2026 年 第 26 卷 第 24 期
2026, 26(24): 10308-06
科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering
ISSN 1671-1815
CN 11-4688/T

DOI:10.12404/j.issn.1671-1815.2508011
引用格式:李韶华, 肖继龙, 刘卓超. 新型血栓分子标志物预测老年髋部骨折患者静脉血栓的价值[J]. 科学技术与工程, 2026, 26(24): 10308-10313.
Li Shaohua, Xiao Jilong, Liu Zhuochao, et al. Value of novel thrombotic molecular markers in predicting venous thrombosis in elderly patients with hip fracture[J]. Science Technology and Engineering, 2026, 26(24): 10308-10313.

医药、卫生

新型血栓分子标志物预测老年髋部骨折患者静脉血栓的价值

李韶华[1], 肖继龙[2], 刘卓超[1]*
(1. 华北医疗健康集团峰峰总医院检验科, 邯郸 056000; 2. 华北医疗健康集团峰峰总医院老年髋部骨折科, 邯郸 056000)

摘 要 为探讨老年髋部骨折术后住院期间发生静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism,VTE)的危险因素,并评估 Caprini 评分及血栓分子标志物对 VTE 的预测价值。通过回顾性队列设计,纳入 2024 年 7 月—2025 年 7 月华北医疗健康集团峰峰总医院收治的 516 例老年髋部骨折手术患者,其中术后发生 VTE 者 92 例(VTE 组),未发生 VTE 者 424 例(非 VTE 组)。记录患者人口学特征、骨折类型、手术时间、伴随疾病(如高血压、糖尿病等),并于术后第 3 天检测 D-二聚体、凝血酶-抗凝血酶复合物(thrombin-antithrombin complex,TAT),纤溶酶-抗纤溶酶复合物(plasmin-antiplasmin complex,PIC)。采用 Caprini 风险评估量表对患者入院时血栓风险进行评分,通过单因素分析及多因素 Logistic 回归明确 VTE 独立危险因素,并利用 ROC 曲线评估各指标的预测效能。单因素分析结果表明:VTE 组 Caprini 评分(12.23±1.88)分显著高于非 VTE 组(11.29±1.52)分,且手术时间更长[(70.75±20.31) min *vs.* (65.22 ±15.38) min,均 $P<0.05$)]。血栓指标物结果表明:VTE 组 D-二聚体和 TAT 水平显著升高($P<0.05$),而 APTT、PT、FIB 等指标组间无显著差异。多因素 Logistic 回归:Caprini 评分(OR=1.20)、D-二聚体(OR=1.21)、TAT(OR=1.09)和 PIC(OR=1.61)是 VTE 的独立危险因素(均 $P<0.05$)。预测效能结果表明:Caprini 评分联合 D-二聚体及 TAT 的 ROC 曲线下面积为 0.71(95% CI: 0.68~0.82),联合预测因子=TAT+5.33PIC+2.11DD+2.00,显著优于单一指标。可见 Caprini 评分、D-二聚体及血栓分子标志物(TAT、PIC)是老年髋部骨折术后 VTE 的独立预测因素。联合应用这些指标可有效识别高危患者,为早期干预提供依据。

关键词 老年髋部骨折; 静脉血栓栓塞症(VTE); Caprini 评分; 血栓分子标志物; 危险因素; 预测价值; D-二聚体
中图法分类号 R446.11; **文献标志码** A

Value of Novel Thrombotic Molecular Markers in Predicting Venous Thrombosis in Elderly Patients with Hip Fracture

LI Shao-hua[1], XIAO Ji-long[2], LIU Zhuo-chao[1]*
(1. Department of Clinical Laboratory, Fengfeng General Hospital of North China Medical Health Group, Handan 056000, China;
2. Department of Geriatric Hip Fracture, Fengfeng General Hospital of North China Medical Health Group, Handan 056000, China)

[**Abstract**] The risk factors for venous thromboembolism (VTE) during hospitalization after hip fracture surgery in elderly patients were investigated. The predictive values of the Caprini score and thrombus molecular markers for VTE were evaluated. A retrospective cohort design was adopted. A total of 516 elderly patients undergoing hip fracture surgery were enrolled. These patients were admitted to Fengfeng General Hospital of North China Medical and Health Group from July 2024 to July 2025. Among them, 92 patients developed VTE postoperatively (VTE group), and 424 patients did not develop VTE (non-VTE group). Demographic characteristics, fracture types, operation times, and concomitant diseases (e.g., hypertension, diabetes) were recorded. D-dimer, thrombin-antithrombin complex (TAT), and plasmin-antiplasmin complex (PIC) were measured on the third postoperative day. The Caprini risk assessment scale was utilized to assess thrombotic risk upon admission. Univariate analysis and multivariate logistic regression were performed to identify independent risk factors for VTE. The receiver operating characteristic (ROC) curve was employed to evaluate

