

EVT治疗的难点和挑战：以“徒劳的再通”为核心的系统分析

杜泓泽, 王玲玲*

北华大学附属医院神经内科, 吉林 吉林

收稿日期: 2025年10月14日; 录用日期: 2025年11月8日; 发布日期: 2025年11月18日

摘要

急性缺血性脑卒中(大血管闭塞(LVO))患者行血管内治疗(EVT)的再通率显著提升, 但“徒劳的再通”(解剖再通后未达90天功能独立或预后恶化)是核心瓶颈。本文以其为线索, 剖析关键挑战: 筛选层面, Mismatch评分难辨“可挽救半暗带”, 串联病变、ICAS相关闭塞及基底动脉闭塞(BAO)因评估缺失, BAO“徒劳再通”率达45%~55%; 中远端血管闭塞(MeVO/DMVOs)因血管细小、器械适配差, EVT再通率75.1%却无预后优势, 且死亡率、出血风险更高; 再灌注损伤(出血转化发生率41.2%, PH2患者死亡率46%; 无复流患者功能独立率仅为灌注良好者64%)阻断疗效; 术后评估标准不统一, 长期管理中血压控制矛盾、抗栓选择两难加剧问题。未来需通过精准筛选工具、专用器械及个体化方案, 推动EVT向“临床获益”转化。

关键词

血管内治疗, 急性缺血性脑卒中, 徒劳的再通, 大血管闭塞, 中远端血管闭塞, 再灌注损伤

Difficulties and Challenges of EVT: A Systematic Analysis Centered on “Futile Recanalization”

Hongze Du, Lingling Wang*

Department of Neurology, Affiliated Hospital of Beihua University, Jilin Jilin

Received: October 14, 2025; accepted: November 8, 2025; published: November 18, 2025

Abstract

The recanalization rate of endovascular treatment (EVT) for patients with acute ischemic stroke

*通讯作者。

文章引用: 杜泓泽, 王玲玲. EVT 治疗的难点和挑战: 以“徒劳的再通”为核心的系统分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(11): 1578-1585. DOI: 10.12677/acm.2025.15113258

and large vessel occlusion (LVO) has been significantly improved, but “futile recanalization” (failure to achieve 90-day functional independence or worse prognosis after anatomical recanalization) remains a core bottleneck. Taking this as a clue, this article analyzes the key challenges: in patient selection, the Mismatch score cannot distinguish the “salvageable ischemic penumbra”; tandem lesions, ICAS-related occlusion, and basilar artery occlusion (BAO) lack targeted assessment, with the rate of “futile recanalization” in BAO reaching 45%~55%; for medium and distal vessel occlusions (MeVO/DMVOs), due to small vessel caliber and poor device adaptation, EVT achieves a recanalization rate of 75.1% but no prognostic advantage, along with higher mortality and bleeding risk; reperfusion injury (hemorrhagic transformation rate of 41.2%, 46% mortality in PH2 patients; functional independence rate of no-reflow patients only 64% of that in well-perfused patients) blocks therapeutic efficacy; inconsistent postoperative assessment standards, and dilemmas in long-term blood pressure control and antithrombotic selection further exacerbate the problem. In the future, precise screening tools, dedicated devices, and individualized regimens are needed to promote the transformation of EVT towards “clinical benefit”.

Keywords

Endovascular Treatment, Acute Ischemic Stroke, Futile Recanalization, Large Vessel Occlusion, Medium and Distal Vessel Occlusions, Reperfusion Injury

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

急性缺血性脑卒中是全球范围内导致死亡和长期残疾的主要原因之一。近年来, 血管内治疗(Endovascular Treatment, EVT)作为一种先进的治疗方式, 显著改善了大血管闭塞(Large Vessel Occlusion, LVO)患者的预后[1]。随着技术的不断进步和设备的更新迭代, EVT 的成功率已大幅提高, 目前已成为急性缺血性脑卒中治疗的一线治疗[2]。

