

· 指南与共识 ·

颅内动脉粥样硬化性急性大血管闭塞血管内
治疗中国专家共识

中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会

摘要： 血管内治疗已成为颅内急性大血管闭塞(LVO)性卒中的一线治疗方案,颅内动脉粥样硬化(ICAS)病变是中国人 LVO 的重要病因。由于 ICAS 病变识别困难,导致手术操作的复杂性增加。基于 ICAS-LVO 临床研究的最新进展并结合临床专家经验,中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会针对 ICAS-LVO 的临床识别、影像学特征、手术策略、围手术期管理等制定该共识,以期规范 ICAS-LVO 血管内治疗的策略与技术、降低患者的致残率与病死率、促进临床规范化管理提供帮助。

关键词： 颅内动脉粥样硬化;急性脑动脉闭塞;血管内治疗;专家共识

doi:10.3969/j.issn.1672-5921.2025.01.010

Chinese expert consensus on endovascular treatment for acute large vessel occlusion with intracranial atherosclerosis Professional Committee of Interventional Neurology in Chinese Research Hospital Association

Corresponding authors: Zhu Wusheng, Email: wusheng.zhu@nju.edu.cn, Department of Neurology, General Hospital of Eastern Theater Command, Nanjing 210002, China; Liu Xinfeng, Email: xfliu2@vip.163.com, Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei 230000, China

Abstract: Endovascular treatment has become the first-line treatment for stroke caused by acute intracranial large vessel occlusion (LVO). Acute intracranial LVO caused by intracranial atherosclerosis (ICAS) is a common cause of thrombus removal in Chinese people, but it was difficult and complex for the surgical operation treatment. This consensus was based on the latest progress of domestic clinical research on ICAS-LVO and combined with the experience summary of clinical experts to summarize the identification, imaging features, surgical strategies, and perioperative management of ICAS-LVO. It aims to quickly identify ICAS-LVO, standardize its endovascular treatment strategies and techniques, reduce the disability and mortality rates of patients, and provide assistance for standardized clinical management.

Key words: Intracranial atherosclerosis; Acute cerebral artery occlusion; Endovascular treatment; Expert consensus

血管内治疗已成为颅内急性大血管闭塞(large vessel occlusion, LVO)性卒中患者的一线治疗方案^[1-2]。尽早实现血管再通恢复脑血流灌注,可以降低患者的致残率及病死率。常见的颅内急性 LVO 的病因包括动脉-动脉栓塞、颅内动脉粥样硬化(intracranial atherosclerosis, ICAS)、血管炎、血管夹层等,其中,ICAS 是导致中国人 LVO 行机械取栓常见的病因,在临床诊疗中对其快速识别存在一定困难,手术操作

相对复杂^[3]。

既往关于前循环缺血性卒中的研究显示,在西方人群中 ICAS-LVO 仅占缺血性卒中血管内治疗患者的比例约 6% (182/3 025),但在东方人群中高达 25% (496/1 967)^[4-5]。在椎-基底动脉急性闭塞患者中,ICAS 更为常见^[6]。在急性基底动脉闭塞血管内治疗多中心随机对照临床试验(endovascular treatment for acute basilar artery occlusion; a multicenter randomized clinical trial, ATTENTION)中,ICAS 患者占比高达 43.9% (584/1 329)^[7]。此外,国内报道的椎-基底动脉闭塞血管内治疗对比标准药物治疗(endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar

通信作者:朱武生,210002 南京,东部战区总医院神经内科, Email:wusheng.zhu@nju.edu.cn;刘新峰,230000 合肥,中国科学技术大学附属第一医院神经内科, Email:xfliu2@vip.163.com

artery occlusion, BEST)研究和急性基底动脉闭塞血管内治疗研究(endovascular treatment for acute basilar artery occlusion study, BASILAR)中分别有 56.1% (37/66)和 66.5% (121/182)患者的血管闭塞与 ICAS 有关^[8-9]。

既往研究表明,相较于心源性 LVO, ICAS-LVO 在行血管内治疗时具有更高的术中再闭塞率,以及更长的穿刺至再灌注时间^[10-11]。由于 ICAS-LVO 患者术中可能出现再闭塞或残余重度狭窄(狭窄率 > 70%),术中通常使用球囊扩张、支架置入以及围手术期使用替罗非班等抗血小板聚集药物维持血管内治疗后病变血管的通畅性。因此,识别 ICAS-LVO,规范 ICAS-LVO 血管内治疗的技术与策略在临床上尤为重要。本共识针对 ICAS-LVO 的识别、影像学特征、手术策略、围手术期管理等方面进行归纳总结,并结合了临床专家经验,以期规范 ICAS-LVO 血管内治疗的策略与技术、降低患者的致残率与病死率、促进临床规范化管理提供帮助。

1 ICAS-LVO 识别

1.1 临床特征识别

与心源性栓塞患者比较, ICAS-LVO 患者年龄较大,男性患者多见,通常伴有高血压病、高血糖、高脂血症相关的颅内动脉粥样硬化性病变或具有长期吸烟史^[12]。然而,心源性栓塞的 LVO 患者多伴有心房颤动相关的心脏疾病^[12]。此外,心源性栓塞通常为突发疾病,病程进展迅速^[12]。而 ICAS 引起的 LVO 患者通常表现为病情反复,症状的加重常伴随多次短暂性脑缺血发作或脑梗死病史^[13-15]。后循环卒中患者中 ICAS-LVO 发生的比例相对于前循环更高^[7-9]。对于急诊患者,心源性栓塞引发的 LVO 通常伴随心房颤动相关的心律异常特征,结合患者既往脑血管影像检查资料有助于鉴别诊断 ICAS-LVO。对于已知存在严重 ICAS 并发生急性 LVO 患者,应高度怀疑 ICAS-LVO 病变的可能性。此外,既往头部 MRI 提示亚急性或慢性分水岭区域脑梗死的患者,也应特别注意 ICAS-LVO 的鉴别诊断^[3]。

目前的临床研究结果显示,基于人口学与合并症构建的预测模型可用于识别 ICAS-LVO。国内研究者 Liao 等^[13]纳入 608 例 LVO 患者进行分析,结果显示,高血压病($OR = 2.90, 95\% CI: 1.34 \sim 6.26$)、糖尿病($OR = 2.80, 95\% CI: 1.45 \sim 5.42$)、无心房颤动($OR = 27.29, 95\% CI: 13.27 \sim 56.09$)、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分 < 7 分($OR = 2.92, 95\% CI: 1.22 \sim 6.99$)和 CT 高密度征($OR = 2.86, 95\% CI: 1.22 \sim 6.74$)与 ICAS-LVO 的发生相关;构建心房颤动-血压-临床神经功能缺损-CT 高密度征-糖尿病(atrial fibrillation—blood pressure—clinical neurological deficit—CT hyperdense sign—diabetes mellitus, ABC2D)评分系统,对各变量赋值,总分为 0~7 分,用于预测颅内 LVO 性卒中患者的病因是否为 ICAS-LVO,评分越高,表示 ICAS-LVO 的可能性越大,该预测模型在衍生队列(395 例)和验证队列(21 例)中预测 ICAS-LVO 的受试者工作特征曲线下面积分别为 0.886(95% $CI: 0.839 \sim 0.933$)和 0.880(95% $CI:$

0.846~0.914)。

国内研究者针对椎-基底动脉闭塞患者开发并验证了一种简单易行的预测原位动脉粥样硬化血栓形成(in situ atherosclerotic thrombosis, ISAT)的评分系统^[14],该研究纳入 95 例 LVO 患者作为衍生队列进行分析,其中 41 例(43.2%)患者为 ISAT, ISAT 评分系统包括 3 个预测因子(高血压病史、心房颤动病史和基线血清葡萄糖水平 ≥ 7.55 mmol/L),通过该模型分析并绘制受试者工作特征曲线,结果显示,该模型对诊断 ICAS-LVO 具有良好的预测价值(曲线下面积为 0.853, 95% $CI: 0.775 \sim 0.930$),最佳截断值为 1 分,敏感度为 95.1%,特异度为 64.8%,准确度为 77.9%;在验证队列(51 例)中的进一步分析表明,该评分对于椎-基底动脉闭塞患者的 ISAT 具有良好预测能力(受试者工作特征曲线下面积为 0.800, 95% $CI: 0.682 \sim 0.918$)。上述研究结果表明,采用高血压病史、心房颤动病史及二分类基线血清葡萄糖水平构建的预测模型对于急性椎-基底动脉闭塞患者血管内治疗前的 ISAT 识别具有一定预测价值^[14]。

