

脓毒性休克院内死亡的风险预测模型构建与验证



朱沙沙¹, 兰 天², 李战炜³

1. 安阳市中医院重症医学科 (河南安阳 455002)
2. 安阳市第三人民医院神经内科 (河南安阳 455001)
3. 安阳市中医院急诊科 (河南安阳 455002)

【摘要】目的 构建并验证脓毒性休克院内死亡的风险预测列线图 (Nomogram) 模型。**方法** 回顾性分析安阳市中医院 2019 年 1 月至 2022 年 12 月收治的 324 例脓毒性休克患者的临床资料, 按照随机数字表分为训练集 (216 例) 和验证集 (108 例)。训练集根据是否院内死亡分为死亡组 (91 例) 和生存组 (125 例)。比较训练集和验证集的一般资料, 采用 Logistic 回归分析训练集院内死亡的因素, R 软件包构建训练集院内死亡的风险预测 Nomogram 模型, Bootstrap 法进行内部验证, 受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 评价该模型预测训练集、验证集院内死亡的效能, 决策曲线分析 (decision curve analysis, DCA) 进行外部验证。**结果** 患者死亡率为 41.98%, 训练集中, 急性生理学及慢性健康状况 (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 评分、白蛋白、血小板计数 (platelet count, PLT)、纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB)、D-二聚体 (D-dimer, D-D)、乳酸清除率、碳酸氢钠静脉应用、休克距容量复苏时间、机械通气均是死亡的影响因素; 基于此构建 Nomogram 模型, 经 Bootstrap 法、ROC 和 DCA 证实其效能良好、预测死亡的价值理想、净获益率高。**结论** 脓毒性休克患者院内死亡风险高, 且 APACHE II 评分、白蛋白、PLT、FIB、D-D、乳酸清除率、碳酸氢钠静脉应用、休克距容量复苏时间、机械通气均是其影响因素, 据此建立的 Nomogram 模型图具有良好的预测效能。

【关键词】 脓毒性休克; 列线图; 预测模型; 院内死亡; 危险因素

Construction and validation of Nomogram model for risk prediction of hospital death in septic shock

Sha-Sha ZHU¹, Tian LAN², Zhan-Wei LI³

1. Department of Intensive Care Medicine, Anyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Anyang 455002, Henan Province, China

2. Department of Neurology, The Third People's Hospital of Anyang City, Anyang 455001, Henan Province, China

3. Department of Emergency, Anyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Anyang 455002, Henan Province, China

Corresponding author: Zhan-Wei LI, Email: 1007684326@qq.com

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202306017

通信作者: 李战炜, 主任医师, Email: 1007684326@qq.com

【Abstract】Objective To construct and validate the risk prediction Nomogram model of hospital death in septic shock. **Methods** The clinical data of 324 cases of septic shock admitted to Anyang Hospital of Traditional Chinese Medicine from January 2019 to December 2022 were retrospectively analyzed, which were divided into training set ($n=216$) and validation set ($n=108$) by a random number table. The training set was divided into death group ($n=91$) and survival group ($n=125$) according to whether the deaths occurred in hospital. The general information was compared between the training set and validation set. Logistic regression analysis was used to analyze the factors of in-hospital death in the training set. R software package was used to build the Nomogram model for risk prediction of in-hospital death in training set. Bootstrap method was used for internal validation. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to evaluate the effectiveness of the model in predicting the in-hospital death risk of the training set and validation set. Decision curve analysis (DCA) was used for external validation. **Results** The mortality rate of patients was 41.98%. Acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score, albumin, platelet count (PLT), fibrinogen (FIB), D-dimer (D-D), lactate clearance rate, intravenous use of sodium bicarbonate, shock to volume recovery time, mechanical ventilation were all factors affecting the death of the training group. Based on this, the Nomogram model was constructed, and it was proved by Bootstrap method, ROC and DCA that its efficiency was good, the value of predicting death was ideal, and the net profit rate was high. **Conclusion** The risk of death in hospital of septic shock patients is high, and APACHE II score, albumin, PLT, FIB, D-D, lactate clearance rate, intravenous use of sodium bicarbonate, shock to volume resuscitation time, mechanical ventilation are all its influencing factors. The Nomogram model map established on this basis has good efficacy.

