

# 急性缺血性卒中中等血管闭塞管理 中国专家共识2024（转载）

中国卒中学会神经介入分会

通信作者单位:首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心介入神经病学学科(缪中荣),北京 100070;陆军军医大学西南医院神经内科(陈康宁),重庆 400038

通信作者:缪中荣,E-mail: zhongrongm@163.com; 陈康宁,E-mail: ckn\_640827@126.com

**【摘要】**《急性缺血性卒中中等血管闭塞管理中国专家共识 2024》是由中国卒中学会神经介入分会组织专家根据近年来血管内治疗急性颅内中等血管闭塞领域研究的新进展和新的循证医学证据进行的分析和总结。此次共识编写涵盖颅内中等血管的定义,中等血管闭塞的发病率、预后、诊断、静脉/动脉溶栓治疗、血管内治疗以及具体的血管内治疗技术等内容,旨在为从事卒中防治尤其是急性缺血性卒中血管内治疗、护理及康复的相关专业人员和社会工作者,以及政府相关管理机构、卫生事业管理人员、医药企业、卫生保健需求方和其他利益相关者提供指导意见。

**【关键词】** 血管内治疗;中等血管闭塞;缺血性卒中;专家共识;证据;推荐

**【文章编号】** 2095-834X(2024)12-01-21

**DOI:** 10.26939/j.cnki.CN11-9353/R.2024.12.001

**本文著录格式:** 中国卒中学会神经介入分会,急性缺血性卒中中等血管闭塞管理中国专家共识 2024(转载)[J].当代介入医学电子杂志,2024,1(12):01-21.

## Chinese expert consensus on the management of medium vessel occlusion in acute ischemic stroke 2024(reprinted)

Chinese Interventional Neuroradiology Society of Chinese Stroke Association.

Department of Interventional Neuroradiology, Department of Neurology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China (Miao Zhongrong); Department of Neurology, The Southwest Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China (Chen Kangning)

Corresponding Author: Miao Zhongrong, E-mail: zhongrongm@163.com; Chen Kangning, E-mail: ckn\_640827@126.com

**【Abstract】** Chinese Expert Consensus on the Management of Medium Vessel Occlusion in Acute Ischemic Stroke 2024 is a summary and analysis conducted by experts organized by the Chinese Interventional Neuroradiology Society of Chinese Stroke Association, based on recent advancements and new evidence-based medical findings in the field of endovascular treatment for acute intracranial medium vessel occlusion. This consensus covers the definition of intracranial medium vessels, the incidence, prognosis, diagnosis, intravenous thrombolysis/intra-arterial thrombolysis, endovascular treatment, and specific techniques of endovascular treatment. The aim is to provide guidance for professionals and social workers engaged in stroke prevention and treatment, especially those specializing in endovascular treatment, nursing, and rehabilitation of acute ischemic stroke, as well as relevant governmental agencies, healthcare administrators, pharmaceutical companies, healthcare demand parties, and other stakeholders.

**【Keywords】** Endovascular treatment; Medium vessel occlusion; Ischemic stroke; Expert consensus; Evidence; Recommendation

### 1 推荐形成和分级说明

大血管闭塞(large vessel occlusion, LVO)所致急

性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)患者可以从  
血管开通中获益已经被证实 10 年,血管内治疗为 LVO

所致 AIS 提供了更多良好预后的可能,但对远端中等血管闭塞(medium vessel occlusion, MeVO)所致 AIS 能否与 LVO 所致 AIS 一样可以从血管开通中获益,目前仍不明确。

虽然与 LVO 相比,MeVO 所致 AIS 的脑缺血范围较小,但依然具有较高的致残和致死率,影响患者的临床预后<sup>[1-4]</sup>。近年来,MeVO 的开通治疗得到了更多的关注。本共识结合最新的临床研究成果和专家意见,对 MeVO 所致 AIS 的临床评估和血管内治疗策略提供意见和建议,旨在推进临床对 MeVO 的认识和规范化治疗。

本共识采用改良德尔菲法,使用 Likert 5 分量表表示同意程度,以专家投票的形式决定推荐分级。每项推荐设置 5 个选项:①强推荐(5 分);②弱推荐(4 分);③无明确推荐意见(3 分);④弱不推荐(2 分);⑤强不推荐(1 分)。在每一轮投票中,分别计算每个选项的平均分、中位分、四分位间距和得分在中位之外的投票占比;简化推荐分级标准,计算 $\geq 4$  分的专家投票占比和投票平均分,将推荐意见分级分为 I 级、II 级、III 级、IV 级。推荐分级见表 1。

## 2 中等血管闭塞的定义

传统的 MeVO 是指管腔直径 0.75~2 mm 的脑血管闭塞,这个概念最大的争议在大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA) M2 段(直径 1.1~2.1 mm 的 M2 段)闭塞是否属于 MeVO。远端取栓峰会小组(Distal Thrombectomy Summit Group)最近提出了一种界定远端中等血管的概念,该概念不仅考虑脑血管的直径,还同时考虑闭塞的远近与血管的迂曲程度,相对于近端 LVO, MeVO 包括以下血管闭塞且血管直径在 0.75~2 mm,涵盖脑血管 25 个解剖节段和 34 个动脉分支:①MCA 的 M2~M4 段;②大脑前动脉(anterior cerebral artery, ACA);③小脑前下动脉(anterior inferior cerebellar artery, AICA);④小脑后下动脉(posterior inferior cerebellar artery, PICA);⑤小脑上动脉(superior cerebellar artery, SCA);⑥大脑后动脉(posterior cerebral artery, PCA)<sup>[5]</sup>。

这种纯解剖学的定义其实并不全面,鉴于解剖学和临床症状的可变性,将来进一步基于形态学特征(血

管解剖、直径)和临床神经功能缺损(与血管闭塞对应的症状)的多维定义可能优于单纯的解剖学定义<sup>[6]</sup>。例如,在上述定义中,对 MCA M2 段闭塞的争议较大,如果是 MCA M2 段优势干闭塞,其血管直径及对应的临床表现与 MCA M1 段闭塞非常相似;相反,如果是 MCA M2 段非优势干闭塞,其血管直径及对应的临床表现则与 MCA M3 段闭塞相似<sup>[7]</sup>。因此,2020 年 Goyal 等<sup>[6]</sup>建议,对 MeVO 的定义应在解剖学和血管直径(MCA M2/M3/M4 段, ACA A2/A3/A4 段和 PCA P2/P3/P4 段,且直径为 1~3 mm)的基础上,补充对血管闭塞导致神经功能缺损的界定,即 NIHSS 评分 $\geq 5$  分和(或) NIHSS 评分 $\leq 4$  分的致残性卒中(如严重的失语、严重的偏盲等)。即除了要考虑影像诊断的 MeVO,对远端中等血管供血区域的功能,以及血管闭塞所致神经功能缺损的评价对做出是否采取血管内治疗的决策也至关重要<sup>[8]</sup>。

目前正在进行的 MeVO 相关随机对照试验如血管内治疗提高 MeVO 预后(endovascular treatment to improve outcomes for medium vessel occlusions, ESCAPE-MeVO, 注册号:NCT05151172)研究、血管内治疗联合最佳内科治疗对比最佳内科治疗 MeVO 卒中(endovascular therapy plus best medical treatment versus best medical treatment alone for medium vessel occlusion stroke, DISTAL, 注册号:NCT05029414)研究、评估血管内取栓治疗远端动脉闭塞 AIS (evaluation of mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke related to a distal arterial occlusion, DISCOUNT, 注册号:NCT05030142)研究、可调节小轮廓支架治疗远端缺血性卒中(distal ischemic stroke treatment with adjustable low-profile stentriever, DISTALS, 注册号:NCT05152524)研究、评估血管内治疗急性颅内 MeVO 卒中(evaluation of endovascular treatment in acute intracranial distal medium vessel occlusion stroke, ORIENTAL-MeVO, 注册号:NCT06146790)研究以及血管内治疗对比标准内科治疗 MeVO 的临床预后和安全性随机对照试验(randomized controlled trial of the clinical outcome and safety of endovascular versus standard medical therapy for stroke with medium sized vessel occlusion, Frontier AP, 注册号:ACTRN12621001746820p)等,均对 MeVO 的解剖特征

表 1 共识推荐分级及其意义  
Table 1 Consensus recommendation level and its meaning

| 推荐分级            | 意义  |
|-----------------|---|
| I 级(一致推荐)       | 100% 的专家投票 $\geq 4$ 分                           |
| II 级(强推荐)       | 75%~99% 的专家投票 $\geq 4$ 分,且平均分 $>4$ 分            |
| III 级(弱推荐)      | $\geq 50\%$ 的专家投票 $\geq 4$ 分,但不能满足 II 级推荐中的任一条件 |
| IV 级(专家未达成一致结论) | $<50\%$ 的专家投票 $\geq 4$ 分                        |

和闭塞所致神经功能缺损进行了界定。其中 ESCAPE-MeVO 研究中 MeVO 的定义为 MCA M2/M3 段、ACA A2/A3 段、PCA P2/P3 段闭塞合并 NIHSS 评分 >5 分或 NIHSS 评分 3~5 分且存在致残性临床症状;DISTAL 研究中 MeVO 的定义为同等优势或非优势的 MCA M2 段、MCA M3/M4 段、ACA A1/A2/A3 段或 PCA P1/P2/P3 段闭塞合并 NIHSS 评分  $\geq 4$  分或合并致残性临床症状;DISCOUNT 研究中 MeVO 的定义为 MCA 远端 M2/M3 段、PCA P1/P2/P3 段、ACA A1/A2/A3 段合并 NIHSS 评分  $\geq 5$  分;DISTALS 研究中 MeVO 的定义为 ACA、MCA M2/M3 段或 PCA 合并远端血管直径  $\geq 1.5$  mm, NIHSS 评分 4~24 分或 NIHSS 评分 2~24 分且存在失语和(或)偏盲;ORIENTAL-MeVO 研究中 MeVO 的定义为 ACA、MCA M2 段(直径  $\leq 2.5$  mm)、MCA M3 段、PCA 合并 NIHSS 评分 >5 分或 NIHSS 评分 3~5 分且存在失语、偏盲或偏瘫/单侧肢体功能丧失等致残症状;Frontier AP 中 MeVO 的定义为 MCA M2 段(近、中和远)/M3 段,ACA A1 段,或 A2 段伴 NIHSS 评分  $\geq 5$  分或 NIHSS 评分 <5 分合并失语。

#### 推荐意见

MeVO 的定义应综合考虑解剖节段、血管直径和临床症状(Ⅱ级推荐):

①具体血管包括 MCA M2~M4 段、ACA A1~A4 段、PCA P1~P4 段、AICA、PICA 和 SCA,且血管直径为 0.75~2 mm。

②临床症状:NIHSS 评分 >5 分或 NIHSS 评分 3~5 分伴有严重失语、偏盲或偏瘫/单侧肢体功能丧失等致残性临床症状。

### 3 中等血管闭塞的发生率及预后

基于既往 LVO 性卒中相关研究的亚组分析发现,MeVO 在 AIS 中占 25%~40%<sup>[5,9-14]</sup>。MeVO 可以是原发于中等血管的闭塞(常见原因为动脉粥样硬化),也可以是继发于 LVO 血管内治疗导致的远端栓塞,后者约占临床相关病例的 14%<sup>[15-17]</sup>。

继发性 MeVO 占有所有 MeVO 的 20%~40%,按照发生时机不同可分为自发性继发 MeVO 和治疗后继发 MeVO。其中自发性继发 MeVO 是在没有任何干预和治疗的情况下,血栓破碎并迁移到 MeVO,可发生于 14% 的 LVO 患者;治疗后继发 MeVO 可发生在静脉溶栓或血管内治疗之后。按照血栓栓塞流域不同,继发性 MeVO 可分为两种情况:一种是继发性新的流域栓塞,主要结果是导致新部位的脑组织缺血;另一种是继发性远端血管栓塞,主要导致再灌注不良<sup>[16]</sup>。前者常见于治疗 MCA 时导致的 ACA 栓塞,后者常见于治疗颈内动脉末端闭塞时导致的 MCA 及其分支和(或)

ACA 及其分支栓塞<sup>[5]</sup>。

2023 年,Liu 等<sup>[18]</sup>报道了一项 2018 年 1 月 1 日—2020 年 12 月 31 日基于美国奥姆斯特德县居民的 MeVO 发生率调查,其中 MeVO 的定义为 MCA M2 段、ACA A2 段、PCA P1 段及小脑动脉闭塞。该研究共筛选了 1 718 例 AIS 患者,有 77 例患者符合 MeVO,按奥姆斯特德县人口计算 MeVO 的年发生率为 16/10 万(95% CI 12/10 万~19/10 万)。依此推算,美国每年新发 MeVO 患者多达 52 236 例(95% CI 4 0635~64 002 例)。

尽管人们通常认为 MeVO 的临床预后好于 LVO,但研究提示,MeVO 的预后并非想象得那样乐观。Smith 等<sup>[11]</sup>的多中心、前瞻性、观察性研究—筛选技术和预后项目(screening technology and outcome project, STOP)发现,不同部位 MeVO 发病时的平均 NIHSS 评分分别为:MCA M2 段 11.5 分,ACA A1 段 8.5 分、A2 段 12.4 分,PCA P1 段 16.3 分、P2 段 10.4 分。其中 MCA M2 段闭塞患者发病 6 个月时 mRS 评分 3~6 分的比例高达 60%,病死率为 24%;近端 ACA/PCA 闭塞患者 6 个月时 mRS 评分 3~6 分的比例高达 77%,病死率为 8%。研究结果提示 MeVO 患者的预后并不乐观。

2014 年,Lima 等<sup>[19]</sup>报道了一项基于 CTA 判断前循环不同部位血管闭塞患者临床预后的研究。该研究共纳入 126 例 AIS 患者,其中 MCA M2 段闭塞者 48 例(38.1%),患者的基线中位 NIHSS 评分为 7(7~15)分,180 d mRS 评分 2 分的患者比例仅为 54.2%,180 d 时病死率为 20.8%。在入组患者中,如果基线 NIHSS 评分  $\geq 10$  分,则预后更差,其 180 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例仅有 22.7%,180 d 时病死率高达 40.9%。研究结果提示,MCA M2 段闭塞患者的临床预后欠佳。

2015 年,Sheth 等<sup>[20]</sup>报道了单中心 MCA M2 段与 MCA 闭塞患者临床预后研究的结果,发现 M2 段闭塞的患者不但入院时中位 NIHSS 评分与 MCA 闭塞患者的差异无统计学意义(11 分 vs. 16 分,  $P = 0.1$ ),而且出院时 mRS 评分 4~6 分的患者比例与 MCA 闭塞患者的差异也没有达到统计学意义(64% vs. 49%,  $P = 0.13$ )。研究结果提示,MCA M2 段闭塞与 MCA 闭塞的临床结局同样较差。

2018 年,Rai 等<sup>[10]</sup>分析了单中心 116 例 MCA M2 段闭塞患者的临床预后,发现患者入院时的中位 NIHSS 评分为 12(5~18)分,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例仅为 43%,病死率高达 27%,其中 NIHSS 评分  $\geq 9$  分的患者预后更差,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的比例和病死率分别为 22.6% 和 42.0%。患者的预后与入院时 NIHSS 评分  $\geq 9$  分以及是否接受血管内治疗相关。研



