



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250681
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250681
China Journal of General Surgery, 2025, 34(12):2635-2644.

· 静脉疾病专题研究 ·

机械血栓清除术治疗老年患者下肢深静脉血栓的疗效与安全性

尹月嫡, 李金勇, 刘建龙, 贾伟, 马琳, 田轩, 蒋鹏, 程志远, 张蕴鑫, 田晨阳, 周密, 刘笑, 曲诚家, 华润

(首都医科大学附属北京积水潭医院 血管外科, 北京 100035)

摘要

背景与目的: 老年患者下肢深静脉血栓形成 (DVT) 发病率高, 合并基础疾病多, 单纯抗凝或溶栓治疗存在疗效受限及出血风险增加等问题。经皮机械血栓清除术 (PMT) 可在减少溶栓药物用量的同时快速清除血栓, 但其在老年急性下腔静脉和 (或) 髂股静脉 DVT 患者中的临床疗效与安全性仍需进一步评估。本研究旨在探讨 PMT 治疗老年急性下腔静脉和 (或) 髂股静脉 DVT 的有效性与安全性。

方法: 回顾性分析 2017 年 1 月—2024 年 12 月于首都医科大学附属北京积水潭医院血管外科接受 PMT 治疗的 70 例老年 (≥ 65 岁) 急性下腔静脉和 (或) 髂股静脉 DVT 患者的临床资料。所有患者术前均植入下腔静脉滤器, 采用 AngioJet 或 Straub Aspirex 系统进行 PMT, 并根据术中情况联合导管取栓 (MAT)、导管接触性溶栓 (CDT)、球囊扩张及支架植入。评估技术成功率、血栓清除效果、围手术期并发症、滤器取出情况, 并随访 1 年, 观察血栓复发、血栓后综合征 (PTS) 及目标静脉通畅率。

结果: 所有患者均顺利完成 PMT, 技术成功率为 100%。综合血栓清除成功率 (II 级+III 级) 为 88.57%。围手术期未发生症状性肺栓塞。大出血发生率为 1.43%, 小出血发生率为 5.71%, 血红蛋白尿发生率为 15.71%, 均经处理后缓解。62 例患者尝试取出滤器, 取出成功率为 100%, 中位滤器留置时间为 58.5 (20~84.25) d。术后 1 年内血栓复发率为 2.86%, PTS 发生率为 21.43%, 目标静脉通畅率为 82.86%。

结论: 对于老年急性下腔静脉和 (或) 髂股静脉 DVT 患者, PMT 联合个体化的辅助腔内治疗可在较低出血风险下实现有效血栓清除, 具有良好的安全性和中期疗效。

关键词

静脉血栓形成; 下肢; 老年人; 血栓切除术

中图分类号: R654.3

Efficacy and safety of mechanical thrombectomy for the treatment of lower extremity deep vein thrombosis in elderly patients

YIN Yuedi, LI Jinyong, LIU Jianlong, JIA Wei, MA Lin, TIAN Xuan, JIANG Peng, CHENG Zhiyuan, ZHANG Yunxin, TIAN Chenyang, ZHOU Mi, LIU Xiao, QU Chengjia, HUA Run

(Department of Vascular Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China)

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目 (7252063); 首都卫生发展科研专项基金资助项目 (首发 2022-2-2074); 北京积水潭医院“学科骨干”计划专项基金资助项目 (XKGG202213)。

收稿日期: 2025-12-03; **修订日期:** 2025-12-22。

作者简介: 尹月嫡, 首都医科大学附属北京积水潭医院护师, 主要从事血管外科临床与护理方面的研究。

通信作者: 田轩, Email: doctor_tx@sina.com

Abstract

Background and Aims: Elderly patients with deep vein thrombosis (DVT) are at high risk for bleeding and often have limited therapeutic options with conventional anticoagulation or thrombolytic therapy. Percutaneous mechanical thrombectomy (PMT) enables rapid thrombus removal while reducing thrombolytic drug exposure; however, its clinical efficacy and safety in elderly patients with acute inferior vena cava and/or iliofemoral DVT remain to be clarified. This study aimed to evaluate the effectiveness and safety of PMT in this patient population.

Methods: Clinical data of 70 elderly patients (≥ 65 years) with acute inferior vena cava and/or iliofemoral DVT treated with PMT between January 2017 and December 2024 were retrospectively analyzed. All patients underwent inferior vena cava filter implantation prior to PMT. AngioJet or Straub Aspirex systems were used, with adjunctive endovascular procedures including manual aspiration thrombectomy (MAT), catheter-directed thrombolysis (CDT), balloon angioplasty, and stent implantation as indicated. Technical success, thrombus clearance, perioperative complications, filter retrieval outcomes, and 1-year follow-up results—including recurrence, post-thrombotic syndrome (PTS), and target vein patency—were assessed.

Results: PMT was successfully performed in all patients, yielding a technical success rate of 100%. The overall thrombus clearance success rate (grade II + III) was 88.57%. No symptomatic pulmonary embolism occurred. Major bleeding was observed in 1.43% of patients, minor bleeding in 5.71%, and hemoglobinuria in 15.71%, all of which resolved with appropriate management. Filter retrieval was attempted in 62 patients, with a 100% success rate and a median dwell time of 58.5 (20–84.25) d. At 1-year follow-up, the recurrence rate was 2.86%, the incidence of PTS was 21.43%, and the target vein patency rate was 82.86%.

Conclusion: PMT combined with individualized adjunctive endovascular therapy is a safe and effective treatment option for elderly patients with acute inferior vena cava and/or iliofemoral DVT, achieving satisfactory thrombus clearance with acceptable complication rates.

