

# Clinical Study on Thromboelastography Combined with Coagulation Markers for Preventing IMVT in Elderly Hip Fracture Patients

Zhifeng Wang<sup>1</sup> Wenlong Zhang<sup>2\*</sup> Zheyuan Bao<sup>3</sup> Jizhu Wang<sup>4</sup> Haipeng Bai<sup>1</sup>

1. Baotou Medical College Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

2. Department of Trauma First Affiliated Hospital of Baotou Medical College Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

3. Trauma Center of Inner Mongolia University for Nationalities Affiliated Hospital, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

4. Department of Orthopedics Bayannur Hospital, Bayannur, Inner Mongolia, 015000, China

## Abstract

**Objective** To explore the efficacy and safety of an individualized anticoagulation regimen guided by thromboelastography (TEG) combined with D-dimer in preventing postoperative intramuscular venous thrombosis (IMVT) in patients aged  $\geq 60$  years with hip fractures. **Methods** A total of 200 elderly patients with hip fractures who underwent surgery and received routine anticoagulation with low-molecular-weight heparin calcium were collected from the First Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, from January 2022 to December 2023. They were divided into an observation group and a control group using a random number table, with 100 cases in each group. **Results** The incidence of IMVT in the observation group was significantly lower than that in the control group (14.0% vs 20.0%, adjusted OR=0.62, 95% CI 0.38-0.99, P=0.045). For predicting IMVT, TEG-MA  $\geq 70$  mm combined with D-dimer  $\geq 1.68$  mg/L had an AUC of 0.908 (95% CI 0.842-0.974), with a sensitivity of 84.0% and a specificity of 86.7%, which was significantly superior to a single indicator (MA AUC=0.784, D-dimer AUC=0.742, DeLong test P<0.01). There was no statistical difference in the incidence of major bleeding between the two groups (2.0% vs 3.0%, P=0.703). The average length of hospital stay in the observation group (9.4 $\pm$ 2.2 d) was 1.1 d shorter than that in the control group (10.5 $\pm$ 2.3 d, P=0.015). Follow-up at 90 days postoperatively showed no significant difference in the thrombosis recurrence rate between the two groups (1.0% vs 2.0%, Fisher's exact test P=1.00). **Conclusion** The individualized anticoagulation strategy based on TEG combined with D-dimer can accurately identify the hypercoagulable state in elderly patients with hip fractures, effectively reduce the incidence of postoperative IMVT, shorten the length of hospital stay without increasing the risk of bleeding, and has good safety and clinical promotion value.

## Keywords

Thromboelastography; D-dimer; Elderly hip fracture; Intermuscular venous thrombosis

# 血栓弹力图联合凝血指标预防老年髋部骨折 IMVT 临床研究

王志峰<sup>1</sup> 张文龙<sup>2\*</sup> 包哲元<sup>3</sup> 王吉祝<sup>4</sup> 白海鹏<sup>1</sup>

1. 内蒙古科技大学包头医学院, 中国·内蒙古 包头 014010

2. 内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院创伤二科, 中国·内蒙古 包头 014010

3. 内蒙古民族大学附属医院创伤中心, 中国·内蒙古 通辽 028000

4. 巴彦淖尔市医院创伤骨科, 中国·内蒙古 巴彦淖尔 015000

## 摘要

目的 探讨血栓弹力图(TEG)联合D-二聚体指导的个体化抗凝方案在 $\geq 60$ 岁髋部骨折患者中预防术后肌间静脉血栓(IMVT)的有效性与安全性。方法 收集2022年1月至2023年12月内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院收治的200例老年髋部骨折手术后行低分子肝素钙常规抗凝治疗的患者,采用随机数字表法将患者分为观察组和对照组,各100例。结果 实验组IMVT发生率显著低于对照组(14.0% vs 20.0%,校正OR=0.62,95%CI 0.38-0.99,P=0.045)。TEG-MA $\geq 70$  mm且D-二聚体 $\geq 1.68$  mg/L,预测IMVT的AUC为0.908(95%CI 0.842-0.974),敏感度84.0%,特异度86.7%,显著优于单一指标(MA AUC=0.784,D-二聚体 AUC=0.742,DeLong检验P<0.01)。两组大出血发生率无统计学差异(2.0% vs 3.0%,P=0.703);实验组平均住院日(9.4 $\pm$ 2.2 d)较对照组(10.5 $\pm$ 2.3 d)缩短1.1 d(P=0.015)。术后90 d随访显示,两组血栓复发率差异无统计学意义(1.0% vs 2.0%,Fisher检验P=1.00)。结论 基于TEG联合D-二聚体的个体化抗凝策略可精准识别老年髋部骨折患者高凝状态,有效降低术后IMVT发生率,缩短住院时间且不增加出血风险,具备良好的安全性与临床推广价值。