究结果提示,MCA M2 段闭塞的患者往往预后不良,血管内治疗可以改善患者的预后。

2020 年,Ospel 等<sup>[3]</sup>报道了未静脉溶栓的 MeVO 患者预后情况:血管再通率为 21.4%,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例也仅为 65.3%;即使进行了最佳药物治疗(如静脉溶栓),90 d 时 mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例仅为 25%,mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例也仅为 50% 左右。

与原发性 MeVO 相比,继发性 MeVO 患者的结局更差。首先,继发性 MeVO 是继发于 LVO,常合并更大的梗死灶以及更为严重的临床症状,且更易出现梗死后出血转化;其次,LVO 的破碎斑块易导致多个远端血管栓塞,造成多发 MeVO,治疗难度更大,发生并发症的风险也更高;再次,继发性 MeVO 常继发于 LVO 血管内治疗,术者易忽略 MeVO 的发生,没有及时采取积极的治疗措施<sup>[16]</sup>。

#### 4 中等血管闭塞的诊断

目前常规的影像评估手段如 MRA 和 CTA 对诊断 LVO 有较好的敏感性和特异性,但在最初的 CTA 检查中却有多达 82.4% 的 MeVO 被漏诊,这是动脉直径的减小和分支解剖结构的多样性所致,更多远端的分支可能会因为空间分辨率的降低而被混淆<sup>[21]</sup>。因此,确定远端血管信号的丢失应该归因于血管闭塞还是解剖差异相对困难。新型的 CTA 和 MRA 技术(如小波 CTA 和 7T MRA)可能会克服这些限制,但目前新技术的应用范围有限<sup>[22-24]</sup>。CTP 可以作为可靠的 MeVO 辅助成像工具,其上显示楔形区域低灌注提示相应血管闭塞,这些血管通常为远端 ACA、MCA 或 PCA<sup>[25-27]</sup>。

2021 年,Duvekot 等<sup>[28]</sup>报道了一项多中心、前瞻性、观察性队列研究,以核心影像实验室判读的结果为诊断的金标准,比较日常临床工作中医师应用 CTA 诊断 LVO 和 MeVO 的准确性。该研究纳入了 656 例患者,核心影像实验室在 155 例患者中检测到 89 例 LVO 和 74 例 MeVO,日常临床医师漏诊了 6 例(7%) LVO 和 28 例(38%) MeVO,其中 MCA M2 段闭塞者 23 例。常规 CTA 检测 LVO 的准确度为 99% (95% CI 98%~100%),敏感度为 93% (95% CI 86%~97%),特异度为 100% (95% CI 99%~100%),而检测 LVO+MeVO 的准确度为 95% (95% CI 93%~96%),敏感度为 79% (95% CI 72%~85%),特异度为 99% (95% CI 98%~100%)。研究结果提示,单独应用 CTA 在日常诊治中可较好地诊断 LVO,但诊断 MeVO 则存在一定的漏诊问题,应进一步改进 MeVO 的诊断方法。

相比普通 CTA,多时相 CTA 对 MeVO 有更高的诊断敏感性。多时相 CTA 可以快速确定侧支血流,并评

估梗死的发展速度,相关血管供血区域下游常可见造影剂延迟<sup>[29]</sup>。CTA 结合  $T_{\max}$  可以改善 MeVO 的诊断,将检出率从单独 CTA 诊断的 70.7% 提高到 90.4% ( $P<0.001$ )<sup>[30]</sup>。Alotaibi 等<sup>[31]</sup>也发现 CTA 联合 CTP 可将单独 CTA 诊断 MeVO 的检出率从 51.6% 提高到 77.0%。

2021 年,Amukotuwa 等<sup>[25]</sup>比较了单独 CTA 与  $T_{\max}$  (RAPID,iSchema View,Menlo Park,CA) 对 MeVO 的诊断价值,发现区域  $T_{\max}$  延迟诊断 MeVO 的敏感度为 100% (95% CI 94.9%~100%),特异度为 87.8% (95% CI 83.6%~91.3%),ROC 的 AUC 为 0.939 (95% CI 0.920~0.957)。4 名不同经验的医师使用该方法判断 MeVO 的敏感度  $>95\%$ ,特异度  $>84\%$ ,诊断的准确性和速度显著高于 CTA ( $P<0.001$ )。研究结果提示,局部  $T_{\max}$  延迟对诊断 MeVO 具有良好的敏感性和特异性,即使是没有诊断经验的医师也能准确、快速地解释  $T_{\max}$  的结果,且能较易识别和排除误报的原因,因此推荐使用  $T_{\max}$  来识别 MeVO 患者。

在目前已发表的观察性研究中,MeVO 的影像学诊断方案存在异质性,这需要更多研究探索以支持建立严格和具体的影像选择标准。有研究认为,对怀疑 MeVO 的患者,直接至导管室行脑血管造影是一种更可靠的方案,该方案对救治时间和预后的影响均优于常规影像筛查,且可能会提高诊断的准确性<sup>[32-33]</sup>。

#### 推荐意见

①与 LVO 的诊断不同,单独应用 CTA 诊断 MeVO 有较高的漏诊率,血管内治疗术前应用多模式 CTA 及结合人工智能自动 CTP 中低灌注分布区域的方法可降低 MeVO 的漏诊率( I 级推荐)。

②脑血管造影仍是诊断 MeVO 的“金标准”,如中心条件允许,对存在低灌注的可疑 MeVO 患者可直接行脑血管造影进行诊断( I 级推荐)。

#### 5 中等血管闭塞的静脉/动脉溶栓治疗

MeVO 的闭塞部位较远,血栓负荷通常较小,因此静脉溶栓治疗可能是安全、经济的治疗方法。

2016 年,一项纳入 26 项研究、2 063 例患者的 meta 分析表明,单纯静脉溶栓后 MCA M2/M3 段部分或完全再通率达 52%,M1 段为 35%,而颈内动脉及基底动脉仅为 13%。研究结果提示单纯静脉溶栓对 MeVO 的血管再通效果优于 LVO<sup>[34]</sup>。2018 年,通过 CTA 寻找新的方法来优化血栓表征以预测静脉注射阿替普酶和其他治疗的早期再通和再灌注( identifying new approaches to optimize thrombus characterization for predicting early recanalization and reperfusion with IV alteplase and other treatments using serial CTA,

INTERRSect)研究也发现,静脉溶栓后,MCA M3段/ACA/PCA有 37.8%的再通率,MCA M2段的再通率为 28.8%,而近端M1段和颈内动脉的再通率仅为 17.2%和 9.6%。该研究同样提示,与LVO相比,单纯静脉溶栓对MeVO有更高的血管再通率<sup>[35]</sup>。

2020年,Ospel等<sup>[3]</sup>报道了一项MeVO静脉rt-PA溶栓的研究结果,该研究共纳入MeVO(MCA M2/M3段、ACA A2/A3段、PCA P2/P3段闭塞)患者256例,其中186例患者接受了静脉rt-PA治疗,结果发现接受静脉rt-PA治疗的患者血管早期再通率明显高于未溶栓治疗的患者(47.2%vs.21.4%, $P=0.003$ ),且早期血管再通与患者获得良好神经功能预后密切相关。研究结果提示,对于MeVO患者,尽管静脉rt-PA治疗较不溶栓有更高的血管再通率,但是血管再通的比例仍不到50%。

尽管静脉溶栓对MeVO有较LVO更高的血管再通率,但也仅有1/4~1/2的患者能通过单纯的静脉溶栓获得血管再通,尤其是在血栓负荷较大时,血管再通的效果并不令人满意<sup>[36]</sup>。目前关于MeVO动脉溶栓的报道较少。最早的MeVO动脉溶栓研究是1999年的尿激酶原治疗急性脑血栓栓塞Ⅱ(prolyse in acute cerebral thromboembolism Ⅱ, PROACT Ⅱ)研究<sup>[37]</sup>。该研究纳入的主要是MCA M1/M2段闭塞患者(其中M2段闭塞者44例),使用尿激酶原动脉溶栓后血管部分或完全再通的比例明显高于对照组(54%vs.17%),且90d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例有增高趋势(52%vs.29%)。

### 推荐意见

①时间窗内静脉溶栓是AIS治疗的基础,发病时间窗内的MeVO患者应积极接受静脉溶栓治疗(I级推荐)。

②即使接受了静脉溶栓治疗,MeVO的血管再通率仍然不高,尤其是在血栓负荷较大时,因此,对于接受了静脉溶栓治疗的MeVO患者,应严密观察其神经功能缺损的变化,做好进一步血管内治疗的准备(I级推荐)。

③动脉溶栓治疗MeVO所致AIS的有效性和安全性尚待进一步研究(Ⅲ级推荐)。

## 6 中等血管闭塞的血管内治疗

**6.1 中等血管闭塞血管内治疗与最佳药物治疗比较**  
2016年,Sarraj等<sup>[38]</sup>报道了一项多中心回顾性队列研究,比较了最佳药物治疗与血管内治疗MCA M2段闭塞的有效性及安全性。研究共纳入了美国10个中心的522例患者,其中最佳药物治疗组234例,血管内治疗组288例。基线指标中,最佳药物治疗组的中位年龄较高(73岁vs.68岁, $P=0.003$ ),静脉溶栓的比例

较高(74.4%vs.59.7%, $P<0.001$ )。研究结果发现,血管内治疗组中90d mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例高于最佳药物治疗组(65.8%vs.35.4%);在校正了年龄、基线NIHSS评分、ASPECTS、静脉溶栓以及最后看起来正常到就诊时间后,血管内治疗患者获得90d良好预后的比例是最佳药物治疗患者的3倍( $OR\ 3.2$ , 95% $CI\ 2.0\sim 5.2$ , $P<0.001$ )。两组的症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, sICH)发生率差异不具有统计学意义(5.6%vs.2.1%, $P=0.10$ )。研究结果提示,与最佳药物治疗相比,血管内治疗MCA M2段闭塞具有更好的疗效以及相似的安全性。

2017年,Qureshi等<sup>[39]</sup>报道了一项单中心血管内治疗与静脉溶栓治疗MCA M2段闭塞的随机对照试验。研究共纳入51例患者,血管内治疗组较静脉溶栓组90d mRS评分 $\leq 1$ 分的患者比例有更高的趋势,但差异未达到统计学意义(38.2%vs.17.6%,未校正 $OR\ 2.9$ , 95% $CI\ 0.7\sim 12.1$ , $P=0.15$ );两组的sICH发生率差异不具有统计学意义(5.9%vs.11.8%, $P=0.47$ );在3个月病死率[校正 $OR$ (adjusted  $OR$ ,  $aOR$ )0.1, 95% $CI\ 0.1\sim 0.8$ , $P=0.031$ ]和9个月病死率( $aOR\ 0.1$ , 95% $CI\ 0.1\sim 0.7$ , $P=0.022$ )方面,血管内治疗组均显著低于静脉溶栓组。研究结果提示,对于MCA M2段闭塞,血管内治疗可明显降低患者的病死率,且有使更多患者获得功能独立的趋势。

2019年发表的多项血管内治疗卒中试验再灌注高效评价(highly effective reperfusion evaluated in multiple endovascular stroke trials, HERMES)研究对2015年发表的7项大型随机对照试验中的130例MCA M2段闭塞患者的血管内治疗效果进行了汇总分析<sup>[7]</sup>。数据分析显示,有59%的MCA M2段闭塞患者经血管内治疗后mTICI $\geq 2b$ 级;与药物治疗组相比,血管内治疗组90d mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例增高(58%vs.40%, $P=0.03$ );血管内治疗组sICH的发生率为0,而药物治疗组为7.9%。研究结果提示,MCA M2段闭塞患者是可以通过血管内治疗明显获益的,而且安全性较高。

2021年,Meyer等<sup>[40]</sup>报道了一项国际多中心病例对照研究,对比了PCA P2/P3段闭塞患者血管内治疗与最佳药物治疗的有效性及安全性。研究通过倾向评分匹配纳入184例患者,出院时血管内治疗组与最佳药物治疗组NIHSS评分减分率的差异不具有统计学意义;亚组分析发现,入院时NIHSS评分 $\geq 10$ 分与NIHSS评分 $\leq 9$ 分亚组人群的入院到出院平均NIHSS评分减分差异有统计学意义(MD-5.6分, 95% $CI$ -10.9~-0.2分, $P=0.04$ )。该研究结果提示,在PCA P2/P3段闭塞患者人群中,与最佳药物治疗(有或没有静脉溶栓)相比,血管内治疗是一种安全且技术上可行



的有效治疗选择。

2021 年, Wang 等<sup>[41]</sup> 发表了比较 M2 段闭塞接受血管内治疗与最佳药物治疗的 meta 分析, 共纳入 4 项研究中的 1 016 例患者, 分析发现, 血管内治疗 M2 段闭塞较最佳药物治疗具有更高的 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分患者比例 ( $RR\ 1.43, 95\% CI\ 1.08\sim1.90, P=0.011$ ), 两种治疗的 sICH 发生率相似 ( $RR\ 1.65, 95\% CI\ 0.66\sim4.13, P=0.286$ ), 但是血管内治疗增加了患者的死亡风险 ( $RR\ 0.46, 95\% CI\ 0.22\sim0.96, P=0.022$ )。研究结果证明, 血管内治疗 MCA M2 段闭塞有效且相对安全。

2022 年 Saber 等<sup>[42]</sup> 报道了一项多中心回顾性研究 (2015 年 1 月—2019 年 12 月), 比较了血管内治疗与最佳药物治疗对 MeVO (ACA 与 MCA 区域) 的效果。研究共纳入 286 例患者, 其中血管内治疗组 156 例, 最佳药物治疗组 130 例, 血管内治疗组的基线 NIHSS 评分高于最佳药物治疗组 (13.9 分 vs. 9.4 分,  $P<0.001$ ), 两组 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例 (51.7% vs. 50.0%,  $P=0.78$ ), 90 d mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例 (38.4% vs. 31.7%,  $P=0.25$ ) 以及 90 d 病死率 (18.7% vs. 11.3%,  $P=0.15$ ) 差异均无统计学意义; 在逆概率处理加权倾向分析后, 两组 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例差异无统计学意义 ( $aOR\ 1.36, 95\% CI\ 0.84\sim2.19, P=0.20$ ), 但 mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例差异具有统计学意义 ( $aOR\ 1.71, 95\% CI\ 1.02\sim2.87, P=0.04$ )。研究结果提示血管内治疗可以作为 MeVO 的治疗选择。

2022 年, Marchal 等<sup>[43]</sup> 报道了一项来自法国的多中心登记研究, 比较了血管内治疗与最佳药物治疗前循环 MeVO 的效果。研究在 2017 年 1 月—2019 年 12 月共纳入 171 例患者, 其中 96 例接受了血管内治疗, 75 例接受了最佳药物治疗。研究结果发现, 血管内治疗组出院时 NIHSS 评分减分优于最佳药物治疗组 ( $aOR\ 3.71, 95\% CI\ 1.18\sim6.24, P=0.004$ ), 血管内治疗与早期神经功能改善相关 ( $aOR\ 3.71, 95\% CI\ 1.18\sim6.24, P=0.004$ ); 亚组分析发现, MCA M2 段闭塞患者中, 血管内治疗组出院时 NIHSS 评分减分优于最佳药物治疗组 ( $aOR\ 5.23, 95\% CI\ 2.18\sim8.29, P=0.001$ ), 血管内治疗与患者早期神经功能改善相关 ( $aOR\ 3.62, 95\% CI\ 1.31\sim10.03, P=0.013$ ), 另外, 两组的 sICH 发生率差异不具有统计学意义。研究结果提示, 对于 MeVO 患者, 尤其是 MCA M2 段闭塞的 MeVO 患者, 血管内治疗较最佳药物治疗安全且有效。