Key words

Venous Thrombosis; Lower Extremity; Aged; Thrombectomy

CLC number: R654.3

下肢深静脉血栓形成 (deep venous thrombosis, DVT) 与肺栓塞 (pulmonary embolism, PE) 为静脉血栓栓塞症 (venous thromboembolism, VTE) 的两种表现形式。DVT 在老年患者 (≥ 65 岁)^[1] 中是一种常见的血管急症, 其高发病率与复杂的治疗需求构成了严峻的临床挑战。随着人口老龄化的加剧, 老年 DVT 患者由于生理功能衰退、多病共存以及抗凝治疗禁忌等因素, 传统治疗模式面临显著局限: 尽管抗凝疗法是治疗的基石, 但它无法溶解血栓, 并且会使出血风险增加 30%~50%^[2-3]。此外, 传统抗凝治疗虽能有效预防血栓进展和 PE 的发生, 但由于无法消除已形成的血栓, 导致约 20%~60% 的患者在长期随访中发展为血栓后综合征 (post-thrombotic syndrome, PTS), 表现为慢性疼痛、静脉性溃疡和活动障碍, 严重影响生活质量^[4]。

溶栓疗法虽可提高血管再通率, 但对于老年患者而言, 出血风险显著增加, 导致约 40% 的高危患者无法接受该治疗^[5-6]。这一临床困境推动了血栓清除治疗理念的革新—通过主动清除血栓, 实现静脉系统的解剖再通和功能恢复, 从而突破单纯抗凝治疗的疗效瓶颈, 并避免溶栓导致大出血致死的风险^[7]。近年来, 随着介入技术和器械的快速发展, 血栓清除策略已从单一的导管接触性溶栓 (catheter-directed thrombolysis, CDT) 演变为包含经皮机械血栓清除 (percutaneous mechanical thrombectomy, PMT)、药物-机械联合治疗等多元化治疗体系。多种血栓清除装置, 如 AngioJet、Straub Aspirex 等不断涌现^[8-9]。然而, 老年患者特殊的病理生理状态 (如肾功能减退、静脉壁脆弱) 导致其疗效存在显著个体差异^[2,10], 且围手术期并

发症管理、长期预后评价标准尚未达成共识。本研究通过病例系列分析笔者中心急性下腔静脉和(或)髂股静脉血栓形成患者的临床资料,评估和分析真实世界中PMT在老年急性DVT患者中的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2017年1月—2024年12月期间,于首都医科大学附属北京积水潭医院血管外科接受治疗的70例老年急性下腔静脉和(或)髂静脉DVT患者的临床病例资料。所有患者在实施PMT前植入了下腔静脉滤器(inferior vena cava filter, IVCF),并通过Aspirex或AngioJet机械血栓清除装置进行血栓清除。术中根据清栓效果决定是否需要行导管取栓(manual aspiration thrombectomy, MAT)、CDT、球囊扩张及支架植入术。纳入标准包括:(1)年龄 ≥ 65 岁;(2)经超声或造影检查确诊为下腔静脉和(或)髂静脉DVT患者;(3)能够耐受完整的Aspirex或AngioJet手术的患者。排除标准为:(1)出现脑损伤出血、重要脏器损伤出血或消化道出血的患者;(2)慢性DVT患者;(3)存在造影剂过敏的患者;(4)存在抗凝治疗及溶栓治疗禁忌的患者;(5)临床资料不完整或失访时间超过1年的患者;(6)恶性肿瘤患者;(7)其他疾病导致术后生存期 < 1 年的患者。本研究已通过首都医科大学附属北京积水潭医院伦理委员会批准(审批号:积伦科审字第202204-15号)。

1.2 治疗方法

1.2.1 IVCF植入术 在仰卧位状态下,采用0.1%利多卡因进行局部麻醉,随后对非血栓侧股静脉进行穿刺,并置入8 F动脉鞘。通过造影技术检查髂静脉及下腔静脉的通畅性以及是否存在解剖畸形。同时,明确双侧肾静脉开口的具体位置以及髂静脉分叉处,然后在肾静脉下方精确地释放ICVF。

1.2.2 Straub Aspirex或AngioJet PMT 在手术过程中,选择合适的体位对于血栓影响范围的处理至关重要。若手术需经由股静脉进行穿刺,建议采用仰卧位;若通过腘静脉穿刺,则应选择俯卧位。在局部麻醉环境下,目标静脉被穿刺并留置11 F动脉鞘。随后,使用泥鳅导丝穿越血栓区

域,更换为Aspirex旋吸导管工作导丝,并选用10 F静脉抽栓导管。通过鞘管三通连接加压后的生理盐水(已稀释造影剂),同时将抽栓导管与驱动设备及引流袋连接。启动驱动装置,助手固定导丝后,由远及近缓慢推进导管,速度控制在1 cm/s,必要时重复此操作2~3次。至于AngioJet的应用,则是通过6 F Solent导管,借助泥鳅导丝到达血栓部位,首先采用喷药模式,之后肝素化并应用尿激酶生理盐水(20万IU:100 mL)喷洒于血栓内部。20 min后,切换至抽吸模式以清除血栓。血栓清除完成后,进行造影以评估血栓清除效果。术后,给予患者1 000 mL生理盐水以促进尿液的排出。

1.2.3 MAT术、溶栓导管植入术、球囊扩张术、支架植入术 在PMT过程中,采用经过塑形的10 F Guilding取栓导管执行取栓操作。该导管在泥鳅导丝的引导下,进入血栓所在部位,并利用20 mL注射器对血栓进行反复抽吸。一旦血栓被清除,对于残余血栓较多的患者,需通过股静脉或腘静脉置入溶栓导管(UniFuse,长度为10 cm),并将其固定于血栓部位。随后,采用尿激酶进行溶栓治疗(剂量为50~75万IU/d,持续约3 d)。在溶栓治疗期间,应定期监测患者的凝血功能和出血情况。对于PMT后造影显示髂静脉侧狭窄超过50%的患者,应采用球囊进行逐级扩张。若扩张后出现弹性回缩现象,则可考虑进行支架植入术。支架的直径应为12~14 mm,其近端应进入下腔静脉约1~2 cm,以避免接触对侧腔静脉壁;远端则应覆盖病变部位至少1 cm,并确保支架之间至少有2 cm的重叠。支架植入后,根据狭窄情况决定是否需要行球囊后扩张。

