

不同治疗方式对下肢动脉栓塞患者的治疗进展

张顺祥¹ 马伟^{2*}

1.青海大学

2.青海大学附属医院

DOI:10.32629/ffcr.v3i8.18418

[摘要] 下肢动脉栓塞 (Limb Arterial Embolism, LAE) 是血管外科常见的急危重症, 其起病急骤、进展迅速, 若未获及时有效干预, 常面临高截肢率与高死亡率的严峻结局。近年来, 随着血管腔内技术的革新与循证医学证据的积累, LAE 的治疗策略已从传统的单一药物溶栓或手术取栓, 演进为以“时间窗”和“病变特征”为导向的多元化、个体化综合治疗体系。本文旨在系统综述下肢动脉栓塞不同治疗方式以及各类联合治疗策略的作用机制、临床疗效、适应症及远期预后的影响。通过深入剖析不同治疗方式的价值与局限, 为临床实践中构建最优化治疗方案提供理论依据, 最终改善患者总体预后。

[关键词] 动脉栓塞; 全身药物溶栓; 手术取栓; 血管内介入

中图分类号: R543.5 **文献标识码:** A

Progress in the Treatment of Patients with Limb Arterial Embolism Using Different Therapeutic Approaches

Shunxiang Zhang¹, Wei Ma^{2*}

1 Qinghai University

2 Affiliated Hospital of Qinghai University

Abstract: Limb Arterial Embolism (LAE) is a common and critical emergency in vascular surgery. It develops rapidly and progresses swiftly. Without timely and effective intervention, it often results in high amputation rates and mortality. In recent years, thanks to advancements in endovascular techniques and the accumulation of evidence-based medical data, the treatment approach for LAE has evolved from traditional single-drug thrombolysis or surgical thrombectomy to a diversified, personalized comprehensive treatment strategy based on “time windows” and lesion characteristics. This article aims to provide a systematic review of the mechanisms of action, clinical efficacy, indications, and long-term outcomes of various treatment methods and combination therapies for limb arterial embolism. By examining the strengths and limitations of different treatment approaches in detail, this review offers a theoretical basis for developing optimal treatment plans in clinical practice, ultimately improving patients' overall prognosis.

Keywords: Arterial embolism; Systemic pharmacological thrombolysis; Surgical thrombectomy; Endovascular intervention

引言

下肢动脉栓塞 (LAE) 指栓子嵌顿于下肢动脉导致急性血流中断, 是威胁肢体的危重症。典型表现为“6P”征。其核心病理生理为缺血/再灌注损伤, 若完全缺血超过 6-8 小时, 可导致肌肉坏死、神经不可逆损伤, 并可能引发肌肾代谢综合征及多器官功能衰竭, 严重危及生命^[1]。治疗的根本目标是尽快恢复血流以挽救肢体并降低死亡率。传统治疗包括抗凝基础上选择外科手术取栓或全身药物溶栓。近年来, 血管腔内介入技术如经皮机械血栓清除术 (PMT)、导管定向溶栓 (CDT)、药物涂层球囊 (DCB) 及支架植入等微创技术取得了里程碑式进展。它们凭借微创、高效及可复合应

用的优势, 显著拓宽了治疗途径, 改善了特定患者的预后。本文旨在从预后角度, 系统评价不同治疗方式的优劣与适用范围, 为临床决策提供循证参考。

1 治疗方案

1.1 药物溶栓+抗凝

全身药物治疗是下肢动脉栓塞的基础手段, 主要包括溶栓与抗凝。该方案适用于血栓尚未机化的早期患者, 通常经静脉输注尿激酶等纤溶酶原激活剂, 并联合肝素进行抗凝以溶解血栓。尿激酶作为第一代溶栓药物, 对富含红细胞的红色血栓效果较好, 国内推荐剂量为 20 万~100 万单位, 血管再通率约为 55%~65%^[2]。新一代溶栓药如阿替普酶 (rt-PA)

输注时间更短,但在高浓度下仍可能增加全身出血风险^[3]。替奈普酶(TNK-tPA)作为改良剂型,半衰期更短、可单次静脉推注,溶栓时间窗可延长至12小时,且未增加颅内出血风险^[4]。由于溶栓治疗后常需辅以长期抗凝,还可能引起多脏器出血等并发症,临床需严格评估,制定个体化方案或联合其他策略以改善预后。