2023 年, Meyer 等<sup>[44]</sup> 报道了血管内治疗与最佳药物治疗 MeVO (ACA A2/A3 段) 国际多中心回顾性注册研究。研究共纳入 154 例患者, 其中 94 例患者

接受了血管内治疗, 60 例患者接受最佳药物治疗。倾向匹配分析发现, 血管内治疗组 24 h 内 NIHSS 评分下降的中位数为 2 分, 最佳药物治疗组为 1 分, 但组间差异未达统计学意义 ( $P=0.52$ ); 两组 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例 (49% vs. 49%,  $P=0.99$ ) 和 90 d 病死率 ( $P=0.36$ ) 差异也没有达到统计学意义。研究结果提示, 血管内治疗 ACA A2/A3 段 MeVO 在技术上可行且安全。

2023 年, Loh<sup>[45]</sup> 对血管内治疗 MeVO 进行了系统回顾及 meta 分析, 纳入了 14 项观察性研究和 2 项随机对照试验, 共 1 202 例患者, 发现血管内治疗较最佳药物治疗有更高的 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分患者比例 ( $aOR\ 1.61, 95\% CI\ 1.06\sim2.43$ ), 但 90 d mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例 ( $OR\ 1.23, 95\% CI\ 0.88\sim1.71$ )、sICH 发生率 ( $OR\ 1.44, 95\% CI\ 0.78\sim2.66$ ) 以及 90 d 病死率 ( $OR\ 1.03, 95\% CI\ 0.73\sim1.45$ ) 与最佳药物治疗相比差异无统计学意义。进一步的分层分析发现, 血管内治疗单独或联合动脉溶栓较最佳药物治疗能获得更高的 90 d mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例 ( $OR\ 1.59, 95\% CI\ 1.13\sim2.23$ ), 但是在基线 NIHSS 评分  $\leq 5$  分的患者人群中, 血管内治疗较最佳药物治疗有更高的 sICH 风险 ( $OR\ 6.30, 95\% CI\ 1.55\sim25.64$ )。研究结果证明血管内治疗 MeVO 较最佳药物治疗有更好的疗效及相似的安全性。

综上所述, 对于 MeVO 患者, 与最佳药物治疗相比, 血管内治疗具有相似的安全性和更高的血管开通率, 并可能带来更好的临床预后, 但仍需高质量的临床研究进一步证实。

**6.2 MeVO 与 LVO 的血管内治疗比较** 2019 年, Kim 等<sup>[46]</sup> 进行了血管内治疗 MCA 闭塞的 meta 分析, 共纳入 8 项研究、650 例患者。研究结果发现, 血管内治疗 MCA M2 段闭塞的成功再灌注 (mTICI  $\geq 2$  级) 率为 69.1%, sICH 发生率为 6.1%, 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 59.4%; 与 MCA M1 段闭塞相比, M2 段闭塞血管内治疗后有相似的血管再通率 ( $OR\ 1.539, 95\% CI\ 0.293\sim8.092, P=0.610$ ) 和 sICH 发生率 ( $OR\ 1.313, 95\% CI\ 0.603\sim2.861, P=0.493$ ), 但有更高的 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例 ( $OR\ 1.639, 95\% CI\ 1.135\sim2.368, P=0.008$ )。研究结果提示血管内治疗 MCA M2 段闭塞是安全、有效的。

2020 年, 日本的 Nakano 等<sup>[47]</sup> 的多中心观察性研究比较了血管内治疗对 MCA M1 段与 M2 段闭塞的有效性, 纳入了 M1 段闭塞患者 160 例, M2 段闭塞患者 51 例。研究结果发现, M2 段闭塞组穿刺到成功血管再通时间较 M1 段闭塞组长 [60 min (38~79 min) vs. 43 min (30~61 min),  $P=0.01$ ],

两组的sICH发生率(2.0% vs. 2.5%,  $P=1.0$ )、血管成功再通率(80.4% vs. 84.4%,  $P=0.52$ )以及 90 d mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例(51.0% vs. 48.8%,  $P=0.872$ )差异均无统计学意义。研究结果提示,血管内治疗MCA M1段闭塞与M2段闭塞有相似的疗效及安全性,但M2段的手术时间可能更长。

2021年,Jumaa等<sup>[48]</sup>报道了一项比较MCA M1段(538例)与M2段(170例)闭塞血管内治疗有效性和安全性的多中心、前瞻性、观察性研究。研究结果发现,M1段闭塞组的基线NIHSS评分高于M2段闭塞组[(17.3 $\pm$ 5.5)分 vs. (15.7 $\pm$ 5.0)分,  $P<0.001$ ],两组的穿刺到成功血管再通时间[(46.0 $\pm$ 27.8) min vs. (45.1 $\pm$ 29.5) min,  $P=0.75$ ]、血管完全再通(mTICI $\geq 2$ b级)率(91% vs. 95%,  $P=0.09$ )和90 d mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例(58% vs. 59%,  $P=0.83$ )差异均无统计学意义,但M2段闭塞组术后24 h内sICH发生率显著高于M1段闭塞组(4% vs. 1%,  $P=0.01$ )。研究结果提示,血管内治疗MCA M2段闭塞尽管有较高的sICH发生率,但是成功再灌注及90 d良好预后的比例与血管内治疗M1段闭塞是相似的。

2022年Shek等<sup>[49]</sup>通过单中心回顾性队列研究比较了血管内治疗前循环MeVO与LVO的有效性和安全性。研究共纳入MeVO患者43例,LVO患者199例,数据分析发现,两组90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例(32.9% vs. 27%)及颅内出血发生率(44.9% vs. 37.2%)差异均无统计学意义。研究结果提示,与LVO相比,MeVO患者接受血管内治疗具有相似的疗效及安全性。

2022年,Sun等<sup>[50]</sup>报道的一项中国的多中心回顾性队列研究也比较了血管内治疗前循环MeVO与LVO的有效性和安全性。研究共纳入MeVO患者147例,同期LVO患者885例,数据分析发现,两组接受血管内治疗后90 d mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例(42.9% vs. 40.6%,  $P=0.601$ )差异无统计学意义,sICH的发生率(4.8% vs. 8.9%,  $P=0.098$ )和90 d病死率(11.6% vs. 14.5%,  $P=0.77$ )差异也无统计学意义,提示MeVO与LVO患者接受血管内治疗的有效性和安全性相似。

2022年,Grossberg等<sup>[51]</sup>报道的血管内治疗LVO与MeVO国际多中心回顾性研究共纳入5 997例LVO和1 287例MeVO患者,分析发现,MeVO不是患者90 d预后不良的预测因子( $P=0.55$ ),但与LVO患者相比,MeVO患者血管内治疗后颅内出血的发生率更高(9% vs. 4%,  $P<0.01$ ),手术时间更长(51 min vs. 33 min,  $P<0.01$ )。研究结果提示,血管内治疗MeVO与LVO具有相似的临床预后,但MeVO的手术时间更

长,且具有较高的颅内出血发生率。

2022年,Herzberg等<sup>[52]</sup>报道了德国卒中登记数据库中血管内治疗MCA M1段与M2段闭塞的有效性和安全性结果。研究者共分析了2 689例M1段闭塞患者和1 115例M2段闭塞患者的数据。基线资料方面:M1段闭塞组的NIHSS评分高于M2段闭塞组[15(10~18)分 vs. 11(6~16)分,  $P<0.001$ ],ASPECTS低于M2段闭塞组[9(7~10)分 vs. 9(8~10)分,  $P<0.001$ ]。终点结局方面:两组的sICH、蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)和手术不良反应发生率等差异均未达统计学意义;术后24 h时NIHSS评分减分 $\geq 4$ 分的患者比例(62.5% vs. 61.4%,  $P=0.57$ )和90 d时病死率(26.9% vs. 22.9%,  $P=0.23$ )的差异也无统计学意义;M2段闭塞组90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例高于M1段闭塞组(46.5% vs. 38.9%,  $P<0.001$ )。研究结果提示,对于MCA M2段闭塞,血管内治疗的安全性及与M1段闭塞相似,且临床预后更佳。

2023年,Schulze-Zachau等<sup>[53]</sup>在25个中心通过回顾性队列研究比较了血管内治疗LVO与MeVO血管穿孔的发生率。研究在2015年1月—2022年9月共纳入25 769例患者,其中LVO组20 645例(80.1%)、MeVO组5 124例(19.9%),MeVO组的术前NIHSS评分低于LVO组[(13.2 $\pm$ 6.3)分 vs. (14.8 $\pm$ 7.3)分,  $P=0.049$ ],血管穿孔发生率高于LVO组(2.4% vs. 1.0%,  $P<0.001$ ),尽管如此,MeVO血管穿孔患者90 d mRS评分 $\leq 2$ 分的比例却高于LVO血管穿孔患者(25.7% vs. 10.9%,  $P=0.001$ )。血管穿孔主要发生在器械通过闭塞部位和支架/吸栓导管回撤这两个步骤。研究结果提示,血管内治疗MeVO较LVO有更高的血管穿孔风险,手术过程中,器械通过闭塞部位和回撤取栓器械时应警惕血管穿孔的发生。

2024年,Cascio Rizzo等<sup>[54]</sup>报道了一项单中心血管内治疗MeVO的结果,共纳入114例患者(占该中心同期接受血管内治疗患者的33.4%)。与LVO相比,血管内治疗原发性MeVO并发症的发生率较高( $aOR 3.77$ , 95%  $CI 1.58\sim 9.00$ ,  $P=0.003$ ),血管开通(eTICI $\geq 2$ b级)率( $aOR 0.32$ , 95%  $CI 0.12\sim 0.88$ ,  $P=0.027$ )和90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例( $aOR 0.28$ , 95%  $CI 0.13\sim 0.63$ ,  $P=0.002$ )较低。对于继发性MeVO患者,血管内治疗的疗效和安全性与LVO患者相比差异无统计学意义。相比原发性MeVO,继发性MeVO血管内治疗90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例较高( $aOR 8.00$ , 95%  $CI 2.12\sim 30.17$ ,  $P=0.002$ )。研究结果提示,血管内治疗原发性MeVO和继发性MeVO的有效性和安全性有所差异。

综上所述,虽然血管内治疗原发性MeVO和继发



性 MeVO 的有效性和安全性可能有所不同,但与 LVO 相比,血管内治疗对 MeVO 具有相似的疗效和安全性。对 MeVO 患者进行血管内治疗时,应警惕取栓时器械对远端小血管的牵拉,谨慎操作,以避免血管穿孔的发生。

**6.3 MeVO 血管内治疗研究现状** 2016 年,Coutinho 等<sup>[55]</sup>对 Solitaire 装置取栓用于急性血管闭塞再通 (Solitaire flow restoration thrombectomy for acute revascularization, STAR) 研究、Solitaire 装置与 Merci 装置治疗 AIS (Solitaire flow restoration device versus the Merci retriever in patients with acute ischaemic stroke, SWIFT) 研究和 Solitaire<sup>TM</sup> 用于血栓切除的血管内治疗试验 (Solitaire<sup>TM</sup> with the intention for thrombectomy as primary endovascular treatment trial, SWIFT-PRIME) 3 项大型多中心前瞻性研究中血管内治疗 MCA M2 段闭塞患者的资料进行了事后分析。研究共纳入了 50 例 MCA M2 段闭塞患者,平均基线 NIHSS 评分为 13 分,数据分析发现,血管内治疗的成功血管再通 (mTICI  $\geq$  2b 级) 率为 85%,90 d 时 mRS 评分  $\leq$  2 分的患者比例为 60%,sICH 发生率为 2%。研究结果提示血管内治疗 MeVO 是安全且有效的。

2017 年,Bhogal 等<sup>[56]</sup>报道了一项血管内治疗 MCA M2 段闭塞的单中心回顾性研究结果。研究共纳入 106 例 MCA M2 段闭塞的患者,患者术前平均 NIHSS 评分为 11.8 分,血管成功再通 (mTICI  $\geq$  2b 级) 率为 90.5%,90 d 时 mRS 评分  $\leq$  2 分的患者比例为 54.6%,sICH 发生率为 4.7%,90 d 病死率为 14.1%。研究结果提示,血管内治疗 MCA M2 段闭塞是安全、有效的,对 M2 段闭塞的患者可以考虑选择血管内治疗。

2017 年,Chen 等<sup>[57]</sup>对血管内治疗 MCA M2 段闭塞的研究进行了 meta 分析,共纳入 8 项研究中的 634 例患者,发现血管内治疗 MCA M2 段闭塞的成功血管再通 (mTICI  $\geq$  2b 级) 率为 78%,90 d 时 mRS 评分  $\leq$  2 分的患者比例为 63%,sICH 发生率为 5%。研究结果提示,血管内治疗 MCA M2 段闭塞有较好的安全性,但由于没有与内科治疗进行对比,因此血管内治疗能否真正获益尚不明确。

2018 年,Saber 等<sup>[58]</sup>报道了血管内治疗 MCA M2 段闭塞的 meta 分析结果,共纳入了 12 项研究中的 1 080 例 M2 段闭塞患者,研究结果发现成功血管再通 (mTICI  $\geq$  2b 级) 率为 81% (95% CI 79%~84%),90 d 时 mRS 评分  $\leq$  2 分患者的比例为 59% (95% CI 54%~64%),sICH 的发生率为 10% (95% CI 6%~16%),90 d 病死率为 16% (95% CI 11%~23%)。研究结果显示血管内治疗 MCA M2 段闭塞是安全有效的。

2019 年,Compagne 等<sup>[59]</sup>基于荷兰 AIS 血管内治

疗多中心随机对照临床试验 (multicenter randomized clinical trials of endovascular treatment of acute ischemic stroke in the Netherlands, MR CLEAN) 数据库,回顾性分析了血管内治疗 MCA M2 段闭塞的结果。该研究共纳入 224 例患者,患者入院时中位 NIHSS 评分为 14 分,血管内治疗成功再灌注 (mTICI  $\geq$  2b 级) 率为 57%,sICH 发生率为 7%,90 d 病死率为 22%,90 d 时 mRS 评分  $\leq$  2 分的患者比例为 46%,上述安全性和有效性结局指标水平与 MRCLEAN 数据库中 MCA M1 段闭塞的血管内治疗效果相当。研究结果提示,血管内治疗 MCA M2 段闭塞安全、有效,且其治疗效果与 M1 段闭塞的血管内治疗效果相当。

2021 年,Cappellari 等<sup>[60]</sup>报道了基于意大利 AIS 血管内治疗登记数据库的血管内治疗 MCA M2 段闭塞真实世界回顾性队列研究结果。研究者纳入的患者中,有 156 例接受了单纯血管内治疗,有 266 例接受了静脉溶栓桥接血管内治疗,有 43 例接受了血管内治疗+动脉溶栓。研究结果发现,相比单纯血管内治疗,血管内治疗+动脉溶栓与更高的成功血管再通 (TICI 2b/3 级) 率 (OR 3.281, 95% CI 1.006~10.704) 以及更高的 90 d 时 mRS 评分  $\leq$  1 分 (OR 4.153, 95% CI 1.267~13.612) 和  $\leq$  2 分 (OR 4.497, 95% CI 1.485~13.617) 的患者比例相关;单独动脉溶栓治疗与成功血管再通率低相关 (OR 0.369, 95% CI 0.144~0.948);静脉溶栓桥接血管内治疗与无症状颅内出血发生率高相关 (OR 2.526, 95% CI 1.145~5.571);3 种治疗方法的 sICH 发生率和 90 d 病死率差异无统计学意义。研究结果提示,对于 MCA M2 段闭塞患者,血管内治疗+动脉溶栓治疗优于单独的血管内治疗。