有研究认为, ICAS-LVO 的关键预测因素包括心房颤动、主干型动脉闭塞、无 CT 高密度征以及较低的基线 NIHSS 评分,该研究纳入了心房颤动、动脉主干型闭塞、CT 高密度征和基线 NIHSS 评分构建评分系统对 ICAS-LVO 进行预测,将 ICAS-LVO 定义为狭窄率 > 70% 或具有狭窄率 > 50% 的动脉狭窄的干预治疗史,通过随机性森林算法识别关键预测因子构建 Logistic 回归模型,并在衍生队列(95 例)和验证队列(51 例)中进行评估, Logistic 回归模型结果显示,该评分系统预测 ICAS-LVO 的受试者工作特征曲线下面积为 0.920 (95% $CI: 0.894 \sim 0.947$),并在验证队列中保持稳定(受试者工作特征曲线下面积 0.800, 95% $CI: 0.682 \sim 0.918$)^[16]。

1.2 影像学特征识别

临床上对于 ICAS-LVO 患者的影像学评估,主要基于 CT、CT 血管成像(CTA)或 MR 血管成像(MRA)等进行分析。若患者无法进行无创性影像学评估,但患者的症状、体征提示可能存在 LVO 时,可以考虑局部麻醉或全身麻醉下行 DSA。临床上 CTA 是评估 LVO 相关缺血性卒中的常规方法,因其具有高效性且禁忌证较少,成为国内外 LVO 相关缺血性卒中患者的首选影像学评估手段。MRI 检查亦存在其相关的应用限制,且需要患者高度配合,要求医院 MRI 设备 24 h 开机。

在非增强 CT 的检测中,大脑中动脉的 CT 高密度动脉征与栓塞性 LVO 存在相关性^[17]。CT 成像显示颅内动脉钙化征可能表明患者存在 ICAS。通过 CTA 观察到的闭塞性成像特征有助于识别 ICAS。基于 CTA,对闭塞血管的位置成像特征进行分析可为患者的病因学诊断提供依据,导致栓塞的物质通常在血管分叉水平出现“滞留征”^[17]。此外,椎-基底动脉交界水平段、基底动脉中下段、颈内动脉海绵窦段或床突段以及大脑中动脉 M1 段的近-中段闭塞性病变,均提示可能为 ICAS^[18]。

在 MRI 中,特性血管成像(susceptibility vessel sign,SVS)与红细胞脱氧血红蛋白的磁化特性相关,因此导致动脉闭塞的血栓在 T2 加权梯度回波成像上可呈现低信号特征^[19]。2023 年,Yoshimoto^[20]研究结果显示,86% (49/57)的心源性栓塞患者的 MRI 可观察到 SVS,SVS 的体积与心源性栓塞独立相关($OR = 1.97, 95\% CI: 1.34 \sim 2.90, P < 0.01$)。通过 MRI 上相邻两层扫描图像上的 SVS 特征判断心源性栓塞的敏感度高于 ICAS 病变(42.9% 比 2.9%, $P < 0.01$)^[21]。

血管内治疗前,通过 CT 或 MR 对 LVO 患者的侧支循环情况进行评估,对 ICAS-LVO 具有辅助诊断价值。Baek 和 Kim^[22]的研究对 LVO 患者术前软脑膜侧支循环情况进行评估,并分析其在预测 ICAS-LVO 中的作用,该研究共纳入 40 例 ICAS-LVO 患者及 186 例心源性栓塞的 LVO 患者,将闭塞血管供血区域由软脑膜侧支完全(100%)代偿定义为良好侧支代偿,结果显示,ICAS-LVO 患者和心源性栓塞性 LVO 患者中具有良好侧支代偿者分别为 52.5% (21/40) 和 20.4% (38/186)^[22]。基于 LVO 患者 CTA 的影像学分析表明,软脑膜侧支循环的完全代偿提示 LVO 与 ICAS 有关($OR = 3.32, 95\% CI: 1.52 \sim 7.26, P = 0.003$)^[22]。此外,有研究显示,CT 灌注成像显示最大峰值时间(time to maximum, Tmax) > 4 s 的区域与 Tmax > 6 s 区域的比值 ≥ 2 可能提示 LVO 患者病因为 ICAS ($OR = 3.75, 95\% CI: 1.05 \sim 13.14, P = 0.04$)^[21]。

此外,采用 CT、MRI 或 CT 灌注成像评估的脑梗死核心体积亦对 ICAS-LVO 具有一定的辅助诊断作用。Suh 等^[23]的研究结果显示,相对于心源性栓塞的 LVO 患者(120 例),ICAS-LVO 患者(14 例)就诊时经 MRI 评估的平均脑梗死核心体积更小[(14 ± 12) ml 比 (54 ± 65) ml, $P < 0.01$]。

LVO 患者既往的脑血管影像是否存在颅内动脉狭窄病变可帮助鉴别诊断 ICAS-LVO。若相关影像学检查表明患者在 6 个月内颅内动脉通畅,则提示患者本次 LVO 并非由 ICAS-LVO 引起。反之,若既往影像学结果显示患者存在严重的颅内动脉狭窄并发生急性 LVO,应高度怀疑 ICAS-LVO^[24]。对于影像学检查显示脑梗死核心边缘带区域存在亚急性或慢性梗死灶的患者,应考虑 ICAS-LVO 的可能^[3]。在临床实践中,若患者无上述影像学特征,则较难在血管内治疗前明确 ICAS-LVO 的存在。

1.3 术中识别

DSA 显示闭塞病变位于颈内动脉、大脑中动脉、椎-基底动脉主干或者血管平直段时,提示存在 ICAS 病变可能^[24]。若闭塞部位发生在上述大动脉的分叉部位,尤其是颈内动脉末端分叉处、大脑中动脉分叉处和基底动脉尖,则应高度怀疑为栓塞性病变^[24]。介入治疗前脑血管造影显示 LVO 患者闭塞病变远端的侧支循环建立并代偿良好,多提示 ICAS,若侧支循环较少或者无侧支代偿,则提示心源性栓塞的可能^[24]。术中闭塞血管的影像学特征分析对明确闭塞病因也有一定的作用。与 CTA 或 DSA 显示的非“锥形”闭塞(如半

月形、截断或“轨道”样闭塞)特征相比,“锥形”闭塞具有“喷气”样、“铅笔尖”状或“线”形对比剂填充提示 ICAS 的可能性更大[18.0% (18/100) 比 54.8% (17/31), $P < 0.01$]^[25]。其中,“喷气”样对比剂充盈的影像特征识别 ICAS-LVO 的敏感度为 96%,特异度为 78%,准确度为 83%^[26]。

在 DSA 检查过程中,微导管首次穿越闭塞性病变并回撤导管进行造影时,若微导管对狭窄部位继发的血栓造成破坏,且存在前向血流,则提示存在 ICAS 病变,此现象称为“首过效应”^[27]。然而,若血栓源自异位,微导管穿越后血栓可能会回弹并阻塞通路,导致造影时无前向血流显示^[27]。值得注意的是,“首过效应”在血栓负荷较轻的情况下表现更为显著^[27]。若闭塞病变较长,或闭塞血管的远端继发大量血栓形成,血栓负荷较重,则可能出现 ICAS 病变“首过效应”阴性,从而导致诊断不准确^[27]。

取栓支架释放后的支架展开形态学特征变化对于判断闭塞病变性质具有一定的指导意义。支架释放后,若造影显示取栓支架存在明显的“束腰征”,影像特征类似于狭窄的管腔,且回收取栓支架未能成功取出血栓时,可能表明存在 ICAS;若回收取栓支架后发现血栓质地坚韧,呈黑紫色或胶冻状,则提示为心源性血栓;若多次尝试取栓均未取出血栓,并且即刻造影复查显示闭塞段动脉形态未发生变化,提示为心源性栓塞且血栓体积较大或为机化的血栓;若取栓支架展开后,造影显示闭塞血管血流充盈良好,但未能取出血栓,且立即进行的造影显示血管完全闭塞,则应考虑动脉夹层发生的可能,并根据动脉成像不规则变细、内膜悬垂或“双腔征”判断是否发生颅内动脉夹层^[28]。

由于血管内治疗后可能存在动脉残余狭窄、血小板活化及支架置入后可能造成内皮损伤等,ICAS 病变在取栓后发生再次闭塞的概率较高。若闭塞血管介入治疗后血流恢复一段时间后再次发生闭塞,则可明确 ICAS 病变的存在^[29]。而心源性栓塞患者血管成功再通后再次闭塞的发生率相对较低^[29]。