【Keywords】 Septic shock; Nomogram; Prediction model; In-hospital death; Risk factors

脓毒性休克是由于微生物感染及其毒素等产物引起的循环衰竭、细胞代谢异常的疾病状态,属于一种严重的全身性疾病,病死率高^[1]。调查发现,我国脓毒症的发病率约为0.3%,其中约15%的患者恶化为脓毒性休克,在重症监护室入院诊断时约2.5%~23.4%属于脓毒性休克^[2]。研究显示,脓毒症的病死率为30%~40%,脓毒性休克的病死率则高达50%^[3]。目前关于脓毒性休克预后的预测指标及死亡危险因素分析研究较多,有报道指出乳酸清除率可预测脓毒性休克患者的预后,其水平越高患者死亡的风险越低^[4]。另有研究指出,凝血及纤溶功能紊乱不仅可评价脓毒性休克的严重程度,还可预测预后不良发生率^[5]。也有报道显示,合并器官功能衰竭数目、碳酸氢钠静脉应用均是脓毒性休克死亡的独立危险因素,而血液净化治疗是其保护因素^[6]。然而,既往研究无法个体化、可视化预测脓毒性休克院内死亡的风险。列线图(Nomogram)是基于

危险因素分析的一种个体化、可视化风险预测模型,可定量预测不良事件的发生率,从而指导临床工作^[7-8]。本研究通过回顾性分析脓毒性休克患者的临床资料、建立脓毒性休克院内死亡风险的Nomogram预测模型并验证其效能,以期为指导脓毒性休克临床工作、降低死亡率提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析安阳市中医院2019年1月至2022年12月收治的324例脓毒性休克患者的临床资料,以2:1的比例随机分为训练集(216例)和验证集(108例)。将训练集根据是否发生院内死亡分为死亡组(91例)和生存组(125例)。纳入标准:①符合脓毒性休克诊断标准^[9];②临床资料完整。排除标准:①合并其他原发病,如恶性肿瘤等;②有严重创伤;③非脓毒性休克原因死亡;④转院或主动放弃治疗。

1.2 方法

回顾性收集一般资料, 包括性别、年龄、感染部位、收缩压、舒张压、肺动脉楔压、平均急性生理学及慢性健康状况 (Acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 评分、器官功能障碍数目、白蛋白、血小板计数 (platelet count, PLT)、纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB)、D-二聚体 (D-dimer, D-D)、乳酸清除率、碳酸氢钠静脉应用、血液净化、休克距容量复苏时间、机械通气、是否院内死亡。

器官功能障碍包括: ①循环衰竭: 收缩压 < 90 mmHg 且持续 > 1 h, 或需要药物支持才能维持循环稳定; ②呼吸衰竭: 急性起病, 动脉血氧分压/吸入氧浓度 ≤ 200 mmHg, X 线正位胸片可见双肺浸润影、肺动脉楔压 ≤ 18 mmHg 或无左房压力升高证据; ③肝脏衰竭: 胆红素 > 34.1 $\mu\text{mol/L}$, 并伴有转氨酶升高 ($>$ 正常值 $\times 2$), 或已有肝性脑病; ④肾脏衰竭: 血肌酐 > 176.8 $\mu\text{mol/L}$, 伴少尿或多尿, 或需血液净化治疗; ⑤胃肠衰竭: 上消化道出血, 24 h 出血量 > 400 mL, 或胃肠蠕动消失不能耐受食物, 或消化道穿孔或坏死; ⑥代谢衰竭: 不能为机体提供所需能量, 糖耐量降低需使用胰岛素, 或出现骨骼肌萎缩、无力等; ⑦血液循环衰竭: 血小板 $< 50 \times 10^9/\text{L}$ 或降低 $> 25\%$, 或有弥散性血管内凝血; ⑧中枢神经障碍: 格拉斯哥昏迷量表评分 < 7 分^[10]。

完成容量复苏的标准: ①心率下降至正常范围; ②血流灌注改善, 脉搏有力、神志精神状态好转、四肢温暖、皮肤颜色恢复、毛细血管再充

盈时间 ≤ 2 s; ③肺动脉楔压 > 65 mmHg; ④尿量 > 1 mL/(kg · h); ⑤中心静脉压 $8 \sim 12$ cmH₂O; ⑥混合静脉血氧饱和度 > 0.7 ; ⑦乳酸 < 4 mmol/L 或碱缺失正常^[11]。