收稿日期: 2025-11-19; **修订日期**: 2026-04-21
基金项目: 河北省卫生健康委科技项目(20261045)
第一作者: 李韶华(1987—),女,汉族,河北邯郸人,主管检验技师。研究方向:临床检验、凝血标志物。E-mail:18932705155@189.com。
* **通信作者**: 刘卓超(1983—),男,汉族,河北邯郸人,副主任检验技师。研究方向:临床血液学检验、血栓及凝血标志物。E-mail:66767463@qq.com。

the predictive efficacy of each indicator. Univariate analysis shows that the Caprini score in the VTE group (12.23 ± 1.88) is significantly higher than that in the non-VTE group (11.29 ± 1.52). Operation time is longer in the VTE group[(70.75 ± 20.31) min *vs.* (65.22 ± 15.38) min, both $P<0.05$]. Thrombus molecular markers show significant elevations in the VTE group, including D-dimer and TAT levels ($P<0.05$). No significant differences are observed in APTT, PT, or FIB levels between the two groups. Multivariate logistic regression demonstrates that the Caprini score (OR = 1.20), D-dimer (OR = 1.21), TAT (OR = 1.09), and PIC (OR = 1.61) are independent risk factors for VTE (all $P<0.05$). The area under the ROC curve for the combination of Caprini score, D-dimer, and TAT is 0.71 (95% CI: 0.68 ~ 0.82). The combined predictive model (TAT + 5.33PIC + 2.11DD + 2.00) exhibits significantly superior performance compared to single indicators. Caprini score, D-dimer, and thrombus molecular markers (TAT, PIC) are confirmed as independent predictors of postoperative VTE in elderly patients with hip fractures. The combined application of these indicators effectively identifies high-risk patients and provides a basis for early intervention.

[**Keywords**] elderly hip fracture; venous thromboembolism (VTE); Caprini score; thrombosis molecular markers; risk factors; predictive value; D-dimer

老年人髋部骨折后发生静脉血栓栓塞是一个重要的临床问题,包括深静脉血栓形成(deep venous thrombosis, DVT)和肺栓塞(pulmonary embolism, PE),可能导致患者住院时间延长、死亡率升高等不良后果[1-2]。老年患者[3]常合并糖尿病、高血压等基础疾病,加之体力活动减少、肥胖及年龄≥75 岁等因素,会明显增加 Caprini 评分,进而增加 VTE 发生风险[4];在此基础上,骨折后长期卧床、手术创伤、术中失血及体液丢失、术后饮食摄入不足,以及衰弱状态,进一步增加静脉血栓风险。研究显示,老年髋部骨折患者症状性 VTE 发生率约为 2.2%[5],其中 85% 的事件发生在骨折后 5 周内。在未采取预防措施的骨科患者中,接受髋关节置换术的患者,总体 DVT 发生率 > 40%,近端 DVT 发生率≥15%,致命性 PE 发生率≥1%[6]。即便在接受血栓预防治疗 1 个月的患者中,VTE 的发生率在术后 3 个月仍约为 4.7%,风险仍然存在[7]。

因此,准确预测 VTE 的发生,及时识别高凝状态或血栓前状态,对采取有效的预防措施至关重要。传统方法如 Wells 评分和 D-二聚体检测[8]在预测 VTE 风险方面存在一定的局限性[9]。D-二聚体水平可能因年龄、妊娠、感染、炎症、手术等多种因素而升高,在这些情况下,如果临床上无明确的血栓栓塞证据,可能不需要抗凝治疗[10]。为此,学者们持续探索新型生物标志物,以期提高 D-二聚体在 VTE 诊断中的特异度与临床应用价值。近年来,血栓调节蛋白(thrombomodulin, TM)、凝血酶-抗凝血酶复合物(thrombin-antithrombin complex, TAT)、组织型纤溶酶原激活物-抑制剂复合物(tissue plasminogen activator-inhibitor complex, t-PAIC)及纤溶酶-α2-抗纤溶酶复合物(plasmin-α2 plasmin inhibitor complex, PIC)等新型血栓标志物,在预测老年髋部骨折 VTE 风险方面展现出潜在的应用价值[11-12],以期为进一步探索 TAT、PIC 在 D-二聚体诊断下肢静脉血栓的诊断价值增量提供一定的科学依据。