2022 年,Wang 等<sup>[61]</sup>的研究分析了单中心血管内治疗 MeVO 的有效性与安全性 (2018 年 1 月—2021 年 1 月)。该研究共纳入 61 例患者,血管内治疗后出现早期神经功能改善 (定义为手术后 NIHSS 评分减分  $\geq$  8 分或 NIHSS 评分  $\leq$  2 分) 的患者比例达 39%,而且早期神经功能改善的患者 90 d 时 mRS 评分  $\leq$  2 分的比例显著高于没有早期神经功能改善的患者 (83% vs. 43%,  $P = 0.019$ );早期神经功能改善 (OR 12.49, 95% CI 1.49~105.01,  $P = 0.020$ ) 和静脉溶栓 (OR 6.59, 95% CI 1.82~23.89,  $P = 0.004$ ) 是获得良好预后的独立预测因子。研究结果证明血管内治疗 MeVO 有效。

2022 年,Meyer 等<sup>[62]</sup>对一项国际多中心注册研究的数据进行了回顾性分析,探索血管内治疗后循环 MeVO 的安全性和可行性。研究者共纳入 71 例 PCA P2/P3 段闭塞的患者,其中 P2 段闭塞占 80.3%,P3 段



闭塞占 19.7%。第一次取栓后,有 38% 的患者达到 TICI3 级,90 d 内 sICH 的发生率为 2.8%,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例达 44.8%。研究结果提示,对后循环 MeVO 患者进行血管内治疗是安全、可行的。

2022 年,Muszynski 等<sup>[63]</sup>分析了法国多中心 AIS 血管内治疗登记数据库(endovascular treatment in ischemic stroke,ETIS)中 MCA M2 段闭塞患者的治疗效果。研究共纳入了 458 例患者,中位 NIHSS 评分为 14 分,治疗后成功再灌注定义为 TICI 增加  $\geq 1$  级。该研究中 sICH 的发生率为 9.3%,90 d 时达到 mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例为 51.9%,90 d 病死率为 19.6%。进一步分析提示,治疗后成功再灌注可增加患者达到 mRS 评分  $\leq 2$  分( $OR\ 2.79, 95\% CI\ 1.31\sim 5.93, P=0.007$ )的机会,同时降低 90 d 内死亡的风险( $OR\ 0.39, 95\% CI\ 0.19\sim 0.79, P<0.01$ )。研究结果提示,血管内治疗 MCA M2 段闭塞是安全、有效的,成功再灌注与提高患者的良好预后率,降低病死率相关。

2023 年,Alawieh 等<sup>[64]</sup>报道了一项国际多中心血管内治疗 MeVO 的回顾性研究结果。该研究共纳入接受血管内治疗的 7 447 例患者,其中远端 MeVO(MCA M3/M4 段、ACA A2/A3 段、PCA P2/P3 段)213 例。研究结果提示,MeVO 不是患者 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的预测因子( $P=0.467$ ),MeVO 成功血管再通是 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的独立预测因子( $aOR\ 5.11, P<0.05$ ),低龄、接受桥接治疗及入院时 NIHSS 评分低也是 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的独立预测因子;手术过程中取栓次数  $\leq 1$  次( $aOR\ 4.5, P<0.05$ )或  $\leq 3$  次( $aOR\ 2.3, P<0.05$ )是患者 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的预测因子;抽吸取栓和支架取栓对 MeVO 的疗效和安全性相似。研究结果提示,血管内治疗远端 MeVO 在疗效和安全性上与 LVO 的差异不具有统计学意义。

2023 年,Kniep 等<sup>[65]</sup>报道了德国卒中取栓登记库中 MCA M2 段闭塞患者血管内治疗的疗效及其影响因素。在纳入分析的 1 348 例患者中,成功血管再通(TICI  $\geq 2b$  级)率为 84%,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 44.1%,24 h 内 sICH 发生率为 3.1%。成功血管再通( $OR\ 4.27, 95\% CI\ 3.12\sim 5.91, P<0.001$ )、高 ASPECTS( $OR\ 1.25, 95\% CI\ 1.18\sim 1.32, P<0.001$ )、静脉溶栓( $OR\ 1.28, 95\% CI\ 1.07\sim 1.54, P<0.01$ )可提高患者的 90 d 良好预后率,而老年( $OR\ 0.95, 95\% CI\ 0.94\sim 0.95, P<0.001$ )、术前 mRS 评分高( $OR\ 0.36, 95\% CI\ 0.31\sim 0.40, P<0.001$ )、基线 NIHSS 评分高( $OR\ 0.89, 95\% CI\ 0.88\sim 0.91, P<0.001$ )、糖尿病( $OR\ 0.52, 95\% CI\ 0.42\sim 0.64, P<0.001$ )、取栓次数多( $OR\ 0.75, 95\% CI\ 0.70\sim 0.80, P<0.001$ )以及颅内出血( $OR$

$0.26, 95\% CI\ 0.14\sim 0.46, P<0.001$ )则降低患者 90 d 良好预后的可能。研究结果提示,血管内治疗 MCA M2 段闭塞安全且有效,治疗时应根据影响患者预后的因素选择适合的患者。

2023 年,Winkelmeier 等<sup>[66]</sup>回顾性分析了德国卒中登记数据库中 1 078 例血管内治疗 MCA M2 段闭塞患者的资料,结果显示,成功血管再通(TICI  $\geq 2b$  级)率为 87.1%,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 51.9%,24 h 内 sICH 发生率为 3.1%;取栓次数  $\geq 4$  次与患者预后不良及颅内出血相关。研究结果提示,血管内治疗 MeVO 是安全有效的,尤其是对取栓次数 3 次以内,成功血管开通的患者。

2023 年,Radu 等<sup>[67]</sup>报道的国际多中心回顾性研究对血管内治疗 MeVO 的疗效以及一次性血管再通对患者预后的影响进行了分析。该研究共纳入 836 例患者,数据分析发现,血管内治疗后,MeVO 患者 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的比例为 60.0%,sICH 发生率为 0.9%。研究中有 302 例患者获得了一次性成功血管再通(mTICI 3 级),高血压( $aOR\ 1.55, 95\% CI\ 1.10\sim 2.20$ )和低 NIHSS 评分( $aOR\ 0.95, 95\% CI\ 0.93\sim 0.97$ )与一次性血管再通相关;一次性成功血管再通组 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例高于非一次性成功血管再通组(72.8% vs. 52.8%,  $P<0.001$ ),同时 90 d 病死率(6.6% vs. 15.7%,  $P<0.001$ )和颅内出血发生率(22.8% vs. 36.5%,  $P<0.001$ )低于非一次性成功血管再通组。一次性成功血管再通与患者获得 90 d 良好预后独立相关( $aOR\ 2.20, 95\% CI\ 1.59\sim 3.05$ )。研究结果提示,血管内治疗 MeVO 是安全、有效的,且一次性成功血管再通与患者获得良好预后独立相关。

2023 年,Rodriguez-Calienes 等<sup>[68]</sup>对血管内治疗 MeVO 的相关研究进行了 meta 分析,共纳入了 29 项研究,1 262 例患者。数据分析显示,在 971 例原发性 MeVO 患者中,成功血管再通(TICI  $\geq 2b$  级)率为 84% (95%  $CI\ 76\%\sim 90\%$ ),90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 64% (95%  $CI\ 54\%\sim 72\%$ ),90 d 病死率为 12% (95%  $CI\ 8\%\sim 18\%$ ),sICH 发生率为 6% (95%  $CI\ 4\%\sim 10\%$ );在 291 例继发性 MeVO 患者中,成功血管再通率为 82% (95%  $CI\ 73\%\sim 88\%$ ),90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 54% (95%  $CI\ 39\%\sim 69\%$ ),90 d 病死率为 11% (95%  $CI\ 5\%\sim 20\%$ ),sICH 发生率为 3% (95%  $CI\ 1\%\sim 9\%$ )。亚组分析发现,血管内治疗原发性和继发性 MeVO 患者的有效性与安全性差异均无统计学意义。研究结果提示血管内治疗 MeVO 安全、有效。

2024 年,Nome 等<sup>[69]</sup>基于奥斯陆急性再灌注卒中研究(Oslo acute reperfusion stroke study, OSCAR)数

数据库,进行了血管内治疗MeVO效果的分析。研究者通过对144例MeVO患者的数据进行分析发现,血管内治疗后,MeVO患者获得成功血管再通的比例为84.7%,90 d时达到mRS评分 $\leq 2$ 分的比例为61.8%,sICH发生率为1.4%,90 d病死率为17.4%。研究还发现取栓次数 $\geq 2$ 次与SAH、不良预后及不良灌注相关,且80岁以上的患者预后较差。研究结果提示,血管内治疗MeVO是安全、有效的,治疗中应努力实现一次性血管成功再通。

2024年,Rizzo等<sup>[70]</sup>报道了一项单中心的前瞻性观察性研究,对比了静脉溶栓、单纯血管内治疗与桥接治疗对MeVO的有效性和安全性。该研究共纳入180例患者,其中静脉溶栓59例,单纯血管内治疗38例,桥接治疗83例,分析发现,桥接治疗( $OR\ 2.76, 95\% CI\ 1.08\sim 7.07, P=0.034$ )、年龄( $OR\ 0.94, 95\% CI\ 0.90\sim 0.97, P=0.001$ )和基线NIHSS评分( $OR\ 0.88, 95\% CI\ 0.81\sim 0.95, P=0.002$ )是患者90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的独立预测因子。与单纯血管内治疗相比,桥接治疗可增加20%的血管成功再通机会(74.4% vs. 56.4%,  $P=0.049$ )。另外,患者围治疗期并发症发生率较低(sICH为1.1%、SAH为1.7%、血管痉挛为4.1%)。研究结果提示,与静脉溶栓/单纯血管内治疗相比,桥接治疗可提高MeVO患者获得良好预后的机会。

与LVO类似,首通效应(first-pass effect, FPE)在MeVO中也具有重要的临床意义。MeVO中的FPE定义须同时符合以下3项:①只使用了单次取栓操作;②MeVO责任动脉及其下游动脉成功再通(mTICI 2b、2c和3级);③未使用补救治疗,包括动脉内给药、血管成型及进一步的抽吸/支架取栓治疗等。2022年Farouki等<sup>[71]</sup>的研究纳入了60例原发性MeVO患者,其中19例(32%)达到了FPE,FPF与更好的临床预后和更慢的梗死体积增加相关。

综上所述,既往的回顾性研究显示,对原发性和继发性MeVO患者进行血管内治疗均可获得与LVO血管内治疗相似的安全性和疗效,而且桥接治疗可能获得更好的临床结局。与LVO患者类似,FPF对MeVO患者具有重要的临床意义。

## 7 中等血管闭塞血管内治疗专用材料与技术总结

与LVO不同,MeVO取栓面临的是更远端及迂曲的血管,血管直径更小,解剖结构更复杂,且有更高的血管穿孔、SAH发生率。因此,在LVO血管内治疗中常规使用的5~6F(1F=0.33 mm)远端通路/抽吸导管可能不适合在MeVO术中使用。另外,由于目前上市的微导管长度不足等问题,LVO中经常使用的长鞘/

球囊导引导管远端通路/抽吸导管+微导管/微导丝的三轴系统在MeVO中可能难以到位,所以需要MeVO专用的取栓器械和方法以增加MeVO血管内治疗的安全性和有效性。

类似于LVO的手术策略,MeVO的一线手术策略包括:支架取栓、抽吸取栓以及支架+抽吸的联合取栓术。目前尚无在MeVO患者中对比不同取栓方式的随机对照试验,但仍有一些高质量研究的亚组分析和大样本队列研究对MeVO的不同术式进行了对比。

### 7.1 MeVO不同取栓策略的对比

**7.1.1 抽吸取栓对比支架取栓** 2018年接触式抽吸与可回收支架对成功血管再通(contact aspiration versus stent retriever for successful revascularization, ASTER)研究团队报道了MCA M2段闭塞抽吸取栓与支架取栓有效性和安全性的多中心回顾性研究结果<sup>[72]</sup>。该研究共纳入79例患者,接受抽吸取栓治疗者48例,支架取栓者31例,分析发现两种治疗方法在成功血管再通(mTICI $\geq 2$ b级)率(89.6% vs. 83.9%,  $P=0.36$ )和90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分患者比例(54.4% vs. 50.0%,  $P=0.84$ )方面的差异均无统计学意义,但抽吸取栓有增加颅内出血风险的趋势(6.3% vs. 3.2%)。研究结果提示,对于MCA M2段闭塞患者,采用支架取栓与接触式抽吸取栓治疗的疗效和安全性是相当的。

2018年,Phan等<sup>[73]</sup>报道了MeVO支架取栓与抽吸取栓比较的meta分析,共纳入12项研究,835例患者。研究结果发现,支架取栓和抽吸取栓治疗的成功血管再通(mTICI $\geq 2$ b级)率(80.5% vs. 86.8%,  $P=0.168$ )、90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例(59.9% vs. 74.5%,  $P=0.120$ )、穿刺到成功血管再通时间(35.6 min vs. 40.8 min,  $P=0.273$ )、90 d病死率(14.7% vs. 4.3%,  $P=0.212$ )和sICH发生率(5.7% vs. 2.6%,  $P=0.183$ )差异均无统计学意义;支架取栓组90 d时mRS评分 $\leq 1$ 分的患者比例低于抽吸取栓组(39.9% vs. 65.6%,  $P=0.003$ )。研究结果提示,对于MeVO患者,采用支架取栓与抽吸取栓均安全、有效,但采用抽吸取栓能获得更高的90 d时mRS评分 $\leq 1$ 分的患者比例。

2019年,Atchaneeyasakul等<sup>[74]</sup>的多中心回顾性队列研究比较了支架取栓与抽吸取栓治疗MCAM2段闭塞的有效性和安全性。该研究共纳入了197例M2段闭塞的患者,其中采用支架取栓治疗者120例,采用抽吸取栓治疗者77例。研究结果发现,支架取栓与抽吸取栓相比有更高的90 d时mRS评分 $\leq 2$ 分的患者比例( $OR\ 3.2, 95\% CI\ 1.02\sim 9.70$ )和更低的sICH发生率( $OR\ 0.09, 95\% CI\ 0.03\sim 0.31$ ),同时支架取栓有更高的成功血管再通率( $OR\ 3.8, 95\% CI\ 1.5\sim 9.6$ )。研究结果提示,支架取栓较抽吸取栓治疗MCA M2段