不过, 尽管 EVT 在技术层面取得了显著进展, 但在临床实践中仍面临诸多挑战和未解难题。而其中“徒劳的再通”已成为当前 EVT 治疗领域的核心矛盾——即部分患者虽通过 EVT 实现血管解剖学再通(扩展脑梗死治疗(eTICI)分级 2b 级或 3 级), 但未达成 90 天功能独立(改良 Rankin 量表(mRS) 0~2 分), 甚至因并发症等原因导致预后恶化。这一现象并非单一因素所致, 而是患者筛选、病变处理、术后管理等多环节问题的集中体现。筛选阶段对缺血半暗带判断偏差、再灌注损伤阻断组织功能恢复、长期管理方案不当等, 均会将“血管再通”转化为“临床无效”。本综述将以徒劳的再通为逻辑主线, 系统性地分析 EVT 目前面临的主要难点, 包括患者筛选的精准度问题、中远端血管闭塞治疗效果有限、再灌注损伤风险高、无复流现象影响预后、治疗后评估与长期管理困难, 同时明确各挑战与“徒劳的再通”的关联机制, 为未来 EVT 的发展提供方向。

2. 患者筛选的精准度问题: “徒劳的再通”的源头隐患

2.1. Mismatch 评分的局限性

“Mismatch”特指患者的临床症状严重程度(或功能缺损程度)与影像学显示的梗死核心大小/缺血范围不匹配, 提示存在“缺血半暗带”(即缺血但尚未发生不可逆损伤的脑组织)——这部分脑组织是 EVT 治疗的关键靶点, 若能及时再通血管, 半暗带可转化为正常脑组织, 改善患者预后。Jayden C Subramaniam

于 2023 的研究发现, 尽管其所选的大多数接受 EVT 的患者符合 Perfusion-Core Mismatch 的评分标准(梗死核心 ≤ 70 ml, 缺血半暗带 ≥ 15 ml, 缺血体积与核心体积比 > 1.8), 但仍有相当比例的患者无法获得良好的功能预后。这表明了现有的筛选标准可能仍旧无法准确预测患者对 EVT 的反应[3]。

这种预测偏差会直接引发徒劳的再通: 部分患者虽符合 Mismatch 标准, 但半暗带已处于“不可逆损伤边缘”(如缺血时间过长导致细胞凋亡启动), EVT 再通后无法实现组织功能恢复, 仅达成解剖学再通却无临床获益。

2.2. 特殊患者的困境: 串联病变、ICAS 相关闭塞与基底动脉闭塞

串联病变: 指颅外段动脉(如颈内动脉起始段)与颅内段动脉(如大脑中动脉)同时闭塞, 占 EVT 病例的 15%~25% [4]。其核心难点在于“双病灶协同损伤”——串联病变的 EVT 操作比其他形式的大血管闭塞更为复杂, 需同时处理颅外与颅内闭塞, 手术时间平均比单纯 LVO 延长 30~45 分钟, 且颅外段狭窄可能导致颅内再通后血流动力学灌注不足: 即使颅内血管开通, 颅外血流阻力仍使缺血区域无法获得有效血流, 最终形成“血管再通但组织低灌注”的徒劳的再通。

颅内动脉粥样硬化性狭窄(Intracranial Atherosclerotic Stenosis, ICAS)相关闭塞: 病理特点为血管壁弥漫性硬化、管腔狭窄。治疗难点在于“再通后稳定性差”——已有相关 Meta 分析指出颅内大血管动脉粥样硬化会显著增加再通后 7 天内的再闭塞风险(风险是无该病变患者的 3.44 倍) [5]。且因血管壁弹性差, 血流无法均匀分布至缺血区域, 易出现解剖再通但组织灌注不均。

