

ICU 患者静脉血栓栓塞症风险预测模型的系统评价

钱宇羿^{1,2}, 马蓉², 奚慧琴², 唐文娟^{1,2}, 周滢³, 田梅梅²

(1. 同济大学医学院, 上海 200092; 2. 上海交通大学医学院附属仁济医院 护理部, 上海 200127; 3. 上海交通大学医学院护理学院, 上海 200025)

【摘要】目的 系统评价重症监护室(intensive care unit, ICU)患者静脉血栓栓塞症风险预测模型, 为临床护理及未来研究提供参考。**方法** 检索 PubMed、Web of Science、Cochrane library、Wiley、CINAHL、SinoMed、中国知网、万方中发表的 ICU 患者静脉血栓栓塞症风险预测模型研究, 检索时限为建库至 2025 年 3 月 31 日。由 2 名研究者独立筛选文献、提取数据, 并对纳入文献进行偏倚风险评价、适用性评价。**结果** 共纳入 21 项研究, 其中曲线下面积 >0.8 的模型占 66.67%, 模型总体预测性能良好, 但整体偏倚风险高, 少数模型进行外部验证。出现频次最高的 3 项预测因子为既往静脉血栓栓塞症史、D-二聚体及制动。**结论** 目前 ICU 患者静脉血栓栓塞症风险预测模型仍有很大的发展空间; 未来可参考 PROBAST 指南, 建立偏倚风险低、预测性能好、决策透明度高、临床适用性好的模型并进行广泛的外部验证, 同时推动模型应用与临床实践。

【关键词】 ICU 患者; 静脉血栓栓塞症; 预测模型; 系统评价; 护理

doi: 10.3969/j.issn.2097-1826.2025.12.024

【中图分类号】 R47; R473.54 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2025)12-0101-04

A Systematic Review of Risk Prediction Models for Venous Thromboembolism in ICU Patients

QIAN Yuyi^{1,2}, MA Rong², XI Huiqin², TANG Wenjuan^{1,2}, ZHOU Ying³, TIAN Meimei² (1. School of Medicine, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Department of Nursing, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China; 3. School of Nursing, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

Corresponding author: TIAN Meimei, Tel: 021-68383011

【Abstract】Objective To systematically review risk prediction models for venous thromboembolism (VTE) in ICU patients, providing reference for clinical nursing practice and future research. **Methods** PubMed, Web of Science, Cochrane library, Wiley, CINAHL, SinoMed, CNKI, and Wanfang Data were searched for relative studies from inception to March 31, 2025. 2 researchers independently screened the literature, extracted data, and assessed the risk of bias and applicability of the included studies. **Results** 21 studies were included. Among these, 66.67% of the models had an area under the curve greater than 0.8, indicating generally good overall predictive performance. However, the overall risk of bias was high, and only a minority of models underwent external validation. The 3 most frequently occurring predictors were history of VTE, D-dimer levels, and immobilization. **Conclusions** Current risk prediction models for VTE in ICU patients are still open to development. Future research should refer to the PROBAST guidelines to develop models with low risk of bias, good predictive performance, high decision transparency, and strong clinical applicability, accompanied by extensive external validation. Simultaneously, efforts should be made to promote the application and integration of these models into clinical practice.

【Key words】 ICU patient; venous thromboembolism; prediction model; systematic review; nursing

[Mil Nurs, 2025, 42(12): 101-104]

静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism, VTE)包括深静脉血栓(deep vein thrombosis, DVT)和肺栓塞(pulmonary embolism, PE)^[1]。重症患者较普通住院患者合并更多危险因素从而更易发生^[2]。相关研究表明, 亚洲重症监护室(intensive care unit, ICU)患者 VTE 发生率在 6.6%~10.5%^[3], 早期预防可有效降低 VTE 的发生^[4]。因此, 早期识别 VTE 发生风险至关重要。随

着精准医疗的开展, 预测模型由于其成本低、效率高、准确率高的特点成为研究热点^[5]。借助预测模型, 医护人员能有效评估 VTE 发生的风险。因此, 本研究通过对 ICU 患者 VTE 预测模型进行系统评价, 剖析相关研究的偏倚风险及适用性潜在问题, 为未来研究提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究问题的确立与研究框架 人群为 ICU 患者; 待评价预测模型为 VTE 风险预测模型; 结局指标为 VTE 的发生; 模型使用时间为 VTE 发生前的任意时刻; 模型使用环境为医院; 该系统评价遵循系统评价

