

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.12.022

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250912.1821.002\(2025-09-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250912.1821.002(2025-09-12))

ICU 清醒患者活动受限风险预测模型的构建与验证

汤奕洋¹, 李传圣², 朱永健^{3△}, 张振宇², 曲红芳⁴

(1. 青岛大学护理学院, 山东青岛 266071; 2. 烟台毓璜顶医院重症医学科, 山东烟台 264000; 3. 烟台毓璜顶医院护理部, 山东烟台 264000; 4. 烟台业达医院重症医学科, 山东烟台 265500)

[摘要] **目的** 构建 ICU 清醒患者活动受限风险的动态列线图预测模型并验证其预测效果。**方法** 选取 2023 年 6 月至 2024 年 2 月烟台毓璜顶医院 ICU 的清醒患者 280 例作为建模组研究对象, 2024 年 3—6 月的清醒患者 120 例作为验证组研究对象。通过单因素分析和二分类 logistic 回归分析确定独立预测因素, 构建动态列线图预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线和曲线下面积(AUC)进行评价。采用 Hosmer-Lemeshow (H-L)检验模型的区分度和校准度, 并对模型进行内外部验证及决策曲线分析(DCA)。**结果** 活动受限、非活动受限患者的年龄、BMI、既往意识、ICU 住院时间、疾病诊断类型、多器官功能障碍综合征、急性生理与慢性健康评估 II 评分、留置导管数量、镇痛镇静药、物理约束、有创机械通气、功能锻炼、血尿素氮浓度等方面比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。logistic 回归分析结果显示, ICU 住院时间 ≥ 8 d、留置导管数量 ≥ 2 根、镇痛镇静药、有创机械通气、蹬车训练及轮椅下床是 ICU 清醒患者活动受限风险的独立预测因素($P < 0.05$)。内部验证的 ROC 曲线 AUC 为 0.724 (95%CI: 0.665 ~ 0.782), 截断值为 0.264, 灵敏度和特异度分别为 70.8%、60.5%; 外部验证的 ROC 曲线 AUC 为 0.793 (95%CI: 0.711 ~ 0.875), 截断值为 0.193, 灵敏度及特异度分别为 84.2%、63.6%。**结论** 该研究构建的 ICU 清醒患者活动受限风险动态列线图预测模型具备良好的预测性能。

[关键词] 重症监护病房; 活动受限; 危险因素; 预测模型**[中图法分类号]** R473.5**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2025)12-2845-08

Construction and validation of a predictive model for the risk of activity limitation in ICU awake patients

TANG Yiyang¹, LI Chuansheng², ZHU Yongjian^{3△}, ZHANG Zhenyu², QU Hongfang⁴

(1. School of Nursing, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China; 2. Department of Critical Care Medicine, Yantai Yuhuangding Hospital, Yantai, Shandong 264000, China; 3. Department of Nursing, Yantai Yuhuangding Hospital, Yantai, Shandong 264000, China; 4. Department of Critical Care Medicine, Yeda Hospital, Yantai, Shandong 265500, China)

[Abstract] **Objective** Develop a dynamic nomogram prediction model for the risk of activity limitation in awake ICU patients and validate its predictive performance. **Methods** A total of 280 conscious patients from ICU of Yantai Yuhuangding Hospital from June 2023 to February 2024 were selected as the research subjects of the modeling group, and 120 conscious patients from March to June 2024 were selected as the research subjects of the validation group. Independent predictors were determined through single-factor analysis and binary logistic regression analysis, and a dynamic nomogram prediction model was constructed. The receiver operating characteristic (ROC) curve and the area under the curve (AUC) were used for evaluation. The discrimination and calibration of the model were tested by Hosmer-Lemeshow (H-L), and internal and external validation and decision curve analysis (DCA) were conducted for the model. **Results** There were statistically significant differences between patients with limited activity and those without limited activity in terms of age, BMI, previous consciousness, ICU length of stay, type of disease diagnosis, multiple organ dysfunction syndrome, acute physiology and chronic health assessment II score, number of indwelling catheters, analgesics and sedatives, physical restraints, invasive mechanical ventilation, functional exercise, neuromuscular blockers, blood urea nitrogen concentration, and other factors ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that ICU stay ≥ 8 days, number of indwelling catheters ≥ 2 , use of analgesics and sedatives, invasive

△ 通信作者, E-mail: ytyhdzyj@126.com。

mechanical ventilation, cycle ergometer training, and getting out of bed with a wheelchair were independent predictors of limited activity in awake ICU patients ($P<0.05$). The internally validated ROC curve had an AUC of 0.724 (95%CI: 0.665–0.782), with a cut-off value of 0.264, sensitivity of 70.8%, and specificity of 60.5%. The externally validated ROC curve had an AUC of 0.793 (95%CI: 0.711–0.875), with a cut-off value of 0.193, sensitivity of 84.2%, and specificity of 63.6%. **Conclusion** The dynamic nomogram prediction model for activity limitation risk in awake ICU patients developed in this study has good predictive performance.