1.2.4 IVCF取出术 经右侧股静脉途径实施造影术,旨在评估下腔静脉与下肢静脉的血流畅通状况。锥形滤器的回收过程涉及右侧颈内静脉穿刺,置入8 F动脉鞘管,进而使用泥鳅导丝抵达滤器所在位置,并通过滤器网篮导丝技术将其移除。相较之下,梭形滤器的移除程序更为简化,仅需通过股静脉穿刺即可实现。

1.2.5 术后抗凝治疗 在围手术期,所有患者均接受低分子量肝素的治疗。出院后,患者将接受艾多沙班或利伐沙班的口服抗凝治疗,其中利伐沙班的剂量为20 mg/d,艾多沙班的剂量为60 mg/d。建议患者每隔1个月进行1次凝血指标的检测,清栓术后2个月后复查彩超提示静脉血流通畅、血栓

陈旧及D-二聚体转阴或有出血风险，可考虑口服抗凝剂量减半。持续治疗时间为3~6个月，并建议患者穿戴弹力袜。对于支架植入的患者，建议长期口服利伐沙班或艾多沙班。

1.3 疗效评价

技术成功率被界定为手术终止时，通过最终静脉造影观察到髂股静脉及下腔静脉恢复了通畅的血流状态。血栓清除效果评估：将下肢深静脉划分为腘静脉、股浅远段、股浅近段、髂外静脉、髂总静脉、下腔静脉共7个段落。若评分为3，表明血管完全闭塞；评分为2，意味着血管堵塞程度为50%~99%；评分为1，代表血管堵塞比例<50%；评分为0，则表示不存在血栓。血栓清除率=(治疗前总评分-治疗后总评分)/治疗前总评分(%)。若血栓清除度超过90%，归为III级；若清除度在50%~90%之间，为II级；若清除度低于50%，则为I级。只有达到II级及以上清除度的血栓清除才被视为成功清除^[11]。大出血事件的定义为3个月内：血红蛋白下降 ≥ 20 g/L或需输注 ≥ 2 个单位红细胞的出血，或涉及关键部位(颅内、眼内、心包、椎管内、关节内、腹膜后出血等)。小出血事件指的是3个月内那些通过局部压迫或停止溶栓治疗即可控制的出血，如穿刺部位血肿、肉眼可见的血尿、鼻出血等^[12]。PTS的严重程度通过Villalta评分进行评估，评分范围0~4提示无PTS；5~9为轻度PTS；10~14为中度PTS；15~33为重度PTS；若伴有溃疡，则评分为15^[13]，并进行门诊随访。静脉通畅性定义为手术后随访期间，通过超声、CTV或造影技术检测到靶静脉再狭窄率低于50%。

1.4 数据处理

计数资料通过以例数(百分比)[n (%)]表示，符合正态分布的计量资料以均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，对于不符合正态分布的计量资料则以中位数(四分位数间距)[M (IQR)]表示。

2 结果

2.1 患者一般情况

70例患者中，男性23例(32.86%)，女性47例(67.14%)；平均年龄(71.6 \pm 4.86)岁。34例(48.57%)患者合并高血压，10例(14.29%)合并冠心病，15例(21.43%)合并糖尿病，5例(7.14%)合并脑梗死。19例(27.14%)患者为原发性DVT，

35例(50.00%)继发于大腿骨折，14例(20.00%)继发于小腿骨折，1例(1.43%)继发于肿瘤术后，1例(1.43%)继发于腰椎骨折。经彩超或造影发现血栓至行PMT的血栓病程中位时间为11(6~13.75)d。所有患者均成功植入滤器，其中Denali 48例(68.57%)，Celect 1例(1.43%)，Cordis 12例(17.14%)，Option Elite 5例(7.14%)，Vewatch[®] 2例(2.86%)，Octoparms及善迪滤器各1例(1.43%)(表1)。

表1 70例患者的一般资料

Table 1 Baseline characteristics of the 70 patients

资料	数值
男性[n(%)]	23(32.86)
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	71.6 \pm 4.86
高血压[n(%)]	34(48.57)
冠心病[n(%)]	10(14.29)
糖尿病[n(%)]	15(21.43)
脑梗死[n(%)]	5(7.14)
血栓原因[n(%)]	
原发性血栓	19(27.14)
大腿骨折	35(50.00)
小腿骨折	14(20.00)
肿瘤手术	1(1.43)
腰椎骨折	1(1.43)
血栓病程[d, $M(IQR)$]	11(6~13.75)
滤器植入型号[n(%)]	
Celect	1(1.43)
Cordis	12(17.14)
Denali	48(68.57)
Octoparms	1(1.43)
Option Elite	5(7.14)
Vewatch [®]	2(2.86)
善迪	1(1.43)

2.2 患者手术情况

在PMT术中，49例(70.00%)经右股静脉路径，9例(12.86%)经左股静脉路径，4例(5.71%)经右腘静脉路径，8例(11.43%)经左腘静脉路径。手术的技术成功率为100%。血栓清除范围如下：单纯下腔静脉血栓清除35例(50%)，下腔静脉+髂静脉血栓清除9例(12.86%)，下腔静脉+髂静脉+股静脉血栓清除2例(2.86%)，24例(34.29%)进行了髂静脉+股静脉血栓清除。在所有患者中，48例(68.57%)行AngioJet血栓清除，22例(31.43%)行Aspirex血栓清除。有9例(12.86%)患者仅进行了PMT手术，38例(54.29%)行PMT联

合MAT手术,4例(5.71%)行PMT、MAT及CDT手术,其中2例应用了球囊扩张,19例患者行PMT、MAT及球囊扩张手术,其中2例应用了支架植入术。PMT手术中尿激酶用量为(7.51±10.82)万IU(表2)。

