



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.006
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.006
China Journal of General Surgery, 2024, 33(12):1983-1994.

· 血管外科专题研究 ·

顺行与逆行入路机械性血栓清除术治疗急性下肢深静脉血栓的前瞻性随机对照研究

田晨阳, 田轩, 刘建龙, 贾伟, 蒋鹏, 程志远, 张蕴鑫, 李金勇, 刘笑, 周密, 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: 急性下肢深静脉血栓形成 (DVT) 是临床常见疾病, 急性期可继发急性肺栓塞 (PE) 和肢体肿胀, 慢性期出现深静脉血栓后综合征 (PTS), 严重威胁人类的健康。早期行机械血栓清除术可恢复静脉通畅及缓解症状, 降低 PTS 的发生率。AngioJet 机械性血栓清除术 (PMT) 具有血栓清除快速高效、并发症少等优点, 临床中获得广泛应用, 但对 PMT 治疗入路选择, 国内、外尚无规范化指南推荐。本研究通过比较顺行与逆行入路 AngioJet PMT 治疗急性下肢 DVT 的临床效果及对静脉瓣膜功能影响, 探讨急性下肢 DVT 清除手术的合理选择。

方法: 采用前瞻性随机对照方法, 选取 2022 年 1 月—2024 年 6 月首都医科大学附属北京积水潭医院血管外科收治的急性下肢 DVT 患者 96 例, 按照操作与瓣膜开放方向不同分为顺行入路 (顺行组) 和逆行入路 (逆行组), 对两组治疗方法的手术效果与手术风险进行评估, 并分析影响术后 3 个月深静脉通畅率的相关因素。

结果: 最终入组 92 例患者, 其中顺行组 47 例 (51.1%), 逆行组 45 例 (48.9%), 入组病例均使用 AngioJet 治疗。两组患者的基线资料差异无统计学意义 (均 $P>0.05$)。顺行组滤器血栓拦截 14 例 (29.8%), 有效滤器血栓拦截 7 例 (14.9%), 4 例 (8.5%) 新发 PE 或 PE 加重; 逆行组滤器血栓拦截 18 例 (40.0%), 有效滤器血栓拦截 8 例 (17.8%), 5 例 (11.1%) 新发 PE 或 PE 加重, 两组间以上指标及其他安全性指标与术后实验室指标差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。顺行组术中手动抽吸血栓比例高于逆行组 (68.1% vs. 26.7%, $P<0.001$), 顺行组与逆行组血栓 III 级清除率 (61.7% vs. 68.9%) 和 3 个月深静脉通畅率 (93.6% vs. 91.1%) 及其他围术期指标差异无统计学意义 (均 $P>0.05$)。对可能影响两组 3 个月深静脉通畅率的因素进行回归分析, 结果显示, 顺行组的即刻静脉通畅率 ($OR=3.043$, 95% $CI=0.993\sim1.209$)、辐射剂量 ($OR=0.868$, 95% $CI=-0.001\sim0.000$), 逆行组的即刻静脉通畅率 ($OR=2.333$, 95% $CI=0.655\sim0.980$) 与 3 个月深静脉通畅率的线性关系有统计学意义 (均 $P<0.001$)。将两组组内影响通畅因素分别与 VCSS 评分、Villalta 评分进行回归分析, 结果显示, 顺行和逆行组即刻静脉通畅率与 VCSS 评分和 Villalta 评分的线性关系有统计学意义 (均 $P<0.001$)。

结论: 顺行与逆行入路方式行 AngioJet PMT 治疗急性下肢 DVT 安全性与有效性相当, 但术中血栓脱落风险均较高, 建议放置腔静脉滤器预防致死性 PE。对于即刻静脉通畅的患者要加强术后的规范治疗与随访, 防止 PTS 的发生。

关键词

静脉血栓形成; 下肢深静脉血栓形成; 血栓切除术; 腔静脉滤器; 随机对照试验

中图分类号: R654.3

基金项目: 首都卫生发展科研专项基金资助项目 (首发 2022-2-2074); 北京市属医院科研培育基金资助项目 (PX2022015); 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: 2024-09-18; **修订日期:** 2024-12-16。

作者简介: 田晨阳, 首都医科大学附属北京积水潭医院技师, 主要从事血管外科方面的研究。

通信作者: 田轩, Email: doctor_tx@sina.com

Mechanical thrombectomy using anterograde versus retrograde approach for the treatment of acute lower extremity deep vein thrombosis: a prospective randomized controlled study

TIAN Chenyang, TIAN Xuan, LIU Jianlong, JIA Wei, JIANG Peng, CHENG Zhiyuan, ZHANG Yunxin, LI Jinyong, LIU Xiao, ZHOU Mi, HUA Run

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

Abstract

Background and Aims: Acute lower extremity deep vein thrombosis (DVT) is a common clinical condition. In the acute phase, it can lead to secondary complications such as acute pulmonary embolism (PE) and limb swelling, while in the chronic phase, it may result in post-thrombotic syndrome (PTS), posing significant health risks. Early mechanical thrombectomy can restore venous patency, alleviate symptoms, and reduce the incidence of PTS. AngioJet percutaneous mechanical thrombectomy (PMT) offers the advantages of rapid and efficient thrombectomy with fewer complications, making it widely used in clinical practice. However, there are currently no standardized guidelines at home or abroad regarding the choice of access route for PMT. This study was performed to compare the clinical outcomes and effects on venous valve function of antegrade versus retrograde AngioJet PMT for treating acute lower extremity DVT, aiming to explore the optimal surgical approach for thrombectomy.

Methods: A prospective, randomized controlled study was conducted, enrolling 96 patients with acute lower extremity DVT treated at the Department of Vascular Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, from January 2022 to June 2024. Patients were divided into an antegrade group and a retrograde group based on the direction of operation and valve opening. Surgical outcomes and risks were evaluated for both groups, and factors influencing the 3-month postoperative venous patency rate were analyzed.

Results: A total of 92 patients were finally included, with 47 cases in the antegrade group (51.1%) and 45 cases in the retrograde group (48.9%), all treated with AngioJet PMT. Baseline characteristics showed no significant differences between the two groups (all $P>0.05$). In the antegrade group, 14 cases (29.8%) had thrombus interception by filters, with 7 cases (14.9%) being effective; 4 cases (8.5%) developed new or worsened PE. In the retrograde group, 18 cases (40.0%) had thrombus interception by filters, with 8 cases (17.8%) being effective; 5 cases (11.1%) developed new or worsened PE. No significant differences were observed between the two groups in these or other safety and laboratory variables (all $P>0.05$). The antegrade group had a higher proportion of intraoperative manual aspiration thrombectomy compared to the retrograde group (68.1% vs. 26.7%, $P<0.001$). However, there were no significant differences in thrombus grade III clearance rate (61.7% vs. 68.9%), 3-month venous patency rate (93.6% vs. 91.1%), or other perioperative variables (all $P>0.05$). Regression analysis of factors affecting 3-month venous patency showed that immediate venous patency ($OR=3.043$, 95% $CI=0.993-1.209$) and radiation dose ($OR=0.868$, 95% $CI=-0.001-0.000$) in the antegrade group, as well as immediate venous patency ($OR=2.333$, 95% $CI=0.655-0.980$) in the retrograde group, were significantly associated with 3-month patency rate (all $P<0.001$). Regression analysis also showed a significant linear relationship between immediate venous patency and VCSS/Villalta scores in both groups (all $P<0.001$).

