

· 论著 · 一次研究 ·

老年髋部骨折患者术前深静脉血栓形成 预测模型的构建

罗杰华^{1, 2}, 刘奇沛¹, 龚春柱³

1. 广州中医药大学第三附属医院 (广州 510405)
2. 广州市荔湾区骨伤科医院康复科 (广州 510405)
3. 广州中医药大学附属深圳平乐骨伤科医院老年骨科 (广东深圳 518118)

【摘要】目的 分析老年髋部骨折患者术前并发下肢深静脉血栓 (DVT) 的风险因素并构建风险预测模型。**方法** 纳入 2021 年 6 月至 2024 年 6 月广州中医药大学第三附属医院收治的老年髋部骨折患者为研究对象, 收集患者临床资料。通过 Lasso 回归和多因素 Logistic 回归筛选术前 DVT 的独立影响因素, 并构建列线图模型。采用 Bootstrap 重抽样、校准曲线、受试者工作特征 (ROC) 曲线及其曲线下面积 (AUC)、决策曲线评估模型的区分度、校准度及临床实用性。**结果** 共纳入 644 例髋部骨折患者, 训练集 451 例, 验证集 193 例。多因素 Logistic 回归分析显示, D- 二聚体水平升高 [OR=1.927, 95%CI (1.675, 2.257)]、受伤至入院时间较长 [OR=1.023, 95%CI (1.012, 1.034)]、纤维蛋白原水平升高 [OR=1.348, 95%CI (1.076, 1.703)]、总胆固醇水平升高 [OR=1.256, 95%CI (1.053, 1.504)] 是术前 DVT 的独立危险因素, 而白蛋白水平升高 [OR=0.936, 95%CI (0.909, 0.965)] 是术前 DVT 的独立保护因素。训练集和验证集的 AUC 分别为 0.871[95%CI (0.816, 0.925)]、0.879 [95%CI (0.805, 0.953)]。校准曲线显示预测概率与实际风险拟合度较高; 决策曲线显示在 10%~70% 风险阈值内净收益显著高于传统策略。**结论** 本研究构建的列线图预测模型可直观、精准预测老年髋部骨折患者术前 DVT 风险, 可为临床早期筛查与干预提供科学的参考工具。

【关键词】 老年髋部骨折; 深静脉血栓形成; 列线图; 风险预测; 术前风险评估

【中图分类号】 R683.3; R683.4 **【文献标识码】** A

Construction of a predictive model of deep vein thrombosis in elderly patients with hip fractures

LUO Jiehua^{1,2}, LIU Qipei¹, GONG Chunzhu³

1. The Third Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China

2. Department of Rehabilitation Medicine, Liwan District TCM Orthopedics Hospital of Guangzhou, Guangzhou 510140, China

3. Department of Geriatric Orthopedics, Shenzhen Pingle Orthopedic Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Shenzhen 518118, Guangdong Province, China

Corresponding author: GONG Chunzhu, Email: gczq_82@126.com

【Abstract】Objective To identify risk factors for preoperative lower limb deep vein thrombosis (DVT) in elderly patients with hip fractures and to develop a predictive nomogram

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202504005

基金项目: 深圳市“医疗卫生三名工程”项目 (SZZYSM202311020)

通信作者: 龚春柱, 主任医师, 硕士研究生导师, Email: gczq_82@126.com

model. Methods Elderly patients with hip fractures admitted to the Third Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine from June 2021 to June 2024 was enrolled. Clinical data were collected and analyzed. Independent influencing factors for preoperative DVT were screened using Lasso regression and multivariate Logistic regression. A nomogram model was developed and validated internally and externally. Model performance was evaluated using Bootstrap resampling, calibration curves, receiver operating characteristic (ROC) curves with area under the curve (AUC), and decision curve analysis (DCA) to assess discrimination, calibration, and clinical utility. **Results** A total of 644 patients were included, with 451 in the training set and 193 in the validation set. Multivariate Logistic regression revealed that elevated D-dimer levels [OR=1.927, 95%CI (1.675, 2.257)], prolonged time from injury to admission [OR=1.023, 95%CI (1.012, 1.034)], increased fibrinogen [OR=1.348, 95%CI (1.076, 1.703)], higher total cholesterol [OR=1.256, 95%CI (1.053, 1.504)], and hypoalbuminemia [OR=0.936, 95%CI (0.909, 0.965)] were independent predictors of preoperative DVT. The AUCs were 0.871 [95%CI (0.816, 0.925)] for the training set and 0.879 [95%CI (0.805, 0.953)] for the validation set. Calibration curves showed that the predicted probabilities were consistent with the actuality. DCA demonstrated that the model yielded a higher net benefit than traditional strategies across a risk threshold range of 10% to 70%. **Conclusion** The nomogram-based predictive model developed in this study enables intuitive and accurate preoperative risk stratification for DVT in elderly patients with hip fractures. It serves as a robust scientific tool to guide early clinical screening and targeted interventions for thromboprophylaxis.