[Key words] intensive care unit; limited activity; risk factors; predictive modeling

ICU 是集中治疗和重点监护重症患者的场所,随着医疗技术不断进步,重症患者存活率较以往明显提高^[1]。清醒状态是指患者对时间、地点及人物具有较强定向能力,且能准确回答姓名、年龄、所在地点及时刻等个人相关问题^[2]。受镇痛镇静策略调整影响,目前 18.0%~54.3% 的 ICU 患者可维持清醒状态^[3-4]。提高重症医学救治水平既要关注患者短期结局,也需重视远期功能恢复^[5]。研究显示,ICU 清醒患者的远期功能结局并未明显改善^[6],通常与住院期间活动受限相关^[7],42% 的 ICU 清醒患者曾因疾病、管路及物理约束等因素出现活动受限^[8]。长期活动受限会诱发 ICU 谵妄及 ICU 获得性无力(ICU acquired weakness, ICU-AW)等并发症^[9],既阻碍患者康复进程,也严重影响出院后生活质量^[10]。早期识别活动受限并及时开展针对性干预,可有效预防相关并发症发生,对患者治疗结局及康复预后具有重要意义^[11]。

动态列线图预测模型可根据患者临床特征,快速预测某一疾病或结局的发生概率,帮助医务工作者制订临床决策及治疗方案^[12-13]。目前仍缺乏针对 ICU 活动受限风险预测模型的研究。因此,本研究拟构建 ICU 清醒患者活动受限风险的动态列线图预测模型并进行验证,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 6 月至 2024 年 2 月烟台毓璜顶医院 ICU 的 280 例清醒患者作为建模组研究对象,2024 年 3—6 月的 120 例清醒患者作为验证组研究对象。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)患者处于清醒状态^[14]。排除标准:(1)ICU 入院时间 < 24 h;(2)活动受限完全由自身疾病或单一治疗因素导致(如原发性神经肌肉疾病、脊髓损伤或脊髓手术、不稳定性骨折);(3)认知及行为沟通障碍。本研究已通过烟台毓璜顶医院伦理委员会批准(审批号:2025-181),患者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 活动受限诊断与评估

本研究采用美国危重病医学学会(society of critical care medicine, SCCM)推荐的佩尔梅危重患者活动(Perme intensive care unit mobility, Perme)评分判定活动受限^[15]。该量表由 PERME 等^[16]研发,何

玲英等^[17]汉化,共包含 15 个条目,主要从精神状态、潜在活动性障碍、肢体功能、床上活动、转移、步行训练、耐力训练共 7 个维度评估患者,总分为 0~32 分。该量表信度为 0.941, Cronbach's α 系数为 0.853^[18]。为避免单次测量偏倚,本研究采用前瞻性重复测量设计,由 2 名经过系统培训的研究人员于患者入院当天及 3 d 后分别进行 Perme 评分并详细记录评估结果;每次评估时间为 09:00—11:00 或 14:00—16:00。若患者任一评估时间点的 Perme 评分 ≤ 24 分,则判定为活动受限。

1.2.2 资料收集方法

通过搜索、阅读、分析文献,课题组讨论,确定 25 个候选预测因子。(1)社会人口学资料:性别、年龄、BMI、既往意识、ICU 住院时间、医疗费用等。(2)疾病相关资料:疾病诊断类型、脓毒症、多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)、手术、急性生理与慢性健康评估(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II 评分。(3)ICU 治疗状态相关资料:留置导管数量、镇痛镇静药物、物理约束、有创机械通气、功能锻炼。(4)用药相关资料:血管活性药物及糖皮质激素。(5)试验检测相关资料:动脉氧分压、中心静脉压、动脉二氧化碳分压、高乳酸血症、血尿素氮浓度等。上述资料均通过电子病历系统及护理记录单获取,由 2 名研究者核对无误后录入 EpiData 3.0 软件。

1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据处理。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线和曲线下面积(area under the curve, AUC)进行效能评价。采用单因素分析确定 ICU 清醒患者活动受限的相关因素。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析相关影响因素。通过 R4.4.1 的“rms”“DynNom”“shiny”软件包创建动态列线图预测模型。采用 Bootstrap 法、校准曲线判断模型区分度及校准度, Hosmer-Lemeshow(H-L)检验验证模型拟合度,并通过决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)评估模型的净获益程度。

2 结果

2.1 连续变量 ROC 曲线及临界值

选取年龄、ICU 住院时间、医疗费用、APACHE II 评分、留置导管数量、动脉氧分压、中心静脉压、动脉二氧化碳分压、血尿素氮浓度 9 个连续变量进行分析,通过 ROC 曲线和 AUC 确定的临界值划分为不同亚组,见表 1。

表 1 建模组各连续性变量 ROC 的临界值					
项目	截断值	AUC	灵敏度	特异度	P
年龄	58 岁	0.601	0.613	0.534	0.004
ICU 住院时间	8 d	0.615	0.529	0.671	0.001
医疗费用	110 000 元	0.514	0.521	0.503	0.698
APACHE II 评分	18 分	0.724	0.555	0.826	<0.001
留置导管数量	2 根	0.632	0.664	0.571	<0.001
动脉氧分压	119 mmHg	0.514	0.500	0.634	0.695
中心静脉压	6.5 cmH ₂ O	0.516	0.555	0.473	0.650
动脉二氧化碳分压	37.5 mmHg	0.529	0.504	0.509	0.407
血尿素氮浓度	8.5 mmol/L	0.621	0.504	0.652	0.001