1　一般资料

选取 2024 年 7 月—2025 年 7 月在华北医疗健康集团峰峰总医院确诊为髋部骨折并进行手术治疗的患者作为研究对象,构建回顾性研究队列。根据术后住院期间是否发生下肢静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism, VTE),将患者分为 VTE 组($n=92$)与非 VTE 组($n=424$)。本次研究经医院伦理委员会审核批准(批准号:2025B11),所有患者均签署知情同意书。

(1)纳入标准:①经骨盆 X 线平片或髋部 CT 检查确诊为髋部骨折,并于入院后接受手术治疗;②接受人工髋关节置换术治疗或股骨近端防旋髓内钉(proximal femoral nail antirotation, PFNA)内固定治疗;③年龄≥70 岁,且临床及随访资料完整;④围手术期生命体征平稳,手术过程顺利。

(2)排除标准:①合并晚期恶性肿瘤;②心功能分级Ⅲ ~ Ⅳ级(NYHA 分级)的严重的心力衰竭;③自身免疫性疾病,包括系统性红斑狼疮(systemic lupus erythematosus, SLE)、抗磷脂抗体综合征(antiphospholipid syndrome, APS)及遗传性易栓症;④肾病综合征;⑤合并偏瘫或其他严重影响肢体活动的神经系统疾病。

2　研究方法

2.1　临床资料收集

回顾性收集两组患者的一般资料及围手术期临床数据,包括:①人口学特征:性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI);②基础疾病:糖尿病、高血压、冠心病、慢性阻塞性肺疾病;③疾病与手术相关指标:骨折分型(AO/OTA 分型)、受伤至手术时间、手术时长;④Caprini 评分:采用 Caprini 风险评估量表[13]分别计算手术日发生 DVT 患者和未发生 DVT 患者在急诊入院时的评分;⑤术后监测:术后第 3 天实验室相关指标[血红蛋白(hemoglobin,

Hb)、白蛋白(serum albumin)、TAT、TM、t-PAIC、PIC];术后第7天进行双下肢静脉超声检查。

2.2 实验室指标检测

(1)血常规测定:术后第3天空腹采集静脉血3 mL于乙二胺四乙酸二钾(EDTA-K_2)抗凝管中,采用全自动血细胞分析仪(希斯美康xn-2000,日本希森美康株式会社;配套试剂批号:20240326)检测血红蛋白(hemoglobin, Hb)。

(2)C反应蛋白(CRP)测定:术后第3天空腹静脉血2 mL,3 000 r/min离心10 min后分离血清,采用上转发光免疫分析仪(UPT-3A,北京热景生物技术股份有限公司)及其配套上转发光法试剂盒(北京热景生物技术股份有限公司,批号:20240603)定量检测血清CRP水平。

(3)血沉测定:术后第3天空腹静脉血2 mL,动态血沉压积测试仪测定(赛科希德SD-100)。

(4)白蛋白测定:术后第3天空腹静脉血3 mL,3 000 r/min离心10 min后分离血清,采用全自动生化分析仪(日立7600)溴甲酚绿法检测血清白蛋白水平(试剂盒购于河北艾驰生物科技有限公司,批号:20240503)。

(5)血栓分子标志物测定:术后第3天空腹静脉血3 mL,3 000 r/min离心10 min后分离血浆,全自动化学发光分析仪(Shine i2900,试剂购于广州万孚生物技术股份有限公司,试剂批号:20240516)检测。

2.3 统计学处理

采用SPSS 21.0软件对数据进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均值±标准差($x \pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验;非正态分布计量资料以[$M(P_{25}, P_{75})$]表示(M为中位数,P_{25}为第25百分位数即下四分位数,P_{75}为第75百分位数为上四分位数),采用独立样本Mann-Whitney U检验。计数资料以例数(百分率)表示,即n(%)。组间比较采用卡方统计量χ^2检验。采用多因素Logistic回归进行危险因素分析,采用受试者工作特征曲线(ROC曲线)进行诊断效能评估。以$P<0.05$为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 两组患者临床资料比较