基底动脉闭塞(BAO): 核心挑战在于“血管解剖路径长且曲折”病变类型多样(血栓/粥样硬化/夹层), 导致手术时间更长、再通成功率更低。对于基底动脉闭塞(BAO)患者, EVT 与药物治疗相比, 可提高 90 天良好功能预后的比例(45.1% vs. 29.1%), 但同时也增加了症状性颅内出血的风险(5.4% vs. 0.8%), 部分患者再通后因脑干缺血时间过长、侧支循环差, 仍出现严重神经功能缺损[6]。BAO 患者 EVT 再通后徒劳的再通发生率约 45%~55%, 核心原因在于筛选标准缺乏针对性[7]。现有筛选多依赖基线 NIHSS 评分或 CTA 血管闭塞位置, 未充分结合后循环侧支循环评分(如 PC-CS)、脑干梗死体积等指标, 导致部分无挽救潜力的 BAO 患者接受 EVT, 最终形成徒劳的再通。

3. 中远端血管闭塞治疗效果不理想: “徒劳的再通”的高发场景

3.1. 中等血管闭塞的定义与临床特点

中等血管闭塞(Medium Vessel Occlusion, MeVO)通常指颅内管径 2~4 mm 的中等管径动脉闭塞, 涵盖大脑中动脉 M2 段主干及以远分支、大脑前动脉 A2 段及以远分支、大脑后动脉 P2 段及以远分支, 以及小脑后下动脉、小脑前下动脉等后循环中等血管, 其中位于 M2 以远、A2 以远、P2 以远的分支闭塞又称为远端中等血管闭塞(Medium Vessel Occlusions, DMVOs)。与大血管闭塞相比, MeVO 的临床特点和预后存在显著差异[8]。

此类患者的基线 NIHSS 评分通常较低, 但仍可能导致严重的神经功能缺损和不良预后。一项多中心前瞻性随机对照试验(DISTAL 试验)纳入了 543 名孤立的中等或远端血管闭塞的患者, 其中位 NIHSS 评分为 6 (IQR 5~9)。尽管基线卒中严重程度相对较轻, 但 MDVO 患者的功能结局仍不理想[9]。

3.2. 随机对照试验结果

《新英格兰医学杂志》发表的 530 名参与者的 ESCAPE-MeVO 随机对照试验显示, EVT 组 75.1% 的患者实现“成功再通”(MeVO-eTICI 评分 2b/2c/3, 即血管解剖学再通), 接受 EVT 联合常规治疗的患者 90 天优秀功能独立结局(mRS 0~1 分)为 41.6%, 与单纯常规治疗组的 43.1% 无统计学差异(调整率比 0.95,

95% CI 0.79~1.15, $p = 0.61$), 90 天功能独立结局(mRS 0~2) EVT 组 54.1% vs 常规治疗组 58.8% (调整率比 0.92, 95% CI 0.80~1.05) 且 EVT 组 90 天死亡率(13.3%)显著高于对照组(8.4%), 症状性颅内出血(Symptomatic Intracerebral Hemorrhage, sICH)发生率(5.4%)亦为对照组(2.2%)的 2.4 倍。这种疗效不佳却风险更高的结果, 与 LVO 中 EVT 明确的获益形成鲜明对比, 反映出 MeVO 治疗中风险 - 获益比的失衡[10]。

从技术层面看, EVT 对中等血管闭塞(MeVO)的再通能力明确, 但这种再通未转化为临床获益, 凸显“徒劳”本质。尽管近 3/4 患者实现血管再通, 但 EVT 组的优秀功能预后率(mRS 0~1)功能独立(mRS 0~2)与常规治疗组无统计学差异, 且数值略低, 证明再通未带来预期的功能改善。甚至不仅是“无获益”, Evt 组 90 天死亡率和 sICH 发生率显著高于常规治疗的患者, 不仅是“徒劳”, 更是“有害”[10]。

3.3. 疗效受限的核心原因

EVT 在中远端血管闭塞(MeVO/DMVOs)中整体疗效有限, 并非单一因素所致, 而是此类患者筛选与治疗困难、血管解剖特性、技术与器械适配不足三者共同作用的结果。