推荐意见: (1)可依据患者年龄、性别、合并症及病史对 ICAS-LVO 进行初步判断,ICAS-LVO 患者通常年龄较大,常伴高血压病、高血糖、高脂血症、动脉粥样硬化病变及长期吸烟史;(2)心电图检查及既往头部影像学检查可作为鉴别 ICAS-LVO 的常规手段;心源性栓塞引发的 LVO 患者的心电图以心房颤动特征多见;对于近期头部 MRI 显示亚急性或慢性分水岭区域梗死患者,应怀疑 ICAS-LVO;(3)可通过 CT、CTA、MRA 等评估 ICAS-LVO 及其影像学特征变化;对于无法进行无创性检查的症状性 LVO 患者,可直接行 DSA 检查;CTA 提示的脑动脉闭塞类型和部位、MRI 易感血管征、术前侧支循环及脑梗死核心体积等均可辅助 LVO 患者的病因学鉴别;(4)平扫 CT 显示大脑中动脉高密度征、颅内动脉钙化等的 LVO,可提示 ICAS-LVO;既往脑血管成像有颅内动脉狭窄证据的 LVO,提示 ICAS-LVO 可能性大;(5) ICAS-LVO 的闭塞部位多为颈内动脉、大脑中动脉、椎-基底动脉主干或平

直段,且远端侧支循环代偿充分;(6) DSA 显示“锥形”闭塞如“喷气”样、“铅笔尖”状等,微导管越过狭窄部位回撤后可见“线”状前向血流,提示 ICAS 概率高;(7)取栓支架释放后造影显示支架展开后的“束腰征”且回收支架未取出血栓,取栓后造影显示明显残余狭窄或血流恢复后发生再次闭塞,高度提示为 ICAS 病变。

2 ICAS-LVO 血管内治疗策略

2.1 ICAS-LVO 血管内治疗方法

目前,针对 ICAS-LVO 血管内治疗策略的研究尚不充分。在临床实践中,早期血管内治疗的选择包括支架取栓术、抽吸取栓术以及支架联合抽吸取栓术。支架取栓术在治疗急性前循环 LVO 性卒中的安全性与有效性方面,已在多项随机对照研究中得到验证^[1-2]。同时,随着抽吸导管口径和性能的持续改进,首选直接抽吸取栓技术在临床中的应用也日益广泛。

关于支架取栓技术与直接抽吸取栓技术在急性 LVO 早期血管内介入治疗方面的优劣,已有两项多中心随机对照研究得出了明确的结论。2017 年,接触抽吸与支架取栓成功再通比较(contact aspiration versus stent retriever for successful revascularization, ASTER)试验纳入了 381 例发病 6 h 内的急性前循环 LVO 性卒中患者,并按照 1:1 的比例随机分为血栓抽吸组(192 例)和支架取栓组(189 例),结果显示,在主要终点事件[术后即刻改良脑梗死溶栓(modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI)分级 2b 级或 3 级;85.4% (164/192) 比 83.1% (157/189), $P=0.53$]以及次要终点事件[发病后 90 d 改良 Rankin 量表(mRS)评分 < 3 分患者比例;45.3% (82/181) 比 50.0% (91/182), $P=0.38$]方面组间差异均无统计学意义^[30]。2019 年,抽吸取栓对比支架取栓作为 LVO 取栓的一线疗法(aspiration thrombectomy versus stent retriever thrombectomy as first-line approach for large vessel occlusion, COMPASS)研究将发病后 90 d 神经功能独立(mRS 评分 < 3 分)患者比例作为首要终点事件,结果显示,抽吸取栓在首要终点事件方面不劣于支架取栓[50% (67/136) 比 52% (69/134), $P_{\text{非劣性}}=0.0014$]^[31]。因此,抽吸取栓技术和支架取栓技术目前均作为主要血管内治疗技术广泛用于临床。

支架联合抽吸取栓技术是目前临床中应用最为广泛的取栓方法之一。然而,2021 年的一项研究对比了血栓抽吸联合支架取栓与单纯支架取栓在 AIS-LVO 患者中的疗效,结果表明,在主要终点事件[术后即刻扩展脑梗死溶栓(expanded thrombolysis in cerebral infarction, eTICI)分级 2c 级或 3 级患者比例]方面,支架联合抽吸取栓技术与单纯支架取栓技术相比差异无统计学意义[64.5% (131/203) 比 57.9% (117/202), $P=0.17$]^[32]。

ICAS-LVO 的病变特点增加了其血管内治疗过程的复杂度^[33]。多项观察性研究对比了 ICAS-LVO 患者采用不同首选血管内治疗方式的疗效, Lee 等^[34]纳入了 9 例采用以支架

取栓为首选取栓方式的 ICAS-LVO 患者,其中术后即刻血管成功再通(mTICI 分级 2b 级或 3 级)的患者 6 例,中位取栓次数 2 次,采取补救治疗措施者 7 例,术后 90 d 预后良好者 5 例。Ojeda 等^[35]对血管内再灌注治疗计划(treatment intent to generate endovascular reperfusion, TIGER)研究的二次分析显示,32 例 ICAS-LVO 患者中使用支架取栓作为首选取栓方式且达到血管成功再通(mTICI 分级 2b 级或 3 级)者占比 78.1% (25/32),其中 1 次取栓即达到血管成功再通者占比 46.9% (15/32),中位手术时间 22 min,50.0% (16/32)患者术后 90 d 获得良好预后(mRS 评分 < 3 分),无采用补救措施治疗者。Levy 等^[36]首次报道了将直接急诊球囊扩张和(或)支架置入作为首选血管内治疗方式治疗 ICAS-LVO 患者的疗效,结果显示,在纳入的 20 例 ICAS-LVO 患者中,术后即刻血管成功再通(mTICI 分级 ≥ 2b 级)率可达 100%,仅 1 例(5%)患者术后发生症状性颅内出血,术后 30 d mRS 评分 ≤ 3 分的患者 12 例(60%)。另外,急性前循环缺血性卒中血管内治疗注册研究(endovascular treatment for acute anterior circulation ischemic stroke registry, ACTUAL)^[37]纳入首选球囊或支架取栓治疗 ICAS-LVO 患者(302 例),结果显示,首选球囊取栓术组患者与首选支架取栓术组患者的术中血管成功再通(mTICI 分级 2b 级或 3 级)的比例差异无统计学意义[78.8% (26/33) 比 86.2% (232/269), $P=0.29$],但其术后 90 d 良好预后(mRS 评分 < 3 分)患者比例高于首选支架取栓术组[69.7% (23/33) 比 47.6% (128/269), $P=0.02$],术后 24 h 症状性颅内出血率低于首选支架取栓术组[13.0% (3/23) 比 30.5% (82/269), $P=0.01$]。但是,该研究中首选球囊或支架取栓治疗 ICAS-LVO 的患者仅占 10.9% (33/302)。另一项国内多中心登记研究急性缺血性卒中血管内治疗关键技术及急救流程改进(endovascular treatment key technique and emergency workflow improvement of acute ischemic stroke, ANGEL-ACT)研究对比分析了早期使用(取栓 1 次后使用)或急诊直接使用球囊扩张和(或)支架置入(194 例)、晚期使用(1 次以上取栓后使用)急诊球囊扩张和(或)支架置入(95 例)及不使用急诊球囊扩张和(或)支架置入(186 例)治疗 ICAS-LVO 患者术后 90 d mRS 评分 0~1 分、0~2 分患者比例及病死率、症状性颅内出血发生率,结果显示,早期使用或急诊直接使用球囊扩张和(或)支架置入组的术后 90 d mRS 评分 0~1 分和 0~2 分患者比例均高于晚期使用急诊球囊扩张和(或)支架置入组(mRS 评分 0~1 分: $OR=0.41$, 95% CI : 0.23~0.72; mRS 评分 0~2 分: $OR=0.46$, 95% CI : 0.27~0.80)及不使用急诊球囊扩张和(或)支架置入组(mRS 评分 0~1 分: $OR=0.54$, 95% CI : 0.34~0.86; mRS 评分 0~2 分: $OR=0.54$, 95% CI : 0.34~0.85), 3 组病死率(分别为 19.0%、18.1%、18.7%, $P=0.98$)、症状性颅内出血发生率(分别为 9.7%、2.3%、9.7%, $P=0.11$)差异均无统计学意义^[38]。当然,首选取栓策略的选择仍需要结合临床实际。对于血栓负荷较大的 ICAS-LVO

患者,首选支架取栓后再次选择球囊扩张或支架置入以减少首选球囊扩张所致的血栓逃逸可能是合理的;对于血栓负荷较小的 ICAS-LVO 患者,首选直接球囊扩张和(或)支架置入也是可行的^[39]。

