

# Advances in the Treatment of Lower Extremity Venous Thrombosis

Zheng Wu Hong Zhang\* Jing Huo

Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China

## Abstract

Lower extremity deep vein thrombosis (DVT) is a common and potentially serious condition in vascular surgery practice. It not only poses the risk of fatal pulmonary embolism (PE) due to thrombus detachment but also frequently leads to long-term post-thrombotic syndrome (PTS), characterized by chronic lower limb swelling, pain, and even ulceration, which severely impacts patients' long-term quality of life and functional status. Based on the latest clinical research evidence and guideline consensus, this paper aims to systematically review recent advances in the comprehensive management of DVT, including anticoagulation therapy, catheter-directed thrombolysis, mechanical thrombectomy, and stent implantation. It further discusses the indications, efficacy, and limitations of different treatment strategies, with the goal of providing valuable references for optimizing and selecting DVT treatment plans in clinical practice.

## Keywords

lower extremity deep vein thrombosis; endovascular intervention; catheter contact thrombolysis; mechanical thrombectomy; venous stent

## 下肢深静脉血栓治疗进展

吴峥 张弘\* 霍静

承德医学院附属医院, 中国·河北承德 067000

## 摘要

下肢深静脉血栓(DVT)是血管外科临床实践中一种常见且具有潜在严重危害的疾病。其不仅可能因血栓脱落引发致命性肺动脉栓塞(PE),还常导致远期的深静脉血栓后综合征(PTS),表现为下肢慢性肿胀、疼痛甚至溃疡,严重影响患者的长期生活质量和功能状态。本文立足于当前最新临床研究证据与指南共识,旨在系统综述DVT在抗凝治疗、导管直接溶栓、机械血栓清除、支架植入等综合治疗领域的最新进展,并对不同治疗策略的适应证、疗效与局限性进行探讨,以期为临床实践中DVT治疗方案的进一步优化与选择提供有价值的参考依据。

## 关键词

下肢深静脉血栓; 腔内介入治疗; 导管接触性溶栓; 机械性血栓清除术; 静脉支架

## 1 引言

下肢静脉血栓<sup>[1]</sup>(deep venous thrombosis, DVT)是血管外科与介入医学领域的常见而重要疾病,其发生常伴随静脉回流受阻,可造成患肢肿胀、疼痛及功能受限,一旦血栓脱落,还可能引发肺动脉栓塞,造成严重危害。如何有效清除血栓、恢复静脉通畅、减少远期并发症,已成为临床关注的核心问题。传统的治疗措施以抗凝药物为主<sup>[2]</sup>,可显著降低血栓扩展与复发,但在改善静脉通畅率和预防PTS方面存在一定局限。随着微创技术迅速发展,导管接触性溶栓<sup>[3]</sup>、

机械性血栓清除术<sup>[4]</sup>、药械联合治疗<sup>[5]</sup>以及腔内支架植入<sup>[6]</sup>等腔内介入手段在缓解症状、提高通畅率方面显示出明显优势,逐渐成为DVT的重要治疗选择。与此同时,中医药、物理治疗的价值也日益凸显。多种治疗策略持续更新的背景下,有必要对DVT的发病机制、腔内介入治疗、非介入治疗方式及未来发展趋势进行系统梳理,以期为临床制定更规范、更具个体化的治疗方案提供参考。

## 2 下肢静脉血栓的发病机制与临床特点

DVT的发生主要由静脉血流淤滞、血管内皮损伤和高凝状态三方面共同促成<sup>[7]</sup>。长期卧床、术后制动、妊娠及肥胖等因素使静脉回流减慢,容易诱发血栓,创伤、手术及静脉置管可引起内皮受损,促进凝血反应,肿瘤、感染、炎症反应及遗传性凝血异常则使机体处于高凝状态。此外,髂静脉压迫综合征等解剖异常可造成局部血流受阻,使DVT的发生显著增加<sup>[8]</sup>。DVT起病多较隐匿,早期表现不典型,

【作者简介】吴峥(1997-),男,中国河北承德人,在读硕士,从事血管外科研究。

【通讯作者】张弘(1977-),男,回族,中国河北承德人,博士,硕士研究生导师,主任医师,从事血管外科研究。

常出现患肢肿胀、胀痛、沉重感或行走不适。随着血栓范围扩大,可能出现浅静脉迂曲或皮肤颜色改变。髂股段血栓因累及血流主干,症状往往更明显,更易脱落形成肺动脉栓塞。脉血栓后综合征,出现慢性水肿、皮肤硬化和静准确理解其发病机制和临床特点,有助于早期识别高危人群并指导合理的治疗策略。