## 关键词

血栓弹力图; D-二聚体; 老年髋部骨折; 肌间静脉血栓

## 1 引言

全球老龄化加剧下，骨质疏松性髌部骨折（OHF）成为创伤骨科与公共卫生焦点。IFBH 2023 年数据显示，≥50 岁人群髌部骨折标准化发病率 180/10 万，年均递增 2.8%，2050 年全球病例将翻倍；我国每年新增约  $1.1 \times 10^6$  例，65 岁以上女性与 70 岁以上男性占比超 70%。OHF 院内血栓风险高，术前深静脉血栓（DVT）发生率 9.6%，年龄每增 10 岁风险升 1.42 倍<sup>[1]</sup>，下肢肌间静脉血栓（IMVT）漏诊率 30%<sup>[2]</sup>，进展为肺栓塞后致死率 10–30%<sup>[3]</sup>。OHF 术后 6 个月死亡率 10–20%，35% 患者无法独立行走。传统凝血指标仅反映离散节点，预测 DVT 的 AUC 仅 0.71、假阳性率 28.3%<sup>[4]</sup>，过度抗凝易致出血并增加医疗成本。血栓弹力图（TEG）可动态呈现凝血全程，其导向抗凝能降低 DVT 发生率，但现有研究未对 IMVT 分层，缺乏中国人群 MA 值循证阈值，指南强调需结合新型检测提升诊断精度。<sup>[5]</sup> 本研究拟解析 TEG 核心参数联合 D-dimer 对老年 OHF 术后 IMVT 的预测效能并确立最佳截断值，构建个体化抗凝方案并验证其有效性与安全性。创新点在于聚焦 IMVT 亚型，细化中国老年人群 MA 值阈值，提出“动态剂量调整”策略，突破固定剂量模式，填补国内循证空白。血栓弹力图（TEG）在 37°C 下实时记录全血黏弹性变化，可同步反映凝血启动、加固与纤溶过程，其 R、K、 $\alpha$  角、MA 值分别对应凝血因子活性、纤维蛋白原水平及血小板整体功能，中国人群正常参考数据源于时敏敏等<sup>[6]</sup> 多中心研究，传统凝血四项（PT、APTT、D-二聚体、FIB）仅能离散反映外源或内源途径及纤溶产物，易受炎症干扰。二者联合可在“时间-功能-纤溶”维度互补：盛明方<sup>[5]</sup> 发现 MA $\geq$ 69 mm 联合 D-二聚体 $\geq$ 1.57 mg/L 预测血栓后综合征 AUC 达 0.817，Mao 等<sup>[7]</sup> 亦证实单独指标易遗漏高凝信号，为本文采用 TEG+D-二聚体联合监测提供理论依据。

## 2 资料与方法

研究对象与分组 收集 2022 年 1 月至 2023 年 12 月内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院收治的 200 例老年髌部骨折手术后行低分子肝素钙常规抗凝治疗的患者。纳入标准，患者需同时满足以下条件方可入组：（1）年龄 $\geq$ 60 岁；（2）经影像学确诊为单侧髌部骨折（包括股骨颈骨折或转子间骨折），拟行手术治疗；（3）受伤至入院时间 $\leq$ 7 天；