Conclusion: Both antegrade and retrograde AngioJet PMT procedures are equally safe and effective for treating acute lower extremity DVT. However, the risk of intraoperative thrombus detachment remains

high, warranting the use of inferior vena cava filters to prevent fatal PE. Patients with immediate venous patency require standardized postoperative management and follow-up to prevent PTS.

Key words Venous Thrombosis; Lower Extremity; Thrombectomy; Vena Cava Filters; Randomized Controlled Trial

CLC number: R654.3

下肢深静脉血栓形成 (deep vein thrombosis, DVT) 作为临床常见病, 具有发病率高、病死率高、复发率高、并发症多等特点^[1]。静脉管腔阻塞、肢体肿胀及疼痛是急性 DVT 最常见的表现^[2], 如不能得到及时有效干预, 会导致下肢静脉瓣膜功能损害, 发生深静脉血栓后综合征 (post-thrombotic syndrome, PTS)^[3], 严重影响患者生活质量并增加医疗负担。目前国内权威指南^[4-5]推荐, 早期行机械性血栓清除术 (percutaneous mechanical thrombectomy, PMT), 可迅速改善症状, 降低中、重度 PTS 发生率, 但对 PMT 治疗入路选择, 国内、外尚无规范化指南推荐。本研究通过比较采用顺行与逆行入路行 PMT 治疗急性下肢 DVT 的临床应用效果及对静脉瓣膜功能影响, 探讨急性下肢 DVT 清除手术的优化选择。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采用单中心、前瞻性随机对照试验设计, 2022年1月—2024年6月于首都医科大学附属北京积水潭医院血管外科开展临床研究。综合本科室回顾性分析数据和文献^[6]报道数据结果, 设对侧翻山机械血栓清除治疗技术成功率为 83.3%, 使用顺行穿刺机械血栓清除治疗为 100%, 取 $\alpha=0.025$, $\beta=0.20$, 单侧检验, 优效性界值为 0%, 则单组计算样本量为 43 例, 按照失访率为 10% 计算, 共需纳入 96 例受试者。

纳入标准: (1) 年龄在 18~75 周岁、无溶栓禁忌证; (2) 单侧下肢 DVT 形成时间 ≤ 14 d 的急性血栓, 既往无 DVT、肺栓塞 (pulmonary embolism, PE) 或下肢静脉功能不全病史; (3) 使用 AngioJet PMT 治疗, 治疗前需放置腔静脉滤器 (vena cava filter, VCF); (4) 自愿参加并签署知情同意书, 能配合完成整个研究过程的患者。排除标准: (1) 对造影剂或滤器的某一组件材料过敏; (2) 穿刺部位存在感染; (3) 具有严重的心、脑、肺疾病; (4) 存

在恶性肿瘤、慢性肾病和自身免疫性疾病; (5) 具有严重肝肾功能、凝血功能障碍; (6) 既往 DVT 病史或慢性下肢静脉、下腔静脉阻塞病史等。

按照操作与瓣膜开放方向不同分为顺行入路 (顺行组) 和逆行入路 (逆行组)。随机号码及随机分组情况由项目外统计师出具, 根据信封法操作原则, 每例病例的分组结果放置在不透明的密封信封中, 信封外仅标明序号, 入组病例按照序号依次打开信封。对符合入组条件的患者, 临床医生在术前 1 d 向院内随机分配小组进行申请并获得分组情况。充分告知患者和授权人并签署知情同意书, 本研究已通过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 手术方式

1.2.1 顺行组 超声引导下, 通过患侧肢体静脉进行穿刺, 股腘静脉血栓选择腘静脉, 单纯髂静脉血栓可选择股静脉穿刺。全身肝素化后, 数字化减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 下, 送入 AngioJet 6 F Solent 导管至血栓旁, 应用喷药模式, 顺血流方向经远心端向近心端均匀喷洒溶栓药物 (尿激酶 20 万 U 溶于 100 mL 生理盐水), 范围覆盖血栓全程, 持续时间 25~30 min。应用抽吸模式 (50 mg 肝素钠溶于 500 mL 生理盐水) 反复抽吸血栓, 速度控制在 1~2 cm/s, 时间控制在 480 s 以内, 静脉造影观察血栓清除效果。若血栓清除不佳, 选择 10 F 指引导管进行导管手动抽吸血栓 (manual aspiration thrombectomy, MAT) 或置换导管接触性溶栓 (catheter-directed thrombolysis, CDT); 若发现髂静脉受压, 可使用球囊扩张 (髂静脉选择 12 mm 或 14 mm 直径球囊, 股浅静脉选择 8 mm 直径球囊), 达到 III 级清除且具备良好流出道、髂静脉受压超过 50% 或闭塞者可考虑一期放置支架。

1.2.2 逆行组 通过健侧股总静脉穿刺, 送入泥鳅导丝 (TERUMO, 260 cm) 和 Cobra 2 (Cordis 4 F) 导管至患侧腘静脉或远端小腿静脉内, 成功翻山后留置 6 F 翻山鞘 (COOK 公司, 美国) 增加支撑力, 其他治疗方法同顺行治疗。

1.3 术后治疗

1.3.1 水化治疗 给予1 000 mL生理盐水输液^[7]，以补液的形式增加肾脏的血流量，加速药物毒性物质排泄，预防造影剂肾病和急性肾损伤。

1.3.2 抗凝治疗 采用Xa因子抑制剂进行标准化抗凝治疗。口服利伐沙班片15 mg，2次/d，3周后调整为20 mg，1次/d，持续3个月^[8]。存在髂静脉压迫、无诱因DVT或术后凝血指标异常者，抗凝时间延长至6个月，防止血栓复发。

1.3.3 压力治疗 长腿梯度弹力袜压力治疗，促进静脉血回流，缓解静脉高压，有效降低PTS发生率^[9]。

1.3.4 功能锻炼 患肢主动行踝泵运动，即踝关节大幅度屈伸运动，5~10 min/次，可有效降低血栓复发风险、促进血液回流^[10]。

1.4 手术安全性评估

1.4.1 滤器血栓拦截 术前后对VCF进行造影，评估VCF内是否存在血栓脱落^[11]。包括术前滤器内未拦截血栓，术后滤器内存在血栓者；或术前滤器内少量血栓拦截，术后拦截大血栓或拦截血栓量增多；甚至血栓阻塞下腔静脉者。

1.4.2 有效滤器血栓拦截 术前滤器未拦截血栓，术后滤器内存在 ≥ 1.0 cm的血栓者或术前滤器内少量血栓拦截未影响血流速，术后发生下腔静脉阻塞或拦截血栓量影响下腔静脉血流速者^[12-13]。

1.4.3 滤器回收 血栓清除效果为III级、滤器内未拦截血栓者可一期行滤器回收；血栓清除效果为I或II级或滤器内拦截 ≥ 1 cm之大血栓者可先行抗凝治疗，待血栓机化稳定后二期行滤器回收^[12]。