【收稿日期】 2025-04-09 **【修回日期】** 2025-10-12

【作者简介】 钱宇羿, 硕士在读, 护师, 电话: 021-68383709

【通信作者】 田梅梅, 电话: 021-68383011

和荟萃分析的报告项目指南(preferred reporting items for systematic review and Meta-analysis protocols,PRISMA)^[6]。

1.2 文献纳入与排除标准 纳入标准:(1)研究类型:队列研究或病例对照研究;(2)研究对象:年龄≥18 岁;(3)研究内容:ICU 患者 VTE 风险预测模型的开发和(或)验证。排除标准:(1)仅探讨 ICU 患者 VTE 危险因素;(2)非中、英文文献;(3)无法获得全文。

1.3 文献检索 检索 PubMed、Web of Science、Cochrane library、Wiley、CINAHL、Embase、SinoMed、中国知网、万方等数据库,检索时限为建库至 2025 年 3 月 31 日;采用主题词和自由词相结合的方式进行搜索,中文检索词包括:“ICU 患者、重症患者”“重症监护、重症监护室、重症监护病房”“静脉血栓栓塞症、肺栓塞、下肢深静脉血栓”“风险评估、列线图、预测及预测模型”英文检索词包括:“critical care”“critically ill”“ICU”“intensive care units”“surgical intensive care”“intensive care nursing”“deep vein thrombosis”“venous thromboembolism”“pulmonary embolism”“venous thrombosis”“VTE”“DVT”“PE”“nomograms”“risk assessment”“prediction model * ” “prognosis model”“predict * ”“risk prediction”。

1.4 文献筛选及信息提取 由 2 名经过培训的研究者根据纳入和排除标准进行筛选。若文献筛选的过程中存在争议,交由第 3 名研究者进行商讨;信息提取参考预测模型研究系统评价的批判性评估和数据提取清单(critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modelling

studies,CHARMS)^[7]。提取内容包括:作者、国家、样本来源、研究内容、研究对象、模型类型、样本量、预测因子、缺失数据、建模方法、模型性能、模型验证及呈现形式等。

1.5 文献质量评价 由 2 名经过培训的研究者分别使用预测模型的偏倚风险评估工具(prediction model risk of assessment tool,PROBAST)^[8]进行评价,分歧时,则讨论并达成共识。

2 结果

2.1 纳入文献的基本特征 初步检索获得文献 7064 篇,经过初筛及全文复筛剔除无关文献后,最终纳入 21 篇文献^[9-29];其中,来自中国有 16 项研究^[12-23,25-28],美国^[9]、日本^[10]、泰国^[11],伊朗^[24]、荷兰^[29]各 1 项;研究类型:5 项前瞻性研究^[13-14,24,28-29],16 项回顾性研究^[9-12,15-23,25-27];样本来源:14 项单中心研究^[9,12-14,16-17,19-22,24-26,28],7 项多中心研究^[10-11,15,18,23,27,29];研究内容:17 项研究^[10-23,25,27,29]进行了模型开发和验证,2 项研究^[26,28]为模型的开发,2 项研究^[9,24]为模型的验证。

2.2 ICU 患者 VTE 风险预测模型

2.2.1 模型开发基本情况与预测因子 ICU 患者 VTE 的发生率为 0.15%~50.00%。缺失数据处理方法:3 项研究^[18,23,29]采用多重插补法,2 项研究^[19,27]采用根据缺失比例综合处理法,16 项研究^[9-17,20-22,24-26,28]未报道。VTE 史、D-二聚体及制动是出现频次最高的 3 项预测因子,见表 1。

表 1 纳入文献基本特征、预测模型性能及验证(n=21)