另外,随着介入器材的发展,多种针对 ICAS-LVO 患者的血管内治疗技术也应运而生,包括通过球囊扩张导管的支架取栓、采用支架取栓器远端保护的球囊血管成形术^[40]和利用新型输送型球囊扩张导管衍生的 Fastunnel 技术^[41]。但是,这些血管内治疗技术的安全性及有效性仍需要大型临床研究的进一步验证。

2.2 补救治疗策略

术中再闭塞或者取栓失败是 ICAS-LVO 患者血管内治疗术中常见现象。近期的一项研究显示,ICAS-LVO 患者血管内治疗后术中再闭塞率可达 35.5% (120/338),术后 90 d 随访的累积再闭塞发生率为 44.3% (58/131)^[42]。因此,补救治疗在 ICAS-LVO 患者血管内治疗中较常被采用。目前临床上常用的补救治疗策略包括急诊球囊扩张、支架置入以及补救性药物治疗,如经导管动脉注射或静脉持续泵入替罗非班等。

目前关于急诊球囊扩张和(或)支架置入作为 ICAS 相关急性 LVO 患者急诊介入补救治疗措施的研究多为小样本的回顾性研究。Mohammaden 等^[43]纳入美国 14 家中心前瞻性登记数据库中 499 例取栓失败的患者进行回顾性分析,结果显示,其中 ICAS-LVO 患者占 52.5% (262/499),253 例 (50.7%) 患者接受了球囊扩张和(或)支架置入作为补救治疗措施,与未接受补救治疗的取栓失败患者(246 例)相比,采用球囊扩张和(或)支架置入作为补救治疗可提高术后 90 d 功能独立(mRS 评分 < 3 分)患者比例[35.1% (78/222) 比 7.0% (15/213); $aOR = 6.33$, 95% $CI: 3.14 \sim 12.76$, $P < 0.01$]、降低病死率[28.0% (65/232) 比 46.5% (107/230); $aOR = 0.55$, 95% $CI: 0.31 \sim 0.96$, $P = 0.04$], 且 not 增加术后 24 h 症状性颅内出血的发生率[6.4% (18/283) 比 10.2% (25/245); $aOR = 0.99$, 95% $CI: 0.42 \sim 2.34$, $P = 0.98$]。一项单中心回顾性研究纳入 184 例 ICAS-LVO 患者,结果显示,机械取栓术后行补救性球囊扩张或支架置入治疗(64 例)患者较无补救性治疗患者(120 例)术后 90 d 良好预后(mRS 评分 < 3 分)比例更高[51.6% (33/64) 比 35.0% (42/120); $aOR = 2.11$, 95% $CI: 1.22 \sim 4.29$, $P = 0.02$], 并不增加术后 90 d 病死率[9.4% (6/64) 比 15.8% (19/120); $aOR = 2.89$, 95% $CI: 0.45 \sim 18.55$, $P = 0.26$]及术后 24 h 症状性颅内出血发生率[7.8% (5/64) 比 6.7% (8/120); $aOR = 1.51$, 95% $CI: 0.42 \sim 7.18$, $P = 0.60$]^[44]。2021 年一项纳入 10 项观察性研究共 1 639 例 ICAS-LVO 患者的荟萃分析显示,对于 ICAS-LVO 患者,急诊行补救性球囊扩张或支架置入是安全可行的,但是其安全性和有效性仍需要进一步随机对照研究证实^[45]。急性 LVO 取栓术后补救性颅内血管成形术的随机研究(randomised study of bailout intracranial angioplasty

following thrombectomy for acute large vessel occlusion, ANGEL-REBOOT) 是一项评价机械取栓失败后行补救性球囊扩张或支架置入对急性 LVO 患者早期血管内治疗预后影响的随机对照研究,结果显示,对于机械取栓失败后的 LVO 患者(176 例)行补救性球囊扩张或支架置入等治疗相对于未行补救措施的患者并不能改善术后 90 d 预后($OR = 0.86$, 95% $CI: 0.59 \sim 1.24$, $P = 0.41$), 且可能增加并发症的发生风险;两组术后 90 d 病死率相近[11% (19/176) 比 10% (17/172), $P = 0.80$];然而,行补救治疗的患者术后 18 ~ 36 h 内出现症状性颅内出血[4.6% (8/175) 比 0.6% (1/169), $P = 0.05$]、2 型脑实质出血[3% (6/175) 比 0, $P = 0.03$]及发生与操作相关的动脉夹层[14% (24/176) 比 3% (5/172), $P < 0.01$]的风险均更高^[46]。

ICAS-LVO 血管内治疗的另一项补救措施为药物性补救措施,当前应用最为广泛的是机械取栓围手术期应用血小板糖蛋白 II b/III a 抑制剂,其中替罗非班应用最为广泛^[47]。关于替罗非班在机械取栓中的应用,血管内取栓前静脉注射替罗非班与安慰剂对 LVO 性卒中功能结局的影响研究(effect of intravenous tirofiban vs placebo before endovascular thrombectomy on functional outcomes in large vessel occlusion stroke, RESCUE BT) 显示,机械取栓过程中,对于 ICAS-LVO 患者,围手术期静脉泵入替罗非班可以减少机械取栓的次数并改善患者术后 90 d 预后($OR = 1.68$, 95% $CI: 1.11 \sim 2.56$, $P = 0.02$), 而且 not 增加颅内出血风险($P = 0.94$)^[47]。

2.3 术中并发症的处理

ICAS-LVO 患者的病因存在隐匿性,早期血管内治疗术中操作较心源性 LVO 相对复杂,因此,ICAS-LVO 患者早期血管内治疗术中并发症相对多见,其中常见并发症包括靶血管夹层、靶血管或穿支动脉穿孔或破裂、血栓形成及脱落等^[48]。

对于 ICAS-LVO 患者,支架取栓后或球囊扩张后均可能导致靶血管内膜损伤或夹层形成。对于术中发生的动脉夹层,可予以抗血小板聚集药物治疗或静脉泵入替罗非班治疗并观察,若远段动脉血供可以维持可暂不处理。但是,对于出现明显动脉血流灌注异常的动脉夹层,可根据术中情况予以支架置入治疗^[49]。

对于术中靶血管或穿支动脉穿孔或破裂并发症主要在于提前预防。术前应根据患者血管路径或动脉直径选择合适的导管或器械,术中需通过微导管证实远端真腔后进行后续操作等;若术中观察到靶血管活动性出血,需立即中和肝素、停用抗血小板聚集药物、控制血压,可予以球囊扩张进行短暂封堵后观察,如出血持续不能缓解,予以弹簧圈栓塞是可行的。平板锥束 CT 可以用于术中出血的判断和观察^[50]。

血栓并发症是 ICAS-LVO 患者早期血管内治疗的常见并发症,包括原位血栓形成导致的血管再闭塞或取栓失败(见前文阐述)。另外一种血栓性并发症为“血栓逃逸”,包括闭塞动脉远端或新发动脉的“血栓逃逸”。一般认为,对于闭塞

动脉近端血栓逃逸(如 M2、M3、A1、A2 段或胚胎型大脑后动脉的 P1 段)及功能性血管血栓逃逸(如可能导致患者出现失语、忽视、偏瘫、偏盲的临床症状)需进一步行补救治疗,补救治疗措施包括支架取栓、抽吸取栓或动脉溶栓等,可根据术中情况选择合适的补救策略^[51]。

推荐意见: (1) ICAS-LVO 血管内治疗首选支架取栓是合理的,取栓策略可根据患者具体情况调整;(2) 补救治疗策略包括急诊球囊扩张、支架置入及药物治疗等,但现有研究对补救治疗策略的效果结论尚不一致,需进一步随机对照研究证实;(3) ICAS-LVO 患者早期血管内治疗术中并发症包括靶血管夹层、靶血管或穿支动脉穿孔或破裂、血栓形成及脱落等,应根据不同情况采取相应预防、处理措施。

3 ICAS 围手术期管理

3.1 围手术期血压管理

急性缺血性卒中血管内治疗后血压控制研究 II (blood pressure management after endovascular therapy for acute ischemic stroke-II, BEST-II) 和急性缺血性卒中动脉内血栓切除术患者的疗效——最佳血压控制(the outcome in patients treated with intra-arterial thrombectomy——optimal blood pressure control, OPTIMAL-BP) 表明,采取较低的血压管理目标并未显示出临床上的优势^[52-53]。OPTIMAL-BP 研究显示,LVO 血管再通患者血压强化管理组(收缩压管理目标 <140 mmHg)发病后 90 d mRS 评分低于血压常规管理组($aOR = 0.65$, 95% $CI: 0.43 \sim 0.97$, $P = 0.04$),该研究提前终止,并且建议术后应避免围手术期强化降压管理^[53]。