【Keywords】Elderly patients with hip fractures; Deep vein thrombosis; Nomogram; Risk prediction; Preoperative risk assessment

老年髋部骨折是老龄化社会的重大公共卫生挑战，患者因骨质疏松、糖尿病、脑卒中等基础疾病导致围手术期并发症风险增高，其中下肢深静脉血栓形成（deep vein thrombosis, DVT）发病率高且具有潜在肺栓塞（pulmonary embolism, PE）风险，已成为临床关注的核心问题^[1]。研究表明，即使术前规范抗凝治疗，老年髋部骨折患者 DVT 漏诊率仍高达 10%，可能导致手术时机延误及预后恶化，亟需建立精准的术前风险评估体系^[2]。目前，DVT 的危险因素研究多聚焦于术后阶段或单一指标，而老年患者术前血栓形成的病理机制复杂，涉及凝血因子激活、代谢紊乱及时间延迟等多重交互作用，传统模型难以满足个体化分层需求^[3]。列线图在疾病风险预测中具有可视化和整合多因素的优势，但现有针对老年髋部骨折术前 DVT 的预测工具多未系统纳入代谢指标及时间变量，忽视老年患者特有的病理生理特征，且大多缺乏验证，临床适用性存疑^[4-7]。本研究旨在构建并验证一种整合多维度指标的列线图模型，以优化老年髋部骨折患者术前 DVT 风险评估。通过系统分析凝血功能、代谢状态及救治时间等变量，明确独立危险因素及其权重，突破单一指标的筛查瓶颈。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年 6 月至 2024 年 6 月于广州中医药大学第三附属医院创伤骨科接受手术治疗的老年髋部骨折患者为研究对象，收集患者临床资料。纳入标准：①经 X 线/CT 确诊为单侧股骨颈或转子间骨折；②年龄 ≥ 65 岁；③低能量损伤（平地跌倒或轻微扭伤）；④拟行手术治疗（内固定或关节置换）；⑤术前 48 h 内完成双下肢深静脉超声检查。排除标准：①开放性骨折、病理性骨折或陈旧性骨折（受伤到入院超过 3 周）；②丙氨酸氨基转移酶（ALT）或天冬氨酸氨基转移酶（AST）> 3 倍上限、肾小球滤过率 < 30 mL/min/1.73m²；③入院前已存在 DVT 或 PE；④长期使用抗凝/抗血小板药物；⑤凝血指标、DVT 超声结果等关键数据缺失。根据术前超声检测结果是否发生 DVT 分为 DVT 组和非 DVT 组。本研究获广州中医药大学第三附属医院伦理委员会审批（批号：PJ-XS-20240627-002）。

1.2 资料收集

通过电子病历系统、检验系统和影像系统收

集患者人口学特征和临床数据, 包括性别、年龄、体重指数 (body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史、骨折类型、骨折侧别、受伤至入院时间、入院至手术时间、美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级; 高血压、糖尿病、心血管疾病 (冠心病、心肌梗死等)、脑血管疾病 (脑梗死、脑出血等)、慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 病史; 入院 24 h 内采集的静脉血检验指标, 如纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB)、D-二聚体 (D-dimer, D-D)、凝血酶原时间 (prothrombin time, PT)、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)、凝血酶时间 (thrombin time, TT)、白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、红细胞计数 (red blood cell count, RBC)、血红蛋白 (hemoglobin, HGB)、血小板 (platelet, PLT)、中性粒细胞计数 (neutrophil count, NEUT)、淋巴细胞计数 (lymphocyte count, LYMPH)、平均红细胞体积 (mean corpuscular volume, MCV)、总蛋白 (total protein, TP)、白蛋白 (albumin, ALB)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、红细胞沉降率 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)、肌酐 (Cr)、葡萄糖 (glucose, GLU)、ALT、AST、中性粒细胞与淋巴细胞比值 (neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、血小板与淋巴细胞比值 (platelet to lymphocyte ratio, PLR)、系统

性免疫炎症指数 (systemic immune-inflammation index, SII), 其中 $SII = PLT \times NEUT / LYMPH$, 以及术前 48 h 内的双下肢静脉彩超结果。