纳入研究	研究对象	样本量		预测因子		建模方法	模型性能		区分度		验证方法	呈现形式	
		总体	发生结局事件人数	筛选方法	内容		区分度	校准方法	建模	验模			
Obi 等 ^[9]	SICU 成年患者	4844	364	—	—	—	—	①	—	—	EV	—	
Tachino 等 ^[10]	ICU 和 EICU 成年创伤患者	859	26	文献回顾及临床经验	股骨骨折、输血、GCS、下肢复杂骨折、骨盆骨折、脊髓损伤	A	②	—	—	IV;0.800; EV;—	IV; EV	—	
Viarasilpa 等 ^[11]	ICU 成年患者	37 050	529	逐步选择法	血小板计数>2.5×10 ⁵ /μL、CVC、制动时间≥4 d、有创机械通气、血红蛋白≥9 g/dL、VTE 史	A	②	①	0.870	0.860	IV	公式	
朱晓光等 ^[12]	EICU 多发伤患者	138	56	向后逐步回归	下肢制动、药物抗凝禁忌证、机械通气、胸部创伤评分>3 分、四肢和骨盆创伤评分>3 分	A	②	①	0.931	—	IV;EV	列线图	
陈颖 ^[13]	ICU 成年患者	600	75	单因素分析	年龄、性别、体质指数、急性生理与慢性健康评分、白细胞、血小板、纤维蛋白原、D-二聚体、机械通气、连续肾脏替代治疗、CVC、糖尿病、下肢水肿、心衰、恶性肿瘤、大手术、VTE 史、脑卒中、多发伤	B	②	—	0.828	—	IV	列线图	
张春霞等 ^[14]	NICU 重型颅脑损伤患者	218	49	单因素分析和多因素分析	高血糖、多发伤、血管活性药、肺部感染、D-二聚体	A	②	①	0.900	—	IV;—; EV;0.796	IV; EV	公式
Lin 等 ^[15]	ICU 有创机械通气成年患者	6902	259	LASSO 回归和向后逐步回归	VTE 史、制动时间、感染、缺血性卒中、血糖、抗板药、部分活化凝血活酶时间	A	②	—	0.826	—	IV;0.761; EV;0.680	IV; EV	列线图
Liu 等 ^[16]	NICU 原发性脑出血患者	369	83	单因素分析和多因素分析	D-二聚体、美国国立卫生院卒中评分、GCS	A	②	①	0.794	—	IV	列线图	
杨行等 ^[17]	ICU 老年非手术患者	524	166	单因素分析和多因素分析	VTE 史、下肢静脉曲张史、D-二聚体、纤维蛋白原、血管活性药、制动时间、脑卒中	A	②	①	0.871	—	IV	列线图	
Guan 等 ^[18]	ICU 成年患者	109 044	1647	逐步回归	年龄、性别、体质指数、VTE 史、癌症史、癌症、呼吸、心衰、败血症、血细胞比容、血红蛋白、血小板、白细胞、白蛋白、血清肌酐、国际标准化比值、凝血酶原时间、部分凝血活酶酶时间、总胆红素、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、红细胞输注、机械通气和 CVC	C	②	—	—	0.938	IV	可解释模型	
曾庆平等 ^[19]	NICU 成年患者	1615	225	二元逻辑回归	年龄、住院时间、接受神经外科手术、未使用抗凝药物、部分活化凝血活酶酶时间缩短、D-二聚体	A	②	③	0.80	—	IV;0.81; EV;0.92	IV; EV	列线图

续表 1

纳入研究	研究对象	样本量		预测因子		建模方法	模型性能		区分度		验证方法	呈现形式
		总体	发生结局事件人数	筛选方法	内容		区分度	校准方法	建模	验模		
元志玲等 ^[20]	ICU 脓毒症患者	939	202	LASSO 回归	VTE 评分、皮肤或软组织感染、年龄、体质指数、D-二聚体、股静脉置管	A	②	③	0.793	0.844	IV	列线图
时超等 ^[21]	ICU 成年患者	326	163	单因素分析和多因素分析	住院时间、心功能不全、低蛋白血症、镇静药、镇痛药、脱水药、血管活性药、激素、D-二聚体、中性粒细胞百分比≥89.95%、国际静脉血栓评分≥3 分	A	②	①	0.881	—	IV	公式
田洲舟等 ^[22]	ICU 成年患者	209	103	单因素分析和多因素分析	肿瘤史、3 个月内外伤史、镇静药、凝血综合参数、D-二聚体、中性粒细胞比值、年龄	A	②	①③	0.848	—	IV	列线图
Jin 等 ^[23]	ICU 成年患者	1494	389	Boruta 算法	制动时间、D-二聚体、VTE 史、机械通气及时间、凝血酶原时间、凝血酶时间、部分活化凝血活酶时间、近期手术史、下肢静脉曲张史、多发伤、国际标准化比值、GCS、急性生理与慢性健康评分、血红蛋白、红细胞计数、红细胞比容、年龄、镇静剂	C	②	④	1.000	0.788	IV	可解释模型
Orak 等 ^[24]	ICU 成年患者	228	26	—	—	—	②	—	—	Pauda; 0.61; EV Autar; 0.53	—	评分表格
Zhang 等 ^[25]	ICU 成年患者	566	89	多因素分析	VTE 史、多发伤、年龄≥70 岁、制动时间≥4 d、血小板计数>2.50×10 ⁵ μL、有创机械通气、CVC、呼吸或心衰	A	②	—	0.838	0.870	IV	评分表格
蔡琳等 ^[26]	危重症颅脑损伤患者	202	44	单因素分析和多因素分析	年龄≥60 岁、糖尿病、入院时 GCS 评分低、多发伤、CVC、D-二聚体升高	A	②	①③	0.884	—	—	列线图
金杰等 ^[27]	老年重症患者	909	258	单因素分析和 LASSO 回归	制动时间、GCS、既往 VTE 史、近期手术史、感染、高脂血症、血管收缩药、输注血小板、机械通气及时间、D-二聚体、活化部分凝血活酶时间	C	②	④	0.803	—	IV	可解释模型
Ma 等 ^[28]	重症脑出血患者	69	24	单因素分析和多因素分析	年龄、自发超声显影、白蛋白	A	②	①	0.900	—	—	列线图
Rivrud 等 ^[29]	危重患者	282 021	410	文献回顾	VTE 史、活动性恶性肿瘤、近期手术史、体重、CVC、血管活性药物、机械通气、血栓预防使用、血清乳酸浓度、白细胞计数、心率、平均动脉压、体温、呼吸频率	A	⑤	⑥	—	—	IV; 0.681 EV; 0.692 EV	—