两组患者临床资料比较如表1所示,性别占比、年龄、体重指数、吸烟比例、高血压病占比、糖尿病占比、冠心病占比、慢性阻塞性肺疾病占比、白细胞计数、贫血发生率、血浆白蛋白水平、ASA≥Ⅲ占比、术中输血占比的差异无统计学意义($P>0.05$)。DVT组手术时间为(70.75±20.31)分,长于非DVT组的(65.22±15.38)分,差异有统计学意义($P<0.05$)。DVT组Caprini评分为(12.23±1.88)分,高于非DVT组的(11.29±1.52)分,差异有统计学意义($P<0.05$)。

3.2 两组患者凝血指标比较

两组患者凝血指标比较如表2所示,APTT、PT、FIB、tPAIC、sTM、PIC的差异无统计学意义($P>0.05$),DVT组D-二聚体、TAT高于非DVT组,差异有统计学意义($P<0.05$)。

表1 两组患者临床资料比较

Table 1 Comparison of baseline clinical data between the two groups

基本信息	DVT组(n=92)	非DVT组(n=424)	t	χ^2	Z	P
性别(男/女)	36/56	108/316	—	3.775	—	0.052
年龄/岁	79.55±14.23	76.32±10.15	1.784	—	—	0.075
体重指数/(kg·m^{-2})	23.45±4.34	25.52±6.21	-2.839	—	—	0.066
吸烟[n(%)]	18(28.37%)	59(14.24%)	—	2.008	—	0.157
高血压病[n(%)]	36(39.14%)	133(29.46%)	—	1.221	—	0.263
糖尿病[n(%)]	24(25.72%)	96(22.55%)	—	2.459	—	0.117
冠心病[n(%)]	11(26.15%)	96(22.53%)	—	0.314	—	0.575
慢性阻塞性肺疾病[n(%)]	36(39.18%)	117(27.62%)	—	7.953	—	0.093
白细胞/(10^9·L^{-1})	6.73±2.62	7.11±2.32	—	—	-1.12	0.263
贫血[n(%)]	50(54.34%)	279(65.75%)	—	0.35	—	0.553
血浆白蛋白/(g·L^{-1})	30.72±5.11	31.51±5.22	—	—	-1.01	0.313
ASA≥Ⅲ[n(%)]	20(21.74%)	94(22.13%)	—	0.43	—	0.512
手术时间/min	70.75±20.31	65.22±15.38	2.12	—	—	0.034
术中输血[n(%)]	81(89.1%)	363(85.52%)	—	0.466	—	0.495
Caprini评分/分	12.23±1.88	11.29±1.52	3.015	—	—	0.002

注:计数资料以例数(百分率)表示,即n(%)。

表 2　两组患者凝血指标比较

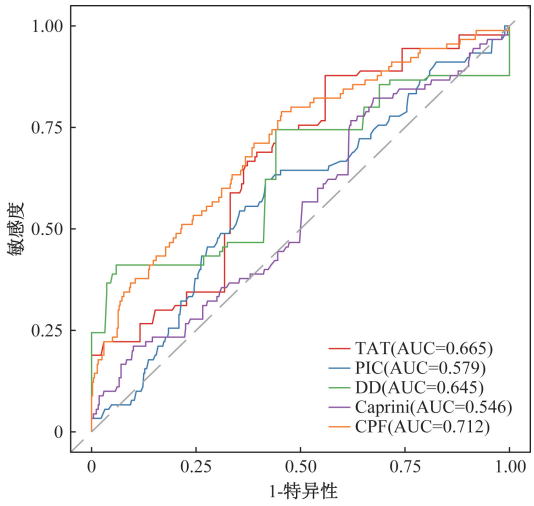
Table 2　Comparison of coagulation parameters between the two groups