1.3 统计学分析

采用 R 4.4.2 软件进行统计分析。计数资料以例数和百分比 ($n, \%$) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 符合正态分布的计量资料, 以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 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, 采用中位数和四分位数 [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示, 组间比较行 Mann-Whitney U 检验。使用 R 语言 caret 包的 createDataPartition 函数按 7:3 比例将患者随机分为训练集和验证集。采用 glmnet 包进行 Lasso 回归分析, 结合 10 折交叉验证优化模型复杂度。通过多因素 Logistic 回归确定独立危险因素, 构建列线图模型, 并利用 Bootstrap 重抽样 (1 000 次) 进行内部验证。模型性能通过受试者工作特征曲线 (ROC) 及其曲线下面积 (AUC)、校准曲线 (Hosmer-Lemeshow 检验) 和决策曲线分析 (DCA) 评估。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 644 例患者, 训练集 451 例, 验证集 193 例。训练集中, DVT 组 66 例 (14.63%)、非 DVT 组 385 例 (85.37%), 两组患者在受伤至入院时间、骨折类型、FIB、D-D、PLT、ALB 和 TC 水平方面差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

表1 老年髋部骨折患者术前DVT的单因素分析 [$M (P_{25}, P_{75})$]

Table 1. Univariate analysis of preoperative DVT in elderly patients with hip fracture [$M(P_{25}, P_{75})$]

变量	非DVT组 ($n=385$)	DVT组 ($n=66$)	$\chi^2/Z/t$ 值	P值
性别*			1.410	0.235
女性	287 (74.55)	44 (66.67)		
男性	98 (25.45)	22 (33.33)		
年龄 (岁)	83 (76, 89)	83 (80, 88)	0.488	0.625
受伤至入院时间 (h)	16 (10, 22)	23.5 (14, 36)	4.386	<0.001
入院至手术时间 (h)	64 (39, 93)	68 (39, 144)	1.394	0.163
骨折侧别*			0.018	0.894
左侧	209 (54.29)	37 (56.06)		
右侧	176 (45.71)	29 (43.94)		
骨折类型*			8.843	0.003
股骨颈骨折	208 (54.03)	22 (33.33)		
股骨粗隆骨折	177 (45.97)	44 (66.67)		
ASA分级*			1.502	0.220
I ~ II级	204 (52.99)	29 (43.94)		
III ~ IV级	181 (47.01)	37 (56.06)		

续表1

变量	非DVT组 (n=385)	DVT组 (n=66)	$\chi^2/Z/t$ 值	P值
BMI (kg/m ²)	22.50 (19.70, 24.80)	22.80 (19.90, 25.08)	0.165	0.869
吸烟史*	62 (16.10)	14 (21.21)	0.716	0.397
高血压史*	203 (52.73)	33 (50.00)	0.076	0.782
糖尿病史*	36 (9.35)	9 (13.64)	0.724	0.395
心血管疾病史*	115 (29.87)	18 (27.27)	0.079	0.778
脑血管疾病史*	77 (20.00)	14 (21.21)	0.004	0.952
肺部疾病史*	31 (8.05)	4 (6.06)	0.096	0.757
饮酒史*	39 (10.13)	4 (6.06)	0.661	0.416
PT (s)	10.60 (9.40, 11.90)	10.35 (9.63, 11.78)	0.292	0.770
INR	0.92 (0.79, 1.03)	0.96 (0.83, 1.09)	1.769	0.077
APTT (s)	28.70 (24.40, 32.30)	29.30 (25.68, 32.55)	0.838	0.402
FIB (g/L) #	4.04 ± 1.42	4.45 ± 1.21	-2.498	0.014
TT (s)	18.70 (15.40, 21.80)	18.20 (15.23, 21.03)	1.046	0.296
D-D (mg/L)	5.92 (4.47, 7.16)	9.29 (6.64, 10.77)	7.697	<0.001
WBC (×10 ⁹ /L)	9.47 (6.32, 11.94)	9.46 (7.06, 11.41)	0.178	0.858
RBC (×10 ¹² /L)	4.07 (3.35, 4.68)	4.12 (3.35, 4.67)	0.391	0.695
HGB (g/L)	101.00 (87.00, 115.00)	100.00 (81.50, 116.00)	0.528	0.598
PLT (×10 ⁹ /L)	208.00 (161.00, 259.00)	230.00 (192.25, 258.75)	2.069	0.039
NEUT (×10 ⁹ /L)	8.74 (5.53, 10.78)	8.83 (6.40, 9.97)	0.081	0.936
LYMPH (×10 ⁹ /L)	2.00 (1.46, 2.62)	2.09 (1.53, 2.61)	0.266	0.790
MCV (fL)	90.80 (84.40, 98.00)	89.75 (83.08, 95.58)	1.292	0.196
NLR	4.07 (2.87, 5.81)	4.02 (3.15, 5.63)	0.107	0.915
PLR	104.28 (76.00, 143.59)	106.90 (83.26, 162.54)	1.165	0.244
SII	811.61 (540.42, 1239.70)	870.77 (646.65, 1226.91)	1.312	0.190
TP (g/L)	66.60 (59.40, 73.50)	67.95 (62.75, 74.85)	1.337	0.181
ALB (g/L)	56.80 (53.00, 59.60)	52.90 (38.90, 57.53)	4.160	<0.001
GLU (mmol/L)	10.52 (6.34, 16.79)	11.58 (8.88, 15.39)	1.370	0.171
CRP (mg/L)	31.03 (18.91, 43.53)	29.88 (18.97, 45.47)	0.421	0.674
ESR (mm/h)	24.10 (16.10, 35.20)	24.95 (15.30, 39.05)	0.159	0.873
Cr (μmol/L)	146.09 (125.44, 161.14)	142.61 (130.03, 155.75)	0.445	0.657
TG (mmol/L)	1.12 (0.61, 1.67)	1.16 (0.57, 1.68)	0.008	0.994
TC (mmol/L)	4.34 (3.00, 5.80)	5.25 (3.98, 6.61)	3.163	0.002
ALT (U/L)	38.10 (25.30, 49.70)	39.25 (31.30, 52.10)	1.353	0.176
AST (U/L)	27.00 (17.30, 36.90)	27.50 (13.80, 37.40)	0.635	0.526