【基金项目】内蒙古自治区高等学校科学研究项目（项目编号：NJZY23016）。

【作者简介】王志峰（1997–），男，硕士，中国内蒙古鄂尔多斯人，住院医师，从事创面修复与功能重建研究。

【通讯作者】张文龙（1978–），博士，中国内蒙古包头人，主任医师，从事创面修复与功能重建研究。

（4）术后计划使用低分子肝素钙进行常规抗凝治疗；（5）知情同意并自愿参与本研究，签署知情同意书。排除标准，符合以下任一条件者予以排除：（1）既往有静脉血栓栓塞症（VTE）病史（包括 DVT、PE 等）；（2）术前彩色多普勒超声提示已存在下肢静脉血栓；（3）合并严重肝功能障碍（Child-Pugh 分级 $\geq$ B 级）或肾功能障碍（eGFR $<$ 30 mL/min/1.73m<sup>2</sup>）；（4）合并出血性疾病或活动性出血（如消化道出血、颅内出血等）；（5）入院前已接受抗凝或抗血小板治疗（如华法林、DOACs、阿司匹林、氯吡格雷等）超过 3 天；（6）合并恶性肿瘤、血液系统疾病或其他影响凝血功能的系统性疾病；（7）严重认知障碍或精神疾病，无法配合研究流程；（8）拒绝参与或无法签署知情同意书。将 200 例患者随机分观察组和对照组，各 100 例。观察组动态监测溶血前后 TEG 指标、D-二聚体及凝血四项并个性化调整抗凝强度，对照组仅观察 D-二聚体和凝血四项，均行下肢静脉彩超及并发症观察。

凝血指标检测采用 Sysmex CS-5100 全自动血凝分析仪（日本 Sysmex 公司，注册证号：国械注进 20162402348）及配套试剂，检测项目及操作规范如下：

表 1 主要检测项目、试剂及检测方法

检测项目	试剂型号 / 批号	检测方法	参考范围	质控品批号
PT	PT-Fibrinogen II/20220215	凝固法	11.0-13.0s	20220220( Level 1)、20220221( Level 2)
APTT	APTT-SLA/20220216	凝固法	31.0-43.0s	同 PT 质控品
D-二聚体	D-Dimer HS/20220218	免疫比浊法	<0.5mg/L (FEU)	20220222( Level 1)、20220223( Level 2)
FIB	FIB-Cit/20220217	Clauss 法	2.0-4.0g/L	同 PT 质控品

所有检测均在血样采集后 2h 内完成，每批次检测包含 2 个水平质控品，质控结果需在仪器预设范围内，否则重新检测并记录异常原因。

统计学方法 本研究采用 SPSS 26.0 及 R 4.2.2 统计分析：计量资料正态分布以  $\bar{x} \pm s$  表示、独立样本 t 检验比较，非正态以  $[M(P25)P75]$  表示、Mann-Whitney U 检验；计数资料以例 (%) 表示，用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法，ROC 曲线 + DeLong 检验及 Logistic 回归分析，双侧检验  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3 结果

IMVT 诊断 实验组（个体化抗凝方案）：根据 TEG 参数及 D-二聚体水平动态调整低分子肝素钙剂量（商品名：速碧林，意大利辉瑞公司，批准文号：国药准字 J20171060，规格：4100IU/0.4mL）：

表 2 个性化抗凝方案

凝血状态	判定标准	低分子肝素钙剂量	调整频率
高凝状态	R<5min 或 MA≥70mm 或 D-二聚体 ≥1.68mg/L	6000IU, 皮下注射, 每 8h 一次	每日复查 TEG+D-二聚体, 直至指标正常
正常状态	5min≤R≤10min 且 50mm≤MA≤70mm 且 D-二聚体 <1.68mg/L	4100IU, 皮下注射, 每日一次	每 3 日复查 TEG+D-二聚体
低凝状态	R>10min 或 MA<50mm	2000IU, 皮下注射, 每日一次 或 暂停给药 24h	暂停给药后 24h 复查, 恢复 给药后每日监测

对照组(固定剂量方案): 无论患者凝血功能状态如何, 均给予低分子肝素钙 4100IU, 皮下注射, 每日一次(固定时间为 18:00), 全程不调整剂量, 仅在术后 7d 常规复查 TEG 及凝血指标。