2.2 建模组与验证组患者的异质性分析

建模组 119 例发生活动受限,发生率为 42.5%(119/280);验证组 55 例发生活动受限,发生率为 45.8%(55/120)。两组患者活动受限发生率差异无统计学意义($P=0.538$)。

2.3 建模组 ICU 清醒患者活动受限的单因素分析

研究结果显示,活动受限、非活动受限患者的年龄、BMI、既往意识、ICU 住院时间、疾病诊断类型、MODS、APACHE II 评分、留置导管数量、镇痛镇静药、物理约束、有创机械通气、功能锻炼、血尿素氮浓度等方面比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

表 2 建模组 ICU 清醒患者活动受限发生情况的单因素分析[n(%)]					
项目	活动受限 (n=119)	非活动受限 (n=161)	χ^2	P	
性别			1.481	0.224	
男	78(65.5)	94(58.4)			
女	41(34.5)	67(41.6)			
年龄			5.983	0.014	
<58 岁	46(38.7)	86(53.4)			
≥58 岁	73(61.3)	75(46.6)			
BMI			13.153	0.004	
消瘦	5(4.2)	10(6.2)			
正常	45(37.8)	87(54.0)			
超重	43(36.1)	50(31.1)			
肥胖	26(21.8)	14(8.7)			
既往意识			43.141	<0.001	
清醒	2(1.7)	28(17.4)			

续表 2 建模组 ICU 清醒患者活动受限发生情况的单因素分析[n(%)]				
项目	活动受限 (n=119)	非活动受限 (n=161)	χ^2	P
模糊	25(21.0)	43(26.7)		
嗜睡	27(22.7)	45(28.0)		
谵妄	14(11.8)	23(14.3)		
镇静	33(27.7)	19(11.8)		
昏迷	18(15.1)	3(1.9)		
ICU 住院时间			53.678	<0.001
<8 d	46(38.7)	131(81.4)		
≥8 d	73(61.3)	30(18.6)		
医疗费用			0.159	0.690
<110 000 元	57(47.9)	81(50.3)		
≥110 000 元	62(52.1)	80(49.7)		
疾病诊断类型			27.015	0.001
肾脏及泌尿系统疾病	17(14.3)	13(8.1)		
呼吸系统疾病	19(16.0)	14(8.7)		
消化系统疾病	14(11.8)	20(12.4)		
循环系统疾病	16(13.4)	12(7.5)		
感染性疾病	8(6.7)	19(11.8)		
神经系统疾病	6(5.0)	15(9.3)		
内分泌系统疾病	10(8.4)	24(14.9)		
骨科疾病	4(3.4)	13(8.1)		
其他类型疾病	25(21.0)	31(20.9)		
败血症			2.547	0.111
是	30(25.2)	28(17.4)		
否	89(74.8)	133(82.6)		
脓毒血症			1.973	0.160
是	10(8.4)	7(4.3)		
否	109(91.6)	154(95.7)		
MODS			5.018	0.025
是	20(16.8)	13(8.1)		
否	99(83.2)	148(91.9)		
手术			1.577	0.209
是	57(47.9)	65(40.4)		
否	62(52.1)	96(59.6)		
APACHE II 评分			44.471	<0.001
<18 分	53(44.5)	133(82.6)		
≥18 分	66(55.5)	28(17.4)		
留置导管数量			16.322	<0.001
<2 根	39(32.8)	92(57.1)		
≥2 根	80(67.2)	69(42.9)		
镇痛镇静药			12.392	0.001
是	82(68.9)	77(47.8)		

续表 2 建模组 ICU 清醒患者活动受限发生情况的单因素分析[n(%)]				
项目	活动受限 (n=119)	非活动受限 (n=161)	χ^2	P
否	37(31.1)	84(52.2)	7.979	0.005
物理约束				
是	63(52.9)	58(36.0)		
否	56(47.1)	103(64.0)	12.688	<0.001
有创机械通气				
是	52(43.7)	38(23.6)		
否	67(56.3)	123(76.4)	15.538	0.001
功能锻炼				
被动活动	57(47.9)	53(32.9)		
主动活动	49(41.2)	60(37.3)	0.862	0.353
蹬车训练	8(6.7)	26(16.1)		
轮椅下床	5(4.2)	22(13.7)		
血管活性药			0.195	0.659
是	76(63.9)	94(58.4)		
否	43(36.1)	67(41.6)		
糖皮质激素			1.776	0.183
是	27(22.7)	33(20.5)		
否	92(77.3)	128(79.5)		
动脉氧分压			0.079	0.779
<119 mmHg	66(55.5)	102(63.4)		
≥119 mmHg	53(44.5)	59(36.6)		
中心静脉压			0.050	0.823
<6.5 cmH ₂ O	66(55.5)	92(57.1)		
≥6.5 cmH ₂ O	53(44.5)	69(42.9)		
动脉二氧化碳分压			0.775	0.379
<37.5 mmHg	60(50.4)	79(49.1)		
≥37.5 mmHg	59(49.6)	82(50.9)		
高乳酸血症			6.190	0.013
是	20(16.8)	21(13.0)		
否	99(83.2)	140(87.0)		
血尿素氮浓度				
<8.5 mmol/L	60(50.4)	105(65.2)		
≥8.5 mmol/L	59(49.6)	56(34.8)		