注: *计数资料采用例数和百分比 (n, %) 表示; #正态分布计量资料采用均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示; BMI. 体重指数; PT. 凝血酶原时间; INR. 国际标准化比值; APTT. 活化部分凝血活酶时间; FIB. 纤维蛋白原; TT. 凝血酶时间; D-D. D-二聚体; WBC. 白细胞计数; RBC. 红细胞计数; HGB. 血红蛋白; PLT. 血小板; NEUT. 中性粒细胞计数; LYMPH. 淋巴细胞计数; MCV. 平均红细胞体积; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; PLR. 血小板/淋巴细胞比值; SII. 系统性免疫炎症指数; TP. 总蛋白; ALB. 白蛋白; GLU. 葡萄糖; CRP. C 反应蛋白; ESR. 红细胞沉降率; Cr. 肌酐; TG. 甘油三酯; TC. 总胆固醇; ALT. 丙氨酸氨基转移酶; AST. 天冬氨酸氨基转移酶。

2.2 Lasso 回归分析

采用 Lasso 回归结合 10 折交叉验证 lambda.1SE ($\lambda = 0.022$) 进一步压缩模型复杂度。结果显示, 受伤至入院时间、骨折类型、FIB、D-D、PLT、ALB 和 TC 7 个变量均被保留为关键预测因子, 见图 1。

2.3 预测模型构建

基于 Lasso 回归筛选的 7 个变量进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, D-D 水平升

高 [OR= 1.927, 95%CI (1.675, 2.257)]、受伤至入院时间较长 [OR= 1.023, 95%CI (1.012, 1.034)]、FIB 水平升高 [OR= 1.348, 95%CI (1.076, 1.703)]、TC 水平升高 [OR= 1.256, 95%CI (1.053, 1.504)] 为老年髋部骨折术前 DVT 的独立危险因素 ($P < 0.05$), 而 ALB 水平升高 [OR= 0.936, 95%CI (0.909, 0.965)] 为术前 DVT 的独立保护因素 ($P < 0.05$), 详见表 2。基于上述多因素 Logistic 回归分析结果, 绘制列线图如图 2 所示。

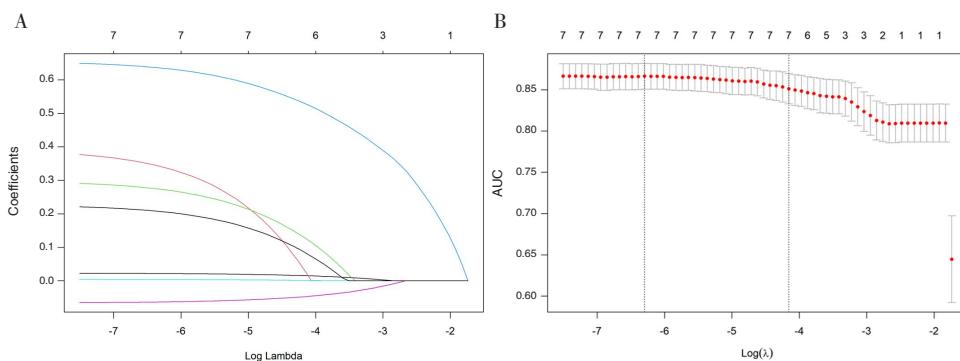


图1 Lasso回归分析
Figure 1. Lasso regression analysis

注: A.Lasso模型最优参数(λ)选择; B.Lasso回归交叉验证结果。

表2 老年髋部骨折患者术前DVT的多因素分析

Table 2. Multivariate analysis of preoperative DVT in elderly patients with hip fracture