1.2 手术取栓

Fogarty导管是一种带有球囊的导管,通过股动脉或其他途径插入到栓塞部位后,将球囊充气,然后将导管向近心端拖动,将血栓从血管壁上剥离并取出。主要用于急性下肢动脉栓塞,病程在14天以内、栓塞部位位于股动脉、腘动脉等大血管、存在手术适应症的患者。Kairaluoma MI等人研究显示,68例接受该术式的患者死亡率为32%,幸存患者截肢率达39%,死亡主因是基础心脏病,截肢则与血栓缺血时间相关^[5]。尽管该术式具备诸多优势,却也时常发生导管相关感染、动脉损伤(如壁撕裂、痉挛、假性动脉瘤)、再发血栓、缺血再灌注损伤、动静脉瘘等并发症,为了提高手术的疗效,减少并发症,临床上常采用改进和辅助技术,如术中溶栓、血管成形、静脉移植、术中动脉造影等。

1.3 血管内介入治疗

随着血管内介入技术的发展,经皮机械血栓清除术(Percutaneous Mechanical Thrombolytic, PMT)逐渐应用于临床,PMT包括多种技术,包括导管接触性溶栓(CDT)、CDT球囊导管、CDT球囊导管联合支架、血栓抽吸导管、血栓粉碎导管等。

1.3.1 导管接触性溶栓(CDT)

CDT是通过将导管直接插入栓塞部位输送溶栓药物,实现高局部浓度、低全身出血风险,适用于药物禁忌或疗效不佳者。Ebben HP等人研究显示,高剂量溶栓药物或优选rt-PA时,治疗持续时间缩短,外周动脉闭塞血管造影通畅率达75%,免截肢率91%,主要并发症为出血(<3%),在溶栓过程中,血栓会脱落,导致远端血管闭塞可能^[6]。对于基础血管狭窄的患者,单纯CDT疗效欠佳,需联合其他干预。

1.3.2 导管接触性溶栓联合药物球囊(CDT+DCB)

CDT+DCB治疗,旨在将溶栓药物精准输送到血栓部位,快速溶解血栓并恢复血流,随后利用DCB释放抗增殖药物,抑制血管内膜增生,降低再狭窄风险。该策略融合了局部药物溶栓与器械干预的协同作用,在提高血运重建效果的同时,避免植入支架相关的并发症。然而,该术式存在一定局限性,在球囊扩张过程中可能引起血管损伤或远端栓塞,在处理慢性完全闭塞、严重钙化病变或多节段狭窄等复杂情况时,常需联合其他血运重建手段以实现完全血运重建^[7]。此外,对于合并严重心肺功能不全、肾功能损害或凝血功能障碍的患者,该手术风险显著升高^[8]。CDT联合DCB治疗兼具快速开通血管与持久抑制再狭窄的双重优势,展现出显著的协同效应。

1.3.3 导管接触性溶栓联合药物球囊与支架(CDT+DCB+支架)

CDT+DCB+BMS,主要针对CDT术后残余狭窄>70%或血管塌陷者,支架植入可提供机械支撑。金属裸支架(BMS)适用于不耐受长期抗血小板治疗者,药物洗脱支架(DES)适用于再狭窄风险高的患者,两者术后都需长期抗栓治疗,且都有支架内血栓形成、血管损伤等风险^[9]。

1.3.4 机械血栓清除技术(PMT)

随着血管介入技术的发展,经皮机械血栓清除术(PMT)逐渐应用于临床。PMT利用各种机械装置,通过导管将血栓清除,具有操作简单、快速、有效等优点,尤其适用于Fogarty导管取栓术效果不佳或不适用患者,目前临床上常采用的主流装置为Angie Jet系统、Tarot®S系统。