2.4 建模组 ICU 清醒患者活动受限的多因素分析

将单因素分析中差异有统计学意义的项目作为

自变量,以入住 ICU 后是否发生活动受限(否=0,是=1)为因变量,其中所有二分类变量赋值方法相同(否=0,是=1)。BMI 设置正常=0,消瘦=1,超重=2,肥胖=3;既往意识设置清醒=0,模糊=1,嗜睡=2,谵妄=3,镇静=4,昏迷=5;疾病诊断类型设置其他类型疾病=0,肾脏及泌尿系统疾病=1,呼吸系统疾病=2,消化系统疾病=3,循环系统疾病=4,肿瘤类疾病=5,感染性疾病=6,神经系统疾病=7,内分泌系统疾病=8,骨科疾病=9;功能锻炼设置被动活动=0,主动活动=1,蹬车训练=2,轮椅下床=3。logistic 回归分析结果显示,ICU 住院时间≥8 d、留置导管数量≥2 根、镇痛镇静药、有创机械通气、蹬车训练及轮椅下床是 ICU 清醒患者活动受限风险的独立预测因素($P<0.05$),见表 3。

2.5 ICU 清醒患者活动受限风险动态列线图预测模型的构建

列线图预测模型公式为: $\text{Logit}(P) = -2.034 + 1.263X_1(\text{ICU 住院时间} \geq 8 \text{ d}) + 1.102X_2(\text{留置导管数量} \geq 2 \text{ 根}) + 0.616X_3(\text{镇痛镇静药}) + 0.865X_4(\text{有创机械通气}) - 1.172X_5(\text{蹬车训练}) - 1.503X_6(\text{轮椅下床})$,见图 1。

2.6 列线图预测模型的内部和外部验证

采用 Bootstrap 法对建模组数据重复抽样 1 000 次进行内部验证,ROC 曲线 AUC 为 0.724(95%CI: 0.665~0.782),截断值为 0.264,灵敏度和特异度分别为 70.8%、60.5%,见图 2A。H-L 检验结果为 $\chi^2 = 6.643, P = 0.084$,平均绝对误差为 0.016,校准曲线图(图 2B)发现,实际观测值与预测值比较差异无统计学意义($P>0.05$),校正曲线与理想曲线基本贴合,模型预测 ICU 清醒患者活动受限风险与实际风险一致性良好。内部验证 DCA 结果(图 2C)显示,当风险阈值在 15%~90%时,模型的净收益高于 2 种极端情况。外部验证中,验证组 120 例清醒患者有 55 例发生活动受限,活动受限发生率为 45.8%。模型的 ROC 曲线 AUC 为 0.793(95%CI: 0.711~0.875),截断值为 0.193,灵敏度及特异度分别为 84.2%、63.6%,见图 2D。H-L 检验结果为 $\chi^2 = 4.912, P = 0.178$,平均绝对误差为 0.011,校正曲线图(图 2E)与理想曲线基本一致,模型的区分度和校准度较好。外部验证 DCA 结果(图 2F)显示,当风险阈值在 2%~98%时,模型的净收益优于 2 种极端情况。

表 3 建模组 ICU 清醒患者活动受限影响因素的多因素 logistic 回归分析

项目	B	SE	Wald	P	OR	95%CI
ICU 住院时间(≥8 d vs. <8 d)	1.263	0.318	15.768	<0.001	3.535	1.895~6.592
留置导管数量(≥2 根 vs. <2 根)	1.102	0.297	13.759	<0.001	3.010	1.682~5.388
镇痛镇静药(是 vs. 否)	0.616	0.284	4.686	0.030	1.851	1.060~3.233

续表 3 建模组 ICU 清醒患者活动受限影响因素的多因素 logistic 回归分析

项目	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
有创机械通气(是 <i>vs.</i> 否)	0.865	0.306	7.974	0.005	2.374	1.303~4.326
功能锻炼						
主动活动 <i>vs.</i> 被动活动	0.134	0.429	0.097	0.755	1.143	0.493~2.652
蹬车训练 <i>vs.</i> 被动活动	-1.172	0.543	4.659	0.031	0.310	0.107~0.898
轮椅下床 <i>vs.</i> 被动活动	-1.503	0.604	6.186	0.013	0.222	0.068~0.727
常量	-2.034	0.482	17.769	<0.001	0.131	