变量	β 值	SE值	Wald χ^2 值	OR值 (95%CI)	P值
受伤至入院时间 (h)	0.023	0.005	4.236	1.023 (1.012, 1.034)	<0.001
骨折类型*	0.393	0.305	1.288	1.481 (0.817, 2.713)	0.198
FIB (g/L)	0.299	0.117	2.556	1.348 (1.076, 1.703)	0.011
D-D (mg/L)	0.656	0.076	8.658	1.927 (1.675, 2.257)	<0.001
PLT ($\times 10^9/L$)	0.004	0.002	1.917	1.004 (0.999, 1.009)	0.055
ALB (g/L)	-0.066	0.015	-4.287	0.936 (0.909, 0.965)	<0.001
TC (mmol/L)	0.228	0.091	2.511	1.256 (1.053, 1.504)	0.012

注: *以股骨颈骨折为参照; FIB.纤维蛋白原; D-D.D-二聚体; PLT.血小板; ALB.白蛋白; TC.总胆固醇。

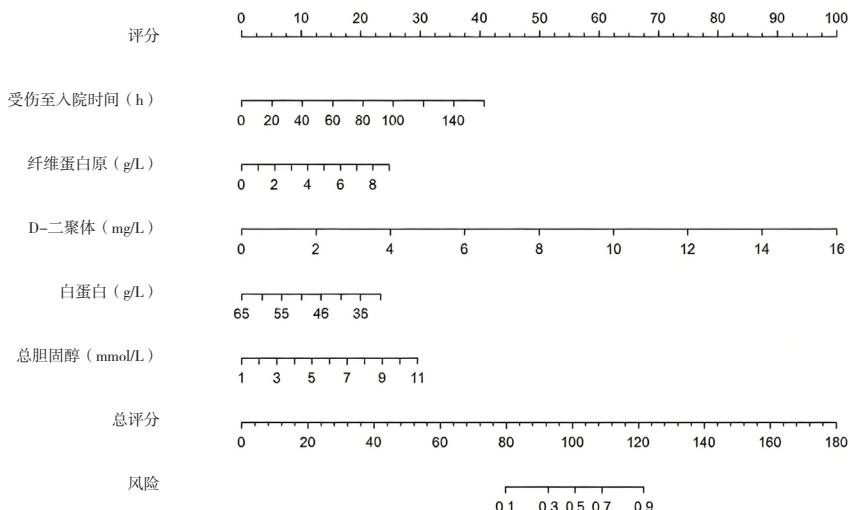


图2 列线图
Figure 2. Nomogram result

2.4 预测模型评价

校准曲线分析表明, 预测概率与实际风险基本拟合(图3)。Hosmer-Lemeshow 检验显示训练集及验证集拟合优度良好, 分别为 $P=0.13$ 和 $P=0.78$ 。ROC 曲线分析显示训练集和验证集的 AUC 值分别为 0.871[95%CI (0.816, 0.925)]与

0.879[95%CI (0.805, 0.953)], 见图4。决策曲线分析表明, 在风险阈值 10%~70% 范围内, 模型净收益持续高于“全干预”与“不干预”策略, 验证集与训练集曲线高度重叠, 支持其泛化能力(图5)。