表2 70例患者的手术资料
Table 2 Procedural characteristics of the 70 patients

资料	数值
PMT手术入路[n(%)]	
右股静脉	49(70.00)
左股静脉	9(12.86)
右腘静脉	4(5.71)
左腘静脉	8(11.43)
血栓清除范围[n(%)]	
下腔静脉	35(50.00)
下腔静脉+髂静脉	9(12.86)
下腔静脉+髂静脉+股静脉	2(2.86)
髂静脉+股静脉	24(34.29)
PMT手术方式[n(%)]	
AngioJet	48(68.57)
Aspirex	22(31.43)
PMT联合情况[n(%)]	
PMT	9(12.86)
PMT+MAT	38(54.29)
PMT+MAT+CDT	2(2.86)
PMT+MAT+CDT+球囊	2(2.86)
PMT+MAT+球囊	17(24.29)
PMT+MAT+球囊+支架	2(2.86)
尿激酶用量(万IU, $\bar{x} \pm s$)	7.51±10.82

2.3 患者手术结果与术后情况

在血栓清除效果方面,46例(65.71%)患者的血栓达到III级清除标准,16例(22.86%)达到II级清除标准,8例(11.43%)达到I级清除标准,综合血栓清除成功率(II级+III级)为88.57%。在围手术期并发症方面,1例(1.43%)出现脑出血,停用抗凝药物1周后复查头颅CT显示血肿吸收,继续抗凝治疗未遗留后遗症;3例(4.29%)出现鼻出血或牙龈出血症状;1例(1.43%)出现穿刺点血肿情况,经加压处理后症状缓解;未观察到无症状PE病例;11例(15.71%)出现血红蛋白尿,经保守治疗后缓解。62例(88.57%)患者尝试进行滤器取出操作,所有患者均成功取出滤器,滤器取出率为100%。滤器留置中位时间58.5(20~84.25)d。术后1年内,2例(2.86%)出现血栓复发情况,经抗凝治疗后病情缓解。术后1年PTS的

发生率为21.43%,目标静脉通畅率为82.86%。术后未发现无症状PE(表3)。

表3 70例患者的术结果与术后情况

Table 3 Procedural outcomes and follow-up results of the 70 patients

资料	数值
效果[n(%)]	
III级清除	46(65.71)
II级清除	16(22.86)
I级清除	8(11.43)
并发症[n(%)]	
大出血事件	1(1.43)
小出血事件	4(5.71)
血红蛋白尿	11(15.71)
滤器取出[n(%)]	62(88.57)
滤器留置时间[d, M(IQR)]	58.5(20~84.25)
随访结果[n(%)]	
血栓复发	2(2.86)
PTS	15(21.43)
无PTS	55(78.57)
目标静脉通畅率[n(%)]	58(82.86)

3 讨论

VTE的发病率随着年龄的增长而显著上升,65岁及以上的老年患者构成了所有VTE病例的47.9%。在这一群体中,女性患者的比例较高(58.2% vs. 43.5%),并且PE的临床表现更为常见(54.3% vs. 44.5%),同时非低危PE的比率也更高(78.9% vs. 50.7%)。尽管抗凝治疗是VTE治疗的基础,但老年患者在接受抗凝治疗期间发生大出血的风险显著升高(OR=2.08, 95% CI=1.85~2.33),其30d内的病死率亦较高(OR=1.36, 95% CI=1.22~1.52)。这种现象可能与老年患者合并症的普遍性以及较少采用先进治疗手段有关。这些独特的临床特征以及较高的并发症风险使得老年VTE患者的治疗策略更为复杂化^[14]。

在老年患者群体中,传统抗凝治疗方案面临治疗窗口显著缩小的挑战。华法林抗凝治疗的国际标准化比值(international normalized ratio, INR)达标率仅为58%,与年轻患者相比,出血风险增加了2.4倍,主要出血事件的发生率高达5.7%。尽管直接口服抗凝药物(DOAC)简化了监测流程并便于口服,但老年患者肾清除率的下降导致药物蓄积风险增加:当肌酐清除率低于30 mL/min时,

利伐沙班的血药浓度可升高50%，相应的大出血风险增加至4.2%/年^[15-16]。一项前瞻性多中心队列研究^[17]纳入了981例的急性VTE患者（≥65岁），其中88%患者使用维生素K拮抗剂抗凝。结果显示主要出血和临床相关非主要出血事件发生率分别为每年8.5例/100例和13.4例/100例。主要出血患者中，79%需住院治疗，15%为颅内出血，6%为致命性出血。表明老年VTE抗凝患者出血发生率高，出血事件疾病负担大，抗凝需要权衡风险与获益。上述研究结果表明，由于老年患者特有的生理病理特点，其抗凝治疗存在一定的风险。

针对老年等特殊人群，是否需要调整药物剂量，以及剂量调整是否能有效预防VTE并降低出血风险，是当前临床关注的焦点。在DVT的抗凝治疗中，剂量调整（如次治疗剂量或减少剂量）主要应用于特定患者群体或临床情境，例如膝关节置换术后及需要延长抗凝治疗的DVT患者等^[18]。Meta分析^[19]显示，小剂量DOAC预防复发性VTE的相对危险度（relative risk, *RR*）为0.94，与全剂量方案相当，表明小剂量DOAC在预防VTE复发方面不劣于全剂量方案，同时可能降低用药剂量。此外，小剂量DOAC显著降低大出血或临床相关非大出血风险（*RR*=0.71），大出血风险（*RR*=0.62）和临床相关非大出血风险（*RR*=0.75），显示出小剂量DOAC在安全性方面的优势，能减少出血相关不良事件。尽管当前研究提示小剂量DOAC的优势，但尚需更多针对癌症患者且延长随访时间的随机对照试验（RCT）进一步验证，以更全面准确地评估小剂量DOAC在不同人群及长期治疗中的效果与安全性。另一项Meta分析^[20]纳入三项针对成年活跃期癌症合并VTE患者的随机对照试验，共2361例患者，其中两项试验评估阿哌沙班每天2次2.5 mg vs. 5 mg，一项评估利伐沙班每天1次10 mg vs. 20 mg。结果显示，小剂量DOAC相比全剂量，复合结局（VTE复发、大出血或临床相关非大出血）风险降低（*RR*=0.77），出血风险也降低（*RR*=0.76）。单独分析大出血、临床相关非大出血、VTE复发或全因死亡率时，无显著差异。这表明小剂量DOAC在癌症相关VTE的延长治疗中，疗效与全剂量方案相当，但出血风险更低，可作为部分患者更安全的长期抗凝策略。本研究中3例患者（4.29%）在抗凝过程中分别出现鼻衄及血尿，抗凝剂量减半后症状缓解。1例（1.43%）