加强对高血压和血栓切除术卒中的控制研究(enhanced control of hypertension and thrombectomy stroke study, ENCHANTED2/MT) 中,48% (310/643) 的 LVO 患者发病机制考虑为 ICAS-LVO^[54]。该研究认为,在急性期对接受血管内治疗的急性缺血性卒中患者进行血压控制时,应避免将收缩压降至 120 mmHg 以下,尽管目前尚无明确的血压控制目标。此外,关于不同病因导致的急性前循环 LVO 患者在机械取栓术后的围手术期血压管理的研究亦指出,与心源性卒中相比,ICAS-LVO 患者围手术期的血压波动对患者预后的影响并不明显^[54]。慢性高血压是 ICAS 病变相关性卒中风险增加的重要危险因素^[49]。ICAS-LVO 患者的脑血流自我调节功能受损,可导致全身血压下降,影响患者脑血流灌注^[55]。因此,在 ICAS-LVO 患者中,即使在成功进行血管内治疗之后,短期内维持较高的血压目标可能是恰当的。此外,血管内支架置入与抗血小板聚集药物的使用,使急性 ICAS-LVO 患者术后血流动力学的管理变得更加复杂,要求临床医师需根据患者的具体病情以及血管内治疗的效果,为患者制定个性化血压管理方案,以确保患者能够接受最优治疗。

3.2 围手术期药物应用

目前,关于急性缺血性卒中介入治疗围手术期抗血小板聚集药物使用的直接证据尚不充分。对于 ICAS-LVO 患者,

术中可尽早给予双重抗血小板聚集药物治疗。替格瑞洛作为 P2Y₁₂ 受体拮抗剂,其起效速度较氯吡格雷快,且治疗效果更为稳定。但一项针对前循环串联病变颈动脉颅外段接受支架置入的回顾性研究表明,替格瑞洛联合阿司匹林与氯吡格雷联合阿司匹林在临床预后方面并无差异,但使用替格瑞洛的患者症状性颅内出血发生率较氯吡格雷组增加 [5.1% (7/137) 比 0% (0/83), $P < 0.01$]^[56]。

近年来,静脉注射抗血小板聚集药物(包括阿司匹林、替罗非班、阿昔单抗或依替巴肽等)已成为临床实践中血管再通术的常用辅助治疗手段之一,尤其在颅内动脉支架置入术中扮演着至关重要的角色^[57-58]。然而,血管内治疗围手术期使用血小板抑制剂的安全性及有效性尚未得到充分证实,对于血管内治疗后应用抗血小板聚集药物的理想剂量和持续时间等问题,仍需进一步研究以明确^[44]。在行血管内治疗的 ICAS-LVO 患者中,由于血小板介导的血栓形成机制可能与溶栓治疗后血栓溶解引发的血栓再形成相关,因此抗血小板聚集药物的使用是合理的^[59]。血小板糖蛋白 IIb/IIIa 受体拮抗剂的使用,可能有助于血管内治疗后维持血管的通畅^[60-61]。

一项研究比较了急性 ICAS 相关椎-基底动脉闭塞患者行血管内治疗围手术期使用替罗非班联合口服抗血小板聚集药物(替罗非班组)与单纯口服抗血小板聚集药物(对照组)的效果,结果显示,两组在术后 7 d 症状性颅内出血、发病后 90 d 病死率及神经功能独立性(mRS 评分 0~2 分)方面差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)^[57]。另一项研究旨在探讨 ICAS 狭窄相关 LVO 性卒中患者(98 例)在急诊血管成形术(伴或不伴支架置入)后静脉输注替罗非班的有效性,结果显示,共 18 例(18.4%)患者发生早期(术后 3~7 d)再闭塞,替罗非班组的早期再闭塞率低于对照组 [3.3% (1/30) 比 25.0% (17/68), $P < 0.01$];两组在脑实质血肿发生率、症状性颅内出血发生率、术后 90 d 预后良好(mRS 评分 0~2 分)率以及病死率方面差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);多因素 Logistic 分析显示,未静脉输注替罗非班是早期再闭塞的独立预测因素($OR = 9.212$, 95% $CI: 1.155 \sim 73.495$, $P = 0.036$);发生早期再闭塞的患者术后 90 d 预后良好的比例低于未发生早期再闭塞的患者 [3/18 比 72.5% (58/80), $P < 0.01$]^[58]。依替巴肽是另一种静脉注射 GP IIb/IIIa 抑制剂。一项倾向性评分匹配研究纳入了 81 例行单纯血管内治疗和 81 例行血管内治疗联合治疗前依替巴肽治疗的急性 ICAS-LVO 患者,结果显示,血管内治疗联合依替巴肽组具有更高的血管成功再通(mTICI 分级 2b 级或 3 级)率 [91.3% (73/80) 比 81.5% (66/81), $P = 0.043$] 和术后 3 个月 mRS 评分 0~2 分患者比例 [53.1% (43/81) 比 33.3% (26/78), $P = 0.016$]^[62]。

3.3 围手术期并发症及处理

球囊扩张过程中容易发生斑块破裂或血管夹层;急诊行支架置入后需应用双联抗血小板聚集药物治疗,但同时可能

增加了出血转化风险;支架置入术后可能引起迟发性支架内狭窄或闭塞^[60-61]。相对于心源性栓塞导致的 LVO, ICAS-LVO 血管内介入治疗可能存在更多的并发症风险,需要术者采取更谨慎的操作,同时早期识别并发症并及时处理。

出血转化是血管内治疗较为严重的并发症之一。出血转化的原因可能与血管壁损伤、再灌注损伤、溶栓药物使用以及联合抗血小板聚集、抗凝治疗有关;术中可通过 Dyna CT 初筛,术后可通过双能 CT 或 MRI 磁敏感加权成像序列对出血与对比剂滞留相鉴别。术后出血转化的处理方式以外科治疗和对症处理为主,目的是控制颅内压、维持生命体征。可参考急性缺血性卒中脑出血转化处理原则^[1-2]。

血运重建术后高灌注综合征是由血管长期狭窄或闭塞破坏了脑血管的自动调节与储备功能所致^[63]。当闭塞血管再通后,同侧缺血脑组织血流量显著增加,可导致脑水肿、头痛、癫痫,甚至出现颅内出血和蛛网膜下腔出血^[63]。既往研究显示,血压控制不佳、侧支循环差是 LVO 患者血管内治疗后发生高灌注综合征的危险因素^[64]。为减少高灌注风险,血管内治疗术后,患者宜收住神经重症监护病房进行密切监护,给予适当镇静,管理围手术期血压。

推荐意见: (1) ICAS-LVO 患者围手术期血压管理目前尚无明确控制目标,血管成功再通后短期内不建议予以强化降压;(2) 对于 ICAS-LVO 患者,血管成功再通后 24 h 内静脉使用替罗非班的疗效与安全性有待进一步研究,可结合患者情况进行个体化评估后决策;可结合静脉抗血小板聚集药物使用情况进行口服抗血小板聚集药物治疗的衔接;(3) ICAS-LVO 血管内介入治疗常见的严重并发症包括出血转化、高灌注综合征等,需密切监护患者术后生命体征及病情变化,早期识别并处理。

执笔: 刘锐(东部战区总医院);黄显军(皖南医学院弋矶山医院);李威(海南医科大学第一附属医院);沈华超(东部战区总医院);代齐良(东部战区总医院);孙文(中国科学技术大学附属第一医院);胡伟(中国科学技术大学附属第一医院)

参与讨论专家 (按姓氏拼音顺序排序):阿不都克尤木·亚生(新疆维吾尔自治区喀什地区第二人民医院);蔡刚(贵州医科大学附属医院);蔡学礼(浙江省丽水市中心医院);曹辉(南京脑科医院);曹文锋(江西省人民医院);曹旭东(西藏自治区人民医院);曹月洲(江苏省人民医院);陈纯(昆明医科大学第一附属医院);陈长青(中南大学湘雅医院);陈胜财(华中科技大学附属协和医院);陈文伙(福建医科大学附属协和医院);陈星宇(厦门大学附属中山医院);陈阳美(重庆医科大学附属第二医院);陈渊(广西壮族自治区人民医院);陈忠伦(四川省绵阳市中心医院);崔晓萍(联勤保障部队第九〇〇医院);代成波(广东省人民医院);代齐良(东部战区总医院);丁文彬(江苏省南通市第一人民医院);段作伟(江苏省徐州矿务集团总医院);范进(西部战区总医院);方淳(同济大学附属同济医院);方朴(南昌大学