1.3 统计分析

采用 SPSS 20.0 软件, 计量资料经 Shapiro-Wilk 检验, 若符合正态分布采用均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述、行独立样本 t 检验; 若不符合正态分布则采用中位数和四分位数 [$M(P_{25}, P_{75})$] 描述、行 U 检验; 计数资料采用频数和百分数 ($n, \%$) 表示、采用 χ^2 检验。采用 Logistic 回归分析探讨训练集院内死亡的因素, R 软件包构建 Nomogram 模型, Bootstrap 法和决策曲线分析 (decision curve analysis, DCA) 分别进行内部和外部验证, 受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 分析 Nomogram 模型预测院内死亡的效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

研究共纳入 324 例脓毒性休克患者, 其中男性 209 例 (64.51%)、女性 115 例 (35.49%), 平均年龄 (60.86 ± 9.32) 岁, 主要为肺部感染 (128, 39.51%), 平均收缩压 (74.93 ± 6.09) mmHg, 平均舒张压 (42.53 ± 6.09) mmHg; APACHE II 评分 (22.66 ± 4.90) 分。训练集与验证集在性别构成 ($P=0.681$)、年龄 ($P=0.658$)、感染部位 ($P=0.721$) 等一般资料上的差异无统计学意义, 见表 1。

表 1 训练集与验证集一般资料比较

Table 1. Comparison of general information between training set and validation set

特征	训练集 ($n=216$)	验证集 ($n=108$)	$\chi^2/t/U$ 值	P 值
性别 ($n, \%$)			0.169	0.681
男	141 (65.29)	68 (62.96)		
女	75 (34.72)	40 (37.04)		
年龄 (岁)	61.02 ± 9.50	60.53 ± 9.18	0.443	0.658
感染部位 ($n, \%$)			0.128	0.721
肺部	86 (39.81)	42 (38.89)		
泌尿系	62 (28.70)	34 (31.48)		
腹腔	58 (26.85)	27 (25.00)		
其他	10 (4.63)	5 (4.63)		

续表1

特征	训练集 (n=216)	验证集 (n=108)	$\chi^2/t/U$ 值	P值
舒张压 (mmHg)	42.43 ± 4.86	42.74 ± 4.53	0.553	0.580
收缩压 (mmHg)	74.76 ± 6.05	75.28 ± 6.12	0.727	0.468
肺动脉楔压 (mmHg)	7.85 ± 1.16	7.98 ± 1.22	0.789	0.431
APACHE II评分 (分)	22.74 ± 4.93	22.50 ± 4.85	0.415	0.678
器官功能障碍数目	4 (2, 5)	4 (2, 6)	0.187	0.886
白蛋白 (g/L)	19.79 ± 3.55	19.06 ± 3.42	1.766	0.078
PLT ($\times 10^9/L$)	122.10 ± 11.77	121.55 ± 11.38	0.401	0.689
FIB (g/L)	3.15 ± 0.52	3.12 ± 0.54	0.483	0.629
D-D (mg/L)	8.33 ± 1.27	8.17 ± 1.25	1.075	0.283
乳酸清除率 (%)	26.91 ± 4.55	26.51 ± 4.47	0.75	0.454
碳酸氢钠静脉应用 (n, %)			0.028	0.866
是	68 (31.48)	35 (32.41)		
否	148 (68.52)	73 (67.59)		
血液净化 (n, %)			0.096	0.757
是	179 (82.87)	88 (81.48)		
否	37 (17.13)	20 (18.52)		
休克距容量复苏时间 (h)	6.06 ± 0.98	5.98 ± 0.92	0.707	0.48
机械通气 (n, %)			0.024	0.877
是	177 (81.94)	90 (83.33)		
否	39 (18.06)	18 (16.67)		

2.2 训练集死亡组与生存组一般资料比较

训练集中有 91 例死亡、验证集中有 45 例死亡，死亡率为 41.98% (136/324)。训练集中，死亡组与生存组在性别 ($P=0.863$)、感染部位 ($P=0.741$) 方面的差异无统计学意义；但死亡组年龄 ($P < 0.001$)、APACHE II 评分 ($P < 0.001$)、器官功能障碍数目 ($P=0.041$) 等均高于生存组，舒张压 ($P < 0.001$)、收缩压 ($P < 0.001$)、肺动脉楔压 ($P < 0.001$) 等均低于生存组，休