Angie Jet系统: Angie Jet机械血栓切除术是一种快速清除血栓的方法,通过经皮穿刺将导管插入闭塞的动脉,利用高压生理盐水冲击和负压吸引的原理,将血栓抽吸清除。与传统溶栓相比,可减少甚至避免药物使用,微创且住院时间短(平均 4.0 ± 1.1 天)^[10], Han, X等人对12例急性下肢动脉缺血患者采用Angie Jet系统进行手术,结果显示血运重建成功,TIMI血流分级显著提高,降低了患者的截肢率^[11]。Spares, R等人研究中表明,Angie Jet系统在清除旁路移植术及支架内血栓时显示出了一定的疗效,目前该系统在急性动脉栓塞中显示出了众多优势,但Angie Jet技术对大型或顽固性血栓的处理效果有限^[12]。在某些情况下,可能需要联合其他治疗方法,如导管溶栓(CDT),以达到更好的治疗效果。

Tarot®S系统: 该系统作为目前最主流的机械取栓/碎栓术,具有众多优点,广泛应用于下肢动脉栓塞、支架内再狭窄、急性肢体缺血等。Wei-Sheng Lao等人报告了一例S蛋白缺乏症并发重复性外周动脉血栓的病例,使用Tarot®S系统成功治疗,对于一些陈旧性血栓或钙化严重的血栓,它可以通过高速旋转的螺旋桨,有效地粉碎和清除血栓,快速恢复血管的通畅,首通再通率达93.75%,能有效地减少截肢的风险^[13],有研究表明,该术式对于动脉旁路闭塞,显示出良好的血栓清除效果,技术成功率达82%,12个月平均踝肱指数(ABI)为 0.80 ± 0.1 ^[14]。目前,Tarot®S系统作为一种有效的机械血栓清除设备,在治疗外周血管疾病中具有重要作用。与其他设备相比,其能够快速清除血栓,减少手术时间,然而,单一治疗方案可能达不到预期效果,需要多方案联合治疗,具体情况还需要结合患者自身情况来做出个体化诊疗方案。

2 讨论与未来展望

2.1 讨论

下肢动脉栓塞的治疗已发展为基于“时间窗”与“病变特征”的个体化阶梯方案。传统全身溶栓因出血风险高、再通率有限,现已少用。Fogarty取栓在急性大动脉栓塞中仍具价值,但因其创伤性及对陈旧血栓效果欠佳,促使微创介入成为当前主流。血管内介入是核心手段,经皮机械血栓清除术(PMT)可快速恢复血流,但存在内膜损伤及远端栓塞风险;导管接触性溶栓(CDT)能高效溶解血栓,但耗时较长,且对基础狭窄效果有限。因此,联合治疗成为趋势,如“PMT

减容后联合 CDT”或“CDT 后联合药物涂层球囊处理狭窄”，可优势互补，提高再通率并降低出血与再狭窄风险。临床决策需综合栓塞时间、血栓负荷、部位及合并症。再通后规范抗栓及控制危险因素，是维持远期疗效的基石。

2.2 未来展望

下肢动脉栓塞 (LAE) 的治疗正不断革新，未来将聚焦于提升治疗效率、安全性与长期疗效。在器械方面，血栓清除装置将进一步优化流体力学设计，力求在高效清除血栓的同时，最大限度减少血栓碎裂和远端栓塞风险，例如 Straub 微型旋流器等新型设备已展现出良好潜力。生物可吸收支架 (BVS) 作为另一重要方向，可在支撑血管后逐步降解，既避免金属支架的长期禁锢，又有助于降低再狭窄风险，恢复血管生理功能。尽管技术选择日益丰富，但高级别循证医学证据仍相对匮乏，亟需更多多中心随机对照试验 (RCT) 直接比较不同联合策略在特定人群中的疗效，以推动指南更新。人工智能与影像组学的发展将助力患者精细分型与预后预测，为实现真正个性化治疗提供工具。未来临床实践将更加注重构建系统化诊疗路径，涵盖从院前识别、院内绿色通道建立，到依据分型选择初始治疗策略 (如急性期优选 PMT，亚急性期考虑 CDT 联合)，以及术后长期管理的全过程。多学科团队 (MDT) 协作是实施该体系的核心保障，整合血管外科、介入放射科、心脏内科、重症医学科等多方资源，共同提升患者整体救治水平。