徒劳的再通部分源于“再通时机过晚”当缺血脑组织已不可逆损伤时, 即使血管再通也无法挽救功能, 而研究中 EVT 组的时间数据为此提供了机制支持: 发病至再通中位时间 EVT 组 359 分钟(约 6 小时), 而大型血管闭塞(LVO)的 EVT 再通中位时间为 241 分钟。即使从“发病到入组”阶段, EVT 组的时间也更长, 可能因 MeVO 诊断难度高、决策流程复杂导致延迟, 进一步压缩“有效再通窗口期”, 加剧再通的“徒劳性”。

在中等血管闭塞(MeVO)相关缺血性卒中的血管内治疗(EVT)中, 徒劳的再通困境不仅体现在再通后临床获益缺失, 更与 MeVO 的血管解剖特性及现有 EVT 器械的不匹配直接相关, MeVO 累及的血管直径多为 0.75~2 mm, 分支密集且管壁脆弱, 导致 EVT 操作难度显著升高——导管到位率低、取栓器械与血管尺寸匹配度差, 易引发血管穿孔、穿支损伤等并发症。且目前主流 EVT 器械均为大血管闭塞(LVO)设计, 难以满足 MeVO 的治疗需求。因为与大血管闭塞相比, 这些闭塞的位置更远、曲折度更大、口径更小, 导致这些血管更脆弱[11]。一项国际多中心调查研究显示, 68% 的神经介入医生认为现有器械仍有“很大改进空间”[12]。

4. 再灌注损伤风险高: “徒劳的再通”的病理基础

4.1. EVT 术后的阴影 - 再灌注损伤

EVT 术后再灌注损伤作为“二次打击”, 是制约治疗效果的关键瓶颈, 主要表现为出血转化(Hemorrhagic Transformation, HT)、恶性脑水肿(Malignant brain edema, MBE)和无复流现象三大并发症。这些病理过程相互关联、协同作用, 不仅增加患者致残致死风险, 更成为临床管理的难点。深入解析其机制与临床特征, 对优化 EVT 术后管理策略具有重要意义。

再灌注损伤是徒劳的再通的核心病理环节——即使血管成功再通, 出血转化、恶性脑水肿、无复流仍会阻断血流恢复 - 组织挽救 - 功能改善的链条, 使解剖学再通转化为临床无效再通。

4.2. 恶性脑水肿

恶性脑水肿是指在急性缺血性卒中后, 由于脑组织缺血缺氧导致的快速进展性脑水肿, 通常发生于 EVT 术后 48~72 小时, 表现为脑组织体积快速扩大、颅内压急剧升高, 是大面积脑梗死患者术后早期死亡的首要原因[13]。有研究证明血脑屏障(blood-brain barrier, BBB)破坏是导致脑水肿的关键机制之一。缺血后, BBB 通透性增加, 血浆蛋白和液体从血管漏入脑实质, 加重组织水肿[14]。脑水肿用两种指标评估: 中线移位和相对半球体积。而研究发现 BBB 通透性越高, 脑水肿越重(中线移位比值比(odds ratio, OR)

1.12, $rHV\beta$ 0.39, 均显著)[14]。Luojin Zhang 等人的研究证明 MBE 与较低的 90 天良好临床预后率相关。低基线 ASPECT 评分、无 HMCAS、造影不良侧支循环、更多取栓尝试次数和不良再灌注与 MT 后 MBE 独立相关[15]。

恶性脑水肿会直接导致徒劳的再通: 血管再通后, BBB 破坏引发的脑组织肿胀会压迫周围正常组织, 导致新的缺血灶形成, 即使原闭塞血管开通, 患者仍因颅内压升高、继发缺血出现神经功能恶化, 无法获得临床获益。