克距容量复苏时间较生存组长 ($P < 0.001$)，见表 2。

2.3 训练集死亡危险因素分析

将训练集中经单因素分析差异有显著意义的变量作为自变量，将是否死亡作为因变量。经 Logistic 回归分析，APACHE II 评分、白蛋白、PLT、FIB、D-D、乳酸清除率、碳酸氢钠静脉应用、休克距容量复苏时间、机械通气为患者死亡的影响因素 ($P < 0.05$)，见表 3。

表2 训练集中死亡组与生存组一般资料比较

Table 2. Comparison of general information between death group and survival group in training set

特征	死亡组 (n=91)	生存组 (n=125)	$\chi^2/t/U$ 值	P值
性别 (n, %)			0.030	0.863
男	60 (65.93)	81 (64.80)		
女	31 (34.07)	44 (35.20)		
年龄 (岁)	66.48 ± 10.05	57.04 ± 8.73	7.360	<0.001
感染部位 (n, %)			0.110	0.741
肺部	36 (39.56)	50 (40.00)		
泌尿系	25 (27.47)	37 (29.60)		
腹腔	26 (28.57)	32 (25.60)		
其他	4 (4.40)	6 (4.80)		

续表2

特征	死亡组 (n=91)	生存组 (n=125)	$\chi^2/t/U$ 值	P值
舒张压 (mmHg)	38.10 ± 4.24	45.59 ± 5.69	10.595	<0.001
收缩压 (mmHg)	70.56 ± 5.95	77.82 ± 6.37	8.502	<0.001
肺动脉楔压 (mmHg)	4.50 ± 0.78	10.52 ± 2.07	26.398	<0.001
APACHE II评分 (分)	26.50 ± 5.11	20.00 ± 4.87	9.486	<0.001
器官功能障碍数目	6 (3, 7)	3 (2, 4)	4.852	0.041
白蛋白 (g/L)	15.84 ± 3.02	22.67 ± 4.18	13.266	<0.001
PLT ($\times 10^9/L$)	142.45 ± 12.69	107.28 ± 10.60	22.145	<0.001
FIB (g/L)	2.51 ± 0.44	3.62 ± 0.58	15.323	<0.001
D-D (mg/L)	9.96 ± 1.48	7.15 ± 1.02	16.518	<0.001
乳酸清除率 (%)	14.85 ± 2.46	35.69 ± 6.73	28.186	<0.001
碳酸氢钠静脉应用 (n, %)			26.505	<0.001
是	46 (50.55)	22 (17.60)		
否	45 (49.45)	103 (82.40)		
血液净化 (n, %)			24.063	<0.001
是	62 (68.13)	117 (93.60)		
否	29 (31.87)	8 (6.40)		
休克距容量复苏时间 (h)	8.15 ± 1.22	4.03 ± 0.75	26.934	<0.001
机械通气 (n, %)			11.753	0.001
是	65 (71.43)	112 (89.60)		
否	26 (28.57)	13 (10.40)		

表3 训练集死亡的影响因素Logistic回归分析

Table 3. Logistic regression analysis of the influencing factors of death in the training set

因素	β 值	SE值	Wald χ^2 值	P值	OR值 (95%CI)
APACHE II评分	1.256	0.467	7.233	0.001	3.511 (2.596, 4.427)
白蛋白	-0.526	0.235	5.010	0.009	0.591 (0.131, 0.778)
PLT	1.859	0.663	7.862	<0.001	6.417 (5.118, 7.717)
FIB	-0.567	0.238	5.676	0.005	0.567 (0.101, 0.784)
D-D	1.668	0.615	7.356	0.001	5.302 (4.096, 6.507)
乳酸清除率	-0.573	0.233	6.048	0.002	0.564 (0.108, 0.942)
碳酸氢钠静脉应用	1.882	0.781	5.807	0.004	6.567 (5.036, 8.097)
休克距容量复苏时间	1.906	0.778	6.002	0.002	6.726 (5.201, 8.251)
机械通气	-0.496	0.247	4.032	0.014	0.609 (0.125, 0.896)

2.4 患者死亡的Nomogram模型构建

基于 Logistic 回归分析结果, 构建患者院内死亡的 Nomogram 模型, 见图 1。

2.5 患者死亡的Nomogram模型验证

利用 Bootstrap 法分析可知, C-index=0.892、0.815, 校正与标准曲线拟合度均良好, 预测模型的校正曲线均表现出良好的一致性, 见图 2。