闭塞有更好的疗效和安全性。

2021 年, Bernsen 等<sup>[75]</sup>对荷兰 AIS 血管内治疗多中心随机对照临床试验登记(multicenter randomized clinical trials of endovascular treatment of acute ischemic stroke in the Netherlands registry, MR CLEAN Registry)的数据进行了亚组分析,共纳入了 471 例 MCA M2 段闭塞的患者,其中 144 例首选抽吸取栓治疗,327 例首选支架取栓治疗。研究结果显示,在成功血管再通( $eTICI \geq 2b$ 级)(72% vs. 61%,  $P = 0.04$ )和 FPF (53% vs. 46%,  $P = 0.03$ )方面,抽吸取栓均显著优于支架取栓,另外,两种治疗方法在 sICH 发生率(9% vs. 6%,  $P = 0.3$ )和 90 d 死亡率(29% vs. 22%,  $P = 0.06$ )方面的差异无统计学意义。

2022 年, Meyer 等<sup>[76]</sup>对取栓治疗原发远端大脑后动脉闭塞(thrombectomy for primary distal posterior cerebral artery occlusion stroke, TOPMOST)研究进行了亚组分析,比较抽吸取栓与支架取栓对后循环 MeVO 的疗效和安全性。研究者共纳入 141 例 PCA P2/P3 段闭塞的患者,其中首发采用抽吸取栓治疗者占 29%,采用支架取栓者占 71%。抽吸取栓组与支架取栓组的一次成功血管再通率差异无统计学意义(53.7% vs. 44.0%),90 d 时 mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例差异也未达统计学意义(60.5% vs. 68.6%)。所有患者的 sICH 发生率为 2.8%。研究结果显示两种血管开通方式对后循环 MeVO 患者的疗效和安全性相当。

2023 年, Toh 等<sup>[77]</sup>通过 meta 分析比较了抽吸取栓与支架取栓治疗 MeVO 的疗效和安全性。该 meta 分析纳入了 12 项队列研究和 1 项随机对照试验,共 1 881 例患者,其中 1 274 例患者进行了支架取栓,607 例患者进行了抽吸取栓治疗。研究结果发现,首发使用支架取栓有更高的 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例( $OR 1.33$ , 95%  $CI 1.06 \sim 1.67$ )和更低的病死率( $OR 0.69$ , 95%  $CI 0.50 \sim 0.94$ );在成功血管再通和 sICH 发生率方面,两种治疗方法的差异无统计学意义;分层分析发现,单独使用支架取栓较单独抽吸取栓有更高的血管再通率( $OR 1.80$ , 95%  $CI 1.17 \sim 2.78$ )。研究结果提示,初始使用支架取栓对 MeVO 有更好的疗效,安全性上与抽吸取栓相当。

2023 年, Bilgin 等<sup>[78]</sup>对一线取栓治疗 MeVO 的有效性和安全性进行了系统回顾,共纳入了 13 项研究中的 2 422 例患者。数据分析发现,研究的总体成功血管再通率达 77%,支架+抽吸取栓的血管再通率为 83%,单纯支架取栓为 75.6%,单纯抽吸取栓为 74.2%。患者总体达到 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的比例为 51.3%,其中支架+抽吸取栓为 61.7%,单纯支架取栓为 51.5%,单纯抽吸取栓为 46.9%。在 SAH 发

生率上,支架+抽吸取栓为 11.9%,单纯支架取栓为 9.3%,单纯抽吸取栓为 1.8%。研究结果提示,血管内治疗 MeVO 是安全且有效的,其中单纯抽吸治疗的 SAH 发生率较低。

**7.1.2 抽吸取栓、支架取栓、联合取栓的对比** 2022 年, Muszynski 等<sup>[63]</sup>对 ETIS 登记研究进行了亚组分析,共纳入 458 例 MCA M2 段闭塞的患者,其中 213 例采用抽吸取栓治疗,49 例采用支架取栓治疗,194 例进行了联合取栓治疗。结果显示,3 组的成功血管再通率和良好功能预后率差异无统计学意义,但支架取栓组和联合取栓组具有更高的并发症发生率。

2022 年, Renieri 等<sup>[79]</sup>的一项回顾性多中心研究纳入了 465 例患者(93 例抽吸取栓,133 例支架取栓,239 例联合取栓),数据分析显示,支架取栓( $OR 9.2$ , 95%  $CI 1.9 \sim 44.6$ )和联合取栓( $OR 2.6$ , 95%  $CI 1.1 \sim 6.9$ )与更高的血管再通( $mTICI \geq 2b$ 级)率相关,但也与更高的 SAH 发生率相关。2022 年的另一项国际多中心研究纳入了 213 例 MeVO 患者,结果显示,上述 3 种手术方式治疗 MeVO,血管再通率差异无统计学意义;针对抽吸取栓和支架取栓+抽吸取栓的倾向性评分匹配分析也未显示出不同手术策略对患者功能独立、血管成功再通和颅内出血的影响差异具有统计学意义<sup>[64]</sup>。

**7.2 MeVO 血管内治疗专用材料的临床研究** 2016 年, Navia 等<sup>[80]</sup>报道了单中心应用 3 MAX 抽吸导管治疗 MeVO 的有效性和安全性。研究共纳入了 6 例患者,成功血管再通( $mTICI \geq 2b$ 级)率为 100%,无手术相关并发症发生,出院时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 83% (5 例)。研究结果提示,3 MAX 抽吸治疗 MeVO 是安全、有效的。

2019 年, Crockett 等<sup>[81]</sup>报道了一项单中心采用微 ADAPT (Micro-ADAPT, 使用小口径抽吸导管)技术治疗 MeVO 的研究结果。该研究共纳入 14 例患者,入院时中位 NIHSS 评分为 8 分。该研究中,患者的成功再灌注( $mTICI \geq 2b$ 级)率为 100%,无 sICH 发生,90 d 病死率为 0,90 d 时有 63% 的患者达到了 mRS 评分  $\leq 2$  分。研究结果提示,微 ADAPT 治疗 MeVO 闭塞是安全、有效的。

2020 年, Romano 等<sup>[82]</sup>通过多中心回顾性研究对将 ADAPT 技术作为一线治疗策略治疗 MeVO 的有效性和安全性进行了总结,一共分析了 44 处 MCA M2/M3 段闭塞的治疗情况。入组患者治疗前的中位 NIHSS 评分为 10 分,治疗后成功血管再通率为 90.9%,无手术相关并发症发生,90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 70.5%。研究结果提示,应用 ADAPT 技术治疗 MeVO 是安全且有效的。

2020 年, Pérez-García 等<sup>[4]</sup>提出了一种治疗



MeVO 的小支架铆定盲交换 (blind exchange with mini-pinning, BEMP) 技术 (图 1), 通过对前瞻性数据库的事后分析, 比较了该技术与常规支架取栓治疗 MeVO 的有效性和安全性。该研究共纳入了 102 例患者 (106 个闭塞病变), BEMP 技术治疗组有 56 处闭塞病变, 常规支架取栓治疗组有 50 处闭塞病变, BEMP 技术治疗组的一次性成功血管再通率显著高于常规支架取栓治疗组 (57% vs. 34%,  $P = 0.017$ ), sICH 发生率 (1.9% vs. 12.8%,  $P = 0.038$ )、补救治疗率 (7.1% vs. 22%,  $P = 0.028$ ) 和远端血栓栓塞发生率 (1.8% vs. 12%,  $P = 0.035$ ) 显著低于常规支架取栓治疗组; 一次性成功血管再通为患者获得良好预后的独立预测因素。研究结果提示, BEMP 技术治疗 MeVO 较传统支架取栓治疗更加安全有效。

2021 年, Yoshimoto 等<sup>[83]</sup> 报告了采用 Tron 取栓支架, 应用 BEMP 技术治疗 MCA M2 段闭塞患者的结果: 15 例入组患者中, 一次取栓的成功血管再通 (eTICI  $\geq 2c$  级) 率为 60%, sICH 发生率为 0, 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的比例为 47%, 90 d 病死率为 7%。研究结果提示, 采用 Tron 取栓支架和 BEMP 技术治疗 MCA M2 段闭塞安全且有效。

2022 年 Guenego 等<sup>[84]</sup> 报道了应用新型小尺寸取栓支架 (Tigertriever 13) 治疗 MeVO 的结果: 入组的 16 例患者 (17 处闭塞部位) 中, 成功血管再通 (mTICI  $\geq 2b$  级) 率达 94% (16/17), SAH 发生率为 29%, 脑实质出血发生率为 12%, 90 d mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 65%。研究结果提示应用 Tigertriever 13 治疗 MeVO 是安全、有效的。

2022 年, Goertz 等<sup>[85]</sup> 报道了多中心应用小外径取栓支架 AP17 [APERIO Hybrid<sup>17</sup> 取栓支架, 可以使用 0.017 in (1 in = 2.54 cm) 的微导管输送, 适应的血管直径为 1~4 mm] 治疗 MCA M2 段闭塞的有效性和安全性。该研究共入组了 29 例 MeVO 患者, 基线中位 NIHSS 评分为 10 分, 成功血管再通 (mTICI  $\geq 2b$  级) 率达 89.7%, 出院时中位 NIHSS 评分为 2 分, 90 d 中位 mRS 评分为 2 分。研究结果提示, 小外径 AP17 取栓支架治疗 MCA M2 段闭塞有良好的疗效。

2022 年, Fischer 等<sup>[86]</sup> 报道了单中心应用 Tigertriever 13 取栓支架治疗 MeVO 的有效性和安全性。研究共纳入 43 例 MeVO 患者, 成功血管再通 (mTICI  $\geq 2b$  级) 率为 84.4%, 一次性成功血管再通率为 26.7%, 出院时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 53.5%, sICH 的发生率为 7%。研究结果提示, Tigertriever 13 取栓支架治疗 MeVO 有良好的安全性和疗效。

2022 年, Grieb 等<sup>[87]</sup> 报道了单中心 2019—2021 年微导管吸栓 (微导管+抽吸导管的双抽吸取栓技术) 治

疗 MeVO (MCA M3/M4 段闭塞) 的有效性和安全性。在纳入的 19 例患者中, 一次操作达到 TICI  $\geq 2b$  级的比例为 58%, 出院时平均 NIHSS 评分显著低于入院时 (3 分 vs. 12 分,  $P < 0.001$ ), 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的比例为 68%, sICH 发生率为 0。研究结果提示, 双抽吸取栓技术 (图 1) 治疗 MCA M3/M4 段闭塞是安全、有效的。

2023 年, Zhao 等<sup>[88]</sup> 报道的单中心回顾性研究共纳入 44 例 MeVO 患者, 均采用 3 mm Trevo NXT 支架治疗, 数据分析显示, 患者的基线中位 NIHSS 评分为 15 分, 一次性成功血管再通率为 56.9%, 最终达到 mTICI  $\geq 2b$  级的比例为 72.4%, 急性期手术并发症发生率为 2.4%, 术后 24 h 的中位 NIHSS 评分为 12 分。研究结果提示, 采用 3 mm Trevo NXT 支架治疗 MeVO 是安全、有效的。

2023 年, Ntoulas 等<sup>[89]</sup> 报道了多中心应用 3 mm Solitaire X 支架治疗 MeVO 的结果。该研究共纳入 68 例患者, 一次成功血管再通 (mTICI 2c/3 级) 率为 32%, 最终的血管再通率达 89.7%, 患者出院时中位 NIHSS 评分由入院时的 11 分降低至 2 分, 无 sICH 发生。研究结果提示, 应用 3 mm Solitaire X 支架治疗 MeVO 安全且有效。

2023 年, Psychogios 等<sup>[90]</sup> 报道了采用 Quattro (quadriaxial approach) 技术治疗 MeVO 的单中心经验。研究结果提示, 与传统的血管内治疗技术相比, Quattro 技术治疗 MeVO 可获得更高的血管再通率以及更低的 SAH 发生率, 采用 Quattro 技术治疗 MeVO 安全、有效 (图 1)。

2023 年, Orselik 等<sup>[91]</sup> 通过多中心回顾性研究对比了使用球囊导管与不使用球囊导管进行血管内治疗对 MeVO 的有效性和安全性。该研究共纳入 1 508 例患者, 球囊导管组 231 例, 未使用球囊导管组 1 277 例, 结果显示, 球囊导管组的成功血管再通 (mTICI  $\geq 2c$  级) 率更低 (43.2% vs. 52.7%,  $P = 0.01$ ), 穿刺到通路建立时间 (15 min vs. 8 min,  $P < 0.01$ ) 和穿刺到血管再通时间 (97 min vs. 34 min,  $P < 0.01$ ) 更长, 未使用球囊导管组 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例有高于球囊导管组的趋势, 但差异未达统计学意义 (45.6% vs. 37.9%,  $P = 0.08$ )。亚组分析显示, Solumbra 技术亚组中, 球囊导管组的一次性成功血管再通率和 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例较低, 但球囊导管组的远端栓塞率更低 (8.8% vs. 14.9%,  $P = 0.03$ )。研究结果提示, 在 MeVO 患者中使用球囊导管与较低的 mTICI 评分、较低的一次性成功血管再通率、较长的手术时间相关, 但使用球囊导管也与低远端栓塞率相关。

2023 年, Monteiro 等<sup>[92]</sup> 报道了应用 Q 抽吸导管

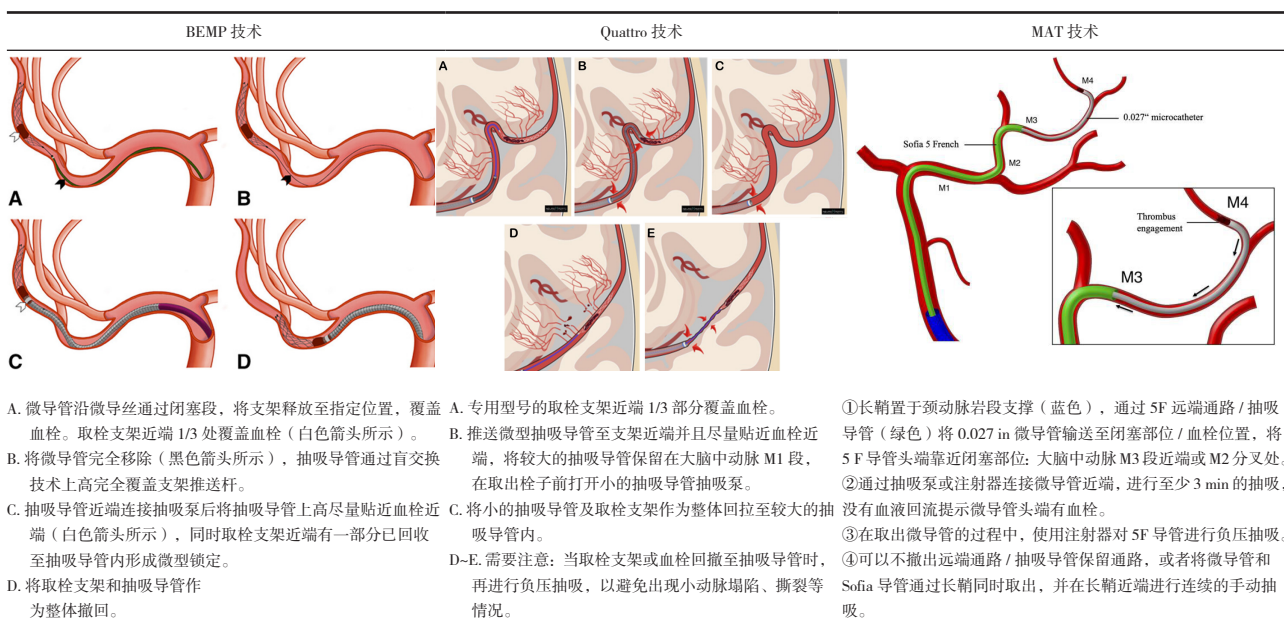


图 1 适用于 MeVO 血管内开通的技术介绍

Figure 1 Introduction of techniques suitable for MeVO endovascular recanalization