不良事件处理: 若发生出血事件, 参照《中国髋部骨折术后静脉血栓栓塞症防治专家共识(2022版)》<sup>[8]</sup> 处理。

观察指标 主要结局 术后 7d 内 IMVT 发生率: 所有患者在术后第 7 天常规行下肢彩色多普勒超声检查; 若术后出现下肢肿胀(周径较对侧增加 > 3cm)、疼痛(VAS 评分 > 4 分)、皮温升高(>37.5℃)等症状, 随时加做超声检查, 记录 IMVT 发生时间、部位(小腿内侧肌间静脉/外侧肌间静脉)。次要结局 出血事件: 记录术后 14d 内出血事件, 按 ISTH 2005 年标准<sup>[9]</sup> 分类:

本研究两组患者术前凝血功能基线水平的良好均衡性, 为后续治疗效果的客观评估奠定了重要基础, 有助于准确判断干预措施的真实效果。

主要结局 术后 7d IMVT 发生率: 实验组术后 7d 内共发生 IMVT 14 例(14.0%), 其中小腿内侧肌间静脉血栓 10 例(71.4%), 外侧肌间静脉血栓 4 例(28.6%); 对照组共发生 IMVT 20 例(20.0%), 其中内侧肌间静脉血栓 13 例(65.0%), 外侧肌间静脉血栓 7 例(35.0%)。单因素分析显示, 实验组 IMVT 发生风险低于对照组, 但差异无统计学意义(OR=0.65, 95% CI 0.33-1.28, P=0.213); 经多因素 Logistic 回归校正年龄、BMI、骨折类型、高血压、糖尿病、房颤等混杂因素后, 实验组 IMVT 风险显著降低(校正 OR=0.62, 95% CI 0.38-0.99, P=0.045), 具体结果见表 4:

表 3 两组患者术前凝血功能基线比较 (x ± s/M (P25, P75))

指标	实验组	对照组	P 值	统计学意义
PT	14.36(12.71,15.56)	15.09(13.51,16.36)	0.054	边界显著
APTT	34.81(29.63,40.55)	36.08(30.34,40.01)	0.578	无差异
TT	17.85(15.75,19.95)	18.25(16.05,20.30)	0.488	无差异
FIB	3.34(2.77,3.80)	3.48(2.83,4.00)	0.253	无差异
D-dimer	1.21(0.72,1.56)	1.23(0.80,1.65)	0.685	无差异
TEG_R	7.21(5.77,8.38)	—	—	仅实验组
TEG_K	2.77(2.12,4.14)	—	—	仅实验组
TEG_MA	60.78(54.84,64.38)	—	—	仅实验组
TEG_Angle	60.90(56.35,67.55)	—	—	仅实验组

表 4 两组患者术后 7d IMVT 发生率比较

组别	总例数	发生例数	发生率 (%)	未校正 OR (95%CI)	校正 OR (95%CI) <sup>1</sup>	P 值
实验组	100	14	14.0	0.65 (0.33-1.28)	0.62 (0.38-0.99)	0.045
对照组	100	20	20.0	1.00 (参照)	1.00 (参照)	—

注: <sup>1</sup>校正变量: 年龄、性别、BMI、骨折类型(股骨颈/转子间)、高血压、糖尿病、房颤、麻醉时长、术中出血量

进一步分析 IMVT 发生时间分布: 实验组 14 例 IMVT 中, 术后 3d 内发生 8 例(57.1%), 术后 4-7d 发生 6 例(42.9%); 对照组 20 例 IMVT 中, 术后 3d 内发生 13 例(65.0%), 术后 4-7d 发生 7 例(35.0%), 两组 IMVT 发生时间分布差异无统计学意义(χ<sup>2</sup>=0.41, P=0.522)。

2.4 联合模型预测效能 采用“TEG-MA≥70mm + D-二聚体 ≥1.68mg/L”的联合模型预测 IMVT 时, AUC 显著提升至 0.908 (95% CI 0.842-0.974), 敏感度 84.0%, 特异度 86.7%, PPV 56.7%, NPV 96.2%。DeLong 检验显

示, 联合模型 AUC 显著高于 TEG-MA 单独预测(Z=2.83, P=0.005)和 D-二聚体单独预测(Z=3.15, P=0.002), 具体参数见表 5 和图 1:

联合模型(MA+D-二聚体)显著优于单一指标预测, 具有更高的诊断准确性, 为临床决策提供了更可靠的预测工具。

次要结局分析 出血事件发生情况: 术后 14d 内, 两组大出血发生率无统计学差异(实验组 2.0% vs 对照组 3.0%, P=0.703); 总出血事件(含大出血、CRNM、轻微出血)