利用 ROC 分析, 可知 Nomogram 模型预测

训练集死亡的灵敏度、特异度、AUC 分别为 94.51%、95.20%、0.905[95%CI (0.857, 0.940)]; Nomogram 模型预测验证集死亡的灵敏度、特异度、AUC 分别为 87.50%、94.12%、0.838[95%CI (0.755, 0.902)], 见图 3。

进行 DCA, 发现阈值概率在 6%~80% 时净获益率高, 其临床有效性与预测模型基本一致, 见图 4。

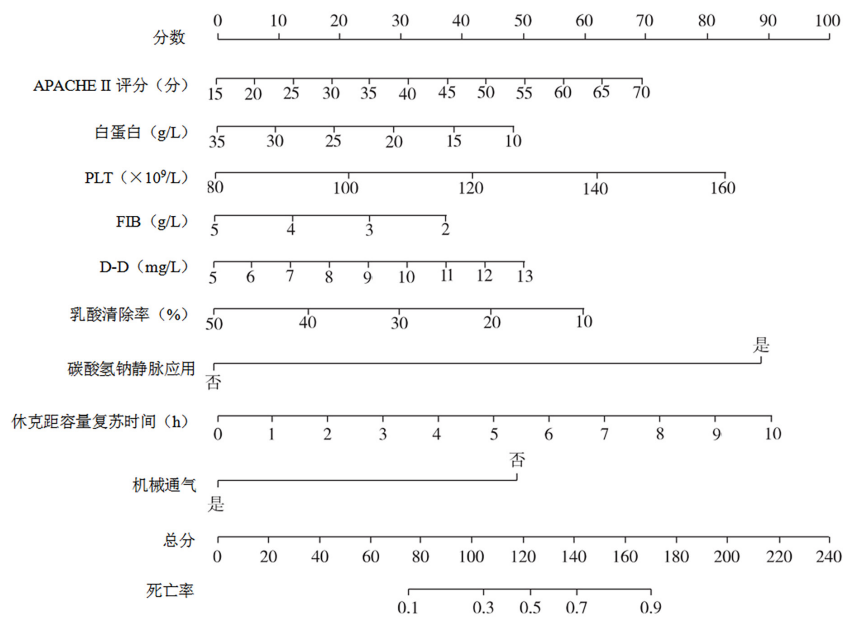


图1 患者院内死亡的风险预测Nomogram模型图

Figure 1. Nomogram model for predicting the risk of patients' in-hospital death

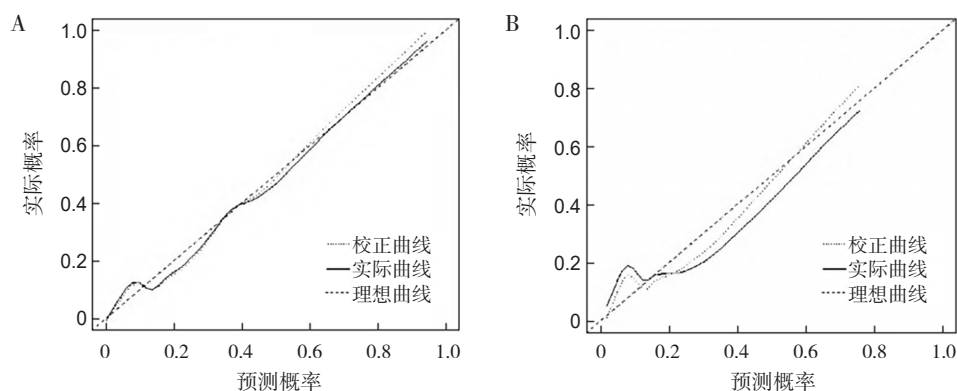


图2 患者院内死亡的风险预测Nomogram模型图验证

Figure 2. Validation of Nomogram model for predicting the risk of patients' in-hospital death