注：外科重症监护室(surgical intensive care unit, SICU)；急诊重症监护室(emergency intensive care unit, EICU)；神经外科重症监护室(neurosurgery intensive care unit, NICU)；格拉斯哥昏迷评分法(glasgow coma scale, GCS)；中心静脉导管(central venous catheter, CVC)；最小绝对收缩和选择算法(least absolute shrinkage and selection operator, LASSO)；内部验证(internal validation, IV)；外部验证(external validation, EV)；A 为 Logistic 回归；B 为反向传播神经网络；C 为随机森林；①H-L 检验；②受试者工作特征曲线下面积(area under curve, AUC)；③校准曲线；④Brier 评分；⑤Cindex；⑥集成校准指数

2.2.2 模型验证及性能 8 项研究^[9-10,12,14-15,19,24,29]行外部验证。模型校准:10 项研究^[9,11-12,14,16-17,21-22,26,28]使用 H-L 检验,均 $P > 0.05$,提示模型校准度良好;14 项研究^[11-15,17,19,21-23,25-28]AUC 均>0.8;10 项研究^[12,13,15-17,19-20,22,26,28]以列线图为呈现方式;3 项^[18,23,27]采用可解释模型进行可视化,见表 1。

2.3 模型质量评价 21 项研究均被认为偏倚风险较高,其中 12 项研究^[9-12,17-18,20-21,23,25,27,29]适用性较好,见表 2。

表 2 偏倚风险及适用性评价结果 (n=21)

纳入研究	偏倚风险			适用性			总体	
	研究对象	预测因子	统计结果	研究对象	预测因子	结果	偏倚风险	适用性
Obi 等 ^[9]	+	?	?	+	+	+	—	+
Tachino 等 ^[10]	+	?	+	+	+	+	—	+
Viarasilpa 等 ^[11]	+	—	+	+	+	+	—	+
朱晓光等 ^[12]	+	—	+	+	+	+	—	+
陈颖 ^[13]	+	+	?	+	+	?	—	?
张春霞等 ^[14]	+	+	?	+	+	?	—	?
Lin 等 ^[15]	+	+	+	+	+	+	—	—
Liu 等 ^[16]	+	?	+	+	?	+	—	?
杨行等 ^[17]	+	+	+	+	+	+	—	+
Guan 等 ^[18]	+	+	?	+	+	+	—	+
曾庆平等 ^[19]	+	+	+	—	+	+	—	—
元志玲等 ^[20]	+	+	+	+	+	+	—	+
时超等 ^[21]	+	+	?	+	+	+	—	+
田洲舟等 ^[22]	+	+	+	+	+	—	—	—
Jin 等 ^[23]	+	+	+	+	+	+	—	+
Orak 等 ^[24]	+	?	?	+	+	+	—	—
Zhang 等 ^[25]	+	+	+	+	+	+	—	+
蔡琳等 ^[26]	+	+	+	—	+	+	—	—
金杰等 ^[27]	+	+	+	+	+	+	—	+
Ma 等 ^[28]	+	—	+	+	—	+	—	—
Rivrud 等 ^[29]	+	—	+	+	+	+	—	+