围手术期出现脑出血，给予停用抗凝1周后复查头颅CT明确出血有吸收后给予半量抗凝治疗，该患者未留后遗症。该患者出现的相关危险因素与术前凝血酶原及活化部分凝血活酶时间延长有关，PMT应用尿激酶及低分子肝素后大出血的风险加大，术前凝血异常对于PMT十分重要。本研究中1例（1.43%）出现穿刺点血肿，考虑与穿刺动脉未及时加压有关，该部位未形成假性动脉瘤，继续加压后缓解，对于此类患者可考虑术前彩超定位穿刺。本中心针对年龄≥75岁的老年患者，在PMT术后2个月复查彩超显示血栓陈旧且D-二聚体转阴后，可对其抗凝药物剂量予以减量。此外本研究中存在2例（2.86%）血栓复发患者，与患者停药有关，继续口服抗凝药物后无复发及进展。

除了标准的抗凝外，CDT将溶栓导管直接置入血栓内部，通过泵入溶栓药物直接作用于血栓。该方法能显著提高静脉血栓的溶解效率，并降低中远期PTS的发生风险。一项文献Meta分析^[21]纳入了46项研究，共3028例参与者；结果显示CDT治疗DVT的大出血发生率为1.2%，PE为1.1%，死亡率为0.6%。1年的PTS和静脉通畅性的发生率分别为17.6%和77.5%；结果表明，CDT是一种低风险治疗DVT的方法。然而与标准抗凝治疗相比，CDT的临床疗效是以出血风险增加为代价的，临床上需充分评估出血风险，并对患者进行个体化干预。除出血相关并发症外，CDT还存在穿刺点感染及导管相关性菌血症等风险，一旦出现相关并发症，应积极进行处理。国内一项回顾性研究^[22]对比了AngioJet PMT联合CDT与单纯CDT治疗老年亚急性髂股DVT的临床疗效。结果显示，与单纯CDT相比，采用PMT+CDT达到Ⅲ级血栓清除的患者更多，且溶栓时间、溶栓药物剂量、住院时间和出血发生率更低。两组在2年内严重PTS发生率上存在显著差异（48.4% vs. 27.3%，*P*=0.023）。研究表明，对于老年亚急性髂股DVT患者，PMT+CDT能有效减轻血栓负荷、减少溶栓药物用量、缩短住院时间，并降低2年内严重PTS的发生率。本研究中，4例（5.7%）接受PMT、MAT及CDT治疗，其中2例应用球囊扩张。本中心在PMT后采用MAT，如血栓残余>50%，考虑应用CDT，对于年龄≥75岁以上的老年患者，不建议CDT，主要基于大出血致残的考虑，致残为患者带来的生活质量下降及经济负担相比远期产生PTS更为严重，尤其对于老年

患者积极行PMT治疗主要是减少尿激酶用量,快速缓解急性期症状,同时避免远期PTS的发生。

PMT作为一种新型的血栓减容技术,目前在临床上得到了广泛应用。2021年欧洲血管外科学会(ESVS)建议,对于急性髂股DVT患者,可考虑实施早期血栓清除术(推荐等级为IIa),其目的在于迅速恢复血流,保护静脉功能,进而预防PTS^[23]。PTS对老年患者生活质量的影响尤为突出,研究表明,老年DVT患者PTS发生率可达54%,较年轻患者升高1.8倍,这与血栓清除效率降低直接相关,因此,高效的血栓清除对于老年DVT患者的重要性显而易见^[24-25]。PMT的临床价值已从补救性措施发展成为一线干预手段。以AngioJet系统为例,该系统通过显著减少尿激酶使用量并缩短手术时间,这种技术突破使其在溶栓禁忌患者(如近期接受手术、存在颅内病变、高龄患者)的治疗中具有不可替代的地位^[26]。近年来,OLYMPIA、ATTRACT等随机对照试验的亚组分析进一步表明,AngioJet联合低剂量溶栓可使血栓完全清除率提高至65%~74%,症状缓解时间提前3~5 d,住院时间缩短30%^[27]。对于存在溶栓禁忌证的患者,单用AngioJet治疗可使下肢DVT患者血栓完全清除率达到89%,且无出血或PE等并发症发生。多中心研究数据进一步证实了AngioJet在改善长期血管通畅性方面的优势。STENT注册研究^[28]纳入9 707例患者,结果显示,AngioJet用于高血栓负荷(TIMI≥3级)患者时,尽管基线风险更高,但其病死率(5.0%)反而低于未接受血栓清除组(6.5%)。本中心先前的研究^[29]报道了AngioJet治疗下腔静脉血栓的疗效,结果显示综合血栓清除成功率(II级+III级)为91%,术后无症状PE的比例为9%,血红蛋白尿的比例为15.9%,碱化尿液后症状缓解。在本研究中,针对老年患者DVT应用AngioJet同样取得了良好的临床疗效,较少的尿激酶使用量及较高的血栓清除率,使其治疗适应证进一步扩大。

除AngioJet之外,Aspirex系统在急性DVT治疗中呈现出显著的血栓清除效能。多中心前瞻性研究数据表明,采用Aspirex联合CDT的治疗方案,术后24 h静脉通畅率可达(92.3±4.1)%,显著高于单纯CDT组的(68.5±7.2)%($P<0.001$)。在血栓清除速度方面,治疗组平均手术时间为(41±13) min,较传统方法缩短35%,且首次再通时间中位数仅为18(12~25) min^[30-31]。本中心前期研