注: A.训练集; B.验证集。

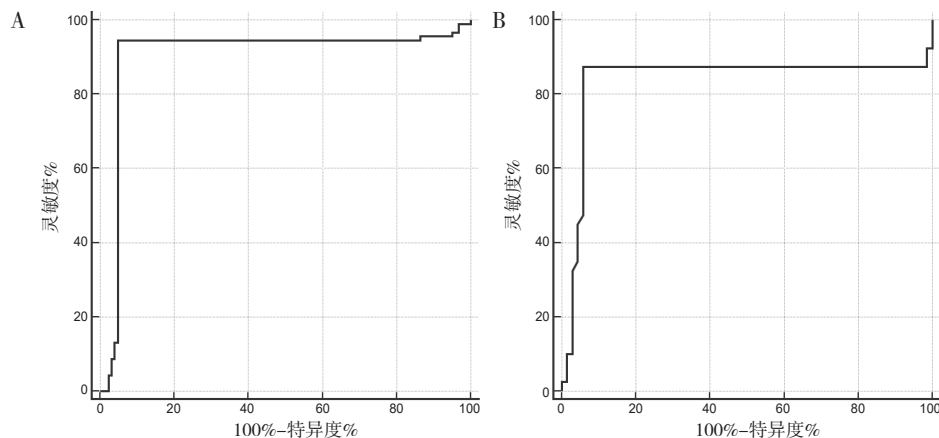


图3 Nomogram模型图预测患者死亡风险的ROC曲线

Figure 3. Receiver operating characteristic curve of Nomogram model for predicting patients' death risk

注: A.训练集; B.验证集。

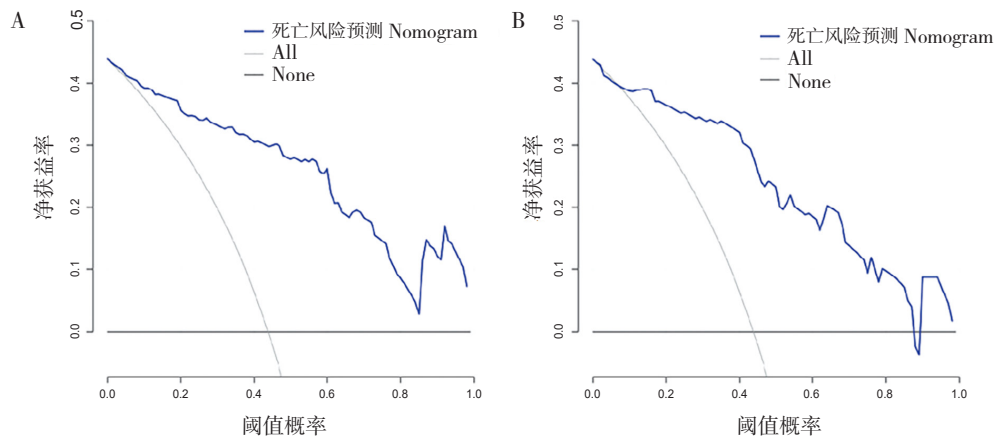


图4 Nomogram模型图预测患者死亡风险的DCA

Figure 4. DCA of Nomogram model for predicting patients' death risk

注: A.训练集; B.验证集。

3 讨论

脓毒性休克死亡风险高, 主要致死原因为血压下降、重要脏器血供减少、氧供下降, 使得脏器功能受损甚至衰竭^[12]。大量炎症因子产生也会损伤机体的重要脏器, 增加死亡风险^[13]。如何精准预测脓毒性休克患者的死亡风险、并予以支持治疗以降低死亡率, 一直是困扰临床医师的重要问题。本研究中患者的院内死亡率为41.98%, 低于申良红等^[14]报道的50.85%, 可能与患者的个体情况、治疗措施等差异有关, 与胡世宇等^[15]报道的44.57%接近, 进一步说明脓毒性休克的死亡风险较高, 预测脓毒性休克的死亡风险十分必要。

本研究发现, APACHE II评分、白蛋白、PLT、FIB、D-D、乳酸清除率、碳酸氢钠静脉应用、休克距容量复苏时间、机械通气均是患者死亡的影响因素, 与既往国内外报道一致^[16-18]。分析上述因素, APACHE II评分越高, 意味着患者的状态越差、并发多器官功能障碍综合征而致死的风险越高; 白蛋白水平越低, 患者的营养状况越差, 机体对疾病和治疗创伤的耐受性也越差; PLT和D-D越高, FIB越低, 患者凝血功能障碍越严重, 发生并发症的风险越高; 乳酸清除率越低, 患者脏器损伤越严重; 碳酸氢钠静脉应用可降低血压, 加重脏器缺血缺氧损伤; 休克距容量复苏时间越长, 患者休克状态持续越久, 机体重要脏器的损伤越严重, 以上原因均会增加患者的死亡风险。机械通气可维持通气和换气, 保持呼吸代谢状态,