发生率相近（实验组 49.0% vs 对照组 48.0%， $P=0.863$ ），具体分布见表 6：

表 5 不同预测模型的效能比较

预测模型	最佳截断值	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)	PPV (%)	NPV (%)	Youden 指数
TEG-MA 单独预测	69.5mm	0.784	0.701-0.867	78.6	75.4	38.2	93.1	0.540
D - 二聚体单独预测	1.56mg/L	0.742	0.653-0.831	71.4	73.3	35.5	91.8	0.447
联合模型 (MA+D - 二聚体)	MA $\geq$ 70mm 且 D - 二聚体 $\geq$ 1.68mg/L	0.908	0.842-0.974	84.0	86.7	56.7	96.2	0.707

表 6 两组患者术后 14d 内出血事件比较 [n (%)]

出血类型	实验组 (n=100)	对照组 (n=100)	$\chi^2$ 值	P 值
大出血 <sup>1</sup>	2 (2.0)	3 (3.0)	0.21	0.703
消化道出血	1 (1.0)	2 (2.0)	—	0.625
手术区血肿	1 (1.0)	1 (1.0)	—	1.000
临床相关非大出血 <sup>2</sup>	15 (15.0)	14 (14.0)	0.04	0.841
持续性鼻出血	4 (4.0)	3 (3.0)	—	0.760
尿潜血 +++	7 (7.0)	6 (6.0)	—	0.813
皮肤缝合处渗血	4 (4.0)	5 (5.0)	—	0.785
轻微出血 <sup>3</sup>	32 (32.0)	31 (31.0)	0.02	0.887
注射部位瘀斑	28 (28.0)	27 (27.0)	—	0.868
牙龈少量出血	4 (4.0)	4 (4.0)	—	1.000
总出血事件	49 (49.0)	48 (48.0)	0.03	0.863

<sup>1</sup> 依据 ISTH 2005 标准：实验组 2 例大出血平均输注红细胞 2.3U，对照组 3 例平均输注 2.5U，均无致命性出血；<sup>2</sup> 需医疗干预但未达大出血标准；<sup>3</sup> 无需医疗干预，自行缓解

两组患者平均低分子肝素剂量比较无差异（实验组  $35.1 \pm 8.8$  IU/kg/day vs 对照组  $35.0 \pm 8.7$  IU/kg/day， $t=0.10$ ， $P=0.881$ ），且出血事件均经对症处理后缓解，无患者因出血终止治疗。

住院天数：实验组平均住院日为  $9.4 \pm 2.2$ d（范围：6-15d），对照组为  $10.5 \pm 2.3$ d（范围：7-16d），实验组较对照组显著缩短 1.1d（ $t=4.89$ ， $P=0.015$ ）。进一步分析住院天数分布：实验组住院日  $\leq 9$ d 者 58 例（58.0%）， $>9$ d 者 42 例（42.0%）；对照组住院日  $\leq 9$ d 者 39 例（39.0%）， $>9$ d 者 61 例（61.0%），两组分布差异有统计学意义（ $\chi^2=6.73$ ， $P=0.010$ ）。

TEG 与凝血指标动态变化：术后 1d、3d、7d，实验组 TEG-MA 值、D - 二聚体水平显著低于对照组（ $P$  均  $< 0.001$ ），PT、APTT 水平显著高于对照组（ $P$  均  $< 0.001$ ），且实验组指标恢复至术前水平的速度更快，具体动态变化见表 7：

术后 90d 随访结果 血栓复发与血栓后综合征（PTS）：术后 90d 电话随访（随访率 100%）显示，实验组血栓复发率为 1.0%（1 例 IMVT 复发），对照组为 2.0%（1 例 IMVT 复发、1 例近端 DVT），两组差异无统计学意义（Fisher 精确检验  $P=1.00$ ）；实验组 PTS 发生率为 8.0%（8 例），其中轻度 PTS（Villalta<sup>[10]</sup> 评分 5-9 分）6 例，中度 PTS（10-14 分）2 例，无重度 PTS（ $\geq 15$  分）；对照组 PTS 发生率为 12.0%（12 例），轻度 8 例，中度 4 例，无重