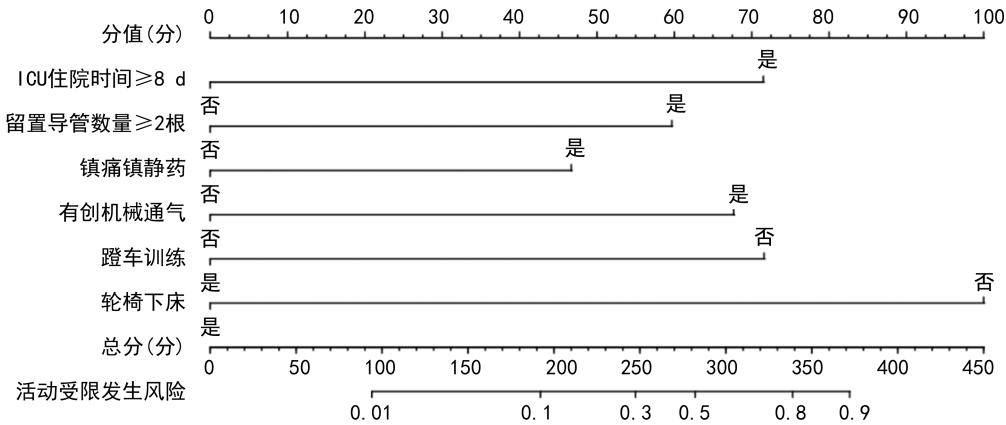
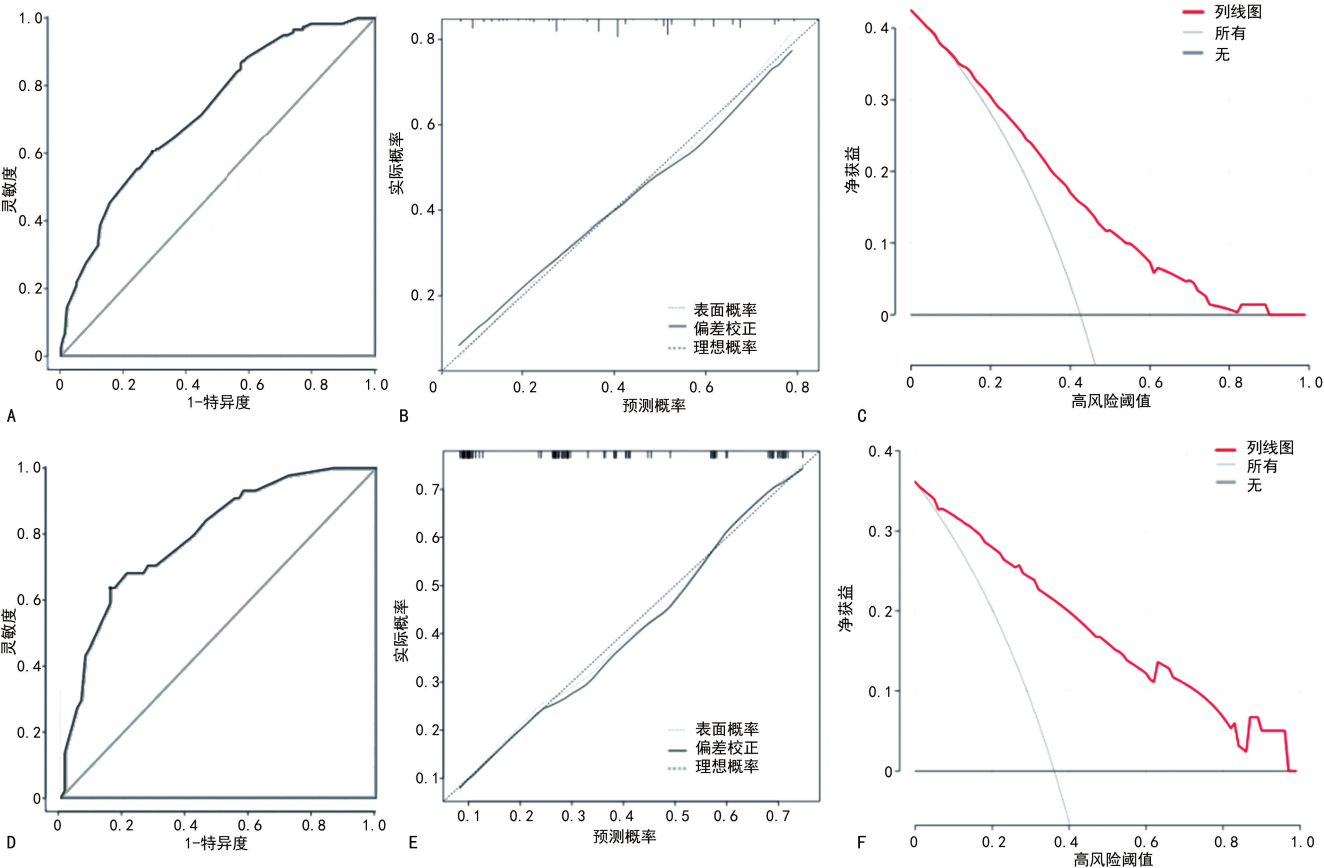


图 1 ICU 清醒患者活动受限风险列线图预测模型



A:内部验证的 ROC 曲线;B:内部验证的校准曲线;C:内部验证的 DCA 结果;D:外部验证的 ROC 曲线;E:外部验证的校准曲线;F:外部验证的 DCA 结果。

图 2 列线图预测模型的内部和外部验证

3 讨 论

研究显示,AUC 在 0.700~0.899 提示模型预测效果良好^[19]。本研究预测模型的内部验证 AUC 为 0.724、外部验证为 0.793,表明模型预测效果良好;