### 3 腔内介入治疗现状

#### 3.1 导管接触性溶栓

导管接触性溶栓(CDT)<sup>[11]</sup>通过将带侧孔的溶栓导管直接置入血栓内部,实现溶栓药物在局部高浓度持续作用,从而提高纤溶效率并降低全身出血风险。常用溶栓药物包括尿激酶、重组组织型纤溶酶原激活剂(rt-PA)等。相比全身溶栓<sup>[12]</sup>,CDT可显著减少药物剂量,并增强选择性,有利于保护正常凝血功能,因此被广泛用于急性期的髂股段DVT。CDT能够有效减少血栓负荷、改善静脉再通率和肢体症状,并有助于降低中远期PTS发生率<sup>[13]</sup>。接受CDT的患者其静脉流出道恢复更充分,瓣膜损伤率较低<sup>[14]</sup>。

#### 3.2 机械性血栓清除术

机械性血栓清除术(PMT)是借助旋切、负压吸引或高速射流等装置实现血栓的机械性破碎与移除,其优势在于治疗速度快、减少对溶栓药物的依赖,并可在部分情况下实现“无溶栓”治疗。常用设备包括AngioJet高速喷射系统、Aspirex旋切系统及其他旋转或抽吸类装置。PMT特别适合巨大血栓、出血高风险患者或不能进行长时间溶栓者,可在单次操作中明显改善静脉通畅。PMT可改善患肢肿胀、疼痛等症状,并在恢复血流动力学方面具有优势,可作为CDT的补充或替代方案<sup>[20]</sup>,在血栓质地较硬或药物渗透性差的情况下尤为有效。

#### 3.3 药械联合治疗

药物-机械联合治疗(PCDT)结合CDT的局部高效溶栓与PMT的快速清除优势,通过药物软化血栓并辅以机械震荡、旋切或抽吸,加速血栓分解与移除。此类策略旨在兼顾疗效与安全性,在保证有效减少血栓负荷的同时显著降低溶栓药物用量,从而减少出血风险并缩短住院时间。PCDT在发病时间较短、血栓量较大或症状较重的DVT患者中具有显著优势<sup>[15]</sup>。研究显示,PCDT的血栓清除率明显高于单纯CDT或单纯PMT,尤其在髂股段DVT中效果更为突出。一些装置如AngioJet具备同步药物注入与机械冲击功能,使溶栓与取栓可在同一系统内完成,进一步提高了操作效率。

#### 3.4 腔内支架植入术

腔内支架植入术主要用于伴有髂静脉压迫综合征(IVCS)或溶栓、取栓后仍存在明显狭窄的患者,其目的在于重建静脉流出道,实现持续有效的血流通畅。单纯清除血栓并不能完全解决流出道狭窄的问题,若不进行支架成

形,血流受限仍可能导致复发性血栓或症状持续。随着静脉专用支架的发展,目前常用的Venovo、ZilverVena等装置在柔顺性、径向支撑力、贴壁性方面均有显著提升,可满足髂静脉复杂弯曲及压迫环境下的长期植入需求<sup>[16]</sup>。

## 4 非介入治疗现状

### 4.1 药物治疗

#### 4.1.1 抗凝治疗

抗凝治疗能够抑制血栓扩展、减少新的血栓形成,是所有DVT患者的关键治疗手段。传统抗凝药物包括低分子肝素(LMWH)、普通肝素以及华法林,治疗需联合监测凝血功能,剂量调整较为复杂,但在妊娠、肿瘤相关血栓等特定人群中仍具有重要地位。随着直接口服抗凝药(DOACs)的问世,如利伐沙班、阿哌沙班、达比加群等,其固定剂量、无需常规检测、药物间相互作用少等优势使其逐渐成为DVT的首选抗凝方案。抗凝疗程通常为3~6个月,高危因素持续存在或出现复发者可延长至长期治疗<sup>[17]</sup>。