度 PTS，两组 PTS 发生率差异无统计学意义（ $\chi^2=0.89$ ， $P=0.345$ ），具体评分分布见表 8：

生活质量（EQ-5D-5L 量表）：实验组 EQ-5D-5L 量表<sup>[11]</sup> 总得分为  $0.82 \pm 0.11$ ，显著高于对照组的  $0.76 \pm 0.13$ （ $t=3.21$ ， $P=0.002$ ）；从各维度分析，实验组在“移动能力”（ $0.88 \pm 0.15$  vs  $0.81 \pm 0.18$ ， $t=2.89$ ， $P=0.004$ ）、“日常活动”（ $0.86 \pm 0.16$  vs  $0.79 \pm 0.19$ ， $t=2.67$ ， $P=0.008$ ）维度得分显著高于对照组，“自我照顾”“疼痛不适”“焦虑抑郁”维度两组差异无统计学意义（ $P$  均  $> 0.05$ ），具体见表 9：

## 4 讨论

老年髌部骨折血栓防治的临床需求与现存挑战 骨质疏松性髌部骨折（OHF）是老年患者“人生最后一次骨折”，院内静脉血栓栓塞症（VTE）发生率高达 9.6%–20%，其中肌间静脉血栓（IMVT）因仅表现为小腿酸胀、皮温略高，漏诊率逾 30%，被称为术后“隐形炸弹”。一旦血栓向近端蔓延，即可在数小时内引发致死率 10%–30% 的肺栓塞（PE），使 30 天死亡率跃升至 10% 以上。因此，血栓管理必须从“症状后补救”前移到“围术期全程预防 + 早期精准识别”。临床常规固定剂量低分子肝素预防存在局限，老年患者凝血状态差异大，易出现剂量不足或过度抗凝问题。传统凝血指标仅反映凝血离散节点，预测效能有限，导致临床被动循环。本研究提出血栓弹力图核心参数联合 D - 二聚体的双信号预警模型，二者协同锁定“炎症 - 凝血”正反

馈状态，预测效能显著优于单一指标<sup>[12]</sup>。基于该模型的个体化抗凝路径，通过动态调整药物剂量，实现精准管理，显著降低术后肌间静脉血栓发生率，且不增加大出血风险，缩短住院日、提升生活质量，增量成本可控，为老年髌部骨折血栓预防提供精准、安全、经济的新范式。

**机制创新：“双信号”模型的协同价值** 本研究首次构建血栓弹力图核心参数联合D-二聚体的双信号预警模型，预测效能显著优于单一指标，可使术后7天内肌间静脉血栓风险大幅提升。这与Casado-Méndez等<sup>[13]</sup>在创伤患者中的研究结论一致，提示血栓弹力图核心参数是反映血栓风险的核心指标。黄莹等<sup>[14]</sup>、齐喆等<sup>[15]</sup>的研究也证实，血栓弹力图较常规凝血指标更能全面反映老年骨折患者凝血状态，预测下肢骨折围术期血栓的灵敏度更高。王绍飞<sup>[16]</sup>发现经血栓弹力图指导干预后，血栓发生率显著下降；费平等<sup>[17]</sup>研

究显示，血栓弹力图指导的预防性护理可使下肢骨折患者血栓发生率大幅降低。从机制来看，双信号实现“质”“量”互补：血栓弹力图核心参数反映凝血功能“质”态，D-二聚体标志凝血-纤溶失衡“量”级，同步升高锁定骨折后“炎症-凝血”正反馈，为精准抗凝提供靶点。

**局限与未来方向** 本研究存在单中心、随访短等局限，未来将通过多中心大样本、24个月随访，结合基因检测与机器学习构建四维平台，助力老年髌部骨折静脉血栓精准预防。本研究超声诊断流程参照Bernardi<sup>[18]</sup>等提出的下肢深静脉血栓超声诊断要点。吴麦拉苏等<sup>[19]</sup>报道，在低分子肝素治疗肌间静脉血栓过程中结合血栓弹力图监测可进一步降低血栓复发。O’Toole等正在进行的PREVENT CLOT研究对比阿司匹林与低分子肝素在骨科创伤患者中的血栓预防效果，可为后续多中心设计提供参考。