4.3. 出血转化

出血性转化(HT)作为缺血性卒中血管内治疗后最常见且棘手的并发症, 特指缺血坏死脑组织区域出现血液渗漏并形成脑出血的病理过程。Bing Tian 团队对 633 例 EVT 患者的研究显示, HT 总体发生率高达 41.2%, 其中症状性颅内出血(sICH)占 5.4%, 脑实质血肿(PH)占 13.4%, 且明确入院时高血糖(OR 1.18)、发病至血管再通时间延长(OR 1.01)、基线 CT 动脉高密度征(OR 1.82)及侧支循环评分较低(OR 0.73)是诱发 HT 的独立危险因素。另有荷兰急性缺血性卒中血管内治疗多中心随机临床试验证实, HT 亚型中融合性点状出血(HI2)和占据梗死区 > 30% 的大血肿(PH2), 与患者 90 天功能预后差异显著相关, 调整 OR 值分别为 0.54 (95% CI 0.32~0.89)和 0.37 (95% CI 0.17~0.78), 其中 PH2 患者死亡率高达 46%, HI2 患者死亡率亦达 28%。这些数据提示, EVT 术后需密切监测 HT 发生, 积极探索有效预防与干预手段。

值得注意的是, HT 正是“徒劳的再通”的致命诱因——约 5.4% 的 sICH 患者和 13.4% 的 PH 患者, 即便实现血管解剖学再通, 仍会因脑出血加重神经功能损伤, 46% 的 PH2 患者更是直接死亡, 完全失去功能恢复可能, 成为“再通后预后恶化”的典型“徒劳”案例。

4.4. 无复流现象

指的是在缺血组织的供血血管已经机械性开通后, 血液仍然不能有效灌注到缺血区域, 导致缺血区域的组织仍然出现严重低灌注的情况。其病理机制与微血栓, 炎症细胞堵塞毛细血管, 内皮损伤与水肿等有关[16]。在急性缺血性卒中 EVT 后, 无复流发生率约 25%~38% [17]。在一项 Samantha Rivet 等人发表的研究中, 在血管造影显示“完全再通(eTICI 2c3)”的患者中, 如果存在无复流现象(组织水平低灌注), 其 90 天功能独立率(43.33%)显著低于灌注良好的完全再通患者(67.50%), 无再流患者的预后与血栓切除失败的患者相似, 没有统计学差异。无再流患者的最终梗死体积与失败组、部分再通组相当, 但比灌注良好的完全再通组更大[18]。

无复流是徒劳的再通的直接表现: 25%~38% 的患者虽实现血管解剖再通, 但因毛细血管堵塞、内皮损伤, 缺血区域仍无有效血流, 最终梗死体积与再通失败患者相当, 完全未实现 EVT 的治疗目标。

5. 治疗后评估与长期管理的挑战: “徒劳的再通”的延续

5.1. 影像学评估的难点

评估标准的不统一: 不同研究和临床实践中使用的影像学评估标准存在差异, 如对缺血核心、半暗带、侧支循环等的定义和测量方法不一致, 导致结果难以比较和整合[19]。

影像学不匹配问题: ASPECTS 评分与 CT 灌注成像之间可能存在不匹配现象, 即低 ASPECTS 评分但缺血核心小或高 ASPECTS 评分但缺血核心大的情况, 这给治疗决策带来困难[20]。研究显示, 约 16% 的患者在平扫 CT 上的 ASPECTS 和 CT 灌注上的缺血核心不匹配, 表现为低 ASPECTS 与小缺血核心(LASC)或高 ASPECTS 与大缺血核心(HALC) [20]。

评估者间一致性问题: 影像学评估存在明显的主观性, 不同评估者之间的一致性不高。特别是在 EVT

术后出血转化的评估中, 不同医生对出血类型和严重程度的判断可能存在显著差异[21]。

术后影像学评估的缺陷会间接加剧徒劳的再通: 若无法及时识别无复流、早期出血转化等再通后风险信号, 会导致干预延迟, 使可逆性灌注不足发展为不可逆梗死, 进一步放大解剖再通但临床无效的后果。