1.4.4 出血 观察术中和术后24 h内的出血，包括轻微出血和严重出血^[8,14]。轻微出血包括穿刺部位出血、伤口渗血、骨折部位出血或血肿不需手术干预等；脑出血、消化道出血、呼吸道出血或伤口和骨折部位出血需要外科干预为严重出血。

1.4.5 PE 术前72 h和术后72 h内行计算机断层扫描肺动脉造影（computed tomography pulmonary angiogram, CTPA）检查^[15]，观察手术前后PE变化。PE增多：(1)术前影像无PE，术后影像存在PE；(2)术前影像存在PE，术后影像PE累积范围增大或累积更高级别肺动脉血管；(3)术前影像存在PE，术后影像存在不同肺叶的PE。PE无变化：(1)术前影像无PE，术后影像无PE；(2)术前影像存在PE，术后影像PE累积范围不变或累积同级

别肺动脉血管。PE减少：(1)术前影像存在PE，术后影像无PE；(2)术前影像存在PE，术后影像PE累积范围缩小或累积更低级别肺动脉血管。

1.4.6 实验室检查 监测术前72 h和术后24 h内实验室检查并记录结果。包括丙氨酸氨基转移酶（alanine transaminase, ALT）、天门冬氨酸氨基转移酶（aspartate transaminase, AST）、肌酐（creatinine, Cr）和尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）。凝血功能数值：D-二聚体和纤维蛋白原定量（fibrinogen, FIB）。根据2012年KDIGO AKI诊治指南^[16]，48 h内Cr升高超过 $26.5 \mu\text{mol/L}$ （0.3 mg/dL）或Cr升高超过基线1.5倍，即可诊断急性肾损伤。

1.5 手术有效性评估

1.5.1 下肢深静脉通畅率 经下肢深静脉彩超或计算机断层扫描静脉造影（computed tomography venography, CTV）或DSA影像学检查，评估下肢静脉通畅性，包括PMT治疗后即刻静脉通畅率和3个月深静脉通畅率。

1.5.2 血栓清除率分级 根据术后即刻下肢静脉造影结果，按下肢深静脉7分法评分计算血栓清除率，III级：血栓清除率 $>90\%$ ；II级：血栓清除率在50%~90%之间；I级：血栓清除率 $<50\%$ ^[17]。

1.5.3 髂静脉狭窄 术中造影显示髂静脉狭窄或闭塞，或使用球囊扩张髂静脉时，DSA下球囊出现环形狭窄^[18]。

1.5.4 手术操作时间和放射剂量监测 记录每台手术的操作时间，包括手术持续时间和血栓清除时间以及术中放射剂量，评价两种入路对医生和患者的劳力、放射损伤程度^[19]。

1.5.5 肢围测量 术前1 d和术后3 d内分别测量髌上15 cm（髌骨上缘向近心端15 cm处）和髌下10 cm（髌骨下缘向远心端10 cm处）的肢体周长，评价两种方法手术前后肢围改善情况（肢围差 ≥ 2 cm为有效）^[20]。

1.6 随访观察

术后3个月行双下肢深静脉彩超和下腔静脉彩超检查，观察血栓清除效果。使用静脉临床严重程度评分表（venous clinical severity score, VCSS）^[21]和Villalta评分^[22]观察短期PTS的发生率和严重程度^[3]。

1.7 统计学处理

本研究采用前瞻性临床研究方式收集数据，使用SPSS 27.0软件进行统计学分析。符合正态分布的定量资料用均数 \pm 标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，比

较采用 t 检验; 偏态分布的定量资料以中位数 (四分位间距) [M (IQR)] 表示, 比较采用 Wilcoxon 秩和检验; 计数资料以计数 (百分比) [n (%)] 表示, 比较采用 χ^2 检验。相关性分析确定影响3个月深静脉通畅率因素; 静脉梗阻被定义为结局事件, Kaplan-Meier 方法分析3个月深静脉通畅率, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

研究期内入组 96 例急性下肢 DVT 患者行 PMT 治疗, 顺行组和逆行组各 48 例。在顺行组中, 有 1 例 (2.1%) 患者因骨盆骨折行外固定架固定术治疗, 体位限制无法俯卧位腘静脉穿刺, 遂改为逆行治疗; 在逆行组中, 有 3 例 (6.3%) 未能成功逆行到达血栓部位, 改为顺行腘静脉穿刺方式, 其中 1 例 (2.1%) 因髂静脉压迫综合征所致, 2 例 (4.2%) 导丝未能逆行进入对侧股浅静脉所致。最终统计患者 92 例, 顺行组 47 例 (51.1%), 逆行组 45 例 (48.9%), 两组患者基线数据差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1)。

2.2 PMT 治疗安全性

两组在滤器有效血栓拦截、滤器回收、PE、并发症等方面无明显差异 (均 $P > 0.05$), 均无症状性 PE、大出血事件发生。顺行组发生轻微出血事件 4 例 (8.5%), 其中腘静脉穿刺出血 2 例 (4.3%), 术后抗凝出血 2 例 (4.3%), 1 例 (2.1%) 表现为月经量明显增多和经期延长, 1 例 (2.1%) 为皮下少量出血点; 逆行组发生轻微出血事件 2 例 (4.4%), 主要为逆行治疗时的静脉属支出血; 共有 3 例 (3.3%) 患者出现 Cr 升高超过 $26.5 \mu\text{mol/L}$, 包括顺行 2 例 (4.3%), 逆行 1 例 (2.2%), 差异无统计学意义 ($P > 0.05$) (表 2)。对比术前 72 h 和术后 24 h 内凝血功能、肝肾功能指标, 两组手术前后 BUN 均明显下降 (均 $P < 0.05$), 但两组间所有指标差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 3)。

表 1 入组患者的基线数据

Table 1 General information and baseline data of the enrolled patients

项目	顺行组 ($n=47$)	逆行组 ($n=45$)	χ^2/t	P
一般资料				
男性 [n (%)]	24 (51.1)	21 (46.7)	0.178	0.673
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	57.8 \pm 13.0	58.0 \pm 13.2	0.086	0.931
身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	166.4 \pm 7.2	166.5 \pm 6.8	-0.043	0.966
体质量 (kg, $\bar{x} \pm s$)	69.1 \pm 8.1	69.6 \pm 10.6	-0.261	0.794
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	25.0 \pm 3.0	25.0 \pm 2.6	-0.019	0.985
合并症 [n (%)]				
高血压	13 (27.7)	13 (28.9)	0.017	0.896
糖尿病	7 (14.9)	5 (11.1)	0.290	0.590
高脂血症	3 (6.4)	1 (2.2)	0.957	0.328
心血管疾病	2 (4.3)	4 (8.9)	0.810	0.430
脑血管疾病	0 (0.0)	1 (2.2)	0.968	1
骨折	32 (68.1)	26 (57.8)	1.048	0.306
血栓部位 [n (%)]				
左下肢	29 (61.7)	32 (71.1)	0.910	0.340
右下肢	18 (38.3)	13 (28.9)		
滤器种类 [n (%)]				
Denali	41 (87.2)	41 (91.1)	-0.542	0.588
Option	3 (6.4)	1 (2.2)		
国产滤器	3 (6.4)	3 (6.7)		