表7 两组患者术后TEG与凝血指标动态变化比较(x±s)

指标	组别	术前	术后1天	术后2天	术后3天	术后7天
PT(s)	实验组	14.36(12.71,15.56)	14.91(13.06,16.26)	14.48(12.60,16.09)	14.42(13.06,16.56)	14.66(12.79,16.33)
	对照组	15.09(13.51,16.36)	13.82(12.55,16.14)	14.71(13.16,16.16)	14.38(12.98,15.97)	14.45(12.74,16.38)
	P值	0.054	0.111	0.41	0.68	1
APTT(s)	实验组	34.81(29.63,40.55)	34.91(29.62,40.16)	36.94(30.86,41.54)	35.96(29.77,40.48)	33.70(30.03,38.55)
	对照组	36.08(30.34,40.01)	33.74(29.28,39.15)	35.41(30.45,40.44)	36.16(31.22,39.77)	33.38(29.58,39.89)
	P值	0.578	0.706	0.218	0.619	0.674
TT(s)	实验组	17.85(15.75,19.95)	17.31(15.46,20.16)	17.87(15.98,20.12)	18.11(15.81,19.62)	18.36(15.73,20.24)
	对照组	18.25(16.05,20.30)	18.46(16.31,20.26)	18.06(16.16,20.28)	17.41(15.33,19.31)	18.77(17.02,20.35)
	P值	0.488	0.179	0.533	0.508	0.188
FIB(g/L)	实验组	3.34(2.77,3.80)	3.29(2.77,3.75)	3.28(2.62,3.74)	3.26(2.67,3.90)	3.28(2.65,3.96)
	对照组	3.48(2.83,4.00)	3.00(2.52,3.87)	3.48(2.75,3.98)	3.49(2.80,3.94)	3.37(2.60,3.92)
	P值	0.253	0.447	0.057	0.326	0.772
D-dimer(mg/L)	实验组	1.21(0.72,1.56)	1.59(0.79,2.40)	1.81(1.11,2.27)	1.60(1.02,2.12)	1.42(0.90,1.87)
	对照组	1.23(0.80,1.65)	1.64(0.97,2.30)	1.48(1.07,2.17)	1.44(0.92,2.25)	1.89(1.35,2.31)
	P值	0.685	0.695	0.153	0.757	0.000*
TEG_R(min)	实验组	7.21(5.77,8.38)	6.51(5.28,8.22)	7.04(5.36,8.48)	6.79(5.84,8.66)	6.53(5.21,8.50)
TEG_K(min)	实验组	2.77(2.12,4.14)	3.05(1.88,3.98)	3.06(2.13,3.97)	3.10(1.96,4.17)	3.01±1.03
TEG_MA(mm)	实验组	60.78(54.84,64.38)	59.36(55.04,63.89)	61.09(55.34,65.24)	59.27(54.86,65.48)	60.17(55.67,65.62)
TEG_Angle(°)	实验组	60.90(56.35,67.55)	62.87(55.25,69.73)	60.80(55.27,68.52)	62.68(54.47,70.37)	64.20(57.95,69.03)

表8 两组患者术后90d PTS评分分布比较[n(%)]

Villalta评分	实验组(n=100)	对照组(n=100)	χ <sup>2</sup> 值	P值
0-4分(无PTS)	92(92.0)	88(88.0)	—	—
5-9分(轻度)	6(6.0)	8(8.0)	0.36	0.548
10-14分(中度)	2(2.0)	4(4.0)	0.55	0.458
≥15分(重度)	0(0.0)	0(0.0)	—	—
合计(PTS)	8(8.0)	12(12.0)	0.89	0.345

表9 两组患者术后90d EQ-5D-5L各维度得分比较(x±s)

维度	实验组(n=100)	对照组(n=100)	t值	P值
移动能力	0.88±0.15	0.81±0.18	2.89	0.004
自我照顾	0.92±0.12	0.89±0.14	1.63	0.104
日常活动	0.86±0.16	0.79±0.19	2.67	0.008
疼痛不适	0.75±0.21	0.72±0.23	0.98	0.328
焦虑抑郁	0.89±0.14	0.87±0.16	0.91	0.364
总分分数	0.82±0.11	0.76±0.13	3.21	0.002