减少呼吸衰竭, 从而降低死亡率。因此, 本研究基于上述因素构建 Nomogram 模型对脓毒性休克患者院内死亡的风险进行个体化、可视化评价, 从而指导临床医师进行有重点、有针对性的干预, 以期降低死亡率。但本研究并未分析年龄、收缩压、舒张压、肺动脉楔压、器官功能障碍数目、血液净化对脓毒性休克患者死亡的影响, 主要是由于这些因素与上述因素并不相互独立, 在进行 Logistic 回归分析前已排除干扰因素, 保留主要因素。

本研究还发现, 构建的脓毒性休克院内死亡风险预测 Nomogram 模型经 Bootstrap 法验证具有良好的效能, 且对训练集、验证集患者院内死亡风险预测均具有较高的灵敏度、特异度和 AUC, 进行 DCA 操作发现该模型阈值概率在 6%~80% 时净获益率高, 其临床有效性与预测模型基本一致, 说明本研究构建的 Nomogram 模型用于预测脓毒性休克患者院内死亡风险较为可靠。

综上所述, 脓毒性休克患者院内死亡风险高, 且 APACHE II 评分、白蛋白、PLT、FIB、D-D、乳酸清除率、碳酸氢钠静脉应用、休克距容量复苏时间、机械通气均是其影响因素, 根据 Logistic 回归分析建立的 Nomogram 死亡风险预测模型效能良好、具有较好的临床价值。但本研究仍存在不足, 脓毒症休克院内死亡的危险因素分析可能不全面, 进而影响 Nomogram 预测模型的可靠性, 后期应扩大样本量进一步完善及修正; 另外, 如何对筛选出的脓毒症休克院内高死亡风险患者进行干预未作进一步分析, 未来有待深入研究。

参考文献

- 1 中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 等. 中国脓毒症早期预防与阻断急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(7): 885-895. [Emergency Medicine Branch of China Association for the Promotion of International Exchange in Healthcare, Emergency Medicine Branch of the Chinese Medical Association, Emergency Physicians Branch of Chinese Medical Doctor Association, et al. Expert consensus on early prevention and blockage of sepsis in emergency response in China[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2020, 29(7): 885-895.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.07.001](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.07.001).
- 2 孙啸宇, 陆宗庆, 张金, 等. 《拯救脓毒症运动: 脓毒症与脓毒性休克治疗国际指南(2021)》摘译与解读 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2021, 28(6): 645-652. [Sun XY, Lu ZQ, Zhang J, et al. Interpretation of surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine in Intensive and Critical Care, 2021, 28(6): 645-652.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-9691.2021.06.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9691.2021.06.001).
- 3 Tang D, Wang H, Billiar TR, et al. Emerging mechanisms of immunocoagulation in sepsis and septic shock[J]. Trends Immunol, 2021, 42(6): 508-522. DOI: [10.1016/j.it.2021.04.001](https://doi.org/10.1016/j.it.2021.04.001).
- 4 Chiu C, Legrand M. Epidemiology of sepsis and septic shock[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2021, 34(2): 71-76. DOI: [10.1097/ACO.0000000000000958](https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000958).
- 5 Ramos Corrêa Pinto L, Azzolin KO, Lucena AF, et al. Septic shock: clinical indicators and implications to critical patient care[J]. J Clin Nurs, 2021, 30(11-12): 1607-1614. DOI: [10.1111/jocn.15713](https://doi.org/10.1111/jocn.15713).
- 6 Suh JW, Kim MJ, Kim JH. Risk factors of septic shock development and thirty-day mortality with a predictive model in adult candidemia patients in intensive care units[J]. Infect Dis (Lond), 2021, 53(12): 908-919. DOI: [10.1080/23744235.2021.1959052](https://doi.org/10.1080/23744235.2021.1959052).
- 7 Tian XD, Yang YM. A new nomogram for predicting lymph node positivity in pancreatic cancer[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int, 2021, 20(2): 103-104. DOI: [10.1016/j.hbpd.2020.12.022](https://doi.org/10.1016/j.hbpd.2020.12.022).
- 8 Kim SY, Cho N, Choi Y, et al. Factors affecting pathologic complete response following neoadjuvant chemotherapy in breast cancer: development and validation of a predictive nomogram[J]. Radiology, 2021, 299(2): 290-300. DOI: [10.1148/radiol.2021203871](https://doi.org/10.1148/radiol.2021203871).
- 9 中国医师协会急诊医师分会, 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会. 中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南(2018)[J]. 感染、炎症、修复, 2019, 20(1): 3-22. [Emergency Physicians Branch of Chinese Medical Doctor Association, Shock and Sepsis Professional Committee of China Research Hospital Association Emergency. Treatment guidelines for sepsis/septic shock in China (2018)[J]. Infection Inflammation Repair, 2019, 20(1): 3-22.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-8521.2019.01.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-8521.2019.01.001).
- 10 俞森洋. SIRS、sepsis、严重 sepsis 和 MODS 的诊断标准 [J]. 临床肺科杂志, 2009, 14(1): 1-2. [Yu SY. Diagnostic criteria for SIRS, sepsis, severe sepsis, and MODS[J]. Journal of Clinical Pulmonary Medicine, 2009, 14(1): 1-2.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-6663.2009.01.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-6663.2009.01.001).
- 11 中华医学会急诊医学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 等. 脓毒症液体治疗急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27(1): 30-38. [Emergency Medicine Branch of the Chinese Medical Association, Emergency Physicians Branch of the Chinese Medical Doctor Association, Emergency Medicine Professional Committee of the People's Liberation Army, et al. Consensus among emergency experts on liquid therapy for sepsis[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2018, 27(1): 30-38.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.01.007](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.01.007).
- 12 Garbero E, Livigni S, Ferrari F, et al. High dose coupled plasma filtration and adsorption in septic shock patients. Results of the COMPACT-2: a multicenter, adaptive, randomized clinical trial[J]. Intensive Care Med, 2021, 47(11): 1303-1311. DOI: [10.1007/s00134-021-06501-3](https://doi.org/10.1007/s00134-021-06501-3).
- 13 Permpikul C, Sivakorn C, Tongyoo S. In-hospital death after septic shock reversal: a retrospective analysis of in-hospital death among septic shock survivors at Thailand's largest national tertiary referral center[J]. Am J Trop Med Hyg, 2021, 104(1): 395-402. DOI: [10.4269/ajtmh.20-0896](https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0896).
- 14 申良红, 刘米莉, 尹传妍. 血管性血友病因子裂解酶在脓毒性休克患者中低表达且对其预后评估价值 [J]. 内科急危重症杂志, 2022, 28(4): 289-293. [Shen LH, Liu ML, Yin CY. Low expression of ADAMTS13 in patients with