注：BEMP—小支架铆钉盲交换；Quattro—支架联合双重抽吸；MAT—微导管联合抽吸导管双重抽吸；1 F=0.33 mm；1 in=2.54 cm。MeVO—中等血管闭塞。  
(资料来源：<https://doi.org/10.1161/strokeaha.120.030815>；<https://doi.org/10.1007/s00062-023-01317-8>；<https://doi.org/10.1177/15910199221133470>)

治疗 MeVO 的国际多中心回顾性研究结果。该研究共纳入了美国和英国各 2 家中心的 69 例患者，患者的成功血管再通 (mTICI  $\geq 2$  级) 率为 92.8%，一次性再通率达 68.1%，sICH 发生率为 2.9%。90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的患者比例为 50%；继发性 MeVO 患者入院时的中位 NIHSS 评分高于原发性 MeVO 患者 (19.5 分 vs. 12 分,  $P = 0.009$ )，原发性 MeVO 患者的 90 d 时 mRS 评分  $\leq 2$  分的比例高于继发性 MeVO 患者 (77.3% vs. 31.3%,  $P = 0.002$ )。研究结果提示，应用 Q 抽吸导管治疗 MeVO 患者，尤其是治疗原发性 MeVO 患者安全、有效。

2023 年, Adusumilli 等<sup>[93]</sup>报道了 Tigertriever 13 取栓支架对比其他支架治疗 MeVO 的 meta 分析，共纳入了 11 项研究，入组患者中应用 Tigertriever 13 支架者 167 例，应用其他取栓支架者 1 235 例。研究结果发现，Tigertriever 13 与其他支架治疗 MeVO 有相似的血管再通率 [83.2% (95% CI 71.5%~96.7%) vs. 81.6% (95% CI 75.3%~88.4%)],  $P > 0.05$ ], SAH 的发生率差异也无统计学意义；在病死率和良好预后率方面，因目前的研究异质性较大，不能进行 meta 分析。研究结果提示，在 MeVO 患者的血管内治疗中，Tigertriever 13 取栓支架与其他支架有相似的血管再通率和 SAH 发生率。

**7.3 MeVO 常规手术策略与 BEMP 技术的比较** 2020 年 Haussen 等<sup>[94]</sup>通过一项多中心回顾性研究，在 169 例 MeVO 患者中对比了 BEMP 技术与常规支架/抽吸取栓的效果，结果显示，BEMP 技术的 FPF 比例高于常规

支架/抽吸取栓 (mTICI  $\geq 2$  级比例: 80% vs. 56%,  $P = 0.03$ ; mTICI 3 级比例: 60% vs. 40%,  $P = 0.07$ )，但 BEMP 技术与常规支架/抽吸取栓的最终血管再通率 (84% vs. 79%,  $P = 0.58$ )、死亡率 (21% vs. 21%,  $P > 0.99$ ) 以及 SAH 发生率 (12% vs. 6%,  $P = 0.30$ ) 差异均未达统计学意义。

2020 年, Pérez-García 等<sup>[4]</sup>在 106 例 MeVO 患者中对比了 BEMP 技术 (56 例) 和支架取栓 (50 例) 的效果，结果显示，BEMP 技术具有更高的 eTICI  $> 2c$  级比例 (66.1% vs. 46.0%,  $P = 0.037$ )，而且 sICH 的发生率更低 (1.9% vs. 12.8%,  $P = 0.038$ )，但两组间的 90 d 死亡率 (20.8% vs. 22.4%,  $P = 0.835$ ) 和功能独立率 (50.9% vs. 53.1%,  $P = 0.831$ ) 差异无统计学意义。

综上所述，与 LVO 专用支架相比，目前新型的、专用于 MeVO 的小口径抽吸导管和取栓支架的尺寸更合适，对血管的牵拉更小，具有更高的安全性。BEMP 技术可能提升 MeVO 患者的血管再通率，但是其对术者的操作要求以及对 MeVO 专用器械的要求也更高，仍需高质量研究进一步证实其临床适用性、安全性和有效性。对于可疑 MeVO 的患者，我们推荐采用规范化诊疗策略流程 (图 2)。

**7.4 MeVO 血管内治疗的麻醉策略** 与 LVO 的麻醉策略相似，MeVO 的麻醉策略也包括全身麻醉、局部麻醉和局部麻醉+镇静治疗，然而目前尚无针对性的高级别研究来证实不同麻醉方式的优劣。2024 年，Meyer 等<sup>[95]</sup>通过一项多中心回顾性研究比较了不同麻醉方式对血管内治疗 MeVO 的影响。该研究共纳

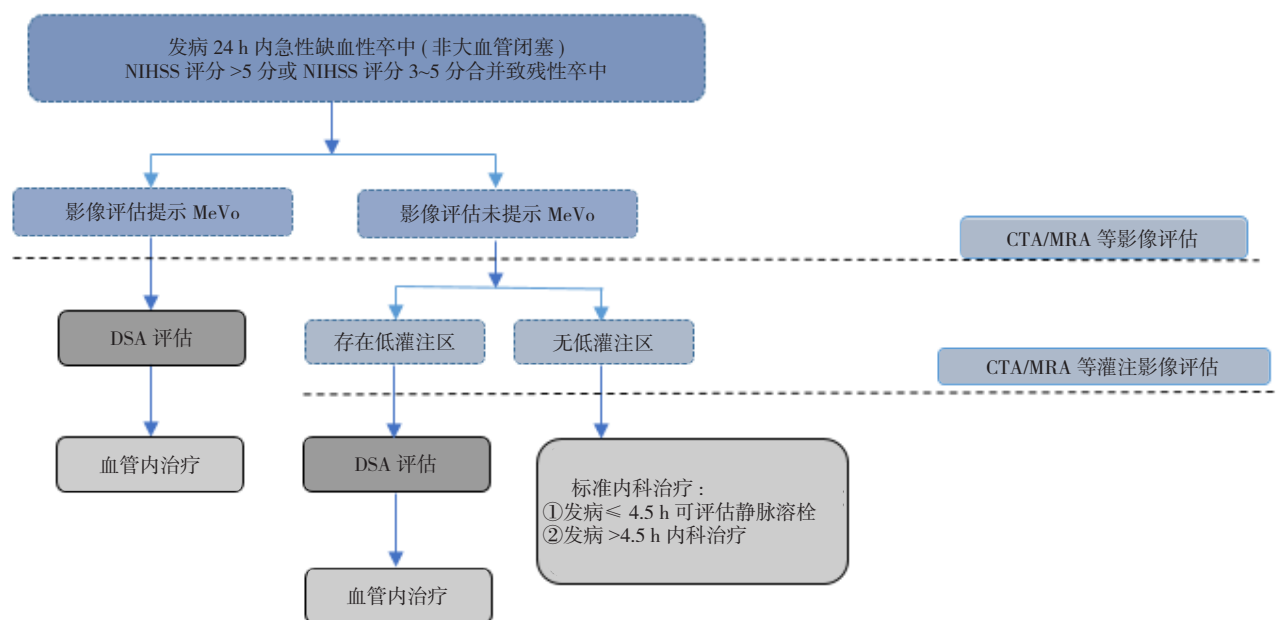


图 2 MeVO 治疗策略推荐流程

Figure 2 Flowchart of recommended treatment strategies for MeVO

注:MeVO—中等血管闭塞。

入了 233 例患者,其中 119 例(51.1%)采用了局部麻醉+镇静治疗,114 例(48.9%)采用了全身麻醉方式。基线资料中,全身麻醉组的基线 NIHSS 评分显著高于局部麻醉+镇静治疗组( $P = 0.022$ );结局指标分析中,两组的成功血管再通(TICI  $\geq 2b$  级)率(73.9% vs. 71.9%,  $P = 0.729$ )、sICH 发生率(2.5% vs. 1.8%,  $P = 1.0$ )和 90 d 病死率(15.7% vs. 17.2%,  $P = 0.913$ )差异均无统计学意义,局部麻醉+镇静治疗组 90 d 时 mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例高于全身麻醉组。亚组分析发现,前循环(ACA A2~A4 段闭塞) MeVO 患者采用局部麻醉+镇静治疗较全身麻醉有更高的成功血管开通率( $aOR$  3.07, 95%  $CI$  1.24~7.57,  $P = 0.015$ )。整体研究结果提示,对于 MeVO 患者的血管内治疗,局部麻醉+镇静治疗与全身麻醉有相似的成功血管开通率和 sICH 发生率,局部麻醉+镇静治疗较全身麻醉有更多的 90 d 时 mRS 评分  $\leq 1$  分的患者比例,但是不排除该差异是由两组基线神经功能缺损的显著差异所致。另外,该研究的亚组分析显示,ACA 的 MeVO 患者更多的是采用全身麻醉策略( $aOR$  3.07, 95%  $CI$  1.24~7.57,  $P = 0.015$ ),但不同麻醉策略对患者的血管成功再通率和 90 d 良好预后率没有影响。

MeVO 的血管内治疗往往需要更精准、更清晰的路线图以通过闭塞段;另外,MeVO 的闭塞段常位于动脉分叉位置,此时更需要术中通过精准、轻柔的操作以超选责任血管。结合以上原因,全身麻醉策略似乎更适合于 MeVO 的血管内治疗,但仍需更多高质量的研究以证实。

## 推荐意见

① MeVO 的血管内治疗有良好的安全性和有效性,在有经验的中心,对符合以下条件的 MeVO 所致非轻型 AIS (定义如下)可以采用血管内治疗,具体方法包括单纯抽吸、支架取栓、支架联合抽吸等(Ⅱ级推荐)。

a. 解剖节段:MCA M2~M4 段,ACA A1~A4 段,PCA P1~P4 段,AICA,PICA 和 SCA。

b. 血管直径:0.75~2 mm。

c. 临床症状:NIHSS 评分  $>5$  分,或 NIHSS 评分 3~5 分伴有严重失语、偏盲或偏瘫/单肢功能丧失等致残性临床症状。

② MeVO 的血管内治疗应根据靶血管的解剖特征(如路径、血管的直径等)采用治疗中心擅长的技术方法,尽量选择与靶血管解剖特征匹配的专门用于远端血管的材料和血管内治疗器械(Ⅰ级推荐)。

③ 对于 MeVO 血管内治疗的麻醉策略,在保证手术安全的基础上,建议采用全身麻醉方式(Ⅱ级推荐)。

## 8 展望

作为目前脑血管病取栓治疗中备受关注的 MeVO 治疗,相关研究和临床工作都方兴未艾。首先是更适合 MeVO 治疗的血管介入器械在不断发展,这些新的取栓产品适合更远端、更小直径血管的取栓,提高了 MeVO 的取栓效力,也增加了其安全性。新的取栓产品包括取栓支架和抽吸导管,适合直径 0.75~2 mm 的中等血管(表 2~表 3)。其次,目前国际上注册的多项



MeVO 血管内治疗相关大型临床研究正在进行(表 4), 我们期待这些研究的结果为 MeVO 的血管内治疗提供更为坚实的循证医学证据。同时我们也应认识到, MeVO 的远端血管取栓因为更复杂的血管解剖情况, 面临更高的并发症发生率可能, 因此, 治疗前精准的评估和选择适应远端血管取栓的专用器械, 并具备成熟的血管内治疗经验以及处理并发症的能力, 才能更有效地惠及患者。

注: 本文汇总不同研究的发表数据, 存在相同指标的小数点后位数不一致情况。

表 2 适用于 MeVO 的取栓支架物理特性

| Table 2 Physical properties of thrombectomy stents suitable for MeVO |        |         |                                |                 |          |              |               |
|--|--------|---------|--------------------------------|-----------------|----------|--------------|---------------|
| 产品   | 是否可以解脱 | 直径 /mm  | 有效长度 /mm                       | 适应血管直径 /mm      | 网孔设计     | 标记 (远端 / 近端) | 最小输送微导管内径 /in |
| Tigertriever   | 否      | 3.0     | 23                             | 1.5~2.5         | 闭环       | 显影丝          | 0.017         |
| 瑞康通  | 否      | 2.5     | 15                             | 1.5~2.5         | 闭环       | 显影丝          | 0.017         |
| 泰杰伟业   | 否      | 3.0/3.5 | 10/20/25/30, 15/20/25/30/35/40 | 1.5~4.0 2.0~3.5 | 闭环       | 显影点          | 0.021         |
| Solitaire X  | 否      | 4.0     | 20/40                          | 1.5~3.0         | 开放卷曲, 闭环 | 显影点          | 0.021         |
| Solitaire FR   | 是      | 4.0     | 15/20                          | 2.0~4.0         | 开放卷曲, 闭环 | 显影点          | 0.021         |
| 心玮   | 否      | 3.0     | 15/20                          | 1.5~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.021         |
| Acandis  | 否      | 3.5     | 28                             | 1.5~3.5         | 开闭环复合设计  | 黄金显影点        | 0.0165        |
| 心凯诺  | 否      | 3.0     | 20                             | 1.5~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.017         |
| 通桥   | 否      | 3.0     | 15/20/25/30                    | 1.5~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.021         |
| 赛诺   | 否      | 3.0     | 20/25/30                       | 1.5~3.0         | 闭环       | 显影丝, 显影点     | 0.017         |
| 加奇   | 否      | 3.0     | 25                             | 2.0~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.017         |
| 尼科   | 否      | 3.0     | 10/20/30                       | 2.0~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.021         |
| 禾木   | 否      | 3.0     | 10/20                          | 2.0~3.0         | 闭环       | 显影丝, 显影点     | 0.021         |
| Trveo XP   | 否      | 3.0     | 20                             | —               | 闭环       | 显影点          | 0.017         |
| Trevo NXT  | 否      | 3.0     | 32                             | 1.5~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.017         |
| 中天   | 否      | 3.5     | 30                             | 2.0~3.5         | 闭环       | 显影点          | 0.017         |
| 久是神康   | 否      | 3.0     | 20                             | 1.5~3.0         | 闭环       | 显影点          | 0.017         |

注: 1 in=2.54 cm。MeVO—中等血管闭塞。

表 3 适用于 MeVO 的抽吸导管/中间导管的物理特性

| Table 3 Physical properties of aspiration catheters/intermediate catheters suitable for MeVO |                     |                               |                         |         |             |
|--|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------|-------------|
| 产品   | 简称                  | 注册名称                          | 有效长度 /cm                | 外径 /F   | 内腔直径 /in    |
| 泰捷伟业   | Leechor             | 血栓抽吸导管系统                      | 125/130/140/150/160     | 4.1/4.9 | 0.038/0.048 |
| 泓懿医疗   | Penumbra System MAX | 血栓抽吸导管系统                      | 153/132                 | —       | 0.035/0.041 |
| 禾木吉威   | Afentta             | 颅内血栓抽吸导管                      | 143/158/132/134/144     | —       | 0.035/0.045 |
| 心凯诺  | SkyDragon           | 血栓抽吸导管                        | 130/140/148             | 4.0     | 0.041       |
| 心凯诺  | Sky Surfer          | 远端通路导管                        | 125/130/140/148         | 4.0     | 0.041       |
| 玮铭医疗   | FlowPlus            | 颅内血栓抽吸导管                      | 153                     | 4.0     | 0.035       |
| 深瑞达  | Solar               | 颅内抽吸导管                        | 105/115/125/132/145/160 | —       | 0.038       |
| 深瑞达  | Venus               | 远端通路导管                        | 139/153                 | —       | 0.044       |
| 史赛克  | DAC                 | 远端通路导管 Distal Access Catheter | 115/125/130/136         | —       | 0.030/0.044 |
| 山东维心   | Velink              | 远端通路导管 Distal Access Catheter | 115/132/150             | —       | 0.044       |
| 柯惠医疗   | Phenom Plus         | 可塑型微导管                        | 105/120                 | 4.2     | 0.044       |
| 久是神康   | StreamPlus          | 远端通路导管 Distal Access Catheter | 139/153                 | 4.0     | 0.044       |
| 久是神康   | Valent              | 颅内支撑导管                        | 115/130/139             | 4.0     | 0.044       |
| 艾柯   | Cosine45            | 远端通路导管 Distal Access Catheter | 70~140                  | 4.6     | 0.046       |
| 赛诺   | Novarail            | 远端通路导管 Distal Access Catheter | 158/145                 | —       | 0.038/0.045 |