注：+表示低风险，-表示高风险，?表示不清楚

3 讨论

3.1 ICU 患者 VTE 预测模型整体偏倚风险高

21 项纳入研究整体呈现偏倚风险高。问题主要集中在结局与分析领域,分析原因如下。(1)预测因子与结局的时间间隔问题:纳入研究均未提及预测因子与结局的时间间隔,此间隔长短可能致结果波动,进而引起偏倚;(2)预测因子评估不当:纳入研究在评估预测因子均未采用盲法,预测因子的评估结果可能因受到结果信息的反向影响而产生偏倚;(3)缺失值处理:仅有 5 项研究^[18-19,23,27,29]报道缺失值处理方法,缺失数据处理不当会影响模型的准确性及可靠性;(4)评估不全面:6 项研究^[10,13,15,18,24-25]未报告校准方法,仅报告区分度,可能会导致预测模型出现一致性偏倚;(5)未考虑模型的拟合问题:仅有 1 项研究^[13]考虑了过拟合的问题,采用反向传播神经网络建模;(6)模型验证体系不足:虽然已构建的预测模型展现出良好的区分度,但仅有 8 项研究^[9-10,12,14-15,19,24,29]实施外部验证,验证体系不足影响模型的外推性及稳定性。因此,未来研究建议严格遵循盲法进行预测因子评估,考虑预测因子与结局的时间间隔是否合理;规范缺失数据处理,运用多重插补等方法,完善模型评估体系;同时重视校准度的评估,避免单一指标评估的片面性;加强对模型过拟合问题的研究,探索更多策略来提升模型的泛化能力;推动前瞻性、多中心外部验证,并详细描述验证集的基线

特征。此外目前建模以 Logistic 回归为主,优点是便捷及易于解释。随着人工智能的发展,机器学习因其强大的高纬度数据处理能力崭露头角^[30]。未来研究可结合不同建模方法的优点,以探索多种方法的组合,从而得出最优的预测模型。

3.2 对未来实践的启示 纳入的 21 篇文章均未实际应用于临床。模型最有效的用途是将其集成到电子健康记录系统中,将患者数据自动采集到系统,实现自动化、实时监测^[23]。所以未来需推动模型的实际应用,可与医院的病例管理系统结合,实现 ICU 患者 VTE 风险的自动化评估。将预测模型更好地融入临床实践,提高其实际应用价值。

4 小结

本研究共纳入了 21 项 ICU 患者 VTE 风险预测模型研究,模型预测效能较好,但偏倚风险较高且缺乏外部验证,建议未来研究可遵循 PROBAST 降低偏倚风险,并开展前瞻性、多中心的外部验证。