第一附属医院);冯骏(西安交通大学第一附属医院);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);耿昱(浙江省人民医院);郭富强(四川省人民医院);韩红星(山东省临沂市人民医院);韩建峰(西安交通大学第一附属医院);韩巨(山东第一医科大学第一附属医院);韩云飞(江苏省中医院);郝永岗(苏州大学附属独墅湖医院);胡发云(四川大学华西医院);胡伟(中国科学技术大学附属第一医院);胡震(上海交通大学医学院附属瑞金医院);黄显军(皖南医学院弋矶山医院);黄志新(广东省第二人民医院);霍晓川(首都医科大学附属北京安贞医院);贾颐(西安高新医院);姜长春(内蒙古自治区包头市中心医院);焦力群(首都医科大学宣武医院);孔德燕(广西医科大学第二附属医院);孔祥锋(新疆医科大学第五附属医院);李冰(山东省烟台毓璜顶医院);李刚(同济大学附属东方医院);李浩涛(江苏省常熟市第二人民医院);李继锋(河南省登封市人民医院);李军(贵州医科大学附属医院);李敏(江苏省中医院);李润雄(广东省东莞市人民医院);李绍发(广西壮族自治区百色市人民医院);李威(海南医科大学第一附属医院);李先锋(南宁市第一人民医院);李永坤(福建省立医院);林敏(福建中医药大学附属第二人民医院);刘爱华(首都医科大学附属北京天坛医院);刘波(广东省深圳市龙华区中心医院);刘德志(江苏省人民医院);刘锐(东部战区总医院);刘圣(江苏省人民医院);刘文华(武汉市第一医院);刘新峰(中国科学技术大学附属第一医院);刘新通(广东省第二人民医院);刘煜敏(武汉大学中南医院);刘增品(河北医科大学第二医院);刘尊敬(北京大学人民医院);罗根培(广东省东莞市人民医院);骆翔(华中科技大学同济医学院附属同济医院);吕秋石(东部战区总医院);马斌武(宁夏医科大学总医院);马敏敏(东部战区总医院);马宁(首都医科大学附属北京天坛医院);梅斌(湖北省中医院);彭慧渊(广东省中山市中医院);濮捷(湖北省中医院);乔宏宇(暨南大学附属第一医院);秦超(广西医科大学第一附属医院);仇靖(北部战区总医院);邱涛(四川省自贡市第一人民医院);沈华超(东部战区总医院);石进(空军特色医学中心);石向群(南方医科大学顺德医院);石忠松(中山大学孙逸仙纪念医院);时忠华(联勤保障部队第九〇四医院);孙钦建(山东省立医院);孙文(中国科学技术大学附属第一医院);孙雅轩(山西省人民医院);汤永红(湖南南华大学附属南华医院);万跃(湖北省第三人民医院);王怀明(陆军第八十集团军医院);王辉(苏州大学附属第一医院);王培福(航天中心医院);王启章(广东省深圳市中西医结合医院);王守春(吉林大学第一医院);王苇(扬州大学附属医院);汪银洲(福建省立医院);王振(长沙市中心医院);吴川杰(首都医科大学宣武医院);吴明华(江苏省中医院);吴伟(山东大学齐鲁医院);肖国栋(苏州大学附属第二医院);徐格林(广东省深圳市第二人民医院);徐国栋(河北省人民医院);徐浩文(郑州大学第一附属医院);杨平(宁夏医科

大学总医院);杨世泉(联勤保障部队第九〇二医院);杨勇(广州市第一人民医院);叶瑞东(东部战区总医院);殷聪国(杭州市第一人民医院);殷勤(东部战区总医院);尹琳(大连医科大学附属第二医院);袁光雄(湖南省湘潭市中心医院);袁毅(中南大学湘雅三医院);岳炫辉(天津医科大学总医院);张光运(空军特色医学中心);张桂莲(西安交通大学第二附属医院);张灏(杭州市第一人民医院);张弘(辽宁省健康产业集团抚矿总医院);张建容(陆军军医大学附属第二医院);张锦华(浙江大学医学院附属邵逸夫医院);张君(山东第一医科大学第一附属医院);张强(华中科技大学同济医学院附属同济医院);张睿(新疆心脑血管病医院);张晓波(北京协和医院);张尧(南京市浦口中医院);张勇(青岛大学附属医院);张振昶(兰州大学第二医院);张卓伯(哈尔滨医科大学附属第四医院);赵清石(广东省深圳市龙华区人民医院);赵振强(海南医科大学第一附属医院);郑进(复旦大学附属闵行医院);周广怡(南华大学附属第七医院);周文胜(湖南省人民医院);周志明(皖南医学院弋矶山医院);朱良付(河南省人民医院);朱双根(广东省深圳市龙华区中心医院);朱武生(东部战区总医院);资文杰(陆军军医大学第二附属医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参考文献

- [1] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组,中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组.中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022[J].中华神经科杂志,2022,55(6):565-580. DOI:10.3760/cma.j.cn113694-20220225-00137.
- [2] 中国卒中学会,中国卒中学会神经介入分会,中华预防医学会卒中预防与控制专业委员会介入学组.急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2023[J].中国卒中杂志,2023,18(6):684-711. DOI:10.3969/j.issn.1673-5765.2023.06.010.
- [3] Lee JS, Lee SJ, Hong JM, et al. Endovascular treatment of large vessel occlusion strokes due to intracranial atherosclerotic disease[J]. J Stroke, 2022, 24(1):3-20. DOI:10.5853/jos.2021.01375.
- [4] Al Kasab S, Almallouhi E, Alawieh A, et al. Outcomes of rescue endovascular treatment of emergent large vessel occlusion in patients with underlying intracranial atherosclerosis: insights from STAR[J]. J Am Heart Assoc, 2021, 10(12):e020195. DOI:10.1161/JAHA.120.020195.
- [5] Tsang ACO, Orru E, Klostranec JM, et al. Thrombectomy outcomes of intracranial atherosclerosis-related occlusions[J]. Stroke, 2019, 50(6):1460-1466. DOI:10.1161/strokeaha.119.024889.
- [6] Lee YY, Yoon W, Kim SK, et al. Acute basilar artery occlusion: differences in characteristics and outcomes after endovascular therapy between patients with and without underlying severe atherosclerotic stenosis[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2017, 38(8):1600-1604. DOI:10.3174/ajnr.A5233.
- [7] Tao C, Qureshi AI, Yin Y, et al. Endovascular treatment versus best medical management in acute basilar artery occlusion strokes: results from the ATTENTION multicenter registry[J]. Circulation, 2022, 146(1):6-17. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.121.058544.
- [8] Zi W, Qiu Z, Wu D, et al. Assessment of endovascular treatment for acute basilar artery occlusion via a nationwide prospective registry[J]. JAMA Neurol, 2020, 77(5):561-573. DOI:10.1001/jamaneurol.2020.0156.
- [9] Liu X, Dai Q, Ye R, et al. Endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar artery occlusion (BEST): an open-label, randomised controlled trial[J]. Lancet Neurol, 2020, 19(2):115-122. DOI:10.1016/S1474-4422(19)30395-3.
- [10] Yaeger KA, Martini ML, Hardigan T, et al. Mortality reduction after thrombectomy for acute intracranial large vessel occlusion: Meta-analysis of randomized trials[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(6):568-573. DOI:10.1136/neurintsurg-2019-015383.
- [11] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a Meta-analysis of individual patient data from five randomised trials[J]. Lancet, 2016, 387(10029):1723-1731. DOI:10.1016/S0140-6736(16)00163-X.
- [12] Sur NB. Stroke by stroke: the compounding burden of prior strokes on outcomes in atrial fibrillation[J]. J Am Heart Assoc, 2025. Online ahead of print. DOI:10.1161/jaha.124.039646.
- [13] Liao G, Zhang Z, Tung TH, et al. A simple score to predict atherosclerotic or embolic intracranial large-vessel occlusion stroke before endovascular treatment[J]. J Neurosurg, 2022; 1-8. DOI:10.3171/2022.1.JNS212924.
- [14] Zha M, Wu M, Huang X, et al. A pre-interventional scale to predict in situ atherosclerotic thrombosis in acute vertebrobasilar artery occlusion patients[J]. Front Neurol, 2021, 12:648081. DOI:10.3389/fneur.2021.648081.
- [15] Baek JH, Kim BM, Heo JH, et al. Outcomes of endovascular treatment for acute intracranial atherosclerosis-related large vessel occlusion[J]. Stroke, 2018, 49(11):2699-2705. DOI:10.1161/STROKEAHA.118.022327.
- [16] Chen W, Liu J, Yang L, et al. Development and internal-external validation of the ATHE scale: predicting acute large vessel occlusion due to underlying intracranial atherosclerosis prior to endovascular treatment[J].