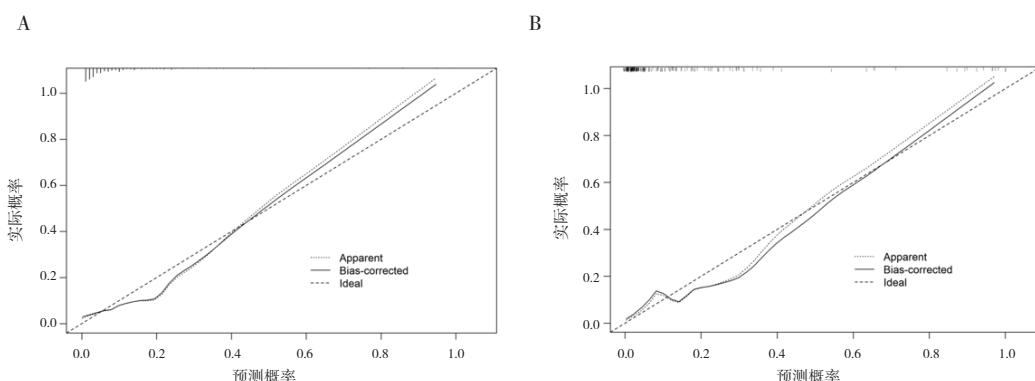


图3 校准曲线
Figure 3. Calibration Curve

注: A.训练集; B.验证集。

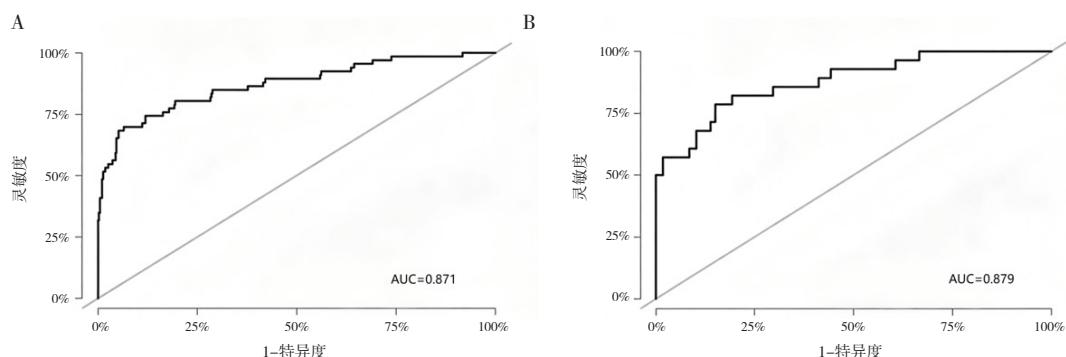


图4 ROC曲线
Figure 4. ROC Curve

注: A.训练集; B.验证集。

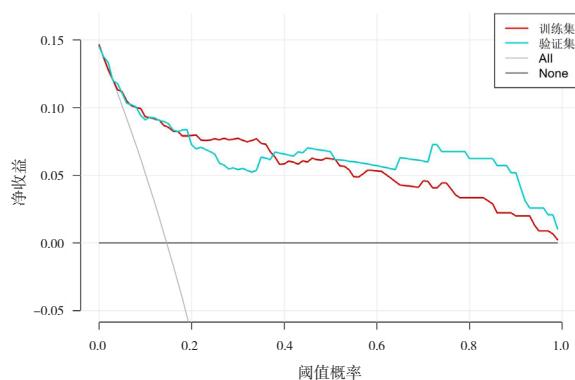


图5 决策曲线
Figure 5. Decision curve

3 讨论

老年髋部骨折患者术前发生 DVT 是围手术期常见的严重并发症，不仅显著增加手术难度、住院时长及医疗成本，还可能导致 PE 等致命性事件，对患者长期生活质量与预后构成重大威胁。尽管现代创伤骨科诊疗技术不断进步，但 DVT 的

早期识别与预防仍面临挑战，尤其在老年群体中，其高发率与高致残率凸显了精准风险评估的紧迫性^[8]。因此，深入挖掘 DVT 的潜在危险因素并构建可靠的预测模型，对于优化围手术期管理策略、降低并发症发生率、改善患者结局具有关键临床价值。

本研究结果显示，D-D 升高、FIB 升高、TC 升高、ALB 降低以及受伤至入院时间延长是老年髋部骨折患者术前发生 DVT 的独立危险因素。D-D 和 FIB 作为凝血系统与纤溶系统的关键分子标志物，其升高反映了凝血级联激活与纤维蛋白降解失衡的病理生理过程，与 Virchow 三角理论中的高凝状态密切相关^[9]。当 D-D 水平升高时，提示体内存在继发性纤溶亢进，表明血栓形成后纤维蛋白溶解过程增强，凝血系统被激活^[10]。同时，FIB 水平升高则直接导致 FIB 向纤维蛋白转化增加，促进血栓形成。两者协同作用，形成高凝与纤溶失衡的恶性循环，显著增加 DVT 风

险^[11-12]。TC 升高通过促进血管内皮功能障碍、增加血液黏稠度以及激活促凝因子，间接加剧静脉血栓形成风险。研究证实，高脂血症可导致血管内皮氧化应激，释放组织因子等促凝物质，并影响凝血因子活性，从而改变血液流变学特性，导致 DVT 形成风险增加^[13]。ALB 降低通常提示慢性炎症或营养不良状态，不仅削弱了血管内皮屏障功能，还通过下调抗凝因子表达和上调促凝因子活性，进一步扰乱了凝血微环境，增加了 DVT 形成风险^[14-15]。此外，受伤至入院时间延长导致患者制动时间增加，血流缓慢的持续时间延长，加之静脉瓣膜功能受损，血液淤滞与创伤后应激反应共同触发高凝状态，使静脉内皮损伤和血栓形成风险显著上升^[16-20]。因此，针对老年髋部骨折患者，应优化急诊绿色通道以缩短入院时间，常规监测 D-D、FIB、TC 及 ALB 等指标，并结合营养支持与早期抗凝干预，以有效降低术前 DVT 的发生率及严重并发症风险。

本研究也存在一定局限性。首先，本研究为单中心回顾性研究，病例来源与诊疗规范相对单一，可能存在选择偏倚。其次，未能涵盖合并多发伤或特殊基础疾病（如恶性肿瘤、遗传性血栓倾向）的亚群体，可能影响模型在综合性医院的适用性。未来需通过多中心协作建立标准化数据平台，纳入不同地域、医疗层级及种族的人群进行外部验证，同时探索人工智能算法与动态监测技术的整合，以提升模型的泛化能力和实时预测效能。