#### 4.1.2 中医药治疗

中医药在DVT管理中具有悠久应用历史,其理论基础认为本病多属“瘀血阻络”“气滞血瘀”范畴,治疗以活血化瘀、通络止痛、改善循环为核心。现代研究显示<sup>[19]</sup>,中医药在调节炎症反应、改善血液流变性、促进微循环恢复方面具有一定潜力,可作为抗凝及腔内治疗的有效补充<sup>[18]</sup>。临床应用中,常用方药包括桃红四物汤、补阳还五汤等活血化瘀方,配以丹参、川芎、红花、黄芪等中药成分。部分研究指出,中医药联合抗凝治疗可改善患肢肿胀与疼痛,促进静脉回流,并在一定程度上降低深静脉血栓后综合征发生率。尤其在老年患者、术后恢复期及存在溶栓禁忌者中,中医药可作为较为安全的辅助方案<sup>[19]</sup>。

### 4.2 物理治疗

物理治疗<sup>[40]</sup>在DVT的预防与辅助治疗中占有重要地位,尤其适用于重症患者、长期卧床者及活动受限人群。其主要目标是通过改善静脉回流、促进下肢血液循环,降低血栓形成风险并减轻症状<sup>[20]</sup>。常见措施包括早期活动、间歇性气压泵(IPC)、下肢肌肉泵训练、弹力袜治疗等。早期活动是预防DVT最经济且最有效的方法之一,可显著减少静脉淤滞并促进肌肉泵功能。IPC通过周期性充气 and 放气产生外力挤压,使静脉血液加速回流,特别适用于重症监护患者或不能自行活动者。研究显示,IPC可提高下肢血流速度、减少急性期肿胀,并降低DVT的发生风险<sup>[21]</sup>。弹力袜在改善静脉压、缓解肢体沉重和肿胀方面也具有一定作用。此外,重症患者的康复训练如被动活动、床旁下肢运动等,可在早期改善血流动力学,减少因长期制动导致的血栓风险<sup>[22]</sup>。

## 5 下肢静脉血栓治疗发展现状及趋势

目前腔内微创技术已成为DVT处理的重要手段。其中,导管接触性溶栓(CDT)能在局部持续发挥纤溶作用;机械

性血栓清除术 (PMT) 可快速减少血栓负荷。二者结合的药械联合治疗 (PCDT) 兼具高效清除血栓与降低药物用量的优势<sup>[23]</sup>。随着器械性能和操作技术的不断提升, 这些微创方法在提高静脉再通率、改善临床症状和降低深静脉血栓后综合征 (PTS) 发生率方面表现出良好前景, 成为当前发展最快的领域。血管重建理念的加强是治疗现状中的另一重要变化。临床逐渐认识到, 髂静脉压迫综合征 (IVCS) 等解剖学异常在 DVT 的发生中具有关键作用, 单纯清除血栓并不能完全恢复静脉回流。因此, 腔内支架植入术逐渐纳入标准化流程, 对存在狭窄或压迫的患者进行流出道重建已成为减少复发、提高长期通畅率的核心措施<sup>[24]</sup>。

药物治疗方面, 直接口服抗凝药 (DOACs) 的应用显著提高了抗凝治疗的便利性与安全性。与传统抗凝药相比, DOACs 剂量固定、无需常规监测且药物相互作用较少, 已逐渐成为一线选择。未来, 抗凝方案将更注重风险分层, 根据患者年龄、血栓范围、出血风险及基础疾病制定个体化治疗策略, 以达到预防复发与降低出血之间的最佳平衡<sup>[25]</sup>。与此同时, 辅助治疗方式在 DVT 的综合管理中也越来越重要。物理治疗通过促进下肢静脉回流、改善血流动力学, 在重症或长期卧床患者中具有明确价值, 中医药则以活血化瘀、改善微循环为主要作用方向, 可在慢性期或康复期辅助缓解症状, 提升整体治疗效果。这些措施为不同阶段、不同需求的患者提供了更多选择, 使治疗体系更加完整。

## 6 结论

DVT 是临床常见且具有潜在致残、致命风险的疾病, 其治疗目标不仅在于迅速控制急性期血栓负荷, 更在于恢复静脉功能、预防远期并发症以及改善患者长期生活质量。近年来, 以导管接触性溶栓、机械性血栓清除术及药械联合技术为代表的腔内微创治疗取得显著进展, 在提高静脉再通率、减轻患肢症状及降低深静脉血栓后综合征发生率方面展现出明显优势。同时, 腔内支架植入术的应用强化了血管重建理念, 对于合并髂静脉压迫等解剖异常的患者具有重要意义。在此基础上, 抗凝治疗、物理干预及中医药等非介入措施依然是综合管理的重要组成部分, 可在不同病程阶段发挥互补作用。未来的 DVT 治疗将更加注重精准化、个体化及长期化管理, 依托影像技术、器械创新与药物优化, 构建覆盖急性期、恢复期及随访期的完整治疗体系。通过多学科协作和规范化流程, 有望进一步提高治疗效果、减少并发症并改善患者的长期预后。