表 2 两组 PMT 手术安全性比较 [n (%)]

Table 2 Comparison of PMT surgical safety between the two groups [n (%)]

项目	顺行组 ($n=47$)	逆行组 ($n=45$)	χ^2/t	P
滤器血栓拦截 [n (%)]				
血栓拦截	14 (29.8)	18 (40)	1.057	0.304
有效血栓拦截	7 (14.9)	8 (17.8)	0.140	0.708
滤器回收	46 (97.9)	43 (95.6)	0.391	0.532
未取出原因 [n (%)]				
外院取出	0 (0.0)	1 (2.2)	3.000	1.000
心理因素	1 (2.1)	0 (0.0)		
社会因素	0 (0.0)	1 (2.2)		
PE [n (%)]				
增多	4 (8.5)	5 (11.1)	0.233	0.931
无变化	38 (80.9)	36 (80.0)		
减少	5 (10.6)	4 (8.9)		
并发症 [n (%)]				
器械相关并发症	0 (0.0)	0 (0.0)	—	—
围术期死亡	0 (0.0)	0 (0.0)	—	—
轻微出血	4 (8.5)	2 (4.4)	0.623	0.677
大出血	0 (0.0)	0 (0.0)	—	—
Cr 升高超过 $26.5 \mu\text{mol/L}$	2 (4.3)	1 (2.2)	0.301	1.000

表3 手术前后实验室指标对比[M (IQR)]

Table 3 Comparison of laboratory indicators before and after surgery [M (IQR)]

组别	术前	术后	Z	P
全组(n=92)				
D-二聚体(mg/L)	8.5(4.6~13.8)	8.2(4.9~14.5)	0.829	0.408
FIB(mg/dL)	396.1(294~497.4)	401.7(332.9~519.8)	-1.005	0.316
ALT(IU/L)	18(13~34)	23(13.3~36.5)	-0.502	0.617
AST(IU/L)	20(16.3~25.8)	26(20~40)	-2.263	0.025
BUN(mmol/L)	4.9(4.1~5.9)	4.0(3.1~4.9)	4.494	<0.001
Cr(μ mol/L)	57.5(48~66.8)	59.5(51~70.5)	-1.041	0.299
顺行组(n=47)				
D-二聚体(mg/L)	7.8(4.6~14.8)	7.23(3.7~13.8)	0.858	0.393
FIB(mg/dL)	408(316.9~467.5)	380(329.6~521.1)	-0.423	0.673
ALT(IU/L)	21(13~35)	24(13~37)	-0.268	0.789
AST(IU/L)	20(16~25)	23(19~39)	-1.801	0.075
BUN(mmol/L)	4.7(3.9~5.9)	3.8(3.0~4.5)	3.959	<0.001
Cr(μ mol/L)	55(47~65)	58(48~69)	-0.495	0.622
逆行组(n=45)				
D-二聚体(mg/L)	8.4(4.5~13.6)	10.7(5.3~14.8)	0.248	0.805
FIB(mg/dL)	377.6(289.4~506.0)	412(342.1~541.3)	-0.958	0.34
ALT(IU/L)	18(12.5~31)	22(14~35.5)	-0.436	0.664
AST(IU/L)	20(17~27)	28(22.5~40)	-1.459	0.148
BUN(mmol/L)	5.1(4.3~6.1)	4.3(3.4~5.2)	2.510	0.014
Cr(μ mol/L)	58(49~69)	62(51.5~71.5)	-0.987	0.326

2.3 PMT 治疗有效性

两组即刻静脉通畅率、血栓清除率无差异；术中顺行组 MAT 32 例 (68.1%)，逆行组 12 例 (26.7%)，逆行组 MAT 率明显低于顺行组 ($P < 0.05$) (表 4)。对比两组 3 个月深静脉通畅率，将

结局事件定义为静脉阻塞，对两组患者 3 个月深静脉通畅率随访结果进行 Kaplan-Meier 生存分析，Log-rank 检验结果显示，两组间差异无统计学意义 ($\chi^2=0.001$, $P=0.976$) (图 1)。

表4 两组手术有效性比较

Table 4 Comparison of surgical effectiveness between the two groups

项目	顺行组(n=47)	逆行组(n=45)	Z/ χ^2/t	P
住院时间[d, M(IQR)]	9(6~12)	8(6~11.5)	-0.556	0.578
血栓形成时间[d, M(IQR)]	4(3~7)	4(3~7)	1.254	0.266
≤7 [n(%)]	38(80.9)	35(77.8)	0.910	0.340
>7 [n(%)]	9(19.1)	10(22.2)		
围手术期结果				
即刻静脉通畅[n(%)]	45(95.7)	44(97.8)	0.583	1.000
MAT [n(%)]	32(68.1)	12(26.7)	15.805	<0.001
髂静脉压迫[n(%)]	31(66.0)	24(53.3)	1.524	0.217
球囊扩张[n(%)]	29(61.7)	30(66.7)	0.246	0.620
支架植入[n(%)]	6(12.8)	1(2.2)	3.636	0.111
尿激酶用量[万U, M(IQR)]	10.1(9~12)	10.0(8.5~11.2)	1.356	0.178
血栓清除时间[s, M(IQR)]	150(104~237)	168(98~236)	0.100	0.920
手术持续时间[min, M(IQR)]	90(60~100)	80(60~100)	0.197	0.698
术前血栓评分[M(IQR)]	14(9~18)	14(9~18)	-1.157	0.247
术后血栓评分[M(IQR)]	1(0~2)	1(0.5~3)	1.796	0.073

表 4 两组手术有效性比较 (续)

Table 4 Comparison of surgical effectiveness between the two groups (continued)

项目	顺行组(n=47)	逆行组(n=45)	Z/ χ^2/t	P
血栓清除率分级[n(%)]				
III级	29(61.7)	31(68.9)		
II级	18(38.3)	12(31.1)	0.523	0.469
I级	0(0.0)	2(4.4)		
肢围测量(cm, $\bar{x} \pm s$)				
术前膝上肢围	48.9±3.4	48.4±3.9	0.565	0.574
术后膝上肢围	45.8±3.2	45.5±3.7	0.321	0.749
膝上肢围差	3.1±1.2	2.9±1.2	0.754	0.453
术前膝下肢围	37.6±2.6	37.2±3.1	0.588	0.558
术后膝下肢围	35.4±2.4	35.3±2.8	0.215	0.830
膝下肢围差	2.2±0.8	2.0±1.0	1.235	0.220
术后3个月残余血栓[n(%)]				
无血栓	13(27.7)	11(24.4)		
肌间血栓	17(36.2)	16(35.6)	-0.424	0.671
腘静脉血栓及以上	17(36.2)	18(40.0)		
3个月深静脉通畅[n(%)]	44(93.6)	41(91.1)	0.205	0.650
3个月VCSS评分[M(IQR)]	5(4~8)	6(4~9)	1.035	0.303
3个月Villalta评分[M(IQR)]	3(2~5)	4(3~5)	0.968	0.335
PTS结果[n(%)]				
无PTS	33(70.2)	28(62.2)		
轻度PTS	11(23.4)	15(33.3)		
中度PTS	2(4.3)	1(2.2)	-0.693	0.488
重度PTS	1(2.1)	1(2.2)		
弹力袜治疗[n(%)]	39(83.0)	35(77.8)	0.395	0.530

