的预测准确性、校准度和临床实用价值,有助于临床医生早期识别高危患者,实施个体化干预和精准治疗,改善预后。

参考文献

- [1] 杨玲,郭强.血清尿酸/白蛋白比值与脓毒症患者并发急性肾损伤的相关性及预测价值[J].川北医学院学报,2025,40(2):191-194.
- [2] Kim DK, Kim S, Kang DH, *et al.* Influence of underlying condition and performance of sepsis bundle in very old patients with sepsis: a nationwide cohort study[J]. *Annals of Intensive Care*, 2024, 14(1): 179.
- [3] Gao T, Nong Z, Luo Y, *et al.* Machine learning-based prediction of in-hospital mortality for critically ill patients with sepsis-associated acute kidney injury[J]. *Renal Failure*, 2024, 46(1): 2316267.

[4] Zhang H, Liu J, Zhou Y, *et al.* Neutrophil extracellular traps mediate m(6) a modification and regulates sepsis-associated acute lung injury by activating ferroptosis in alveolar epithelial cells[J]. *International Journal of Biological Sciences*, 2022, 18 (8):3337—3357.

[5] 乔淑斐,刘梦梦,崔业惠,等. S-腺苷同型半胱氨酸、乳酸和 APACHE II 评分在脓毒症病情评估中的联合应用[J]. *临床急诊杂志*, 2024, 25(9):472—477.

[6] Thakur R, Naga RV, Arora JK. Mean SOFA score in comparison with APACHE II score in predicting mortality in surgical patients with sepsis[J]. *Cureus*, 2023, 15(3):e36653.

[7] Suo S, Luo L, Song Y, *et al.* Early diagnosis and prediction of death risk in patients with sepsis by combined detection of serum PCT, BNP, lactic acid, and Apache II score[J]. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2022, 2022:8522842.

[8] 李从信,岳海东,朱鹏熹,等. 老年脓毒症患者不同维生素 D3 水平与免疫炎症指标相关性分析[J]. *昆明医科大学学报*, 2025, 46(2):51—58.

[9] 苗芝育,张磊,李晓燕,等. 乳酸/白蛋白比值、白细胞介素-6、CD4⁺T 淋巴细胞计数对重症肺炎并脓毒症患者短期预后的预测价值[J]. *新乡医学院学报*, 2024, 41(3):232—239.

[10] 罗红敏. 第三次国际共识:脓毒症和脓毒性休克新定义[J]. *中华危重病急救医学*, 2016(5):400.

[11] Kaździółka I, Świsstek R, Borowska K, *et al.* Validation of Apache ii and saps ii scales at the intensive care unit along with assessment of sofa scale at the admission as an isolated risk of death predictor[J]. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 2019, 51(2):107—111.

[12] Kovar A, Carmichael H, McIntyre RC Jr, *et al.* The Extremity/Mechanism/Shock Index/GCS (EMS-G) score: a novel pre-hospital scoring system for early and appropriate MTP activation[J]. *American Journal of Surgery*, 2019, 218 (6): 1195—1200.

[13] 王盛标,李涛,李云峰,等. 4 种评分系统对脓毒症患者预后的评估价值:附 311 例回顾性分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2017, 29(2):133—138.

[14] Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, *et al.* Identifying critical-ly-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: Further validation of the “modified NUTRIC” nutritional risk assessment tool[J]. *Clinical Nutrition*, 2016, 35(1):158—162.

[15] Wang J, He L, Jin Z, *et al.* Immune dysfunction-associated elevated RDW, APACHE-II, and SOFA scores were a possible cause of 28-day mortality in sepsis patients[J]. *Infection and Drug Resistance*, 2024, 17:1199—1213.

[16] Koçak A, Urfalı S. A retrospective analysis of the predictive role of RDW, MPV, and MPV/PLT values in 28-day mortality of geriatric sepsis patients: associations with APACHE II and SAPS II scores[J]. *Medicina*, 2025, 61(8):1318.

[17] Tekin B, Kiliç J, Taşkin G, *et al.* The Comparison of scoring systems; SOFA, APACHE-II, LODS, MODS, and SAPS-II in critically ill elderly sepsis patients[J]. *Journal of Infection in Developing Countries*, 2024, 18(1):122—130.

[18] 张新颜,安莹波,董叶子,等. 早期乳酸/白蛋白比值联合快速序贯器官衰竭评分对社区获得性肺炎脓毒症患者预后的急诊预测价值[J]. *中华危重病急救医学*, 2025, 37(2):118—122.

[19] Liang M, Ren X, Huang D, *et al.* The association between lactate dehydrogenase to serum albumin ratio and the 28-day mortality in patients with sepsis-associated acute kidney injury in intensive care: a retrospective cohort study[J]. *Renal Failure*, 2023, 45(1):2212080.

[20] Luo X, Liu D, Li C, *et al.* The predictive value of the serum creatinine-to-albumin ratio (sCAR) and lactate dehydrogenase-to-albumin ratio (LAR) in sepsis-related persistent severe acute kidney injury[J]. *European Journal of Medical Research*, 2025, 30(1):25.

[21] Karampela I, Kounatidis D, Vallianou NG, *et al.* Kinetics of the lactate to albumin ratio in new onset sepsis: prognostic implications[J]. *Diagnostics*, 2024, 14(17):1988.

[22] Ouyang X, Fu M, Li J, *et al.* Risk factors for occurrence and death of sepsis-associated acute kidney injury in children with sepsis[J]. *International Immunopharmacology*, 2024, 143: 113551.

(收稿日期:2025—08—10 修回日期:2025—09—19)