注: 1 F=0.33 mm; 1 in=2.54 cm。MeVO—中等血管闭塞。

表 4 正在进行的 MeVO 血管内治疗随机对照试验

Table 4 Ongoing randomized controlled trials of endovascular treatment for MeVO

| 研究       | ESCAPE-MeVO                           | DISTAL   | DISCOUNT                                       | DISTALS                              | DUSK   | ORIENTAL-MeVO                      | Frontier AP                         |
|----------|---------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|
| 研究注册号    | NCT05151172                           | NCT05029414  | NCT05030142                                    | NCT05152524                          | NCT05983757  | NCT06146790                        | ACTRN12621001746820p                |
| 样本量 / 例  | 530                                   | 526  | 488  | 168                                  | 564  | 564                                | —                                   |
| 地区       | 美国, 加拿大, 德国, 英国                       | 欧洲   | 法国   | 美国, 欧洲                               | 美国   | 中国                                 | 澳大利亚, 中国                            |
| 闭塞部位     | MCA M2/M3 段, ACA A2/A3 段, PCA P2/P3 段 | 共 / 非优势 MCA M2 段、M3/M4 段, ACA A1/A2/A3 段, PCA P1/P2/P3 段 | MCA 远端 M2/M3 段, ACA A1/A2/A3 段, PCA P1/P2/P3 段 | ACA, MCA M2/M3 段, PCA 血管直径 ≥ 1.5 mm  | 非优势 MCA M2 段 (≤ 2.5 mm) 或 M3 段, ACA A1/A2/A3 段, PCA P1/P2/P3 段 | ACA, MCA M2 段 (≤ 2.5 mm)、M3 段, PCA | MCA M2 段 (近、中、远) /M3 段, ACA A1/A2 段 |
| NIHSS 评分 | >5 分或 3~5 分合并致残性卒中                    | ≥ 4 分或致残性卒中  | ≥ 5 分  | 4~24 分或 2~24 分合并失语和 (或) 偏盲           | >5 分或 3~5 分合并失语、偏盲或偏瘫 / 肢体功能丧失等                                | >5 分或 3~5 分合并失语、偏盲或偏瘫 / 肢体功能丧失等    | ≥ 5 分, 或 <5 分合并言语功能障碍               |
| 年龄 / 岁   | ≥ 18                                  | ≥ 18   | ≥ 18   | 18~85                                | ≥ 18   | ≥ 18                               | ≥ 18                                |
| 发病时间     | <12 h LKW                             | <6 h LKW 6~24 h LKW                                      | <6 h LKW                                       | 随机化 <24 h LKW                        | <2 h LKW   | <12 h LKW                          | <9 h LKW                            |
| 主要终点     | 90 d mRS 评分                           | 90 d mRS 评分  | 90 d mRS 评分 0~2 分                              | 24 h 后成功再灌注 (CTP 或 MRI PWI*), 无 sICH | 90 d mRS 评分  | 90 d mRS 评分                        | 90 d mRS 评分                         |
| 研究开始时间   | 2021-12-09                            | 2021-08-31   | 2021-09-01                                     | 2021-12-10                           | 2024-04-02   | 2023-11-27                         | 2021-09-04                          |

注: MeVO—中等血管闭塞; ESCAPE-MeVO—MeVO 相关随机对照试验如血管内治疗提高 MeVO 预后研究; DISTAL—血管内治疗联合最佳内科治疗对比最佳内科治疗 MeVO 卒中研究; DISCOUNT—评估血管内取栓治疗远端动脉闭塞急性缺血性卒中研究; DISTALS—可调节小轮廓支架治疗远端缺血性卒中研究; DUSK—远端 MeVO 所致卒中联合取栓; ORIENTAL-MeVO—评估血管内治疗急性颅内 MeVO 卒中研究; Frontier AP—血管内治疗对比标准内科治疗 MeVO 的临床预后和安全性的随机对照试验; MCA—大脑中动脉; ACA—大脑前动脉; PCA—大脑后动脉; LKW—最后看起来正常; sICH—症状性颅内出血。

撰写组成员

孙 瑄 首都医科大学附属北京天坛医院  
杨 明 首都医科大学附属北京天坛医院  
孙大鹏 首都医科大学附属北京天坛医院  
李光建 重庆大学附属沙坪坝医院

陈 林 陆军军医大学西南医院

讨论专家(按姓名拼音排序)

曹 毅 昆明医科大学第二附属医院  
陈 纯 昆明医科大学第一附属医院  
陈 林 陆军军医大学西南医院  
陈康宁 陆军军医大学西南医院  
陈胜利 重庆大学附属三峡医院  
陈文伙 福建医科大学附属协和医院  
董 强 复旦大学附属华山医院  
高 峰 首都医科大学附属北京天坛医院  
高连波 中国医科大学附属第四医院  
高小平 湖南省人民医院  
管 生 郑州大学第一附属医院  
韩 巨 山东省千佛山医院  
韩红星 临沂市人民医院  
韩建峰 西安交通大学第一附属医院  
胡 波 华中科技大学同济医学院附属同济医院  
胡 伟 中国科学技术大学附属第一医院  
霍晓川 首都医科大学附属北京安贞医院

吉训明 首都医科大学  
姜长春 包头市中心医院  
焦力群 首都医科大学宣武医院  
李 迪 大连市中心医院  
李光建 重庆大学附属沙坪坝医院  
李光宗 成都市第六人民医院  
李经伦 西南医科大学附属医院  
李天晓 河南省人民医院  
刘 圣 江苏省人民医院  
刘建民 海军军医大学第一附属医院  
刘丽萍 首都医科大学附属北京天坛医院  
刘新峰 中国人民解放军东部战区总医院  
刘亚杰 南方医科大学深圳医院  
罗 云 南京鼓楼医院  
罗小晶 成都市第六人民医院  
马 宁 首都医科大学附属北京天坛医院  
缪中荣 首都医科大学附属北京天坛医院  
莫大鹏 首都医科大学附属北京天坛医院  
南光贤 吉林大学中日联谊医院  
彭 亚 常州市第一人民医院  
彭小祥 湖北省第三人民医院  
史怀璋 哈尔滨医科大学附属第一医院  
帅 杰 陆军军医大学第二附属医院(新桥医院)  
孙 瑄 首都医科大学附属北京天坛医院

汪银洲 福建省立医院  
王 君 解放军总医院第一医学中心  
王 力 自贡市第三人民医院  
王守春 吉林大学白求恩第一医院  
王伊龙 首都医科大学附属北京天坛医院  
王拥军 首都医科大学附属北京天坛医院  
魏 铭 天津市环湖医院  
温昌明 南阳市中心医院  
吴 伟 山东大学齐鲁医院  
肖 力 陆军军医大学西南医院  
徐安定 暨南大学附属第一医院  
许予明 郑州大学第一附属医院  
阎 龙 吉林大学白求恩第二医院  
杨 华 贵州医科大学附属医院  
杨 弋 吉林大学白求恩第一医院  
易婷玉 福建省漳州市医院  
袁光雄 湘潭市中心医院  
曾进胜 中山大学附属第一医院  
张 帆 海南省人民医院  
张 猛 第三军医大学大坪医院  
张 睿 新疆医科大学第七附属医院  
赵性泉 首都医科大学附属北京天坛医院  
赵振伟 空军军医大学唐都医院  
郑洪波 四川大学华西医院  
朱良付 河南省人民医院

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- [ 1 ] Grossberg JA, Rebello LC, Haussrn DC, et al. Beyond large vessel occlusion strokes: distal occlusion thrombectomy[J]. *Stroke*, 2018, 49(7): 1662–1668.
- [ 2 ] Mistry EA, Dumont AS. Medium vessel occlusion and acute ischemic stroke: a call for treatment paradigm reappraisal[J]. *Stroke*, 2020, 51(11): 3200–3202.
- [ 3 ] Ospel JM, Menon BK, Demchuk AM, et al. Clinical course of acute ischemic stroke due to medium vessel occlusion with and without intravenous alteplase treatment[J]. *Stroke*, 2020, 51(11): 3232–3240.
- [ 4 ] Perez-garcia C, Moreu M, Rosati S, et al. Mechanical thrombectomy in medium vessel occlusions: blind exchange with mini-pinning technique versus mini stent retriever alone[J]. *Stroke*, 2020, 51(11): 3224–3231.
- [ 5 ] Saver JL, Chapot R, Agid R, et al. Thrombectomy for distal, medium vessel occlusions: a consensus statement on present knowledge and promising directions[J]. *Stroke*, 2020, 51(9): 2872–2884.
- [ 6 ] Goyal M, Ospel JM, Menon BK, et al. MeVO: the next frontier?[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(6): 545–547.
- [ 7 ] Menon BK, Hill MD, Davalos A, et al. Efficacy of endovascular thrombectomy in patients with M2 segment middle cerebral artery occlusions: meta-analysis of data from the HERMES collaboration[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(11): 1065–1069.
- [ 8 ] Kobeissi H, Bilgin C, Ghozy S, et al. A review of acute ischemic stroke caused by distal, medium vessel occlusions[J/OL]. *Interv Neuroradiol*, 2023: 15910199231197616[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.1177/15910199231197616>.
- [ 9 ] Heldner MR, Hsieh K, Broeg-morvay A, et al. Clinical prediction of large vessel occlusion in anterior circulation stroke: mission impossible?[J]. *J Neurol*, 2016, 263(8): 1633–1640.
- [ 10 ] Rai AT, Domico JR, Buseman C, et al. A population-based incidence of M2 strokes indicates potential expansion of large vessel occlusions amenable to endovascular therapy[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(6): 510–515.
- [ 11 ] Smith WS, Lev MH, English JD, et al. Significance of large vessel intracranial occlusion causing acute ischemic stroke and TIA[J]. *Stroke*, 2009, 40(12): 3834–3840.
- [ 12 ] Zhao H, Coote S, Pesavento L, et al. Large vessel occlusion scales increase delivery to endovascular centers without excessive harm from misclassifications[J]. *Stroke*, 2017, 48(3): 568–573.
- [ 13 ] Duloquin G, Graber M, Garnier L, et al. Incidence of acute ischemic stroke with visible arterial occlusion: a population-based study(Dijon stroke registry)[J]. *Stroke*, 2020, 51(7): 2122–2130.
- [ 14 ] Piscopoa A, Zanaty M, Dlouhy K. Contemporary methods for detection and intervention of distal medium and small vessel occlusions[J/OL]. *J Clin Med*, 2023, 12(18): 6071[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.3390/jcm12186071>.
- [ 15 ] Kaesmacher J, Maegerlein C, Kaesmacher M, et al. Thrombus migration in the middle cerebral artery: incidence, imaging signs, and impact on success of endovascular thrombectomy[J/OL]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(2): e005149[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.1161/jaha.116.005149>.
- [ 16 ] Goyal M, Kappelhof M, McDonough R, et al. Secondary medium vessel occlusions: when clots move north[J]. *Stroke*, 2021, 52(3): 1147–1153.
- [ 17 ] Ospel JM, Cimflova P, Marko M, et al. Prevalence and



- outcomes of medium vessel occlusions with discrepant infarct patterns[J]. *Stroke*, 2020, 51(9): 2817–2824.
- [18] Liu M, Nasr D, Brinjikji W. The incidence of medium vessel occlusions: a population-based study[J/OL]. *Front Neurol*, 2023, 14: 1225066[2024–10–11]. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1225066>.
- [19] Lima FO, Furie KL, Silva GS, et al. Prognosis of untreated strokes due to anterior circulation proximal intracranial arterial occlusions detected by use of computed tomography angiography[J]. *JAMA Neurol*, 2014, 71(2): 151–157.
- [20] Sheth SA, Yoo B, Saver JL, et al. M2 occlusions as targets for endovascular therapy: comprehensive analysis of diffusion/perfusion MRI, angiography, and clinical outcomes[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7(7): 478–483.
- [21] Fasen BACM, Heijboer RJJ, Hulsmans FH, et al. CT angiography in evaluating large-vessel occlusion in acute anterior circulation ischemic stroke: factors associated with diagnostic error in clinical practice[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(4): 607–611.
- [22] Kunz WG, Sommer WH, Havla L, et al. Detection of single-phase CTA occult vessel occlusions in acute ischemic stroke using CT perfusion-based wavelet-transformed angiography[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(6): 2657–2664.
- [23] Mattern H, Sciarra A, Godenschweger F, et al. Prospective motion correction enables highest resolution time-of-flight angiography at 7 T[J]. *Magn Reson Med*, 2018, 80(1): 248–258.
- [24] Park CA, Kang CK, Kim YB, et al. Advances in MR angiography with 7 T MRI: from microvascular imaging to functional angiography[J/OL]. *Neuroimage*, 2018, 168: 269–278[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.01.019>.
- [25] Amukotuma SA, Wu A, Zhou K, et al. Distal medium vessel occlusions can be accurately and rapidly detected using Tmax maps[J]. *Stroke*, 2021, 52(10): 3308–3317.
- [26] Becks MJ, Manniesing R, Vister J, et al. Brain CT perfusion improves intracranial vessel occlusion detection on CT angiography[J]. *J Neuroradiol*, 2019, 46(2): 124–129.
- [27] Sousa JA, Sondermann A, Bernardocastro S, et al. CTA and CTP for detecting distal medium vessel occlusions: a systematic review and meta-analysis[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2023, 45(1): 51–56.
- [28] Duvekot MHC, Vanes ACGM, Venema E, et al. Accuracy of CTA evaluations in daily clinical practice for large and medium vessel occlusion detection in suspected stroke patients[J]. *Eur Stroke J*, 2021, 6(4): 357–366.
- [29] Gupta A, Garg PK, Khera PS, et al. Multiphase computed tomography angiography (mCTA) derived source images in acute ischemic stroke: beyond collaterals. Can it obviate the need for computed tomography perfusion(CTP)?[J/OL]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2022, 222: 107421[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2022.107421>.
- [30] Amukotuwa SA, Wu A, Zhou K, et al. Time-to-maximum of the tissue residue function improves diagnostic performance for detecting distal vessel occlusions on CT angiography[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2021, 42(1): 65–72.
- [31] Alotaibi FF, Alshahrani A, Mohamed G, et al. Diagnostic accuracy of large and medium vessel occlusions in acute stroke imaging by neurology residents and stroke fellows: a comparison of CT angiography alone and CT angiography with CT perfusion[J]. *Eur Stroke J*, 2024, 9(2): 356–365.
- [32] Mohammaden MH, Doheim MF, Elfil M, et al. Direct to angiography suite versus conventional imaging in suspected large vessel occlusion: a systemic review and meta-analysis[J]. *Stroke*, 2022, 53(8): 2478–2487.
- [33] Requena M, Olive-gadea M, Muchada M, et al. Direct to angiography suite without stopping for computed tomography imaging for patients with acute stroke: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2021, 78(9): 1099–1107.
- [34] Seners P, Turrc G, Maier B, et al. Incidence and predictors of early recanalization after intravenous thrombolysis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Stroke*, 2016, 47(9): 2409–2412.
- [35] Menon BK, Al-ajlan FS, Najm M, et al. Association of clinical, imaging, and thrombus characteristics with recanalization of visible intracranial occlusion in patients with acute ischemic stroke[J]. *JAMA*, 2018, 320(10): 1017–1026.
- [36] Yoo J, Baek JH, Park H, et al. Thrombus volume as a predictor of nonrecanalization after intravenous thrombolysis in acute stroke[J]. *Stroke*, 2018, 49(9): 2108–2115.
- [37] Furlan A, Higashida R, Wechsler L, et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. Prolyse in acute cerebral thromboembolism[J]. *JAMA*, 1999, 282(21): 2003–2011.
- [38] Sarraj A, Sangha N, Hussain MS, et al. Endovascular