3 总结

下肢动脉栓塞的治疗已步入以血管内介入技术为主导的精准联合时代。全身药物溶栓因安全性问题应用受限；外科取栓在急性大动脉栓塞中仍具有价值；而 PMT 与 CDT 等介入技术因其微创、高效的特点，已成为治疗的主力军。联合治疗策略，如“机械减容+药物溶栓”“溶栓/减容+药物球囊”，通过优势互补，显著提升了血运重建的成功率与持久性。面对未来，我们应致力于通过高质量临床研究不断优化治疗指南；其次，积极拥抱生物可吸收材料、靶向给药等新技术，与此同时，在临床实践中强化以患者为中心的个体化决策与系统化全程管理。唯有如此，才能不断改善 LAE 患者的预后，最终实现最大限度地降低死亡率和截肢率，提升患者长期生存质量的目标。

[参考文献]

[1]Lauri, A. L., & Hicks, C. W. (2023). Ischemia Duration and Lower Limb Salvage. *Advances in Surgery*, 57(1), 59–71.

[2]Yang, M., Chen, L., Hang, M., Huang, X., Chaos, W., & Wang, H. (2022). Evidence - Based Nursing Model in Intervention Thrombolytic for Acute Lower Extremity Arterial Embolism. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2022(1).

[3]Evans, H., Gunnysack, N., Ii, M., & Bell, R. (2024). Critical Lower-Limb Ischemia and Arterial Thrombosis Following Intramuscular Stereoscopic Injection of the Knee. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 34(6), 624–627.

[4]Warach, S. J., Dula, A. N., & Milling, T. J., Jr. (2020). Tenecteplase Thrombolysis for Acute Ischemic Stroke. *Stroke*, 51(11), 3440–3451.

[5]Kairaluoma MI, Kärkölä P, Laminar TK. Surgical treatment of arterial embolism. Fifteen years experience. *Ann Cheer Gynaecology*. 1976;65(3):163–7.

[6]Ebben, H. P., Yang, H. T., Hoksbergen, A. W. J., Wiselink, W., Ko, P. J., & Yeung, K. K. (2019). Catheter-Directed Thrombolysis for Acute Limb Ischemia in an Asian Population. *Annals of Vascular Surgery*, 55, 246–250.

[7]Kim, D. Y., Kim, Y., & Moon, S. (2021). Overcoming severe calcified lower extremity artery in lower limb salvage operation by using the Fogarty catheter and vein graft. *Microsurgery*, 41(8), 734–742.

[8]Brethren, C.-A., Mannheim, F., Meyer, A., Serra, U. E. M., & Other, U. (2024). Behindhand red chronicler periphery arteriole Verschlusskrankheit (pack). *Gefäßchirurgie*, 29(2), 103–117.

[9]Shadily, T., Line, M., Webb, C., Peterson, B., Ebert, J. F., & Apalachicola, V. B. (2023). Novel Payloads to Mitigate Manipulative Inward Arterial Remodeling in Drug-Coated Balloon Therapy. *Journal of Bio mechanical Engineering*, 145(12).

[10]Nelson, A. J., & Mellon, C. (2020). Management of Cancer-Associated Thrombosis. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*, 22(11).

[11]Simon S, Roman S. Case report of simultaneous phlegmatic cerulean doles and acute limb ischemia. *Int J Sung Case Rep*. 2024 Dec;125:110596.

[12]Han, X., Lou, G., Li, T., & Geo, X. (2022). Application of the Angiosperm Ultra Thrombolytic Device for the Percutaneous Mechanical Treatment (PMT) of Iliad Limb Occlusion after Cardiovascular Aneurysm Repair (EVAR). *Annals of Vascular Surgery*, 78, 161–169.

[13]Lao, W.-S., Wu, W.-T., Chi, N.-Y., Lee, W.-H., Chi, C.-Y., Chang, C.-T., Si, H.-M., Lin, T.-H., & Hus, P.-C. (2017). Protein S deficiency complicated with repetitive peripheral arterial thrombosis successfully treated by mechanical thrombolytic device with Tarot system. *Case Reports in Internal Medicine*, 5(1), 5.

[14]Khrushchev, A. A., Markov, A. E., Papaya, S. A., & Arkhangel'sk, D. S. (2025). Rotational hysterectomy for acute and chronic lower limb ischemia. *Pirogi Russian Journal of Surgery*, 2, 102.

作者简介：

张顺祥 (2000.04-)，男，汉族，青海省西宁市人，硕士研究生，住院医师，研究方向为外科学心胸外科。