- J Neurosurg, 2024, 141 (1) : 165-174. DOI: 10. 3171/2023. 10. JNS232084.
- [17] Li Q, Davis S, Mitchell P, et al. Proximal hyperdense middle cerebral artery sign predicts poor response to thrombolysis[J]. PLoS One, 2014, 9 (5) : e96123. DOI: 10. 1371/journal.pone.0096123.
- [18] Al Kasab S, Nguyen TN. Emergent large vessel occlusion due to intracranial stenosis: identification, management, challenges, and future directions [J]. 2024, 55 (2) : 355-365. DOI: 10. 1161/strokeaha. 123. 043635.
- [19] Kang DW, Jeong HG, Kim DY, et al. Prediction of stroke subtype and recanalization using susceptibility vessel sign on susceptibility-weighted magnetic resonance imaging [J]. Stroke, 2017, 48 (6) : 1554-1559. DOI: 10. 1161/strokeaha. 116. 016217.
- [20] Yoshimoto T. Imaging diagnosis of intracranial atherosclerosis stenosis-related large vessel occlusion before and during endovascular therapy [J]. Front Neurol, 2023, 14 : 1168004. DOI: 10. 3389/fneur. 2023. 1168004.
- [21] Haussen DC, Bousslama M, Dehkharghani S, et al. Automated CT perfusion prediction of large vessel acute stroke from intracranial atherosclerotic disease [J]. Interv Neurol, 2018, 7 (6) : 334-340. DOI: 10. 1159/000487335.
- [22] Baek JH, Kim BM. Utility of leptomeningeal collaterals in predicting intracranial atherosclerosis-related large vessel occlusion in endovascular treatment [J]. J Clin Med, 2020, 9 (9) : 2784. DOI: 10. 3390/jcm9092784.
- [23] Suh HI, Hong JM, Lee KS, et al. Imaging predictors for atherosclerosis-related intracranial large artery occlusions in acute anterior circulation stroke [J]. J Stroke, 2016, 18 (3) : 352-354. DOI: 10. 5853/jos. 2016. 00283.
- [24] de Havenon A, Zaidat OO, Amin-Hanjan I S, et al. Large vessel occlusion stroke due to intracranial atherosclerotic disease: identification, medical and interventional treatment, and outcomes [J]. Stroke, 2023, 54 (6) : 1695-1705. DOI: 10. 1161/strokeaha. 122. 040008.
- [25] Garcia-Bermejo P, Patro SN, Ahmed AZ, et al. Baseline occlusion angiographic appearance on mechanical thrombectomy suggests underlying etiology and outcome [J]. Front Neurol, 2019, 10 : 499. DOI: 10. 3389/fneur. 2019. 00499.
- [26] Jin X, Shi F, Chen Y, et al. Jet-like appearance in angiography as a predictive image marker for the occlusion of intracranial atherosclerotic stenosis [J]. Front Neurol, 2020, 11 : 575567. DOI: 10. 3389/fneur. 2020. 575567.
- [27] Yi T, Chen W, Wu Y, et al. Microcatheter “first-pass effect” predicts acute intracranial artery atherosclerotic disease-related occlusion [J]. Neurosurgery, 2019, 84 (6) : 1296-1305. DOI: 10. 1093/neuros/nyy183.
- [28] 朱其义, 韩红星, 王贤军, 等. 急性缺血性卒中血管闭塞性质的判断与取栓方式和材料的选择 [J]. 中国卒中杂志, 2020, 15 (10) : 1111-1117. DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-5765. 2020. 10. 016.
- [29] Psychogios M, Brehm A, Lopez-Cancio E, et al. European Stroke Organisation guidelines on treatment of patients with intracranial atherosclerotic disease [J]. Eur Stroke J, 2022, 7 (3) : III-IV. DOI: 10. 1177/23969873221099715.
- [30] Lapergue B, Blanc R, Gory B, et al. Effect of endovascular contact aspiration vs stent retriever on revascularization in patients with acute ischemic stroke and large vessel occlusion: the ASTER randomized clinical trial [J]. JAMA, 2017, 318 (5) : 443-452. DOI: 10. 1001/jama. 2017. 9644.
- [31] Turk AS, Siddiqui A, Fifi JT, et al. Aspiration thrombectomy versus stent retriever thrombectomy as first-line approach for large vessel occlusion (COMPASS) : a multicentre, randomised, open label, blinded outcome, non-inferiority trial [J]. Lancet, 2019, 393 (10175) : 998-1008. DOI: 10. 1016/ s0140-6736 (19) 30297-1.
- [32] Lapergue B, Blanc R, Costalat V, et al. Effect of thrombectomy with combined contact aspiration and stent retriever vs stent retriever alone on revascularization in patients with acute ischemic stroke and large vessel occlusion: the ASTER2 randomized clinical trial [J]. JAMA, 2021, 326 (12) : 1158-1169. DOI: 10. 1001/jama. 2021. 13827.
- [33] Xu X, Yang K, Xu J, et al. Endovascular treatment in patients with middle cerebral artery occlusion of different aetiologies [J]. Neuroradiology, 2023, 65 (3) : 609-618. DOI: 10. 1007/s00234-022-03078-6.
- [34] Lee JS, Hong JM, Lee KS, et al. Primary stent retrieval for acute intracranial large artery occlusion due to atherosclerotic disease [J]. J Stroke, 2016, 18 (1) : 96-101. DOI: 10. 5853/jos. 2015. 01347.
- [35] Ojeda DJ, Ghannam M, Sanchez S, et al. Tigertriever in the treatment of acute ischemic stroke with underlying intracranial atherosclerotic disease [J]. J Neurointerv Surg, 2024, 16 (11) : 1083-1087. DOI: 10. 1136/jnis-2023-020796.
- [36] Levy EI, Siddiqui AH, Crumlish A, et al. First food and drug administration-approved prospective trial of primary intracranial stenting for acute stroke: SARIS (stent-assisted recanalization in acute ischemic stroke) [J]. Stroke, 2009, 40 (11) : 3552-3556. DOI: 10. 1161/STROKEAHA. 109. 561274.
- [37] Yang D, Lin M, Wang S, et al. Primary angioplasty and stenting may be superior to thrombectomy for acute atherosclerotic large-artery occlusion [J]. Interv Neuroradiol, 2018, 24 (4) : 412-420. DOI: 10. 1177/1591019918763380.
- [38] Deng Y, Yao Y, Tong X, et al. Necessity and timing of angioplasty in acute large-vessel occlusion strokes due