## 参考文献

- [1] Xinyu W ,Congrui S ,Yuehong L , et al.Association Between Thrombus Signal Intensity and Pulmonary Embolism in Patients With Proximal Deep Vein Thrombosis: A Magnetic Resonance Imaging Study[J].Arteriosclerosis, Thrombosis, & Vascular Biology,2025,DOI:10.1161/ATVBAHA.125.322857.
- [2] Jiang Y ,Wang F J .Perioperative anticoagulation reduces the incidence of venous thromboembolism in patients undergoing gastrointestinal surgery.[J].World journal of gastrointestinal surgery,2025,17(8):107967.DOI:10.4240/WJGS.V17.I8.107967.
- [3] Shreyas N ,Revati V ,Samuel O , et al.Abstract 4366851: Utilization trends and outcomes of mechanical thrombectomy, catheter directed thrombolysis and systemic thrombolysis in patients with massive and submassive pulmonary embolism. An analysis of the National Inpatient Sample Database from 2017 to 2021[J].Circulation,2025,152(Suppl\_3):A4366851-A4366851. DOI:10.1161/CIRC.152.SUPPL\_3.4366851.
- [4] Taban B V ,Güner A ,Tanyeli Ö , et al.Evolving treatment strategies for deep venous thrombosis: long-term outcomes of pharmacomechanical thrombectomy with exploratory analysis of a cancer-associated subgroup in a retrospective cohort study.[J].Annals of surgical treatment and research,2025,109(4):244-251. DOI:10.4174/ASTR.2025.109.4.244.
- [5] Zhu Z ,Fu G .Research on NiTi instruments combined with ultrasonic irrigation and multiantibiotic paste in root canal therapy of periapical inflammation in deciduous teeth.[J].Experimental and therapeutic medicine,2024,28(3):346.DOI:10.3892/ETM.2024.12635.
- [6] Inami H ,Tomita R ,Yuki K .Successful treatment of glaucoma in Sturge-Weber syndrome using PreserFlo™ microshunt with intraluminal stenting: a case report.[J].American journal of ophthalmology case reports,2025,40102440.DOI:10.1016/J.AJOC.2025.102440.
- [7] C. J C .Pathogenesis of Two Faces of DVT: New Identity of Venous Thromboembolism as Combined Micro-Macrothrombosis via Unifying Mechanism Based on “Two-Path Unifying Theory” of Hemostasis and “Two-Activation Theory of the Endothelium”[J].Life,2022,12(2):220-220.DOI:10.3390/LIFE12020220.
- [8] Wu B ,Wang H ,Li Y , et al.Incidence, risk factors, and clinical characteristics of deep vein thrombosis following combined radiofrequency ablation and sclerotherapy for varicose veins.[J].Phlebology,2025,2683555251376050.DOI:10.1177/02683555251376050.
- [9] Siciliano F ,Ronconi E ,Rossi T , et al.Endovascular treatment of lower limb acute DVT: current trends and future directions.[J].CVIR endovascular,2024,7(1):82.DOI:10.1186/S42155-024-00495-X.
- [10] Palao P G ,Santos T J ,Otálora S , et al.Impact of Endovascular Treatment on the Development of Post-Thrombotic Syndrome in Iliac and Iliofemoral Deep Vein Thrombosis[J].Journal of Clinical Medicine,2025,14(17):6280-6280.DOI:10.3390/JCM14176280.
- [11] Shreyas N ,Revati V ,Samuel O , et al.Abstract 4366851: Utilization trends and outcomes of mechanical thrombectomy, catheter directed thrombolysis and systemic thrombolysis in patients with massive and submassive pulmonary embolism. An analysis of the National Inpatient Sample Database from 2017 to