综上，本研究构建的列线图模型通过多维度整合与可视化设计，展现出优异的区分度与校准度，为老年髋部骨折患者术前发生 DVT 风险评估提供了高效工具。未来需通过多学科协作与技术创新，推动个体化抗凝策略的优化，最终降低围手术期并发症风险，改善患者预后。

伦理声明：本研究已获广州中医药大学第三附属医院伦理委员会审批（批号：PJ-XS-20240627-002）

作者贡献：研究设计、论文撰写：罗杰华；数据采集与分析：罗杰华、刘奇沛；研究指导、论文审定：龚春柱

数据获取：本研究使用和（或）分析的数据可联系通信作者或第一作者获取

利益冲突声明：无

致谢：本研究得到广州中医药大学第三附属医院创伤骨科团队的大力支持与协助，在此深表感谢；同时，本研究纳入644例匿名患者的临床资料，为临床诊疗技术的进步提供了宝贵的实践数据，在此向所有患者致以衷心的感谢

参考文献

- 1 Li W, Ling H, Lu R, et al. Nomogram based on high-density lipoprotein cholesterol for the occurrence of preoperative deep vein thrombosis in patients with intertrochanteric femur fracture: a retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2024, 19(1): 22.
- 2 Xu SL, Li K, Cao WW, et al. The association between admission mean corporcular volume and preoperative deep venous thrombosis in geriatrics hip fracture: a retrospective study[J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2024, 25(1): 40.
- 3 Guo H, Xu K, Deng F, et al. Risk prediction models for preoperative deep vein thrombosis in older patients with hip fracture: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2024, 30: 10760296241285565.
- 4 Wang BH, Sun YD, Fan XC, et al. The admission pH is a risk factor of preoperative deep vein thrombosis in geriatric hip fracture: a retrospective cohort study[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 18392.
- 5 Jiang J, Xing F, Luo R, et al. Risk factors and prediction model of nomogram for preoperative calf muscle vein thrombosis in geriatric hip fracture patients[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10: 1236451.
- 6 陈泽宇, 汪燕, 康忠俊. 冠心病合并心力衰竭并发心肾综合征的风险预测列线图模型建立与验证 [J]. *临床内科杂志*, 2025, 42(1): 20-24. [Chen ZY, Wang Y, Kang ZJ. Development and validation of a risk prediction nomogram model for cardiorenal syndrome in patients with coronary heart disease and heart failure[J]. *Journal of Clinical Internal Medicine*, 2025, 42(1): 20-24.]
- 7 黄田, 胡锐, 高毓汶, 等. 老年髋部骨折患者术后肺炎发生的危险因素分析 [J]. *湖北医药学院学报*, 2024, 43(5): 549-553. [Huang T, Hu R, Gao YW, et al. Risk factors analysis of postoperative pneumonia in elderly patients with hip fracture[J]. *Journal of Hubei University of Medicine*, 2024, 43(5): 549-553.]
- 8 韩宇琛. 基于机器学习的中老年人健康状况预测模型研究[D]. 十堰: 湖北医药学院, 2024. [Han YC. Research on health status prediction models for middle-aged and elderly based on machine learning[D]. Shiyan: Hubei University of Medicine, 2024.]
- 9 王叶婷, 刘平芳, 孙玉颖, 等. 髋部手术患者术后深静脉血栓危险因素的 Meta 分析 [J]. *医学新知*, 2024, 34(12): 1378-1394. [Wang YT, Liu PF, Sun YY, et al. A Meta-analysis of the risk factors of deep venous thrombosis in patients undergoing hip surgery[J]. *Yixue Xinzhizhi*, 2024, 34(12): 1378-1394.]
- 10 何进椅, 赵丽岩, 丁敏辉, 等. 静脉血栓栓塞症的流行病学与临床研究进展 [J]. *中国心血管杂志*, 2024, 29(6): 585-588. [He JY, Zhao LY, Ding MH, et al. Advances in epidemiology and clinical research of venous thromboembolism[J]. *Chinese Journal of Cardiovascular Medicine*, 2024, 29(6): 585-588.]
- 11 覃勤朴, 赵振清, 宋莹莹, 等. 中性粒细胞计数、D-二聚体及 Caprini 血栓评分对脑血管狭窄介入术后下肢深静脉血栓形成的预测价值及模型构建 [J]. *现代生物医学进展*, 2023, 23(8): 1468-1472, 1501. [Qin QP, Zhao ZQ, Song YY, et al. Predictive value and model construction of neutrophil count, D-dimer, and Caprini score for deep vein thrombosis after cerebral vascular stenosis intervention[J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2023, 23(8): 1468-1472, 1501.]
- 12 张瑜, 王乐, 张静. D-二聚体对上皮性卵巢癌患者下肢深静脉血栓的诊断预测价值 [J]. *中国临床医生杂志*, 2023, 51(4): 480-482. [Zhang Y, Wang L, Zhang J. Diagnostic value of D-dimer for lower extremity deep vein thrombosis in epithelial ovarian cancer patients[J]. *Chinese Journal of Clinicians*, 2023, 51(4): 480-482.]
- 13 杨世亮, 包金兰, 温立强. 非糖尿病老年人残余胆固醇水平与下