- septic shock and its prognostic value[J]. *Journal of Internal Intensive Medicine*, 2022, 28(4): 289–293.] DOI: [10.11768/nkjwzzz20220407](https://doi.org/10.11768/nkjwzzz20220407).
- 15 胡世宇, 张泓. 降钙素原变化率及 C-反应蛋白变化率对脓毒性休克评估的价值 [J]. *中国急救医学*, 2021, 41(6): 506–510. [Hu SY, Zhang H. Prognostic significance of procalcitonin clearance and C-reactive protein clearance in the patients with septic shock[J]. *Chinese Journal of Critical Care Medicine*, 2021, 41(6): 506–510.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-1949.2021.06.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1949.2021.06.011).
- 16 Colon Hidalgo D, Tapaskar N, Rao S, et al. Lower socioeconomic factors are associated with higher mortality in patients with septic shock[J]. *Heart Lung*, 2021, 50(4): 477–480. DOI: [10.1016/j.hrtlng.2021.02.014](https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2021.02.014).
- 17 Bou Chebl R, Kattouf N, Assaf M, et al. The weekend effect in septic shock patients using the nationwide emergency department sample database[J]. *Shock*, 2021, 56(6): 910–915. DOI: [10.1097/SHK.0000000000001766](https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001766).
- 18 杨明, 张利华. 急诊老年脓毒性休克患者近期预后及其影响因素 [J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(21): 5283–5286. [Yang M, Zhang LH. Recent prognosis and influencing factors of elderly patients with septic shock in emergency department[J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2022, 42(21): 5283–5286.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-9202.2022.21.039](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-9202.2022.21.039).

收稿日期: 2023 年 06 月 01 日 修回日期: 2023 年 07 月 17 日
本文编辑: 李 阳 黄 笛

引用本文: 朱沙沙, 兰天, 李战炜. 脓毒性休克院内死亡的风险预测模型构建与验证[J]. *数理医药学杂志*, 2023, 36(8): 592–600. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202306017](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202306017)
Zhu SS, Lan T, Li ZW. Construction and validation of Nomogram model for risk prediction of hospital death in septic shock[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2023, 36(8): 592–600. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202306017](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202306017)