5.2. 长期管理的多重挑战:

长期管理的不当是徒劳的再通的延续性诱因, 其中术后血压控制和抗栓药物选择是核心临床问题, 直接影响再通后的功能维持。

5.2.1. 术后长期血压控制: “控压获益”与“灌注风险”的权衡困境

目前临床争议集中于“严格降压”与“宽松降压”的选择。2024 AHA 指南虽明确普通高血压人群的长期控制目标为 SBP/DBP < 130/80 mmHg (证据水平(Level of Evidence, LOE) A), 但这一标准难以直接套用于 EVT 术后患者[22]。Meta 分析揭示的核心机制——脑血流自动调节功能受损, 在长期管理中更为突出: EVT 患者多合并慢性高血压, 其脑血流自动调节曲线已右移, 即需要更高的血压才能维持脑灌注; 若长期遵循 < 130/80 mmHg 的通用目标, 可能导致缺血半暗带(即使短期再通后, 仍可能存在微循环灌注不足)持续低灌注, 反而促进脑损伤进展, 形成“再通后远期脑缺血”, 延续“徒劳”结局[23]。同时, Meta 分析中强化控压增加不良预后的结论, 提示 EVT 术后患者的长期血压目标需个体化分层, 而非套用通用标准。但目前临床缺乏针对 EVT 术后人群的长期证据, 医生常陷入“控压怕低灌注、不控怕出血”的两难[23]。

5.2.2. 抗栓药物选择: “获益有限”与“出血隐患”的平衡难题

EVT 术后长期抗栓治疗的核心目标是预防卒中复发, 但徒劳的再通中“再通后出血风险升高”的特征, 在长期用药中演变为更复杂的风险博弈

2024 AHA 指南对卒中一级预防的抗血小板推荐明确指出: “对 ≥ 70 岁人群或慢性肾病患者, 阿司匹林一级预防无效(LOE A/B-NR); 对糖尿病或心血管高危人群, 阿司匹林预防首次卒中的证据不充分(LOE A)。”这一结论直接影响 EVT 术后长期抗血小板策略: EVT 患者多为老年、合并多血管危险因素(如高血压、糖尿病), 若长期使用阿司匹林, 不仅可能无法降低卒中复发风险, 还可能因徒劳的再通后脑血管壁脆弱(如取栓相关血管损伤、脑微出血), 增加颅内出血风险[22]。

更关键的是, 2024 AHA 指南明确“对左心室收缩功能不全(LVEF $\leq 35\%\sim 40\%$)且无 AF 或左心室血栓的患者, 抗凝无效且出血风险高(LOE B-R)”——这部分患者若接受 EVT, 长期抗栓选择更为棘手: 不用抗凝则血栓风险高, 用抗凝则出血风险高, 最终可能陷入不用药复发、用药出血的“徒劳”循环[22]。

6. 结论

EVT 虽提升 LVO 患者再通率, 但“徒劳的再通”贯穿全流程, 是核心困境。研究明确: 筛选不足(Mismatch 缺陷、特殊人群评估缺失)是源头, MeVO 因器械适配差成高发场景, 再灌注损伤是病理核心, 术后评估与管理不当延续“徒劳”结局, 形成“再通 $\neq$ 获益”链条。

未来需聚焦三方向: 一是开发多维度筛选体系, 优化特殊人群评估; 二是研发 MeVO/ICAS 专用器械, 提升再通质量; 三是制定分层血压目标与抗栓方案, 完善随访。随着机制理解深化与技术创新, EVT 将突破解剖再通局限, 实现临床获益最大化。