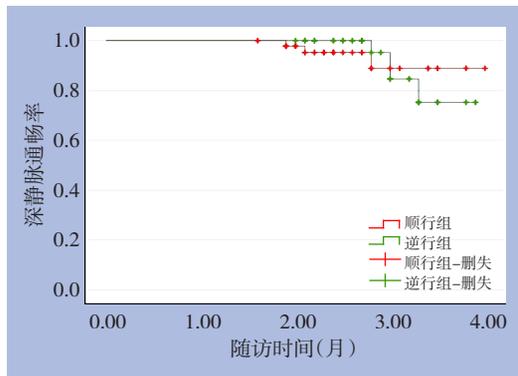


图 1 两组3个月深静脉通畅率的Kaplan-Meier曲线

Figure 1 Kaplan-Meier curve of 3-month deep venous patency rates of the two groups

2.4 深静脉通畅率相关因素分析

相关性分析结果显示, 顺行组3个月深静脉通畅率与血栓清除时间 ($r=-0.328, P=0.025$)、即刻静脉通畅率 ($r=0.807, P<0.001$)、辐射剂量 ($r=-0.349, P=0.016$)、术后FIB ($r=-0.345, P=0.017$) 有相关性; 逆行组仅与血栓清除时间 ($r=0.300,$

$P=0.045$)、即刻静脉通畅率 ($r=0.483, P<0.001$) 有相关性。对可能影响顺行组3个月深静脉通畅率的因素进行回归分析, 结果提示即刻静脉通畅率和辐射剂量与3个月深静脉通畅率的线性关系有统计学意义 (均 $P<0.05$), 其中辐射剂量为保护因素 ($OR=0.868, 95\% CI=-0.001\sim 0.00$), 即刻静脉通畅率为危险因素 ($OR=3.043, 95\% CI=0.993\sim 1.209$); 对可能影响逆行组3个月深静脉通畅率的因素进行回归分析, 结果提示, 仅即刻静脉通畅率与3个月深静脉通畅率的线性关系有统计学意义 (均 $P<0.05$), 且即刻静脉通畅率为危险因素 ($OR=2.333, 95\% CI=0.655\sim 0.980$) (表 5)。对各组组内影响通畅因素分别与VCSS评分、Villalta评分的回归分析中, 顺行组即刻静脉通畅率与VCSS评分、Villalta评分的线性关系有统计学意义 (均 $P<0.001$), 显示为危险因素; 逆行组即刻静脉通畅率与VCSS评分、Villalta评分的线性关系有统计学意义 (均 $P<0.001$), 显示为危险因素 (表 6)。

表5 两组3个月深静脉通畅率线性回归分析

Table 5 Linear regression analysis of 3-month deep venous patency rates of the two groups

指标	顺行组		逆行组	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
血栓清除时间	0.961(-0.001~0.000)	0.292	1.140(-0.001~0.000)	0.117
即刻静脉通畅率	3.043(0.993~1.209)	<0.001	2.333(0.655~0.980)	<0.001
辐射剂量(戈瑞)	0.868(-0.001~0.000)	0.003	—	—
术后FIB	1.033(0.000~0.000)	0.585	—	—

表6 组内影响通畅因素与VCSS评分、Villalta评分的回归分析

Table 6 Regression analysis of factors affecting patency within groups and their association with VCSS and Villalta scores

指标	顺行治疗VCSS评分		逆行治疗VCSS评分		顺行治疗Villalta评分		逆行治疗Villalta评分	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
即刻静脉通畅率	2.206(3.583~8.565)	<0.001	2.257(3.187~4.902)	<0.001	1.927(1.509~5.010)	<0.001	2.323(3.554~5.264)	<0.001
辐射剂量(戈瑞)	1.067(-0.005~0.007)	0.687	—	—	1.198(-0.002~0.006)	0.306	—	—

3 讨论

3.1 PMT治疗安全性

VCF可有效拦截>4 mm血栓、明显降低致死性PE发生^[11,23]，但滤器一旦拦截血栓则会影VCF回收率，出现严重并发症风险^[13]。Kim等^[24]报道了放置VCF后对下腔静脉进行增强CT检查，发现滤器血栓拦截率高达23%。本研究中，总体滤器血栓拦截32例(34.8%)，与前期研究结果接近^[25-26]。总体有效滤器血栓拦截15例(16.3%)，为滤器血栓拦截的46.9%。在拦截到血栓滤器中，近一半的滤器内存在≥1.0 cm的大块血栓或发生下腔静脉阻塞、拦截血栓量影响下腔静脉血流速，其结果更能体现PMT治疗过程中存在威胁患者生命血栓脱落。分析原因：(1)入组患者皆为急性期血栓，中位发病时间仅为4 d，发病时间≤7 d的入组患者超过80%，对于急性期新鲜血栓行PMT治疗，血栓脱落风险更高，而这些大块血栓，如果没有VCF的有效拦截，易发生致命性PE^[25]；(2)入组患者多为合并下肢骨折手术治疗者，占比约为63.0%，此类患者活动受限形成DVT风险高，骨折手术中和术后功能锻炼时，更易导致血栓脱落，增加了大块血栓脱落风险^[13]。

文献^[26-27]报道，仅有3.4%~5.7%的患者放置VCF行PMT治疗后发生无症状性PE，而在笔者前期回顾性研究中，两组不同入路约有6.0%的患者发生无症状性PE。本研究中，新发PE或PE增多患者9例(9.8%)，PMT治疗过程中血栓会呈现大

小不同的栓子脱落，小栓子虽然导致新发PE，但本研究的患者均没有症状性PE表现，而较大的栓子被VCF有效拦截，未导致患者出现严重并发症。此外，有9例(9.8%)患者术后PE减少或消失，PMT治疗过程中会进行溶栓+抗凝治疗，虽然AngioJet是局部用药，但最终会进入体循环到达肺动脉，可使部分PE消失或在一定程度上减轻，降低血管源性肺动脉高压风险^[15,28]。

AngioJet在吸栓过程中，由于“伯努利”原理直接对红细胞破坏，短时间内释放出大量的游离血红蛋白，从而出现血红蛋白尿，损害肾功能；AngioJet不仅破坏红细胞，还会导致腺苷释放，而腺苷具有一定的肾毒性，其代谢产物会加重肾脏的代谢负担，从而影响肾小球滤过率和肾小管的功能，导致肾功能下降^[29]。本研究中，有3例出现Cr一过性升高超过26.5 μmol/L，但均没有临床症状，说明两种方法对肾功能损伤无差异，一过性Cr升高对患者无影响^[16]。