究^[30]对Aspirex PMT治疗在创伤后急性DVT患者中的疗效及安全性进行了探究,该研究纳入54例创伤后急性DVT患者,所有患者在局部麻醉下接受了Straub Aspirex PMT,II、III级血栓清除成功率为83.3%,未出现无症状PE等并发症及死亡,术后1年PTS的发生率为33.3%,目标静脉通畅率为75.9%。研究结果显示,应用Aspirex PMT具有显著疗效,相对安全可靠。2024年最新循证证据^[32-33]显示,PMT联合CDT可使PTS发生率降至12.7%,显著低于单纯抗凝组的43.5%($OR=0.29$,95% $CI=0.17\sim0.49$)。这种主动清除策略正逐步改写DVT治疗指南,推动血栓管理步入“再通时代”。本研究中心针对下腔静脉和(或)髂股静脉DVT血栓清除,II级+III级血栓清除率达88.6%,8例(11.4%)达到I级清除,其原因考虑与血栓趋于陈旧相关。临床上通过症状无法精准反映血栓形成的时间,其次下腔静脉血栓且存在一定血流时可能无临床症状,当发现滤器拦截血栓进行清栓时血栓可能已趋于陈旧。在PMT术过程中仍存在PE的风险,因此滤器的植入是必要的^[29]。术中是否应用MAT、CDT、球囊扩张及支架需进行个体化干预,其主要目的在于维持静脉血管壁的光滑及血流的通畅。植入的滤器在不需要发挥保护作用时需及时取出,以避免滤器长期植入引发损伤周围器官及阻塞下腔静脉等相关并发症。本研究术后1年的PTS发生率为21.43%,而静脉通畅率为82.86%。静脉的通畅性和PTS的发生均与血栓的陈旧程度、清除是否彻底、髂静脉是否受压及抗凝是否充分等因素有关,然而PTS的发生可能更与下肢静脉血流动力学及瓣膜功能有关。此外,PTS的发生存在“功能性狭窄”,即影像学显示管腔通畅但存在血流受限的状态,如CTV显示狭窄率<50%,但血管内超声测得有效流通面积<80 mm²或压力导丝测得跨病变压差>3 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),因此PTS的发生髂-股静脉不一定狭窄^[34-35]。

在护理方面,老年患者围手术期综合评估对术前决策具有至关重要的意义。术后早期活动能力的恢复以及肌肉萎缩的预防已成为研究聚焦的重点方向,疗效终点指标应进一步拓展至生活自理能力与心理社会功能维度。心理健康危机需得到高度关注,例如GDS-15抑郁评分≥5者的比例由基线的18%提升至34%,这种诉求错位现象在多重用药的老年人群中尤为突出。抗凝治疗所引

发的反复抽血监测（3~4次/月）导致31%的患者出现“白大衣高血压”，进而降低了治疗依从性。因此，在推动早期活动恢复的同时，强化心理疏导，能够更高效地提升患者的治愈率^[36-37]。

然而，本研究存在一定局限性。本研究属于回顾性病例系列分析，样本规模较小，且仅进行了短期随访。所有患者在围手术期均未出现PE症状，未开展肺动脉CTA检查以评估PE情况。术后未对肢体肿胀缓解率予以分级，未来需借助大样本前瞻性随机对照试验进一步验证。

老年人群是DVT的高发群体，其临床治疗面临巨大挑战。在标准抗凝之外，PMT扮演着重要角色。对于下腔DVT和（或）急性髂股DVT，PMT能快速清除血栓、减少溶栓药物用量，有效降低远期PTS的发生率，从而改善患者生活质量。PMT术前IVCF的植入，MAT、CDT、球囊扩张及支架可进一步提升清栓的疗效，血栓稳定后滤器适时取出，整个治疗过程中需严格评估出血风险。针对AngioJet与Straub Aspirex这两种较为常用的PMT装置，本中心需进一步开展两者疗效与安全性的亚组分析并进行对比，从而为临床装置的选择提供依据。综上，老年DVT的治疗需采取个体化综合策略：在谨慎调整抗凝方案的基础上，对符合条件的患者积极考虑PMT，并严格把控出血风险，以期在有效抗栓的同时，最大程度保障患者安全。

作者贡献声明：尹月嫡负责文章的撰写；李金勇、马琳、蒋鹏、田晨阳、周密、刘笑、曲诚家、华润、程志远负责数据收集；刘建龙负责文章审核；贾伟负责文章的指导；田轩负责文章的设计与指导；张蕴鑫负责统计学。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Giorgio K, Walker RF, MacLehose RF, et al. Venous thromboembolism mortality and trends in older US adults, 2011–2019[J]. *Am J Hematol*, 2023, 98(9): 1364–1373. doi: 10.1002/ajh.26996.
- [2] 丁清, 江谋应, 徐燕, 等. 机械性血栓清除术对合并溶栓禁忌证急性LEDVT患者近期疗效的影响[J]. *临床放射学杂志*, 2020, 39(7):1422–1425. doi:10.13437/j.cnki.jcr.2020.07.038.
- Ding Q, Jiang MY, Xu Y, et al. Influence of Mechanical

Thrombectomy on Short-Term Outcome of LEDVT Patients with Thrombolytic Contraindication[J]. *Journal of Clinical Radiology*, 2020, 39(7):1422–1425. doi:10.13437/j.cnki.jcr.2020.07.038.