指标	DVT 组(96)	非 DVT 组(424)	t	Z	P
APTT/s	22.66 ± 3.31	23.50 ± 3.70	-1.428	—	0.153
PT/s	12.12 ± 0.71	11.98 ± 0.81	1.598	—	0.119
FIB/(g·L^{-1})	3.11(2.51, 4.60)	3.32(2.48, 4.32)	—	1.66	0.096
二聚体/(mg·L^{-1})	7.22(3.92, 11.51)	5.25(1.45, 17.11)	—	2.014	0.043
TAT/(ng·mL^{-1})	17.90(12.25, 25.60)	15.95(8.28, 35.73)	—	1.961	0.049
tPAIC/(ng·mL^{-1})	6.40(4.80, 7.36)	5.12(3.38, 6.90)	—	1.759	0.078
sTM/(TU·mL^{-1})	8.30 ± 2.11	8.44 ± 2.26	0.541	—	0.589
PIC/(ng·mL^{-1})	1.79(0.98, 3.49)	1.51(0.92, 2.30)	—	1.678	0.093

注:非正态分布计量资料以[M(P_{25}, P_{75})]表示,其中,M 为中位数,P_{25} 为第 25 百分位数,即下四分位数,P_{75} 为第 75 百分位数,即上四分位数。

3.3　多元回归分析结果

单因素分析表明,TAT、Caprini 评分、D-二聚体和手术时间在 DVT 患者和非 DVT 患者之间的差异具有统计学意义,因此将这些指标纳入多因素 Logistic回归分析。此外,结合既往研究所涉及的影响因素,将 FIB、PIC 也纳入多因素 Logistic 回归分析。Logistic 回归分析结果显示,TAT、PIC、D-二聚体、Caprini 评分是老年髋部骨折后 DVT 发生的独立危险因素(图 1、表 3)。



联合预测因子 = TAT + 5.33PIC + 2.11DD + 2.00;截断值为 56.616,敏感度为 0.789,特异性为 0.545,约登指数为 0.334

图 1　联合预测因子及其他预测因子的 ROC 曲线

Fig. 1　ROC curves of the combined predictor and other predictors

表 3　多因素回归分析

Table 3　Multiple logistic regression analysis

指标	B	S. E.	Walds	P	OR 95% CI
TAT	0.09	0.04	4.45	0.04	1.09(1.01 ~ 1.18)
PIC	0.48	0.19	6.48	0.01	1.61(1.12 ~ 2.32)
D-二聚体	0.19	0.08	6.23	0.01	1.21(1.04 ~ 1.41)
FIB	0.27	0.16	3.1	0.08	1.32(0.97 ~ 1.79)
手术时间	0.01	0.01	1.34	0.25	1.01(0.99 ~ 1.03)
Caprini 评分	0.18	0.09	4.23	0.04	1.20(1.01 ~ 1.42)

注:B 为回归系数;S. E. 为标准误;Walds 为 Walds 统计量,用于检验该变量回归系数是否显著不等于 0;OR 95% CI 为优势比及其 95% 置信区间。

4　讨论

血栓分子标志物在骨科创伤患者的凝血功能监测中具有重要价值。马海梅等[14]研究发现,骨折创伤后凝血酶-抗凝血酶复合物(TAT)水平显著升高,提示机体凝血系统被激活并处于高凝状态,预示静脉血栓栓塞症(VTE)发生风险增加。孟英等[15]的研究进一步证实,创伤骨科患者术后 3 ~ 4 d 存在显著的凝血及纤溶系统活化;虽然该研究认为 TAT 受抗凝药物影响较大,限制了其作为单一诊断指标的应用价值,但血栓调节蛋白(TM)、组织型纤溶酶原激活物-抑制剂复合物(t-PAIC)、纤溶酶-α2-抗纤溶酶复合物(PIC)及 D-二聚体的动态变化对术后 VTE 具有良好的辅助诊断效能。文梦等[16]通过对下肢骨折术后患者的队列研究也发现,TAT、PIC 及 t-PAIC 不仅有助于早期识别 DVT,还可用于评估抗凝治疗的反应性。王振群等[17]证实 D-Dimer、PIC 联合 Caprini 评分是创伤性下肢骨折术前 DVT 发生的独立危险因素,可有效构建风险预测模型。

综上所述,现有证据支持血栓分子标志物在预测血栓风险、监测病程演变及评估抗凝疗效方面具有重要的临床应用前景。尽管关于 TAT 的临床意义尚存争议,但从凝血-纤溶级联反应的病理生理机制分析,TAT 升高直接反映了凝血酶的大量生成,往往提示微血栓已形成或高凝状态已达分子水平,此时虽未必能通过超声检测到“成形”的大块血栓,但已处于 VTE 防治的关键窗口期[18]。同时,D-Dimer与 PIC 作为继发性纤溶激活的标志物,其升高必然晚于凝血系统的启动(TAT 升高)。临床实践中常可观察到,在 VTE 发生发展过程中,PIC 与 D-Dimer的变化趋势具有一致性,而联合 TAT 的动态演变,则能更精准地描绘“高凝-血栓-纤溶”的全过程。虽然不同研究的采血时间点各异(涵盖术前基线[14,19-20]、术后 8 h 急性期及术后 1 ~ 7 d 恢复期),但结论均指向标志物水平与血栓形成显著相