3.2 PMT治疗有效性

国内一项纳入82例急性髂股DVT患者的回顾性研究^[30]，所有患者均行AngioJet血栓清除，围手术期下肢症状快速缓解，无大出血等并发症，6个月的静脉通畅达89%。另一项研究^[31]表明，与CDT相比，AngioJet的治疗有效率及严重并发症无明显差异，但PTS的发生率、治疗持续时间及溶栓药物剂量明显降低，与本研究结果基本相同。

在本研究中，顺行组和逆行组均具有良好的即刻通畅率和3个月深静脉通畅率，其结果显示了

逆行PMT治疗急性下肢DVT同样可以达到良好的血栓清除效果和静脉通畅率。笔者认为以下方法可提高逆行操作血栓清除效果:(1)两组中位发病时间4 d,发病时间 ≤ 7 d的入组患者超过80%,考虑入组患者早期急性DVT占比高,PMT治疗可更加高效清除DVT^[13,32];(2)AngioJet血栓清除疗效确切,以溶栓+消栓两种模式完成对血栓的清除,与操作方向无相关性;(3)PMT治疗后残留血栓患者,积极采用球囊扩张的方法,使血栓缩小或者碎裂,进一步减少了血管壁血栓残留和局部静脉狭窄,增加了即刻通畅率,但理论上也增加了血栓脱落风险和滤器血栓拦截率;(4)术中联合MAT治疗,更能有效达到血栓清除的目的;(5)对于残留血管狭窄或血栓,支架植入也是获得管腔的有效方法,尤其对于存在血栓性髂静脉受压者,支架植入后可获得更多的管腔面积,减少直径狭窄率,同时可降低血栓复发风险;(6)围手术期规范化抗凝治疗,可有效降低血栓复发率、增加静脉通畅率^[8,14];(7)术后规律穿着弹力袜可有效降低血栓复发风险和PTS的发生^[9],本研究中80.4%的患者穿着弹力袜,可见患者的依从性对治疗结果的重要影响。

ESVS指南^[4]推荐PMT治疗可降低中重度PTS发生,本研究结果显示,短期两组血栓清除后PTS发生率明显低于ATTRACT试验^[33]中的报道结果,考虑为入组患者发病时间早,获得较好的血栓清除率,减少了血栓对瓣膜的损伤所致;同时ATTRACT试验^[33]收集了术后2年PTS的发生率,而本研究只收集了术后3个月PTS的发生率,这也是PTS发生率结果不同的原因,中远期数据需要进一步观察随访。

3.3 深静脉通畅相关性研究

本研究结果表明,延长血栓清除时间可能会提高血栓清除效果,增加静脉通畅性;即刻静脉通畅说明血栓得到清除,而术后即刻静脉阻塞,则会影响患者3个月深静脉通畅;辐射剂量的增加预示着更多的手术操作和更彻底的血栓清除;术后FIB的变化可能与血栓清除率和抗凝药物的使用相关^[8,14],影响3个月深静脉通畅性。

研究结果还显示,无论是顺行治疗还是逆行治疗,即刻静脉通畅率与3个月深静脉通畅率均具有线性关系,但为危险因素,静脉复通后,即刻静脉通畅并不意味着可以维持3个月深静脉通畅。辐射剂量为保护因素,顺行治疗主要因腘静脉穿刺、

MAT,逆行组主要因PMT而增加辐射剂量。在保证手术效果的同时,应注意辐射剂量的实时监测,避免不必要的放射损伤^[19]。

两组组内影响通畅因素分别与VCSS评分、Villalta评分的回归分析中,即刻静脉通畅率与VCSS评分、Villalta评分具有线性关系,显示为危险因素。静脉复通后即刻静脉通畅并不意味着可改善术后PTS发生,规范的抗凝、压力治疗和科学的功能锻炼以及定期的随访同样至关重要。

3.4 PMT治疗入路的选择

目前临床上PMT治疗选择顺行入路者居多,此入路在收获良好血栓清除效果的同时,避免了逆行操作过程中,导丝通过髂静脉及股浅静脉时可能遭遇的技术挑战,亦降低了医源性瓣膜损伤的风险,备受众多专家学者推崇^[27]。而逆行操作近年来在临床上也逐渐得到应用,具有以下优势:(1)根据本研究结果,两种入路均可得到相近的手术成功率、血栓清除率、即刻静脉通畅率、3个月深静脉通畅率;(2)对于一些顺行治疗无法完成的特殊人群(如骨盆骨折、髌骨骨折、开腹手术、肩部手术等不宜俯卧位者,穿刺点感染等局部条件不宜手术操作者),可以积极使用逆行入路PMT治疗,同样可达到血栓清除的目的;(3)对于需先行放置VCF患者,置入后可直接尝试逆行PMT治疗,避免再穿刺的医源性损伤。因此,当掌握了逆行PMT治疗技术后,可使术者不拘泥于穿刺部位和体位的依赖,丰富治疗手段,使患者最大化获益。

综上所述,顺行与逆行入路方式行AngioJet PMT治疗急性下肢DVT均安全有效,两种方法3个月深静脉通畅率和PTS发生率无差异。PMT术中血栓脱落风险较高,建议放置VCF进行有效拦截,预防致死性PE。可根据患者实际情况选择最佳的入路方式,尽早进行PMT,提高静脉通畅率。

本研究尚存在一定的局限性,单中心数据且病例样本量较小,也未能统计对比中远期疗效。因此,今后将继续扩大样本量,进一步开展两种方法的前瞻性、多中心随机对照试验。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:田晨阳主要负责研究实施、论文撰写、数据分析;田轩主要负责研究设计与实施、论文写作