- [3] 陈兵, 俞恒锡, 李建新, 等. 腔静脉滤器在老年下肢深静脉血栓患者治疗中的应用[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2010, 12(11): 970–973. doi:10.3969/j.issn.1009-0126.2010.11.005.
- Chen B, Yu HX, Li JX, et al. Application of vena cava filter in elderly patients with lower extremity deep venous thrombosis[J]. *Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases*, 2010, 12(11):970–973. doi:10.3969/j.issn.1009-0126.2010.11.005.
- [4] Oklu R, Wicky S. Catheter-directed thrombolysis of deep venous thrombosis[J]. *Semin Thromb Hemost*, 2013, 39(4): 446–451. doi: 10.1055/s-0033-1334142.
- [5] 黄家麒, 卢化祥, 刘晓兵, 等. AngioJet机械吸栓治疗在手术相关下肢深静脉血栓患者中的应用及疗效[J]. *中国普通外科杂志*, 2019, 28(6):654–660. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.06.002.
- Huang JQ, Lu HX, Liu XB, et al. Application of AngioJet mechanical thrombectomy in patients with postoperative deep venous thrombosis and its efficacy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2019, 28(6): 654–660. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2019.06.002.
- [6] 李华伟, 张庆桥, 徐浩, 等. AngioJet血栓清除术治疗存在溶栓禁忌证的急性下肢深静脉血栓[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2021, 18(3):148–151. doi:10.13929/j.issn.1672-8475.2021.03.005.
- Li HW, Zhang QQ, Xu H, et al. Effects of AngioJet thrombectomy for treating acute lower extremity deep venous thrombosis in patients with contraindication of thrombolysis[J]. *Chinese Journal of Interventional Imaging and Therapy*, 2021, 18(3): 148–151. doi: 10.13929/j.issn.1672-8475.2021.03.005.
- [7] Liu F, Lü P, Jin B. Catheter-directed thrombolysis for acute iliofemoral deep venous thrombosis[J]. *Ann Vasc Surg*, 2011, 25(5): 707–715. doi:10.1016/j.avsg.2010.12.002.
- [8] Kasirajan K, Gray B, Ouriel K. Percutaneous AngioJet thrombectomy in the management of extensive deep venous thrombosis[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2001, 12(2): 179–185. doi: 10.1016/s1051-0443(07)61823-5.
- [9] Minko P, Bücker A, Laschke M, et al. Mechanical thrombectomy of iliac vein thrombosis in a pig model using the Rotarex and Aspirex catheters[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2014, 37(1):211–217. doi: 10.1007/s00270-013-0661-8.
- [10] 丁铭格, 翟雅莉, 王小明. 老年人上肢深静脉血栓的诊疗进展[J]. *中华老年医学杂志*, 2012, 31(2): 167–170. doi: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2012.02.023.
- Ding MG, Zhai YL, Wang XM. Advances in the diagnosis and treatment of upper extremity deep vein thrombosis in elderly patients[J]. *Chinese Journal of Geriatrics*, 2012, 31(2): 167–170.

- doi:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2012.02.023.
- [11] Garcia MJ, Lookstein R, Malhotra R, et al. Endovascular management of deep vein thrombosis with rheolytic thrombectomy: final report of the prospective multicenter PEARL (peripheral use of AngioJet rheolytic thrombectomy with a variety of catheter lengths) registry[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2015, 26(6):777-785. doi:10.1016/j.jvir.2015.01.036.
- [12] Vedantham S, Grassi CJ, Ferral H, et al. Reporting standards for endovascular treatment of lower extremity deep vein thrombosis[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2009, 20(7 Suppl):S391-S408. doi:10.1016/j.jvir.2009.04.034.
- [13] Kolbach DN, Neumann HAM, Prins MH. Definition of the post-thrombotic syndrome, differences between existing classifications[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2005, 30(4):404-414. doi:10.1016/j.ejvs.2005.06.006.
- [14] Ortega AG, Jiménez D, Pedro-Tudela A, et al. Age-related differences in the presentation, management, and clinical outcomes of 100,000 patients with venous thromboembolism in the RIETE registry[J]. *Arch Bronconeumol*, 2024, 60(3):143-152. doi:10.1016/j.arbres.2023.12.016.
- [15] Vazquez FJ, Paulin P, Poodts D, et al. Preferred management of primary deep arm vein thrombosis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 53(5):744-751. doi:10.1016/j.ejvs.2016.11.028.
- [16] Mühlberg KS. Post-thrombotic syndrome-Prophylaxis, diagnostics and complication management[J]. *Dtsch Med Wochenschr*, 2024, 149(20):1214-1221. doi:10.1055/a-2252-8408.
- [17] Ferrazzini E, Méan M, Stalder O, et al. Incidence and clinical impact of bleeding events in older patients with acute venous thromboembolism[J]. *Blood Adv*, 2023, 7(2):205-213. doi:10.1182/bloodadvances.2022007263.
- [18] Wang Y, Liao Z, Zhou Z, et al. Half-dose may be equivalent to full-dose anticoagulants in preventing venous thromboembolism after primary total joint arthroplasty: a single center comparative retrospective cohort study[J]. *Front Pharmacol*, 2025, 16:1680985. doi:10.3389/fphar.2025.1680985.
- [19] Ahmed M, Zulfiqar E, Ashraf H, et al. Reduced-dose vs full-dose direct oral anticoagulants for extended treatment of venous thromboembolism: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Res Pract Thromb Haemost*, 2025, 9(5):102996. doi:10.1016/j.rpth.2025.102996.
- [20] de Lucena LA, Duarte AG, Hespagnol LC, et al. Reduced vs full-dose direct oral anticoagulants for extended treatment of cancer-associated venous thromboembolism: a systematic review and meta-analysis of randomized trials[J]. *J Thromb Haemost*, 2025; S1538-7836(25)00645-2. doi:10.1016/j.jtha.2025.09.026.
- [21] Duarte-Gamas L, Jácome F, Dias LR, et al. Catheter-directed thrombolysis protocols for deep venous thrombosis of the lower extremities—a systematic review and meta-analysis[J]. *Thromb Haemost*, 2024, 124(2):89-104. doi:10.1055/a-2106-3754.
- [22] Cong L, Huang LH, Fan BF, et al. Analysis of the efficacy of angiojet percutaneous mechanical thrombectomy combined with catheter-directed thrombolysis versus catheter-directed thrombolysis alone in the treatment of subacute iliofemoral deep venous thrombosis in elderly patients[J]. *Phlebology*, 2025, 40(2):88-94. doi:10.1177/02683555241273064.
- [23] Kakkos SK, Gohel M, Baekgaard N, et al. Editor's choice - European society for vascular surgery (ESVS) 2021 clinical practice guidelines on the management of venous thrombosis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 61(1):9-82. doi:10.1016/j.ejvs.2020.09.023.
- [24] 陈跃鑫, 刘昌伟, 倪冷. 深静脉血栓后综合征——困惑与探索[J]. *中华外科杂志*, 2012, 50(8):684-687. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2012.08.004.
- Chen YX, Liu CW, Ni L. Post-thrombotic syndrome following deep vein thrombosis: challenges and perspectives[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2012, 50(8):684-687. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2012.08.004.
- [25] 王红卫, 谭学瑞. 《血栓后综合征的预防、诊断和治疗: AHA科学声明》解读[J]. *中国循环杂志*, 2015, 30(22):109-111. doi:10.3969/j.issn.1000-3614.2015.Z2.023.
- Wang HW, Tan XR. Interpretation of the AHA scientific statement on the prevention, diagnosis, and treatment of post-thrombotic syndrome[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2015, 30(22):109-111. doi:10.3969/j.issn.1000-3614.2015.Z2.023.
- [26] Shi HJ, Huang YH, Shen T, et al. Percutaneous mechanical thrombectomy for acute massive lower extremity deep venous thrombosis[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2011, 21(1):50-53. doi:10.1097/SLE.0b013e31820a4678.
- [27] Xu Y, Wang X, Shang D, et al. Outcome of AngioJet mechanical thrombus aspiration in the treatment of acute lower extremities deep venous thrombosis[J]. *Vascular*, 2021, 29(3):415-423. doi:10.1177/1708538120958595.
- [28] Simonton CA 3rd, Brodie BR, Wilson H, et al. AngioJet experience from the multi-center STENT registry[J]. *J Invasive Cardiol*, 2006, 18(Suppl C):C22-C23.
- [29] Li JY, Liu JL, Tian X, et al. Clinical outcomes of AngioJet pharmacomechanical thrombectomy versus catheter-directed thrombolysis for the treatment of filter-related caval thrombosis[J]. *World J Clin Cases*, 2023, 11(3):598-609. doi:10.12998/wjcc.v11.i3.598.
- [30] 李金勇, 刘建龙, 刘笑, 等. Aspirex机械血栓清除治疗创伤后急性下肢深静脉血栓形成的临床疗效[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(6):