关。因此,实施动态监测策略至关重要:初期旨在评估血栓风险及确认抗凝药物起效;中期用于评估抗凝强度是否达标;远期则为个体化调整抗凝疗程提供客观依据。

基于 Caprini 评分,外科及住院患者的 VTE 发生率随评分升高呈指数增长,据此进行风险分层指导预防,是实现个体化医疗的重要手段。血栓预防的前提是保障安全,绝不能忽视对出血风险的独立评估。鉴于 Caprini 量表特异性相对较低,可能高估部分患者的血栓风险,临床中需结合实验室指标(如 D-二聚体、TAT)以提高评估的准确性。本研究数据显示,DVT 组 Caprini 评分为(12.23 ± 1.88)分,高于非 DVT 组的(11.29 ± 1.52)分。研究发现,血栓分子标志物联合 Caprini 评分后,模型敏感度为 0.789(78.9%),提示阳性识别能力较强,漏诊风险较低;但特异性仅为 0.545(54.5%),提示阴性排除能力较弱,误诊风险较高。整体而言,该联合预测因子的优势在于减少漏诊,但需注意误诊率偏高的局限,临床应用时应结合场景需求审慎评估其适用性。

文献[12,17,21]研究指出,髋部骨折、Caprini 评分及 t-PAIC、PIC、sTM、TAT 和 D-二聚体均为创伤性下肢骨折发生 DVT 的危险因素,且上述指标联合诊断 DVT 的 AUC 达 0.951。多因素分析证实,TAT、PIC、D-D 及 Caprini 评分均与 VTE 发生存在显著关联(P 均 <0.05),且呈正向关联(OR 均 >1),提示这 4 项指标水平升高可能增加因变量静脉血栓的发生风险。相较于单一风险因子,基于上述因子计算的联合预测因子展现出更优的预测能力,这与既往研究[12,17,21]关于多因素联合预测效果更好的结论一致。

虽然本次研究未发现 FIB、手术时间与血栓风险存在显著统计学关联,但 FIB 的 P 接近 0.05,提示二者可能存在“边缘显著”关联[22]。结合葛永军等[23]、闫洪亮等[24]的研究结果(均证实 FIB 升高与骨折患者血栓形成存在关联),其临床意义仍需结合样本量进一步判断。

本次研究为回顾性研究,且研究设计为横断面调查,无法确定变量间的因果关系此外,研究对象局限于单一医院机构,缺乏远期随访数据,无法评估出院后的远期疗效;同时,研究未能完全控制患者认知水平、日常生活能力等潜在的混杂因素,可能导致一定的选择偏倚。

5 结论

在调整已经确定与静脉血栓相关指标如 D-二聚体、Caprini 评分后,TAT、PIC 依然具有独立预测下肢静脉血栓的价值,并且与经典指标组合为联合预测因子更具有诊断价值。

参 考 文 献

[1] 柴利娟, 苗洁. 骨折联盟服务(FLS)对老年股骨粗隆间骨折患者功能预后及生存率的影响[J]. 科学技术与工程, 2025, 25(28): 11932-11937.
Chai Lijuan, Miao Jie. Impact of fracture liaison service on mobility and mortality in elderly patients with intertrochanteric femur fractures[J]. Science Technology and Engineering, 2025, 25(28): 11932-11937.

[2] Chen X, Fan Y, Tu H, et al. A nomogram model based on the systemic Immune-inflammation index to predict the risk of venous thromboembolism in elderly patients after hip fracture: a retrospective cohort study[J]. Heliyon, 2024, 10(6): e28389.

[3] 中国老年保健医学研究会血栓防治分会,《中华老年心脑血管病杂志》编辑委员会, 司全金. 高龄卧床高危静脉血栓栓塞症防治中国专家共识[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26(12): 1381-1389.
Chinese Geriatric Healthcare Association Thrombosis Prevention and Treatment Branch, *Chinese Journal of Geriatric Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases* Editorial Committee, Si Quanjin. Chinese expert consensus on the prevention and treatment of high-risk venous thromboembolism in bedridden elderly patients[J]. Chinese Journal of Geriatric Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases, 2024, 26(12): 1381-1389.