- to intracranial atherosclerotic disease; a cohort analysis with data from the angel-ACT registry [J]. *Front Neurol*, 2023, 14:1087816. DOI:10.3389/fneur.2023.1087816.
- [39] Zhang L, He X, Li K, et al. Balloon angioplasty as first-choice recanalization strategy for intracranial atherosclerosis-related emergent large vessel occlusion with small clot burden [J]. *Neuroradiology*, 2024, 66 (3): 399-407. DOI: 10.1007/s00234-023-03278-8.
- [40] Yi TY, Wu YM, Lin DL, et al. Application of balloon angioplasty with the distal protection of stent retriever (BASIS) technique for acute intracranial artery atherosclerosis-related occlusion [J]. *Front Neurol*, 2022, 13:1049543. DOI:10.3389/fneur.2022.1049543.
- [41] 严力韬, 张磊, 花伟龙, 等. 新型输送型球囊扩张导管在颅内动脉狭窄治疗中的临床应用 [J]. *海军军医大学学报*, 2023, 44 (12): 1417-1420. DOI: 10.16781/j.cn31-2187/R.20230164.
- [42] Uchida K, Yamagami H, Sakai N, et al. Endovascular therapy for acute intracranial large vessel occlusion due to atherothrombosis: multicenter historical registry [J]. *J Neurointerv Surg*, 2024, 16 (9): 884-891. DOI:10.1136/jnis-2023-020670.
- [43] Mohammaden MH, Haussen DC, Al-Bayati AR, et al. Stenting and angioplasty in neurothrombectomy: matched analysis of rescue intracranial stenting versus failed thrombectomy [J]. *Stroke*, 2022, 53 (9): 2779-2788. DOI:10.1161/STROKEAHA.121.038248.
- [44] Li W, Sui X, Li C, et al. Emergency angioplasty or stenting for stroke patients with intracranial atherosclerotic large vessel occlusion [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2023, 30 (2): 160-169. DOI:10.5551/jat.63381.
- [45] Zhang P, Xing Y, Li H, et al. Efficacy and safety of rescue angioplasty and/or stenting for acute large artery occlusion with underlying intracranial atherosclerosis: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021, 203:106538. DOI:10.1016/j.clineuro.2021.106538.
- [46] Gao F, Tong X, Jia B, et al. Bailout intracranial angioplasty or stenting following thrombectomy for acute large vessel occlusion in China (ANGEL-REBOOT): a multicentre, open-label, blinded-endpoint, randomised controlled trial [J]. *Lancet Neurol*, 2024, 23 (8): 797-806. DOI: 10.1016/S1474-4422(24)00186-8.
- [47] Sang H, Xie D, Tian Y, et al. Association of tirofiban with functional outcomes after thrombectomy in acute ischemic stroke due to intracranial atherosclerotic disease [J]. *Neurology*, 2023, 100 (19): e1996-e2006. DOI:10.1212/WNL.0000000000207194.
- [48] Oliveira R, Correia M, Marto J, et al. Reocclusion after successful endovascular treatment in acute ischemic stroke: systematic review and Meta-analysis [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15 (10): 964-970. DOI:10.1136/jnis-2022-019382.
- [49] Alexander MJ, Yu W. Intracranial atherosclerosis update for neurointerventionalists [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 16 (5): 522-528. DOI:10.1136/jnis-2022-019628.
- [50] Nicholson P, Cancelliere NM, Bracken J, et al. Novel flat-panel cone-beam CT compared to multi-detector CT for assessment of acute ischemic stroke: a prospective study [J]. *Eur J Radiol*, 2021, 138:109645. DOI:10.1016/j.ejrad.2021.109645.
- [51] Pilgram-Pastor SM, Piechowiak EI, Dobrocky T, et al. Stroke thrombectomy complication management [J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13 (10): 912-917. DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-017349.
- [52] Mistry EA, Hart KW, Davis LT, et al. Blood pressure management after endovascular therapy for acute ischemic stroke: the BEST-II randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2023, 330 (9): 821-831. DOI:10.1001/jama.2023.14330.
- [53] Nam HS, Kim YD, Heo J, et al. Intensive vs conventional blood pressure lowering after endovascular thrombectomy in acute ischemic stroke: the OPTIMAL-BP randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2023, 330 (9): 832-842. DOI:10.1001/jama.2023.14590.
- [54] Yang P, Song L, Zhang Y, et al. Intensive blood pressure control after endovascular thrombectomy for acute ischaemic stroke (ENCHANTED2/MT): a multicentre, open-label, blinded-endpoint, randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2022, 400 (10363): 1585-1596. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)01882-7.
- [55] Hou C, Lan J, Lin Y, et al. Chronic remote ischaemic conditioning in patients with symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis (the RICA trial): a multicentre, randomised, double-blind sham-controlled trial in China [J]. *Lancet Neurol*, 2021, 21 (12): 1089-1098. DOI:10.1016/S1474-4422(22)00335-0.
- [56] Bücke P, Aguilar Pérez M, Almatter M, et al. Functional outcome and safety of intracranial thrombectomy after emergent extracranial stenting in acute ischemic stroke due to tandem occlusions [J]. *Front Neurol*, 2018, 9:940. DOI:10.3389/fneur.2018.00940.
- [57] Sun X, Zhang H, Tong X, et al. Effects of periprocedural tirofiban vs. oral antiplatelet drug therapy on posterior circulation infarction in patients with acute intracranial atherosclerosis-related vertebrobasilar artery occlusion [J]. *Front Neurol*, 2020, 11:254. DOI:10.3389/fneur.2020.00254.
- [58] Baek BH, Yoon W, Lee YY, et al. Intravenous tirofiban infusion after angioplasty and stenting in intracranial atherosclerotic stenosis-related stroke [J]. *Stroke*, 2021, 52 (5): 1601-1608. DOI:10.1161/strokeaha.120.033551.

- [59] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023[J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523-559. DOI: 10. 3760/ cma. j. cn113694-20240410-00221.
- [60] Kang DH, Jung C, Yoon W, et al. Endovascular thrombectomy for acute basilar artery occlusion: a multicenter retrospective observational study [J]. J Am Heart Assoc, 2018, 7(14): e009419. DOI: 10. 1161/jaha. 118. 009419.
- [61] Li W, Zhao C, Zhang M, et al. Angioplasty alone versus acute stenting for acute tandem occlusions due to internal carotid artery atherosclerotic [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2021, 208: 106818. DOI: 10. 1016/j. clineuro. 2021. 106818.
- [62] Ma G, Sun X, Cheng H, et al. Combined approach to eptifibatide and thrombectomy in acute ischemic stroke because of large vessel occlusion: a matched-control analysis [J]. 2022, 53(5): 1580-1588. DOI: 10. 1161/ strokeaha. 121. 036754.
- [63] van Mook WN, Rennenberg RJ, Schurink GW, et al. Cerebral hyperperfusion syndrome [J]. Lancet Neurol, 2005, 4(12): 877-888. DOI: 10. 1016/s1474-4422(05) 70251-9.
- [64] Gao P, Wang T, Wang D, et al. Effect of stenting plus medical therapy vs medical therapy alone on risk of stroke and death in patients with symptomatic intracranial stenosis: the CASSISS randomized clinical trial [J]. JAMA, 2022, 328(6): 534-542. DOI: 10. 1001/jama. 2022. 12000.
- (收稿日期: 2024-12-12)
(本文编辑: 肖倩倩)

(上接第 62 页)

- [46] Gao L, Xia XW, Shuai YQ, et al. Gut microbiota, a hidden protagonist of traditional Chinese medicine for acute ischemic stroke [J]. Front Pharmacol, 2023, 14: 1164150. DOI: 10. 3389/fphar. 2023. 1164150.
- [47] Zhai Z, Su PW, Ma LY, et al. Progress on traditional Chinese medicine in treatment of ischemic stroke via the gut-brain axis [J]. Biomed Pharmacother, 2023, 157: 114056. DOI: 10. 1016/j. biopha. 2022. 114056.
- [48] Chen RZ, Wu P, Cai Z, et al. Puerariae lobatae radix with chuanxiong rhizoma for treatment of cerebral ischemic stroke by remodeling gut microbiota to regulate the brain-gut barriers [J]. J Nutr Biochem, 2019, 65: 101-114. DOI: 10. 1016/j. jnutbio. 2018. 12. 004.
- [49] 代玲. 加味枳术汤治疗急性脑卒中并发胃肠功能障碍临床疗效 [J]. 内蒙古中医药, 2017, 36(18): 24. DOI: 10. 16040/j. cnki. cn15-1101. 2017. 18. 023.
- [50] Wang RJ, Sun YZ, Wang MY, et al. Therapeutic effect of eleutherococcus senticosus (rupr. & maxim.) maxim. leaves on ischemic stroke via the microbiota-gut-brain axis [J]. Phytother Res, 2023, 37(10): 4801-4818. DOI: 10. 1002/ptr. 7947.
- [51] Zhang PP, Zhang XJ, Huang YX, et al. Atorvastatin alleviates microglia-mediated neuroinflammation via modulating the microbial composition and the intestinal barrier function in ischemic stroke mice [J]. Free Radi Biol Med, 2021, 162: 104-117. DOI: 10. 1016/j. freeradbiomed. 2020. 11. 032.
- [52] 张新欣, 张红强. 芒硝外敷辅助治疗重症脑卒中胃肠功能障碍 [J]. 吉林中医药, 2023, 43(5): 556-560. DOI: 10. 13463/j. cnki. jlzyy. 2023. 05. 014.
- [53] Zhang QQ, Deng PY, Chen SH, et al. Electroacupuncture and human iPSC-derived small extracellular vesicles regulate the gut microbiota in ischemic stroke via the brain-gut axis [J]. Front Immunol, 2023, 14: 1107559. DOI: 10. 3389/fimmu. 2023. 1107559.
- [54] Zhao F, Chen JM, Shan YL, et al. Comprehensive assessment of HF-rTMS treatment mechanism for post-stroke dysphagia in rats by integration of fecal metabolomics and 16S rRNA sequencing [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2024, 14: 1373737. DOI: 10. 3389/fcimb. 2024. 1373737.
- (收稿日期: 2024-11-29)
(本文编辑: 吕莉)