H-L 检验结果为 $\chi^2 = 6.643, P = 0.084$, 平均绝对误差为 0.016, 提示模型对 ICU 清醒患者活动受限的辨识能力较好^[20]。外部验证结果显示, 模型的灵敏度为 84.2%、特异度为 63.6%, 表明模型预测值与实际发生率的一致性良好。但建模组与验证组的 ROC 曲线特异度略低, 提示模型假阳性率偏高, 可能与模型纳入的预测因子代表性不足及患者临床异质性有关^[21]。现有预测因子主要反映了治疗强度对患者活动的限制, 却未纳入心肺功能与储备指标; 同时, ICU 清醒患者病情复杂多样, 基线功能状态差异较大, 增加了模型精准识别低风险个体的难度^[22]。后续研究需聚焦特定疾病表型的亚人群, 通过限定纳入人群的临床特征范围提升模型内部效度。

活动受限是 ICU 清醒患者常见的临床问题, 不仅会延长住院时间、增加住院费用, 还会增加出院后肢体功能障碍的发生风险^[23]。因此, 早期筛查活动受限患者并及时干预是最为经济、有效的手段。研究表明, ICU 护理人员对活动受限的辨识率仅为 19%^[24]。而列线图预测模型可快速识别患者是否存在活动受限, 在一定程度上提高活动受限的辨识效率, 减轻医护人员的工作负荷^[25]。传统列线图需手动定位变量分值并求和计算, 易产生人为误差^[26]; 本研究基于二维码生成的 ICU 清醒患者活动受限风险动态列线图预测模型, 可让 ICU 护士通过手持终端扫码后直接输入预测因子, 系统自动生成个体化风险概率及其 95% CI, 提升预测效率^[27]。同时, 二维码记录便于医务人员后期跟踪查询, 还可纵向比较患者活动受限风险的轨迹变化。本研究的列线图模型内、外部验证的 H-L 检验结果提示模型外推性较好^[28], 可用于其他医院的 ICU 清醒患者。DCA 分析进一步显示, 该模型可从活动受限患者中有效识别出更多真阳性患者, 表明其具有较高的临床应用价值^[29]。

本研究显示, ICU 住院时间 ≥ 8 d、留置导管数量 ≥ 2 根、使用镇痛镇静药、有创机械通气、蹬车训练及轮椅下床是 ICU 清醒患者活动受限风险的独立预测因素, 其中 ICU 住院时间 ≥ 8 d、留置导管数量 ≥ 2 根、使用镇痛镇静药和有创机械通气是危险因素, 蹬车训练及轮椅下床是保护因素。研究结果进一步提示, ICU 住院时间 ≥ 8 d 的患者发生活动受限的概率更高, 这与既往研究结论基本一致^[30]。随着住院时间延长, 患者体力活动水平下降、神经冲动减弱, 导致机体蛋白质合成-降解平衡逐渐被打破, 进而引起骨骼肌质量下降、肌力减退^[31]。留置导管与活动受限的关联也与其他研究结果一致^[32-33], 这可能与留置导管后局部关节活动度降低、影响日常活动有关。镇痛镇静药是一类作用于中枢神经系统的药物, 在降低患者痛觉阈值的同时会抑制大脑皮质兴奋性^[34], 阻断神经递质的脑内传递, 导致患者困倦、乏力, 进而影响活动能力。

有创机械通气是 ICU 常用的呼吸支持措施, 对纠正呼吸衰竭或低氧血症至关重要^[35]; 长期应用可导致膈肌肌纤维结构改变、收缩能力降低^[36], 引起四肢肌肉供氧不足。此外, 有创机械通气患者常因预防不良事件需使用镇痛镇静药及物理约束^[37], 进一步增加活动受限风险。而蹬车训练和轮椅下床可通过增加肌肉主动活动次数与激活频率, 增强肌力、延缓肌肉萎缩^[38]; 锻炼下肢、腹部及呼吸肌群力量可以提高活动耐力^[39], 是活动受限的保护因素。杨丽萍等^[40]研究证实, 早期功能锻炼能缩短呼吸机使用时间、提高撤机成功率, 从而减轻活动限制, 有利于清醒患者尽早恢复自主生活。但本研究发现, ICU 清醒患者蹬车训练和轮椅下床开展比例均低于国外水平^[41], 可能与国内 ICU 康复起步较晚、缺乏专业管理团队有关。

本研究仅纳入山东省烟台市一家三级综合医院的 ICU 清醒患者, 未能比较不同地区 ICU 清醒患者活动受限预测因素的特征差异, 未来拟开展不同地区的多中心、大样本量研究。此外, 本研究 ROC 曲线的特异度略低, 提示仍有部分相关因子未被纳入模型, 需进一步挖掘更具代表性的预测因素, 以提升模型的预测精度。

综上所述, ICU 住院时间 ≥ 8 d、留置导管数量 ≥ 2 根、使用镇痛镇静药、进行有创机械通气的 ICU 清醒患者更易发生活动受限; ICU 清醒患者活动受限风险列线图预测模型具备良好的预测性能。