[4] Peng J, Feng B, Ren W, et al. Incidence and risk factors of isolated calf muscular venous thrombosis after tibial plateau fractures surgery[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1): 625.

[5] 郑杰, 谈伟, 余思稹, 等. 血浆 D-二聚体与 FDP 联合检测及超声检查对早期预测 TKA 患者术后下肢深静脉血栓形成的价值研究[J]. 中国骨与关节杂志, 2026, 15(2): 114-119.
Zheng Jie, Tan Wei, Yu Sizhen, et al. Value of combined detection of plasma D-dimer and FDP with ultrasound examination in early prediction of TKA patients' postoperative lower extremity deep vein thrombosis formation[J]. Chinese Journal of Orthopedics and Trauma, 2026, 15(2): 114-119.

[6] 阮阳平, 寿迪飞, 胡军霞, 等. 老年创伤性骨折患者 Fib、D-D 等指标变化及其对下肢深静脉血栓形成风险的预测模型构建[J]. 江苏医药, 2026, 52(1): 75-80.
Ruan Yangping, Shou Difei, Hu Junxia, et al. Changes in Fib, D-D and other indicators in elderly patients with traumatic fractures and construction of a prediction model for the risk of lower extremity deep vein thrombosis[J]. Jiangsu Medical Journal, 2026, 52(1): 75-80.

[7] Beauchamp-Chalifour P, Belzile É L, Michael R, et al. The risk of venous thromboembolism in surgically treated hip fracture: a retrospective cohort study of 5 184 patients[J]. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2022, 108(1): 103142.

[8] Zhang P, Qin H J, Jiang N, et al. Incidence and risk factors of preoperative deep venous thrombosis following hip fracture: a retrospective analysis of 293 consecutive patients[J]. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2022, 48(4): 3141-3147.

[9] Al-Maaroof Z W. Enhancing venous thromboembolism risk predic-

tion through novel biomarkers and inflammatory indicators[J]. Journal of Applied Hematology, 2024, 15(4): 313-318.

[10] 张可欣. D-二聚体新年龄调整公式在老年髋部骨折患者术前下肢深静脉血栓的诊断价值探讨[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2022.
Zhang Kexin. Diagnostic value of a new age-adjusted D-dimer formula for preoperative lower extremity deep vein thrombosis in elderly patients with hip fracture[D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2022.

[11] 李文广, 马应文, 陈红旭, 等. 膝骨关节炎全膝关节置换术术后患者发生下肢深静脉血栓形成的影响因素分析[J]. 中国社区医师, 2026, 42(2): 31-33.
Li Wenguang, Ma Yingwen, Chen Hongxu, et al. Analysis of influencing factors for lower extremity deep vein thrombosis in patients after total knee arthroplasty for knee osteoarthritis[J]. Chinese Community Doctors, 2026, 42(2): 31-33.

[12] 黄渊凤, 陈曦, 杨丽琼, 等. 血栓分子标志物在创伤性下肢骨折深静脉血栓诊断价值的研究[J]. 中国医药科学, 2025, 15(5): 80-83, 93.
Huang Yuanfeng, Chen Xi, Yang Liqiong, et al. Research on the diagnostic value of thrombus molecular markers in deep vein thrombosis of traumatic lower limb fracture[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2025, 15(5): 80-83, 93.

[13] Gould M K, Garcia D A, Wren S M, et al. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical patients: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: *American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines*[J]. Chest, 2012, 141(S1): e227S.

[14] 马海梅, 张会英, 张柏松, 等. 创伤骨科病人围手术期凝血、纤溶活性的临床观察[J]. 中华检验医学杂志, 2003, 26(5): 284-286.
Ma Haimei, Zhang Huiying, Zhang Baisong, et al. Clinical observation of coagulation and fibrinolytic activity in trauma orthopedic patients during the perioperative period[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2003, 26(5): 284-286.

[15] 孟英, 刘宁, 薛冰蓉, 等. 应用凝血标志物诊断创伤骨科术后静脉血栓形成的病例对照研究[J]. 中华检验医学杂志, 2016, 39(10): 751-755.
Meng Ying, Liu Ning, Xue Bingrong, et al. Application ofcoagulation biomarkers in the diagnosis of venous thrombosis after orthopedic trauma surgery: a case-control study[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2016, 39(10): 751-755.