项目基金

吉林省发展和改革委员会(项目名称: 吉林省精准医学药物基因组学临床转化工程研究中心建设, 项

目编号: 2021C108)。

参考文献

- [1] Raha, O., Hall, C., Malik, A., D'Anna, L., Lobotesis, K., Kwan, J., *et al.* (2023) Advances in Mechanical Thrombectomy for Acute Ischaemic Stroke. *BMJ Medicine*, **2**, e000407. <https://doi.org/10.1136/bmjmed-2022-000407>
- [2] Powers, W.J., Rabinstein, A.A., Ackerson, T., Adeoye, O.M., Bambakidis, N.C., Becker, K., *et al.* (2019) Guidelines for the Early Management of Patients with Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, **50**, e344-e418. <https://doi.org/10.1161/str.0000000000000211>
- [3] Subramaniam, J.C., Cheung, A., Manning, N., Whitley, J., Cordato, D., Zagami, A., *et al.* (2023) Most Endovascular Thrombectomy Patients Have Target Mismatch Despite Absence of Formal CT Perfusion Selection Criteria. *PLOS ONE*, **18**, e0285679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285679>
- [4] Hellegering, J., Uyttenboogaart, M., Bokkers, R.P.H., Moumni, M.E., Zeebregts, C.J. and van der Laan, M.J. (2020) Treatment of the Extracranial Carotid Artery in Tandem Lesions during Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Translational Medicine*, **8**, 1278-1278. <https://doi.org/10.21037/atm-2020-cass-17>
- [5] Oliveira, R., Correia, M.A., Marto, J.P., Carvalho Dias, M., Mohamed, G.A., Nguyen, T.N., *et al.* (2023) Reocclusion after Successful Endovascular Treatment in Acute Ischemic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, **15**, 964-970. <https://doi.org/10.1136/jnis-2022-019382>
- [6] Abdalkader, M., Finitis, S., Li, C., Hu, W., Liu, X., Ji, X., *et al.* (2023) Endovascular versus Medical Management of Acute Basilar Artery Occlusion: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Randomized Controlled Trials. *Journal of Stroke*, **25**, 81-91. <https://doi.org/10.5853/jos.2022.03755>
- [7] Liu, X., Xu, G., Liu, Y., Zhu, W., Ma, M., Xiong, Y., *et al.* (2017) Acute Basilar Artery Occlusion: Endovascular Interventions versus Standard Medical Treatment (BEST) Trial—Design and Protocol for a Randomized, Controlled, Multi-center Study. *International Journal of Stroke*, **12**, 779-785. <https://doi.org/10.1177/1747493017701153>
- [8] Zhang, L., Su, F., Zhang, J., Xu, J., Zhao, M., Li, D., *et al.* (2024) Mechanical Thrombectomy for Treatment of Acute Cerebral Infarction Due to Distal Medium Vessel Occlusions: A Retrospective Cohort Study. *Brain and Behavior*, **14**, e70119. <https://doi.org/10.1002/brb3.70119>
- [9] Psychogios, M., Brehm, A., Ribo, M., Rizzo, F., Strbian, D., Rätty, S., *et al.* (2025) Endovascular Treatment for Stroke Due to Occlusion of Medium or Distal Vessels. *New England Journal of Medicine*, **392**, 1374-1384. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2408954>
- [10] Goyal, M., Ospel, J.M., Ganesh, A., Dowlatshahi, D., Volders, D., Möhlenbruch, M.A., *et al.* (2025) Endovascular Treatment of Stroke Due to Medium-Vessel Occlusion. *New England Journal of Medicine*, **392**, 1385-1395. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2411668>
- [11] Saver, J.L., Chapot, R., Agid, R., Hassan, A.E., Jadhav, A.P., Liebeskind, D.S., *et al.* (2020) Thrombectomy for Distal, Medium Vessel Occlusions: A Consensus Statement on Present Knowledge and Promising Directions. *Stroke*, **51**, 2872-2884. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.120.028956>
- [12] Kashani, N., Cimflova, P., Ospel, J.M., Kappelhof, M., Singh, N., McDonough, R.V., *et al.* (2023) Desired Qualities of Endovascular Tools and Barriers to Treating Medium Vessel Occlusion MeVO: Insights from the MeVO-Frontiers International Survey. *Clinical Neuroradiology*, **33**, 155-160. <https://doi.org/10.1007/s00062-022-01196-5>
- [13] Hua, X., Liu, M. and Wu, S. (2023) Definition, Prediction, Prevention and Management of Patients with Severe Ischemic Stroke and Large Infarction. *Chinese Medical Journal*, **136**, 2912-2922. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000002885>
- [14] Ng, F.C., Churilov, L., Yassi, N., Kleinig, T.J., Thijs, V., Wu, T.Y., *et al.* (2022) Microvascular Dysfunction in Blood-Brain Barrier Disruption and Hypoperfusion within the Infarct Posttreatment Are Associated with Cerebral Edema. *Stroke*, **53**, 1597-1605. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.121.036104>
- [15] Zhang, L., Li, J., Yang, B., Li, W., Wang, X., Zou, M., *et al.* (2023) The Risk and Outcome of Malignant Brain Edema in Post-Mechanical Thrombectomy: Acute Ischemic Stroke by Anterior Circulation Occlusion. *European Journal of Medical Research*, **28**, Article No. 435. <https://doi.org/10.1186/s40001-023-01414-x>
- [16] Zhang, Y., Jiang, M., Gao, Y., Zhao, W., Wu, C., Li, C., *et al.* (2024) “No-Reflow” Phenomenon in Acute Ischemic Stroke. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, **44**, 19-37. <https://doi.org/10.1177/0271678x231208476>
- [17] Nie, X., Leng, X., Miao, Z., Fisher, M. and Liu, L. (2023) Clinically Ineffective Reperfusion after Endovascular Therapy in Acute Ischemic Stroke. *Stroke*, **54**, 873-881. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.122.038466>
- [18] Rivet, S., Churilov, L., Yassi, N., Kleinig, T.J., Thijs, V.S., Wu, T.Y., *et al.* (2025) Persistent Tissue-Level