参考文献

- [1] DONG D R, WANG Y, WANG C, et al. Effects of transthoracic echocardiography on the prognosis of patients with acute respiratory distress syndrome: a propensity score matched analysis of the MIMIC-III database[J]. BMC Pulm Med, 2022, 22(1): 247.
- [2] AGARWAL B, JAGTAP N R, BAGWE H, et al. Awake repositioning/proning protocol: a guide for ICU patients and caregivers[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2024, 105(2): 433-435.
- [3] THOMAS L A, RODRIGUEZ C S. Prevalence of sudden speechlessness in critical care units [J]. Clin Nurs Res, 2011, 20(4): 439-447.
- [4] HAPP M B, SEAMAN J B, NILSEN M L, et al. The number of mechanically ventilated ICU patients meeting communication criteria [J]. Heart Lung, 2015, 44(1): 45-49.
- [5] 国家卫生健康委办公厅.《关于印发加强重症医学医疗服务能力建设的意见通知》[EB/OL]. (2024-05-06) [2025-04-06]. <http://www.nhc.gov.cn/zygj/s3577/202405/1b1ada666f964fd7999>

- 7e903bf409664.shtml.
- [6] 刘艳平,熊杰,黄素芳,等. ICU 清醒患者住院体验现状及影响因素分析[J]. 中华急危重症护理杂志,2024,5(6):519-524.
- [7] LEONARDI M, LEE H, KOSTANJSEK N, et al. 20 years of icf-international classification of functioning, disability and health: uses and applications around the world[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(18):11321.
- [8] DANIELIS M, POVOLI A, MATTIUSSI E, et al. Understanding patients' experiences of being mechanically ventilated in the intensive care unit: findings from a meta-synthesis and meta-summary[J]. *J Clin Nurs*, 2020, 29 (13/14): 2107-2124.
- [9] PALLANCH O, ORTALDA A, PELOSI P, et al. Effects on health-related quality of life of interventions affecting survival in critically ill patients: a systematic review[J]. *Crit Care*, 2022, 26(1):126.
- [10] LAD H, SAUMUR T M, HERRIDGE M S, et al. Intensive care unit-acquired weakness: not just another muscle atrophying condition[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(21):7840.
- [11] DIRKES S M, KOZLOWSKI C. Early mobility in the intensive care unit: evidence, barriers, and future directions[J]. *Crit Care Nurse*, 2019, 39 (3):33-42.
- [12] 何红梅,喻芳,林丽华,等. 急性胰腺炎患者再喂养综合征风险预测模型的构建及护理启示[J]. 中华护理杂志,2024,59(13):1608-1615.
- [13] 张欢,甘秀妮,周雯,等. ICU 患者活动减少型谵妄风险动态列线图预测模型的构建与验证[J]. 中华急危重症护理杂志,2024,5(6):485-492.
- [14] MA Z Y, YANG S P, YANG Y L, et al. Development and validation of prediction models for the prognosis of colon cancer with lung metastases: a population-based cohort study [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14: 1073 360.
- [15] MIKKELSEN M E, STILL M, ANDERSON B J, et al. Society of critical care medicine's international consensus conference on prediction and identification of long-term impairments after critical illness[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48(11): 1670-1679.
- [16] PERME C, NAWA R K, WINKELMAN C, et al. A tool to assess mobility status in critically ill patients: the perme intensive care unit mobility score[J]. *Methodist Debaque Cardiovasc J*, 2014, 10(1):41-49.
- [17] 何玲英,黄丽华,张月丽. 佩尔梅危重患者活动评分量表的汉化及信效度检测[J]. 护理与康复,2017,16(11):1144-1148.
- [18] WILCHES LUNA E C, HERNANDEZ N L, SIRIANI DE OLIVEIRA A, et al. Perme ICU mobility score (Perme Score) and the icu mobility scale (IMS): translation and cultural adaptation for the Spanish language [J]. *Colomb Med*, 2018, 49(4):265-272.
- [19] HUANG J, CHEN H Q, DENG J W, et al. Interpretable machine learning for predicting 28-day all-cause in-hospital mortality for hypertensive ischemic or hemorrhagic stroke patients in the ICU: a multi-center retrospective cohort study with internal and external cross-validation[J]. *Front Neurol*, 2023, 14:1185447.
- [20] 张誉馨,张立环,康凯,等. 孕妇先兆流产列线图风险预测模型的构建与验证[J]. 军事护理, 2024, 41(8):52-55.
- [21] GRENDAS L N, CHIAPELLA L, RODANTE D E, et al. Comparison of traditional model-based statistical methods with machine learning for the prediction of suicide behaviour[J]. *J Psychiatr Res*, 2022, 145:85-91.
- [22] 陈音汁,涂载澜,周明川,等. 2012—2023 年基于 Joinpoint 回归模型的 ICU 医院感染变化趋势分析[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24 (5): 657-665.
- [23] PIVA S, FAGONI N, LATRONICO N. Intensive care unit-acquired weakness: unanswered questions and targets for future research[J]. *F1000Res*, 2019, 8:F1000 Faculty Rev-508.
- [24] WU Y, ZHANG Z, JIANG B, et al. Current practice and barriers to ICU-acquired weakness assessment: a cross-sectional survey[J]. *Physiotherapy*, 2021, 112:135-142.
- [25] 茹运新,来李鑫,梁发存,等. 慢性阻塞性肺疾病患者疲劳风险列线图模型的构建及验证[J]. 中华护理杂志,2024,59(13):1584-1591.
- [26] 谷光辉. 后入路腰椎融合术后下肢深静脉血栓形成风险预测模型的构建[D]. 济南:山东大学, 2022.
- [27] MIAO X Y, GUO Y N, DING L Y, et al. A dynamic online nomogram for predicting the heterogeneity trajectories of frailty among elderly gastric cancer survivors[J]. *Int J Nurs Stud*, 2024, 153:104716.