[16] 文梦, 赵慧茹, 赵育婧, 等. 血栓分子标志物对下肢深静脉血栓形成的诊断及抗凝疗效的评价[J]. 临床检验杂志, 2019, 37(9): 671-674.
Wen Meng, Zhao Huiru, Zhao Yujing, et al. Evaluation of coagulation biomarkers for diagnosis and therapeutic monitoring of deep venous thrombosis of lower extremities[J]. Chinese Journal of Clinical Laboratory Science, 2019, 37(9): 671-674.

[17] 王振群, 章文洁, 吴俊. 血栓分子标志物联合 Caprini 评分预测创伤性下肢骨折后深静脉血栓形成风险[J]. 中华检验医学杂志, 2021, 44(12): 1170-1175.
Wang Zhenqun, Zhang Wenjie, Wu Jun. Predictive value of thrombotic molecular markers combined with Caprini score for deep vein thrombosis after traumatic lower extremity fractures[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2021, 44(12): 1170-1175.

[18] 张蕾, 陈壹明, 袁慧. 北京地区老年人群凝血酶-抗凝血酶复合物和纤溶酶-α2 纤溶酶抑制剂复合物参考区间的研究[J]. 国际检验医学杂志, 2024, 45(23): 2844-2848.
Zhang Lei, Chen Yiming, Yuan Hui. Study on reference intervals of thrombin-antithrombin complex and plasmin-α2-plasmin inhibitor complex in an elderly population in Beijing[J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2024, 45(23): 2844-2848.

[19] 张金彪, 李晓明, 邢婉琳, 等. 血栓分子标志物预警全膝关节置换后并发静脉血栓栓塞的作用[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(4): 572-577.
Zhang Jinbiao, Li Xiaoming, Xing Wanlin, et al. Role of thrombotic molecular markers in predicting venous thromboembolism after total knee arthroplasty[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2023, 27(4): 572-577.

[20] 王冠, 许玉林, 向飞帆, 等. 血清标志物预测全膝关节置换下肢静脉血栓[J]. 中国矫形外科杂志, 2025, 33(9): 780-785.
Wang Guan, Xu Yulin, Xiang Feifan, et al. Serum biomarkers for predicting lower extremity venous thrombosis after total knee arthroplasty[J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2025, 33(9): 780-785.

[21] 徐文龙, 沙宇. 血栓分子标志物联合 Caprini 评分预测创伤性下肢骨折后深静脉血栓形成风险研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(2): 245-248.
Xu Wenlong, Sha Yu. A study on the predictive value of thrombotic molecular markers combined with Caprini score for deep vein thrombosis after traumatic lower extremity fractures[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2023, 33(2): 245-248.

[22] 张金彪, 贾彩霞, 卢越, 等. 结合《中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南(2016 版)》谈血栓标志物的应用[J]. 护理研究, 2022, 36(13): 2257-2262.
Zhang Jinbiao, Jia Caixia, Lu Yue, et al. Application of thrombotic markers based on the *Chinese Guideline for Prevention of Venous Thromboembolism after Major Orthopedic Surgery* (2016 *Edition*)[J]. Chinese Nursing Research, 2022, 36(13): 2257-2262.

[23] 葛永军, 胡家东, 樊嵘. Caprini 评分联合纤维蛋白原水平对下肢骨折患者下肢深静脉血栓的预测价值[J]. 中国医学创新, 2024, 21(6): 108-111.
Ge Yongjun, Hu Jiadong, Fan Rong. Predictive value of Caprini score combined with fibrinogen level for deep vein thrombosis of lower extremity in patients with lower extremity fractures[J]. Medical Innovation of China, 2024, 21(6): 108-111.

[24] 阎洪亮, 董森, 王言青, 等. 纤维蛋白原和高密度脂蛋白联合检测对创伤性下肢骨折术后深静脉血栓的预测价值[J]. 黑龙江医学, 2024, 48(22): 2716-2718.
Yan Hongliang, Dong Sen, Wang Yanqing, et al. Predictive value of combined detection of fibrinogen and high-density lipoprotein for deep vein thrombosis after traumatic lower extremity fracture surgery[J]. Heilongjiang Medical Journal, 2024, 48(22): 2716-2718.