- 735-743. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.005.
- Li JY, Liu JL, Liu X, et al. Clinical efficacy of the Aspirex mechanical thrombectomy in treatment of iliofemoral deep vein thrombosis after trauma[J]. China Journal of General Surgery, 2022, 31(6):735-743. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.005.
- [31] Nie M, Wang H, Fu J, et al. Outcomes of Aspirex®S thrombectomy system combined with catheter-directed thrombolysis for treating bilateral lower extremity deep venous thrombosis[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2021, 9(5): 1112-1118. doi: 10.1016/j.jvsv.2020.11.025.
- [32] Philip VK, Yasir MB. Efficacy of mechanical thrombectomy in preventing post-thrombotic syndrome in acute DVT: a retrospective study[J]. Indian J Plast Surg, 2024, 57(3):184-191. doi:10.1055/s-0044-1786369.
- [33] Avgerinos ED, Bouris V, Jalaie H. The emerging role of mechanical thrombectomy in acute DVT management[J]. J Cardiovasc Surg (Torino), 2024, 65(1): 23-31. doi: 10.23736/S0021-9509.23.12871-0.
- [34] Abou Ali AN, Avgerinos ED, Chaer RA. Role of venous stenting for iliofemoral and vena Cava venous obstruction[J]. Surg Clin North Am, 2018, 98(2):361-371. doi:10.1016/j.suc.2017.11.015.
- [35] 张喜成, 陈兆雷, 孙元, 等. 髂静脉支架植入覆盖对侧髂静脉开口的支架形态病理学研究[J]. 中华实验外科杂志, 2016, 33(5): 1190-1193. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-9030.2016.05.006.
- Zhang XC, Chen ZL, Sun Y, et al. Pathological study on the opening of contralateral iliac vein covered by iliac venous stent implantation[J]. Chinese Journal of Experimental Surgery, 2016, 33(5):1190-1193. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-9030.2016.05.006.
- [36] Bakas JM, van Montfrans C, Moelker A, et al. Quality of life after early clot removal for acute iliofemoral deep vein thrombosis[J]. EJVES Vasc Forum, 2024, 61: 44-49. doi: 10.1016/j.ejvsf.2023.12.004.
- [37] Liew A, Douketis J. Initial and long-term treatment of deep venous thrombosis: recent clinical trials and their impact on patient management[J]. Expert Opin Pharmacother, 2013, 14(4):385-396. doi:10.1517/14656566.2013.770838.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:尹月嫡, 李金勇, 刘建龙, 等. 机械血栓清除术治疗老年患者下肢深静脉血栓的疗效与安全性[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(12):2635-2644. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250681

Cite this article as: Yin YD, Li JY, Liu JL, et al. Efficacy and safety of mechanical thrombectomy for the treatment of lower extremity deep vein thrombosis in elderly patients[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(12): 2635-2644. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250681

本刊2026年各期重点内容安排

本刊2026年各期重点内容安排如下, 欢迎赐稿。

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 第1期 肝脏外科临床与实验研究 | 第7期 肝脏肿瘤基础与临床研究 |
| 第2期 胆道外科临床与实验研究 | 第8期 胆道肿瘤基础与临床研究 |
| 第3期 胰腺外科临床与实验研究 | 第9期 胰腺肿瘤基础与临床研究 |
| 第4期 胃肠肿瘤、减重代谢外科基础与临床研究 | 第10期 疝与腹壁外科临床与基础研究 |
| 第5期 乳腺、甲状腺外科临床与实验研究 | 第11期 甲状腺肿瘤基础与临床研究 |
| 第6期 血管外科临床与实验研究 | 第12期 血管外科基础与临床研究 |

中国普通外科杂志编辑部