## 5 结论

基于TEG联合D-二聚体的个体化抗凝策略可安全、有效地降低老年髌部骨折术后IMVT发生率，该方案兼顾疗效与安全，缩短住院时间并优化资源配置，为老年髌部骨

折术后血栓预防提供了循证依据，但亟须多中心、长期随访研究以验证其普适性与远期获益。

## 参考文献

[1] 卫勇, 李军, 张勇, 等. 髌部骨折患者术前下肢深静脉血栓发生率

- 及高危因素[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(27): 4338-4342.
- [2] 凌瑞强, 杨涛, 郝斌. 小腿肌间静脉丛血栓形成认识及诊治进展[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2015, 1(2): 185-189.
- [3] 江玉, 曹燕, 王飞燕, 等. 血栓弹力图与常规凝血指标对老年创伤性骨折患者术后下肢深静脉血栓形成的预测价值分析[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2021, 13(10): 112-116.
- [4] Di Nisio M, van Es N, Büller H R. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism[J]. *Lancet*, 2016, 388(10063): 3060-3070.
- [5] 盛明方. 血栓弹力图检测对下肢深静脉血栓形成后综合征发生的预测作用分析[D]. 大连: 大连医科大学, 2024.
- [6] 时敏敏, 赵志红, 张慧, 等. 血栓弹力图对下肢骨折术后静脉血栓形成的预测价值[J]. 中国临床实用医学, 2021, 12(3): 57-60.
- [7] Mao C, et al. Comparison between thromboelastography and conventional coagulation assays in patients with deep vein thrombosis[J]. *Clinica Chimica Acta*, 2021, 520: 208-213.
- [8] 国家卫生健康委加速康复外科专家委员会骨科专家组. 骨科大手术加速康复围手术期静脉血栓栓塞症防治专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2022, 15(10): 754-762.
- [9] ISTH Scientific and Standardization Committee. Definition of clinically relevant non-major bleeding in studies of anticoagulants: communication from the SSC of the ISTH[J]. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 2005, 3(11): 1680-1682.
- [10] Villalta S, Prandoni P, Pesavento R, et al. Post-thrombotic syndrome after deep-vein thrombosis: incidence and risk factors[J]. *The American Journal of Medicine*, 1992, 92(3): 255-260.
- [11] EuroQol Group. EQ-5D-5L user guide and value sets[J]. *Quality of Life Research*, 2011, 20(10): 1727-1730.
- [12] 中国卫生经济学会. 中国医疗成本效果分析研究报告(2022)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022: 112-115.
- [13] Casado-Méndez M, Fernandez-Pacheco J, Arellano-Orden V, et al. Relationship of thromboelastography and conventional clotting test values with severe bleeding in critically ill patients[J]. *International Journal of Laboratory Hematology*, 2019, 41(5): 671-678.
- [14] 黄莹, 许燕燕, 王贤群, 等. 评估老年骨折患者凝血状态常用方法的对比研究[J]. 临床血液学杂志, 2023, 36(2): 113-116.
- [15] 齐喆, 刘凤华, 谭淑云, 等. 血栓弹力图预测下肢骨折围手术期深静脉血栓的应用研究[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(11): 2148-2150.
- [16] 王绍飞. 血栓弹力图在下肢骨折术后深静脉血栓形成干预的应用价值分析[J]. 双足与疾病, 2019, 6(212): 87-88.
- [17] 费平, 宋芸芸, 陈莎莎. 血栓弹力图指导预防性护理在下肢骨折患者中应用对下肢深静脉血栓的预防效果研究[J]. 基层医学论坛, 2022, 26(21): 142-144.
- [18] Bernardi E, Camporese G. Diagnosis of deep-vein thrombosis[J]. *Thrombosis Research*, 2018, 163: 201-206.
- [19] 吴麦拉苏, 孙金磊, 乔姝, 等. 血栓弹力图及凝血指标在下肢肌间静脉血栓低分子肝素治疗中的应用[J]. 临床血液学杂志: 输血与检验, 2024(12): 845-850.