指导及修改;刘建龙主要负责把控、提供研究思路并监督研究进展;贾伟、蒋鹏、程志远、张蕴鑫、李金勇、刘笑、周密、华润主要负责研究实施、数据采集。

参考文献

- [1] Khan F, Tritschler T, Kahn SR, et al. Venous thromboembolism[J]. *Lancet*, 2021, 398(10294): 64–77. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32658-1.
- [2] Linnemann B, Beyer-Westendorf J, Espinola-Klein C, et al. Management of deep vein thrombosis: an update based on the revised AWMF S2k guideline[J]. *Hamostaseologie*, 2024, 44(2):97–110. doi:10.1055/a-2178-6574.
- [3] Kahn SR, Comerota AJ, Cushman M, et al. The postthrombotic syndrome: evidence-based prevention, diagnosis, and treatment strategies: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2014, 130(18):1636–1661. doi:10.1161/CIR.000000000000130.
- [4] 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.
- [5] 王深明, 武日东. 下肢深静脉血栓形成治疗指南与实践[J]. *中国实用外科杂志*, 2015, 35(12): 1264–1266. doi: 10.7504/CJPS. ISSN1005-2208.2015.12.02.
Wang SM, Wu RD. Treatment of lower extremity deep venous thrombosis: guideline and practice[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2015, 35(12): 1264–1266. doi: 10.7504/CJPS. ISSN1005-2208.2015.12.02.
- [6] 褚永新, 秦锋, 张雷, 等. 不同入路置管溶栓治疗急性下肢深静脉血栓形成[J]. *中华普通外科杂志*, 2017, 32(3):228–231. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2017.03.012.
Chu YX, Qin F, Zhang L, et al. Access and effect of catheter-directed thrombolysis for treating acute deep venous thrombosis of the lower extremity[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2017, 32(3):228–231. doi:10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2017.03.012.
- [7] 郎玉昶. 水化治疗在Angiojet血栓抽吸术中对于AKI的预防效果分析[D]. 郑州: 郑州大学, 2020. doi: 10.27466/d.cnki.gzzdu.2020.002898.
Lang YC. Analysis of the preventive effect of hydration therapy on AKI in Angiojet thrombectomy[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2020. doi:10.27466/d.cnki.gzzdu.2020.002898.
- [8] Twine CP, Kakkos SK, Aboyans V, et al. Editor's Choice-European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2023 Clinical Practice Guidelines on Antithrombotic Therapy for Vascular Diseases[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2023, 65(5): 627–689. doi: 10.1016/j.ejvs.2023.03.042.
- [9] 中国微循环学会周围血管疾病专业委员会压力学组. 血管压力治疗中国专家共识(2021版)[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(17): 1214–1225. doi:10.3760/cma.j.cn112137-20201111-03062.
Pressure Group, Professional Committee of Peripheral Vascular Diseases, Chinese Microcirculation Society. China expert consensus on vascular pressure treatment (2021 edition) [J]. *National Medical Journal of China*, 2021, 101(17):1214–1225. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20201111-03062.
- [10] 谌艳, 吴俞萱, 江伟, 等. 踝泵运动对下肢静脉血流动力学影响的研究[J]. *创伤外科杂志*, 2020, 22(1): 52–56. doi: 10.3969/j.issn.1009-4237.2020.01.013.
Chen Y, Wu YX, Jiang W, et al. Study on the effect of ankle pump motor on venous hemodynamics of lower limb[J]. *Journal of Traumatic Surgery*, 2020, 22(1): 52–56. doi: 10.3969/j.issn. 1009-4237.2020.01.013.
- [11] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 腔静脉滤器临床应用指南[J]. *中国实用外科杂志*, 2019, 39(7):651–654. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2019.07.02.
Vascular Surgery Group, Surgery Branch, Chinese Medical Association. Guidelines for clinical application of vena cava filter[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2019, 39(7): 651–654. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2019.07.02.
- [12] 中国医师协会介入医师分会, 中华医学会放射学分会介入专业委员会, 中国静脉介入联盟. 下肢静脉滤器置入术和取出术规范的专家共识(第2版)[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(27):2092–2101. doi:10.3760/cma.j.cn112137-20200317-00804.
Interventional Physician Branch of Chinese Medical Association, Interventional Professional Committee of Radiology Branch of Chinese Medical Association, China Venous Intervention Alliance. Expert consensus on the specification of inferior vena cava filter placement and removal (2nd edition)[J]. *National Medical Journal of China*, 2020, 100(27):2092–2101. doi:10.3760/cma.j.cn112137-20200317-00804.
- [13] 田轩, 陈耀涵, 刘建龙, 等. AngioJet清除急性下腔静脉血栓的临床效果分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(6):744–752. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.006.
Tian X, Chen YH, Liu JL, et al. Efficacy analysis of AngioJet thrombectomy in treatment of acute inferior vena cava thrombosis[J]. *China Journal of General Surgery*, 2022, 31(6):744–752. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.006.
- [14] Broderick C, Watson L, Armon MP. Thrombolytic strategies versus standard anticoagulation for acute deep vein thrombosis of the lower limb[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 1(1):CD002783. doi:10.1002/14651858.CD002783.pub5.

- [15] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(14): 1060-1087. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.14.007.
- Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Group of Respiratory Disease Branch of Chinese Medical Association, Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Working Committee of Respiratory Physician Branch of Chinese Medical Doctor Association, National Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Prevention and Treatment Guidelines for Pulmonary Thromboembolism. Guidelines for diagnosis, treatment and prevention of pulmonary thromboembolism[J]. National Medical Journal of China, 2018, 98(14): 1060-1087. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.14.007.
- [16] Kellum JA, Lameire N, KDIGO AKI Guideline Work Group. Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury: a KDIGO summary (Part 1)[J]. Crit Care, 2013, 17(1): 204. doi: 10.1186/cc11454.
- [17] Lichtenberg MKW, Stahlhoff S, Młyńczak K, et al. Endovascular mechanical thrombectomy versus thrombolysis in patients with iliofemoral deep vein thrombosis—a systematic review and meta-analysis[J]. Vasa, 2021, 50(1): 59-67. doi: 10.1024/0301-1526/a000875.
- [18] De Maeseneer MG, Kakkos SK, Aherne T, et al. Editor's choice—European society for vascular surgery (ESVS) 2022 clinical practice guidelines on the management of chronic venous disease of the lower limbs[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2022, 63(2): 184-267. doi: 10.1016/j.ejvs.2021.12.024.
- [19] Lim CS, Waseem S, El-Sayed T, et al. Patient radiation exposure for endovascular deep venous interventions[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2020, 8(2): 259-267. doi: 10.1016/j.jvsv.2019.03.018.
- [20] Scheer R, Crofton E, Andrews N. The effect of limb position on the reliability of leg circumference measurements in patients diagnosed with lower limb lymphoedema[J]. Support Care Cancer, 2021, 29(6): 3183-3189. doi: 10.1007/s00520-020-05835-w.
- [21] Passman MA, McLafferty RB, Lentz MF, et al. Validation of Venous Clinical Severity Score (VCSS) with other venous severity assessment tools from the American Venous Forum, National Venous Screening Program[J]. J Vasc Surg, 2011, 54(6 Suppl): 2S-9S. doi: 10.1016/j.jvs.2011.05.117.
- [22] Lattimer CR, Kalodiki E, Azzam M, et al. Validation of the Villalta scale in assessing post-thrombotic syndrome using clinical, duplex, and hemodynamic comparators[J]. J Vasc Surg Venous Lymphatic Disord, 2014, 2(1): 8-14. doi: 10.1016/j.jvsv.2013.06.003.
- [23] 张福先, 侯本新, 吴勇金. 近代静脉外科在相关领域中的进展与关注点[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(12): 1564-1568. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.002.
- Zhang FX, Hou BX, Wu YJ. Progress and concerns in the field of contemporary venous surgery[J]. China Journal of General Surgery, 2022, 31(12): 1564-1568. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.002.
- [24] Kim HK, Song I, Jang JH, et al. Outcomes of retrievable inferior vena cava filters in patients with deep vein thrombosis and transient contraindication for anticoagulation[J]. Ann Surg Treat Res, 2015, 89(1): 30. doi: 10.4174/astr.2015.89.1.30.
- [25] 田轩, 刘建龙, 顾建平, 等. Octoparms®腔静脉滤器预防肺栓塞安全性与有效性的多中心临床研究[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(12): 1395-1402. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.002.
- Tian X, Liu JL, Gu JP, et al. A multicenter clinical trial of safety and effectiveness of Octoparms® vena cava filter in preventing pulmonary embolism[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(12): 1395-1402. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.002.
- [26] Tian X, Liu JL, Li JY, et al. Antegrade and Retrograde Approaches with a Mechanical Thrombectomy Device for the Treatment of Acute Lower Limb Deep Vein Thrombosis[J]. Ann Vasc Surg, 2024, 108: 266-278. doi: 10.1016/j.avsg.2024.04.014.
- [27] 田轩, 刘建龙, 李金勇, 等. 顺行与逆行入路治疗急性下肢深静脉血栓形成的单中心短期疗效比较[J]. 中华血管外科杂志, 2023, 8(2): 193-199. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20230208-00011.
- Tian X, Liu JL, Li JY, et al. Single-centre short-term efficacy comparison of antegrade and retrograde approach for the treatment of acute lower limb deep vein thrombosis[J]. Chinese Journal of Vascular Surgery, 2023, 8(2): 193-199. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20230208-00011.
- [28] Osteresch R, Fach A, Hambrecht R, et al. ESC-leitlinien 2019 zu diagnostik und management der akuten lungenembolie[J]. Herz, 2019, 44(8): 696-700. doi: 10.1007/s00059-019-04863-5.
- [29] Tian Y, Shi CH, Lu WL, et al. Risk factors and outcomes regarding the acute kidney injury after AngioJet thrombectomy for acute lower-extremity deep vein thrombosis[J]. Asian J Surg, 2023, 46(9): 3505-3511. doi: 10.1016/j.asjsur.2022.10.011.
- [30] Zheng X, Xue M, Zhou Y, et al. Effectiveness of pigtail catheter crushing combined with AngioJet mechanical aspiration for treatment of acute left iliofemoral vein thrombosis[J]. Asian J Surg, 2022, 45(1): 226-231. doi: 10.1016/j.asjsur.2021.05.003.
- [31] Li GQ, Wang L, Zhang XC. AngioJet thrombectomy versus catheter-directed thrombolysis for lower extremity deep vein thrombosis: a meta-analysis of clinical trials[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2021, 27: 10760296211005548. doi: 10.1177/10760296211005548.