[28] 黄思源,刘芯君,杨曦,等. 下肢静脉溃疡延迟愈合风险预测模型的构建与验证[J]. 中华护理杂志,2024,59(13):1600-1607.

[29] VAN CALSTER B,WYNANTS L,VERBEEK J, et al. Reporting and interpreting decision curve analysis:a guide for investigators[J]. Eur Urol,2018,74(6):796-804.

[30] VANHOREBEEK I,LATRONICO N,VAN DEN BERGHE G. ICU-acquired weakness[J]. Intensive Care Med,2020,46(4):637-653.

[31] FAZZINI B,MÄRKL T,COSTAS C, et al. The rate and assessment of muscle wasting during critical illness:a systematic review and meta-analysis[J]. Crit Care,2023,27(1):2.

[32] ASSIS S F,VIEIRA D,SOUSA F, et al. Adverse events in critically ill patients: a cross-sectional study[J]. Rev Esc Enferm USP, 2022, 56: e20210481.

[33] O'NEIL A M,BOYD A,RUSH C, et al. Mobilization with femoral catheters in the burn ICU:a retrospective review following change in practice guidelines[J]. J Burn Care Res,2024,45(5):1124-1129.

[34] TASBIHGOU S R,BARENDTS C R M,ABSALOM A R. The role of dexmedetomidine in neurosurgery[J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol,2021,35(2):221-229.

[35] WALTER J M,CORBRIDGE T C,SINGER B D. Invasive mechanical ventilation [J]. South Med J,2018,111(12):746-753.

[36] LU Z H,XU Q P,YUAN Y H, et al. Diaphragmatic dysfunction is characterized by increased duration of mechanical ventilation in subjects with prolonged weaning[J]. Respir Care,2016,61(10):1316-1322.

[37] 张婉竹,余培琳,余梦婷,等. 重症监护室护士对有创机械通气患者离床活动评估障碍的质性研究[J]. 军事护理,2024,41(3):39-42.

[38] CHEN H H,CHEN C,SPANOS M, et al. Exercise training maintains cardiovascular health: signaling pathways involved and potential therapeutics [J]. Signal Transduct Target Ther, 2022,7(1):306.

[39] 林少虹,何露娟,刘智行. 早期主动干预对 ICU 患者肌力和 ICU 获得性衰弱发病率的影响分析[J]. 齐齐哈尔医学院学报,2016,37(25):3239-3241.

[40] 杨丽平,张志刚,张彩云,等. 早期活动对机械通气患者病死率影响的累积 meta 分析[J]. 中华护理杂志,2019,54(6):843-849.

[41] RAURELL-TORREDA M,ARIAS-RIVERA S, MARTI J D, et al. Variables associated with mobility levels in critically ill patients:a cohort study[J]. Nurs Crit Care, 2022, 27 (4): 546-557.

(收稿日期:2025-04-14 修回日期:2025-08-17)

(编辑:张芃捷)

(上接第 2844 页)

[22] 姜丽英. 基于 5G 专网的智能院前急救系统在急性脑血管疾病患者急救护理中的应用[J]. 当代护士,2025,32(2):53-57.

[23] 杨露,李斌,曾艳,等. 医警联动机制在院前急救中的应用现状及研究对策[J/CD]. 中华临床医师杂志(电子版),2022,16(9):838-841.

[24] 李英忠. 基于 5G 专网的智能院前急救研究与实现[J]. 医学信息学杂志,2023,44(8):77-82.

[25] 冯春玲,汪培培,姜荷霖,等. 5G+院前院内一体化融合系统在急诊严重创伤患者救治中的应用[J]. 护理学杂志,2024,39(19):97-100.

[26] 张子旋,张青芝,赵鹏,等. 基于 5G 技术的院前急救协同平台设计及应用[J]. 中国医院建筑与装备,2023,24(1):60-62.

[27] XIANG T,ZHANG P Y,ZHUO G Y, et al. Contribution of the 5G smart first-aid care platform to achieving high-quality prehospital care[J]. J Med Internet Res,2023,25:e43374.

[28] 阳昶,朱小年,张慧琦,等. 新形势下基于美沙酮治疗人员的警医联动工作模式效果评价[J]. 区域治理,2024,9(9):16-21.

[29] 杨旻斐,李强,徐善祥,等. 大型 5G 移动急救复苏单元的设计与构建[J]. 中华急诊医学杂志, 2023,32(12):1623-1627.

[30] 江曙光,张心怡,庄慧捷,等. 基于 5G 专网的院前急救运作模式、体系对创伤失血性休克患者凝血功能及炎症因子的影响研究[J]. 中国医药指南,2024,22(14):5-7.

[31] 袁亮. 医警联动机制构建研究[J]. 现代医院管理,2023,21(2):19-22.

(收稿日期:2025-04-15 修回日期:2025-08-17)

(编辑:张芃捷)