- Hypoperfusion (No-Reflow) Negates the Clinical Benefit of Successful Thrombectomy. *Stroke*, **56**, 1451-1459. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.124.049574>
- [19] Martinon, E., Lefevre, P.H., Thouant, P., Osseby, G.V., Ricolfi, F. and Chavent, A. (2014) Collateral Circulation in Acute Stroke: Assessing Methods and Impact: A Literature Review. *Journal of Neuroradiology*, **41**, 97-107. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2014.02.001>
- [20] Xing, P., Zhou, X., Shen, F., Zhou, Y., Shen, H., Zhang, L., *et al.* (2023) Imaging Mismatch between Alberta Stroke Program Early CT Score and Perfusion Imaging May Be a Good Variable for Endovascular Treatment. *European Radiology*, **33**, 2629-2637. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-09273-6>
- [21] Seners, P., Wouters, A., Maier, B., Boisseau, W., Gory, B., Heit, J.J., *et al.* (2023) Role of Brain Imaging in the Prediction of Intracerebral Hemorrhage Following Endovascular Therapy for Acute Stroke. *Stroke*, **54**, 2192-2203. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.123.040806>
- [22] Bushnell, C., Kernan, W.N., Sharrief, A.Z., Chaturvedi, S., Cole, J.W., Cornwell, W.K., *et al.* (2024) 2024 Guideline for the Primary Prevention of Stroke: A Guideline from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, **55**, e344-e424. <https://doi.org/10.1161/str.0000000000000475>
- [23] Abuelazm, M., Khildj, Y., Ibrahim, A.A., Mahmoud, A., Amin, A.M., Gowaily, I., *et al.* (2024) Intensive Blood Pressure Control after Endovascular Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Neuroradiology*, **34**, 563-575. <https://doi.org/10.1007/s00062-024-01391-6>