[32] 《血管与腔内血管外科杂志》编辑部, 下肢静脉疾病外科治疗专家协作组. AngioJet机械血栓清除术治疗急性下肢深静脉血栓形成的专家共识(2016版)[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2017, 3(1): 555-558. doi:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2017.01.01.

Editorial Department of Journal of Vascular and Endovascular Surgery, Expert Collaborative Group for Surgical Treatment of Lower Extremity Venous Diseases. Expert consensus on the treatment of acute deep venous thrombosis of lower limbs by AngioJet mechanical thrombectomy (2016 edition)[J]. Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 2017, 3(1): 555-558. doi: 10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2017.01.01.

[33] Vedantham S, Goldhaber SZ, Julian JA, et al. Pharmacomechanical Catheter-Directed Thrombolysis for Deep-Vein Thrombosis[J]. N

Engl J Med, 2017, 377(23): 2240-2252. doi: 10.1056/NEJMoa1615066.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:田晨阳, 田轩, 刘建龙, 等. 顺行与逆行入路机械性血栓清除术治疗急性下肢深静脉血栓的前瞻性随机对照研究[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(12):1983-1994. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.006

Cite this article as: Tian CY, Tian X, Liu JL, et al. Mechanical thrombectomy using antegrade versus retrograde approach for the treatment of acute lower extremity deep vein thrombosis: a prospective randomized controlled study[J]. Chin J Gen Surg, 2024, 33(12):1983-1994. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.006

欢迎订阅《中国普通外科杂志》

《中国普通外科杂志》是国内外公开发行的国家级期刊[ISSN 1005-6947 (Print) /ISSN 2096-9252 (Online) /CN 43-1213/R], 面向广大从事临床、教学、科研的普外及相关领域工作者, 以实用性为主, 及时报道普通外科领域的新进展、新观点、新技术、新成果、实用性临床研究及临床经验, 是国内普外学科的权威刊物之一。办刊宗旨是: 传递学术信息, 加强相互交流; 提高学术水平, 促进学科发展; 注重临床研究, 服务临床实践。

本刊由中华人民共和国教育部主管, 中南大学、中南大学湘雅医院主办。名誉主编赵玉沛院士、陈孝平院士, 主编中南大学湘雅医院王志明教授, 顾问由中国科学院及工程院院士汤钊猷、吴咸中、郑树森、黄洁夫、董家鸿、窦科峰、樊嘉、夏家辉等多位国内外著名普通外科专家担任, 编辑委员会由百余名国内外普通外科资深专家学者和三百余名中青年编委组成。开设栏目有指南与共识、述评、专题研究、基础研究、临床研究、简要论著、临床报道、文献综述、误诊误治与分析、手术经验与技巧、国内外学术动态, 病案报告。本刊已被多个国内外重要检索系统和大型数据库收录, 如: 美国化学文摘(CA)、俄罗斯文摘(AJ)、荷兰《文摘与引文索引》(Scopus)收录、日本科学技术振兴集团(中国)数据库(JSTChina)、中国科学引文数据库(CSCD)、中文核心期刊要目总览(中文核心期刊)、中国科技论文与引文数据库(中国科技论文统计源期刊)、中国核心学术期刊(RCCSE)、中国学术期刊(光盘版)、中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)、中国期刊网全文数据库(CNKI)、中文科技期刊数据库、中文科技资料目录(医药卫生)、中文生物医学期刊文献数据库(CMCC)、万方数据-数字化期刊群、中国学术期刊影响因子年报统计源期刊、中国生物医学文献检索系统(CBM-disc 光盘版、网络版)等。期刊总被引频次、影响因子及综合评分已稳居同类期刊前列。在科技期刊评优评奖活动中多次获奖; 2017年、2020年、2023年连续入选第4届、第5届、第6届“中国精品科技期刊”; 入选《世界期刊影响力指数(WJCI)报告》(2019、2020、2021、2022版、2023版), 2020年入选中国科协我国高质量科技期刊(临床医学)分级目录。多次获奖后又被评为“2020年度中国高校百佳科技期刊”“2022年度中国高校科技期刊建设示范案例库百佳科技期刊”“2024年度中国高校科技期刊建设示范案例库百佳科技期刊”, 2021年获湖南省委宣传部、湖南省科技厅“培育世界一流湘版科技期刊建设工程项目(梯队期刊)”资助, 标志着《中国普通外科杂志》学术水平和杂志影响力均处于我国科技期刊的第一方阵。

本刊已全面采用远程投稿、审稿、采编系统, 出版周期短, 时效性强。欢迎订阅、赐稿。

《中国普通外科杂志》为月刊, 国际标准开本(A4幅面), 每期140页, 每月25日出版。内芯采用彩色印刷, 封面美观大方。定价30.0元/册, 全年360元。国内邮发代号: 42-121; 国际代码: M-6436。编辑部可办理邮购。

本刊编辑部全体人员, 向长期以来关心、支持、订阅本刊的广大作者、读者致以诚挚的谢意!

编辑部地址: 湖南省长沙市湘雅路87号(湘雅医院内) 邮政编码: 410008

电话: 0731-84327400 网址: <http://www.zpwz.net>

Email: pw84327400@vip.126.com