- therapy for acute ischemic stroke with occlusion of the middle cerebral artery M2 segment[J]. *JAMA Neurol*, 2016, 73(11): 1291–1296.
- [39] Quresshi AI, Saleem MA, Aytac E. Comparison of endovascular treatment with intravenous thrombolysis for isolated M2 segment of middle cerebral artery occlusion in acute ischemic stroke[J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2017, 9(5): 8–14.
- [40] Meyer L, Stracke CP, Jungi N, et al. Thrombectomy for primary distal posterior cerebral artery occlusion stroke: the TOPMOST study[J]. *JAMA Neurol*, 2021, 78(4): 434–444.
- [41] Wang J, Qian JC, Fan L, et al. Efficacy and safety of mechanical thrombectomy for M2 segment of middle cerebral artery: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Neurol*, 2021, 268(7): 2346–2354.
- [42] Saber H, Desai SM, Haussen D, et al. Endovascular therapy vs. medical management for patients with acute stroke with medium vessel occlusion in the anterior circulation[J/OL]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(10): e2238154[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.38154>.
- [43] Marchal A, Breznier M, Casolla B, et al. Endovascular thrombectomy for distal medium vessel occlusions of the middle cerebral artery: a safe and effective procedure[J/OL]. *World Neurosurg*, 2022, 160: e234–e241[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.12.113>.
- [44] Meyer L, Stracke P, Broocks G, et al. Thrombectomy versus medical management for isolated anterior cerebral artery stroke: an international multicenter registry study[J/OL]. *Radiology*, 2023, 307(2): e220229[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1148/radiol.220229>.
- [45] Loh EW, Toh KZX, Kwok GYR, et al. Endovascular therapy for acute ischemic stroke with distal medium vessel occlusion: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e3): e452–e459[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1136/jnis-2022-019717>.
- [46] Kim CH, Kim SE, Jeon JP. Meta-analysis of endovascular treatment for acute M2 occlusion[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2019, 62(2): 193–200.
- [47] Nakano T, Shigeta K, Ota T, et al. Efficacy and safety of mechanical thrombectomy for occlusion of the second segment of the middle cerebral artery: retrospective analysis of the Tama-registry of acute endovascular thrombectomy(TREAT)[J]. *Clin Neuroradiol*, 2020, 30(3): 481–487.
- [48] Jumaa MA, Castinguay AC, Salahuddin H, et al. Middle cerebral artery M2 thrombectomy in the STRATIS registry[J]. *Stroke*, 2021, 52(11): 3490–3496.
- [49] Shek K, Alcock S, Ghrooda E, et al. Effectiveness and safety of endovascular thrombectomy for large versus medium vessel occlusions: a single-center experience[J/OL]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(5): neurintsurg-2021-017502[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2021-017502>.
- [50] Sun DP, Liu R, Huo XC, et al. Endovascular treatment for acute ischaemic stroke due to medium vessel occlusion: data from ANGEL-ACT registry[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2022, 8(1): 51–58.
- [51] Grossberg JA, Chalhoub RM, Alkasab S, et al. Multicenter investigation of technical and clinical outcomes after thrombectomy for proximal medium vessel occlusion(pMeVO)by frontline technique[J]. *Interv Neuroradiol*, 2024, 30(4): 470–479.
- [52] Herzberg M, Dorn F, Trumm C, et al. Middle cerebral artery M2 thrombectomy: safety and technical considerations in the German stroke registry(GSR)[J/OL]. *J Clin Med*, 2022, 11(15): 4619[2024–10–11]. <https://doi.org/10.3390/jcm11154619>.
- [53] Schulze-zachau V, Brehm A, Ntoulis N, et al. Incidence and outcome of perforations during medium vessel occlusion compared with large vessel occlusion thrombectomy[J]. *J Neurointerv Surg*, 2024, 16(8): 775–780.
- [54] Cascio rizoo A, Schwarz G, Cervo A, et al. Safety and efficacy of endovascular thrombectomy for primary and secondary MeVO[J/OL]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2024, 33(1): 107492[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107492>.
- [55] Coutinho JM, Liebeskind DS, Slater LA, et al. Mechanical thrombectomy for isolated M2 occlusions: a post hoc analysis of the STAR, SWIFT, and SWIFT PRIME studies[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37(4): 667–672.
- [56] Bhogal P, Buxke P, Aguilar perez M, et al. Mechanical thrombectomy for M2 occlusions: a single-centre experience[J]. *Interv Neurol*, 2017, 6(3/4): 117–125.
- [57] Chen CJ, Wang C, Buell TJ, et al. Endovascular mechanical thrombectomy for acute middle cerebral artery M2 segment occlusion: a systematic review[J/OL]. *World Neurosurg*, 2017, 107: 684–691[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.08.108>.
- [58] Saber H, Narayanan S, Palla M, et al. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke with occlusion

- of the M2 segment of the middle cerebral artery: a meta-analysis[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(7): 620–624.
- [59] Compagne KCJ, Van der sluijs PM, Van der wijngaard IR, et al. Endovascular treatment: the role of dominant caliber M2 segment occlusion in ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2019, 50(2): 419–427.
- [60] Cappellari M, Saia V, Pracicci G, et al. Different endovascular procedures for stroke with isolated M2–segment MCA occlusion: a real-world experience[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2021, 51(4): 1157–1162.
- [61] Wang M, Farouki Y, Hulscher F, et al. Early neurological improvement predicts clinical outcome after thrombectomy for distal medium vessel occlusions[J/OL]. *Front Neurol*, 2022, 13: 809066[2024–10–11]. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.809066>.
- [62] Meyer L, Stracke CP, Wallocha M, et al. Thrombectomy for secondary distal, medium vessel occlusions of the posterior circulation: seeking complete reperfusion[J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(7): 654–659.
- [63] Muszynski P, Anadani M, Richard S, et al. Endovascular reperfusion of M2 occlusions in acute ischemic stroke reduced disability and mortality: ETIS registry results[J/OL]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(5): neurintsurg–2021–017380[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg–2021–017380>.
- [64] Alawieh AM, Chalhoub RM, Alkasab S, et al. Multicenter investigation of technical and clinical outcomes after thrombectomy for distal vessel occlusion by frontline technique[J/OL]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e1): e93–e101[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1136/jnis–2022–019023>.
- [65] Kniep H, Meyer L, Broocks G, et al. Predictors of functional outcome after thrombectomy for M2 occlusions: a large scale experience from clinical practice[J/OL]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 18740[2024–10–11]. <https://doi.org/10.1038/s41598–023–45232–x>.
- [66] Winkelmeier L, Heitkamp C, Faizy TD, et al. Prognostic value of recanalization attempts in endovascular therapy for M2 segment middle cerebral artery occlusions[J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(4): 422–430.
- [67] Radu RA, Costalat V, Fahed R, et al. First pass effect as an independent predictor of functional outcomes in medium vessel occlusions: an analysis of an international multicenter study[J]. *Eur Stroke J*, 2024, 9(1): 114–123.
- [68] Rodriguez-calienes A, Vivanco-suarez J, Sequeiros JM, et al. Mechanical thrombectomy for the treatment of primary and secondary distal medium–vessel occlusion stroke: systematic review and meta-analysis[J/OL]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e3): e460–e467[2024–10–11]. <https://doi.org/doi:10.1136/jnis–2022–019975>.
- [69] Nome T, Enriquez B, Nome CG, et al. Clinical outcome after thrombectomy in patients with MeVO stroke: importance of clinical and technical factors[J]. *J Neurol*, 2024, 271(2): 877–886.
- [70] Rizzo F, Romoli M, Simonetti L, et al. Reperfusion strategies in stroke with medium–to–distal vessel occlusion: a prospective observational study[J]. *Neurol Sci*, 2024, 45(3): 1129–1134.
- [71] Farouki Y, Bonnet T, Mine B, et al. First-pass effect predicts clinical outcome and infarct growth after thrombectomy for distal medium vessel occlusions[J]. *Neurosurgery*, 2022, 91(6): 913–919.
- [72] Gory B, Lapergue B, Blanc R, et al. Contact aspiration versus stent retriever in patients with acute ischemic stroke with M2 occlusion in the ASTER randomized trial(contact aspiration versus stent retriever for successful revascularization)[J]. *Stroke*, 2018, 49(2): 461–464.
- [73] Phan K, Maingard J, Kok HK, et al. Contact aspiration versus stent–retriever thrombectomy for distal middle cerebral artery occlusions in acute ischemic stroke: meta-analysis[J]. *Neurointervention*, 2018, 13(2): 100–109.
- [74] Atchaneeyasakul K, Malik AM, Yavagal DR, et al. Thrombectomy outcomes in acute ischemic stroke due to middle cerebral artery M2 occlusion with stent retriever versus aspiration: a multicenter experience[J]. *Interv Neurol*, 2020, 8(2/6): 180–186.
- [75] Bernsen MLE, Goldhoorn RJB, Lingsma HF, et al. Importance of occlusion site for thrombectomy technique in stroke: comparison between aspiration and stent retriever[J]. *Stroke*, 2021, 52(1): 80–90.
- [76] Meyer L, Stracke P, Wallocha M, et al. Aspiration versus stent retriever thrombectomy for distal, medium vessel occlusion stroke in the posterior circulation: a subanalysis of the TOPMOST study[J]. *Stroke*, 2022, 53(8): 2449–2457.
- [77] Toh KZX, Koh MY, Loh EW, et al. Distal medium vessel occlusions in acute ischaemic stroke –stent retriever versus direct aspiration: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Stroke J*, 2023, 8(2): 434–447.
- [78] Bilgin C, Hardy N, Hutchison K, et al. First–line thrombectomy strategy for distal and medium vessel occlusions: a systematic review[J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(6): 539–546.



- [ 79 ] Renieri L, Valente I, Dmytriw AA, et al. Mechanical thrombectomy beyond the circle of Willis: efficacy and safety of different techniques for M2 occlusions[J]. J Neurointerv Surg, 2022, 14(6): 546–550.
- [ 80 ] Navia P, Larrea JA, Pardo E, et al. Initial experience using the 3 MAX cerebral reperfusion catheter in the endovascular treatment of acute ischemic stroke of distal arteries[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(8): 787–790.
- [ 81 ] Crockett MT, Phillips TJ, Chiu AHY. Dual suction Headway27 microcatheter thrombectomy for the treatment of distal intracranial arterial occlusion strokes: initial experience with the micro-ADAPT technique[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(7): 714–718.
- [ 82 ] Romanod G, Frauenfelder G, Caragliano A, et al. Multicentric experience with an intermediate aspiration catheter for distal M2 ischemic stroke[J/OL]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(12): 105389[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105389>.
- [ 83 ] Yoshimoto T, Tanaka K, Koge J, et al. Blind exchange with mini-pinning technique using the tron stent retriever for middle cerebral artery M2 occlusion thrombectomy in acute ischemic stroke[J/OL]. Front Neurol, 2021, 12: 667835[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.667835>.
- [ 84 ] Guenego A, Mine B, Bonnet T, et al. Thrombectomy for distal medium vessel occlusion with a new generation of stent retriever(Tigertriever 13)[J]. Interv Neuroradiol, 2022, 28(4): 444–454.
- [ 85 ] Goertz L, Weiss D, Abdullayev N, et al. Safety and efficacy of the novel low-profile APERIO Hybrid17 for a treatment of proximal and distal vessel occlusion in acute ischemic stroke: a multi-center experience[J/OL]. World Neurosurg, 2022, 167: e386–e396[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.08.023>.
- [ 86 ] Fischer S, Will L, Phung T, et al. The Tigertriever 13 for mechanical thrombectomy in distal and medium intracranial vessel occlusions[J]. Neuroradiology, 2022, 64(4): 775–783.
- [ 87 ] Grieb D, Greling B, Schulz K, et al. Endovascular treatment of distal medium vessel occlusions using microcatheter aspiration thrombectomy[J]. Interv Neuroradiol, 2024, 30(2): 234–241.
- [ 88 ] Zhao CH, Koneru M, Siegler J E, et al. Single center experience using 3 mm Trevo stent retrievers in medium vessel occlusion thrombectomy[J/OL]. Interv Neuroradiol, 2023: 15910199231199880[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.1177/15910199231199880>.
- [ 89 ] Ntoulas N, Brehm A, Tsogkas I, et al. Initial experience with the Solitaire X 3 mm stent retriever for the treatment of distal medium vessel occlusions[J/OL]. J Clin Med, 2023, 12(23): 7289[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.3390/jcm12237289>.
- [ 90 ] Psychogios MN, Tsogkas I, Blackham K, et al. The Quattro technique for medium distal vessel occlusion stroke[J]. Clin Neuroradiol, 2024, 34(1): 257–262.
- [ 91 ] Orselik A, Kallmes DF, Bilgin C, et al. Comparison of balloon guide catheter versus non-balloon guide catheter for mechanical thrombectomy in patients with distal medium vessel occlusion[J]. J Neurointerv Surg, 2024, 16(6): 587–594.
- [ 92 ] Monteiro A, Makalanda HLD, Wareham J, et al. Mechanical thrombectomy in medium vessel occlusions using the novel aspiration Q catheters: an international multicenter experience[J]. J Neurointerv Surg, 2024, 16(6): 603–607.
- [ 93 ] Adusumilli G, Kobeissi H, Ghozy S, et al. Comparing Tigertriever 13 to other thrombectomy devices for distal medium vessel occlusion: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. Interv Neuroradiol, 2023: 15910199231152510[ 2024–10–11 ]. <https://doi.org/10.1177/15910199231152510>.
- [ 94 ] Haussen DC, Al-bayati AR, Eby B, et al. Blind exchange with mini-pinning technique for distal occlusion thrombectomy[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(4): 392–395.
- [ 95 ] Meyer L, Stracke CP, Broocks G, et al. Effect of anesthetic strategies on distal stroke thrombectomy in the anterior and posterior cerebral artery[J]. J Neurointerv Surg, 2024, 16(3): 230–236.

(原文转载于《中国卒中杂志》2024 年 11 月第 19 卷第 11 期)