- 肢深静脉血栓形成的相关性研究 [J]. *岭南急诊医学杂志*, 2021, 26(6): 607–609. [Yang SL, Bao JL, Wen LQ. Correlation study on remnant cholesterol levels and lower extremity deep vein thrombosis in non-diabetic elderly[J]. Journal of Lingnan Emergency Medicine, 2021, 26(6): 607–609.]
- 14 方晴晴, 唐明, 常新东, 等. 肺癌患者合并深静脉血栓形成的列线图模型构建与评估 [J]. *中国临床新医学*, 2024, 17(9): 1019–1025. [Fang QQ, Tang M, Chang XD, et al. Development and validation of a nomogram model for deep vein thrombosis in lung cancer patients[J]. Chinese Journal of New Clinical Medicine, 2024, 17(9): 1019–1025.]
- 15 廖嘉佳, 梁小娜, 徐晓静, 等. 基于 XGBoost 的胸腰椎骨折内固定术后下肢深静脉血栓风险预测模型 [J]. *中国现代医生*, 2024, 62(33): 47–51, 116. [Liao JJ, Liang XN, Xu XJ, et al. XGBoost-based risk prediction model for deep vein thrombosis after thoracolumbar fracture internal fixation[J]. Chinese Journal of Modern Doctors, 2024, 62(33): 47–51, 116.]
- 16 陈少川. 重症创伤患者创伤性凝血病的预后预测与危险因素分析 [D]. 广州: 南方医科大学, 2023. [Chen SC. Prognostic prediction and risk factors analysis of traumatic coagulopathy in severe trauma patients[D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2023.]
- 17 孙荣, 管清艳, 杨文婷, 等. 血栓风险评估表结合集束化护理预防骨科手术后下肢深静脉血栓形成的效果 [J]. *临床医学研究与实践*, 2024, 9(29): 155–158. [Sun R, Guan QY, Yang WT, et al. Effectiveness of thrombosis risk assessment combined with cluster nursing in preventing deep vein thrombosis after orthopedic surgery[J]. Clinical Research and Practice, 2024, 9(29): 155–158.]
- 18 侯进荣, 杨增周, 滕宝庆. 血栓弹力图联合 D- 二聚体在老年股骨颈骨折围术期预测静脉血栓及术后康复效果的研究 [J]. *黑龙江医药科学*, 2025, 48(1): 67–70. [Hou JR, Yang ZZ, Teng BQ. Thromboelastography combined with D-dimer for predicting perioperative venous thrombosis and postoperative rehabilitation in elderly femoral neck fractures[J]. Heilongjiang Medicine and Pharmacy, 2025, 48(1): 67–70.]
- 19 李永霞, 姜家梅, 侍冬成, 等. 骨盆骨折后术前下肢深静脉血栓形成预测模型探讨 [J]. *实用骨科杂志*, 2024, 30(3): 217–221. [Li YX, Jiang JM, Shi DC, et al. Prediction model for preoperative deep vein thrombosis after pelvic fracture[J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2024, 30(3): 217–221.]
- 20 蔡金玉, 钟海燕, 杨璐丹, 等. 不同部位创伤骨折病人 D- 二聚体、纤维蛋白原水平的临床意义分析 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2020, 45(1): 57–60. [Cai JY, Zhong HY, Yang LD, et al. Clinical significance analysis of D-dimer and fibrinogen levels in patients with traumatic fractures at different parts[J]. Journal of Bengbu Medical College, 2020, 45(1): 57–60.]

收稿日期: 2025 年 04 月 01 日 修回日期: 2025 年 06 月 04 日

本文编辑: 李绪辉 曹 越

引用本文: 罗杰华, 刘奇沛, 龚春柱. 老年髋部骨折患者术前深静脉血栓形成预测模型的构建[J]. 医学新知, 2026, 36(1): 22–29. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202504005.

Luo JH, Liu QP, Gong CZ. Construction of a predictive model of deep vein thrombosis in elderly patients with hip fractures[J]. Yixue Xinzhizazhi, 2026, 36(1): 22–29. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202504005.