- 2021[J].Circulation,2025,152(Suppl\_3):A4366851-A4366851. DOI:10.1161/CIRC.152.SUPPL\_3.4366851.
- [12] Zhang Z ,Jin S ,Liu B , et al.Clinical Outcomes of Catheter-Directed Thrombolysis versus Mechanical Aspiration in Patients with Acute Pulmonary Embolism.[J].Annals of thoracic and cardiovascular surgery : official journal of the Association of Thoracic and Cardiovascular Surgeons of Asia,2025,31(1):DOI:10.5761/ATCS.OA.25-00012.
- [13] Zhang S R ,Zhang P ,Yuriditsky E , et al.Comparing Real-World Outcomes of Catheter-Directed Thrombolysis and Catheter-Based Thrombectomy in Acute Pulmonary Embolism: A Post PEERLESS Analysis.[J].Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions,2024,106(1):53-63.DOI:10.1002/CCD.31386.
- [14] Ozcinar E ,Dikmen N ,Kayan A , et al.Pharmacomechanical Thrombectomy and Catheter-Directed Thrombolysis, with or without Iliac Vein Stenting, in the Treatment of Acute Iliofemoral Deep Vein Thrombosis[J].Journal of Cardiovascular Development and Disease,2024,11(7):214-214.DOI:10.3390/JCDD11070214.
- [15] Hao Z ,Ye X L ,Si J L , et al.Which one is the best in treating deep venous thrombosis —— percutaneous mechanical thrombectomy, catheter-directed thrombolysis or combination of them?[J].Journal of Cardiothoracic Surgery,2024,19(1):423.DOI:10.1186/S13019-024-02908-3.
- [16] Nguyen T ,Dargan C ,Penuela M , et al.Sex-Based Outcomes with Catheter-Directed and Ultrasound-Assisted Thrombolysis for Acute Limb Ischemia.[J].Annals of vascular surgery,2025,120285-295. DOI:10.1016/J.AVSG.2025.06.030.
- [17] Nie M ,Peng M ,Liu Q , et al.Risk of Post-thrombotic Syndrome after Iliofemoral Thrombosis Treated with Pharmacomechanical Thrombectomy vs. Catheter Directed Thrombolysis Alone: A Systematic Review and Meta-analysis.[J].European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery,2025,DOI:10.1016/J.EJVS.2025.09.019.
- [18] 邱信杰,陈电,任杰,等. 机械性血栓清除术联合导管接触性溶栓术治疗下肢深静脉血栓的疗效分析及术后随访[J].血管与腔内血管外科杂志,2025,11(07):887-892.DOI:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2025.07.05.
- [19] Chen F ,Xiong G Q ,Lu F , et al.Genetic Diagnosis and Combinational Treatment With Pharmacomechanical Thrombectomy and Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt for Non-cirrhotic and Non-malignant Portal Vein Thrombosis.[J].Vascular and endovascular surgery,2025,59(6):15385744251334793.DOI:10.1177/15385744251334793.
- [20] Taban B V ,Güner A ,Tanyeli Ö , et al.Evolving treatment strategies for deep venous thrombosis: long-term outcomes of pharmacomechanical thrombectomy with exploratory analysis of a cancer-associated subgroup in a retrospective cohort study.[J]. Annals of surgical treatment and research,2025,109(4):244-251. DOI:10.4174/ASTR.2025.109.4.244.
- [21] Aghtarafi N ,Whitehall J E ,Abdelkader H , et al.Acute Pancreatitis Following Pharmacomechanical Thrombectomy: A Rare Complication.[J].Cureus,2025,17(4):e81895.DOI:10.7759/CUREUS.81895.
- [22] 许琳琳,张潇亚,李廷保. 近50年中医药治疗下肢深静脉血栓形成知识图谱可视化分析[J].中医临床研究,2024,16(24):39-44.
- [23] 王华雨,王玉涛. 中药治疗下肢深静脉血栓相关信号通路研究进展[J].中国中西医结合外科杂志,2024,30(04):589-593.
- [24] JE B ,L G ,I K , et al.P16: PHYSICAL THERAPIES FOR DVT PROPHYLAXIS IN SURGICAL PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW AND EVIDENCE QUALITY APPRAISAL[J].British Journal of Surgery,2021,108(S1):DOI:10.1093/BJS/ZNAB117.101.
- [25] 杨培娟,贾玲,牟铎雨. 术后下肢深静脉血栓的形成及治疗进展[J].血管与腔内血管外科杂志,2024,10(11):1337-1342. DOI:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2024.11.12.