【参考文献】

- [1] CUSHMAN M. Epidemiology and risk factors for venous thrombosis[J]. *Semin Hematol*, 2007, 44(2): 62-69.
- [2] 石佳,贾佳,李国福.危重症患者静脉血栓栓塞症风险评估及预防研究进展[J]. *中国实用内科杂志*, 2019, 39(2): 185-188.
- [3] FU Y, LIU Y, CHEN S, et al. The combination of Caprini risk assessment scale and thrombotic biomarkers to evaluate the risk of venous thromboembolism in critically ill patients[J/OL]. [2025-03-18]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6392726/>. DOI: 10.1097/MD.00000000000013232.
- [4] STEVENS S M, WOLLER S C, KREUZIGER L B, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease[J]. *Chest*, 2021, 160(6): e545-e608.
- [5] 王冰花,刘莉.精准医疗理念在肿瘤护理研究与实践中的应用与思考[J]. *军事护理*, 2025, 42(3): 79-81, 112.
- [6] PAGE M J, MCKENZIE J E, BOSSUYT P M, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews[J/OL]. [2025-03-18]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8005924/>. DOI: 10.1136/bmj.n71.
- [7] MOONS K G M, DE GROOT J A H, BOUWMEESTER W, et al. Critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modelling studies: the CHARMS checklist[J/OL]. [2025-03-18]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4196729/>. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001744.
- [8] WOLFF R F, MOONS K G M, RILEY R D, et al. PROBAST: a tool to assess the risk of bias and applicability of prediction model studies[J]. *Ann Intern Med*, 2019, 170(1): 51-58.
- [9] OBI A T, PANNUCCI C J, NACKASHI A, et al. Validation of the Caprini venous thromboembolism risk assessment model in critically ill surgical patients[J]. *JAMA Surg*, 2015, 150(10): 941-948.
- [10] TACHINO J, YAMAMOTO K, SHIMIZU K, et al. Quick risk assessment profile (qRAP) is a prediction model for post-traumatic venous thromboembolism[J]. *Injury*, 2019, 50(9): 1540-1544.
- [11] VIARASILPA T, PANYAVACHIRAPORN N, MARASHI S M, et al. Prediction of symptomatic venous thromboembolism in critically ill patients: the ICU-venous thromboembolism score[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48(6): e470-e479.
- [12] 朱晓光,王石冲,高婧,等.多发伤患者静脉血栓栓塞症列线图预测模型建立的研究[J]. *国际骨科学杂志*, 2021, 42(4): 241-246.
- [13] 陈颖.危重症患者下肢深静脉血栓影响因素分析及风险预测模型构建[D].青岛:青岛大学,2022.
- [14] 张春霞,李翔,孟晓静,等.重型颅脑损伤病人下肢深静脉血栓形成风险预测模型的构建及验证[J]. *全科护理*, 2022, 20(35): 4902-4907.
- [15] LIN J, ZHANG Y, LIN W, et al. Development and validation of a risk assessment model for venous thromboembolism in patients with invasive mechanical ventilation[J/OL]. [2025-03-18]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9393746/>. DOI: 10.7759/cureus.27164.
- [16] LIU S, WANG Y, GAO B, et al. A nomogram for predicting venous thromboembolism in critically ill patients with primary intracerebral hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2022, 157: e301-e307.
- [17] 杨行,马莎莎,许红梅,等.ICU 老年非手术病人静脉血栓栓塞症风险预测模型的构建及验证[J]. *护理研究*, 2023, 37(5): 791-799.
- [18] GUAN C, MA F, CHANG S, et al. Interpretable machine learning models for predicting venous thromboembolism in the intensive care unit: an analysis based on data from 207 centers[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1): 406.
- [19] 曾庆平.神经重症患者静脉血栓栓塞症风险预测模型的构建及验证[D].扬州:扬州大学,2024.
- [20] 亓志玲,丁德涛,吴翠环,等.ICU 脓毒症患者早期发生下肢深静脉血栓预测模型的构建与验证[J]. *中华危重病急救医学*, 2024, 36(5): 471-477.
- [21] 时超.危重症患者静脉血栓栓塞症的危险因素和风险预测模型的研究[D].大连:大连医科大学,2024.
- [22] 田洲舟.危重症患者下肢静脉血栓形成高危因素分析及预测模型建立[D].南充:川北医学院,2024.
- [23] JIN J, LU J, SU X, et al. Development and validation of an ICU-venous thromboembolism prediction model using machine learning approaches: a multicenter study[J]. *Int J Gen Med*, 2024, 17: 3279-3292.
- [24] ORAK F, SAADAT M, SAKI A, et al. Comparison of the pauda and the autar DVT risk assessment scales in prediction of venous thromboembolism in ICU patients[J]. *Med J Islam Repub Iran*, 2024, 38: 48-61.
- [25] ZHANG C, MI J, WANG X, et al. Development of a risk assessment tool for venous thromboembolism among hospitalized patients in the ICU[J/OL]. [2025-03-18]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11367689/>. DOI: 10.1177/10760296241280624.
- [26] 蔡琳,潘传亮,张川,等.影响危重症颅脑损伤患者住院期间发生静脉血栓栓塞症的危险因素及风险预测模型构建[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2025, 19(2): 77-82.
- [27] 金杰,徐清,卢洁,等.基于机器学习算法构建老年重症病人静脉血栓栓塞症风险预测模型[J]. *护理研究*, 2025, 39(14): 2327-2335.
- [28] MA B, CHEN C, WANG Q, et al. Construction of an early warning model for venous thromboembolism risk in patients with severe cerebral hemorrhage based on ultrasound spontaneous imaging[J/OL]. [2025-03-18]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12175772/>. DOI: 10.3389/fneur.2025.1562963.
- [29] RIVRUD S C S, HEIJKOOP ò R H, HULSHOF L, et al. Predicting the risk of venous thromboembolism in critically ill patients (PROVE-IT): a model development and validation study[J]. *J Thromb Haemost*, 2025, 23(10): 3272-3285.
- [30] 杜赛丽,徐燕,黄莺,等.多模态数据融合技术在临床护理中的应用进展[J]. *军事护理*, 2025, 42(8): 94-97.

(本文编辑:王园园)