

# 中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022

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

通信作者:刘新峰,东部战区总医院神经内科,南京 210002,Email:xfliu2@vip.163.com;彭斌,中国医学科学院北京协和医院神经科,北京 100730,Email:pengbin3@hotmail.com;王拥军,首都医科大学附属北京天坛医院神经内科 国家神经系统疾病临床医学研究中心,北京 100070,Email:yongjunwang1962@gmail.com

**【摘要】** 中华医学会神经病学分会及其脑血管病学组和神经血管介入协作组组织相关专家在《中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2018》的基础上,结合近 3 年来相关的循证医学证据和我国的临床实际,制订了《中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022》。这一指南对急性缺血性卒中早期血管内介入治疗的适应证和禁忌证、流程管理、术前评估、血管内治疗策略、围手术期管理、体系建设和人员培训进行了广泛更新,旨在为临床实践给予规范性指导。

**【关键词】** 脑缺血; 卒中; 机械取栓; 溶栓治疗; 指南

## Chinese guidelines for the endovascular treatment of acute ischemic stroke 2022

Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society, Neurovascular Intervention Group of Chinese Society of Neurology

Corresponding authors: Liu Xinfeng, Department of Neurology, General Hospital of Eastern Theater Command, Nanjing 210002, China, Email: xfliu2@vip.163.com; Peng Bin, Department of Neurology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China, Email: pengbin3@hotmail.com; Wang Yongjun, Department of Neurology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, National Clinical Research Center for Neurological Diseases, Beijing 100070, China, Email: yongjunwang1962@gmail.com

**【Abstract】** Chinese guidelines for the endovascular treatment of acute ischemic stroke 2022 are based on the current available evidence and the realities of clinical practice in China. These guidelines supersede the 2018 guidelines. The writing members of the guidelines were appointed by the Chinese Stroke Society and Neurovascular Intervention Group of Chinese Society of Neurology. This guideline provides an up-to-date comprehensive set of recommendations on the indications and contraindications of early endovascular treatment, process management, preoperative evaluation, endovascular treatment strategy, perioperative management, system construction and personnel training. The purpose of the guideline is to achieve standardized guidance for the endovascular treatment for ischemic stroke.

**【Key words】** Brain ischemia; Stroke; Mechanical thrombectomy; Thrombolytic therapy; Guideline

**Conflicts of interest:** None declared

脑血管病是我国居民的第一位死亡原因,并且 中国人群的终生卒中患病风险居世界首位<sup>[1-2]</sup>。缺

DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20220225-00137

收稿日期 2022-02-25 本文编辑 许倩

引用本文: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.



血性卒中在所有卒中住院患者中占 81.9%<sup>[3]</sup>,其中大血管闭塞导致的卒中病情重、预后差,给个人、家庭、社会带来严重的医疗负担。2015 年相继发表的几项大型临床研究结果证实,对于合理筛选的大血管闭塞卒中患者,早期血管内治疗可带来显著的临床获益<sup>[4-7]</sup>。中华医学会神经病学分会及其脑血管病学组和神经血管介入协作组于 2018 年更新发布了《中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2018》<sup>[8]</sup>。该指南不仅对急性缺血性卒中早期血管内治疗作出了详细、准确的推荐,也对急性缺血性卒中早期血管内治疗进行了系统性规范,有力推动了我国缺血性卒中急性期血管内介入治疗的发展。

自 2018 版指南发布以来,又有一系列的临床研究出现,在治疗理念、适用范围及技术层面提供了更多的循证医学证据。基于此,中华医学会神经病学分会及其脑血管病学组和神经血管介入协作组组织国内本领域专家,采用循证医学的方法,制订《中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022》,旨在对急性缺血性卒中早期血管内治疗的适应证和禁忌证、治疗策略、围手术期管理,以及体系建设与人员培训等诸多方面进行系统规范,为临床医生在急性缺血性卒中早期血管内治疗提供依据。

本指南在循证医学原则的指导下,参考国际规范,结合国情、可操作性和新研究证据进行修订。推荐强度和证据等级标准参考了国际指南和常用标准,并结合国情和实用性制订。对每项治疗措施或临床问题,先进行当前研究证据(文献检索时间截至 2021 年 12 月)的归纳和分析评价,然后根据证据等级和共识给出推荐意见。推荐强度和证据级别参考《中国急性缺血性脑血管病诊治指南 2014》<sup>[9]</sup>。推荐强度分 4 级, I 级最强, IV 级最弱。证据等级分 4 级, A 级最高, D 级最低。

### 一、急性缺血性卒中早期血管内介入治疗适应证和禁忌证

目前发表的多项大型临床研究结果证实,对于合理筛选的大血管闭塞卒中患者,早期血管内治疗可带来显著的临床获益。基于这些临床研究的纳入及排除标准<sup>[4-7, 10-14]</sup>,制订适应证及禁忌证如下。

#### (一)适应证

1. 急性缺血性卒中,影像学检查证实为大动脉闭塞。

2. CT 排除颅内出血。

3. 前循环闭塞发病时间在 6 h 以内;前循环闭塞发病时间为 6~24 h,经过严格的影像学筛选后可推荐血管内治疗;后循环大血管闭塞发病时间在 24 h 以内,血管内治疗是可行的。

4. 患者或法定代理人签署知情同意书。

#### (二)禁忌证

1. 严重活动性出血或已知有明显出血倾向者。

2. 严重心、肝、肾等脏器功能不全。

3. 结合患者病情资料及检查结果,预期生存期小于 90 d。

如患者具备上述禁忌证,但因缺血性卒中可致短期内存在危及生命的严重后果,临床医生需进一步权衡利弊,可在与患者或家属充分沟通并获取知情同意后,进行血管内治疗。

对于高龄卒中患者,由于几项临床研究均纳入了年龄大于 85 岁以上的患者,提示高龄患者行血管内治疗是可行的<sup>[4, 11]</sup>。对于儿童及孕妇等特殊群体的血管内介入诊疗证据,目前也有相应的研究报告,有最小年龄为 7 岁的儿童采取血管内治疗<sup>[15]</sup>。妊娠不应是血管内治疗的绝对禁忌证,但对于怀疑大血管闭塞的孕妇卒中患者,在行介入诊疗的过程中,应当给予必要的腹部射线防护<sup>[14, 16]</sup>。而对于儿童人群的大血管闭塞卒中,研究结果显示早期血管内治疗可显著改善患儿的神经功能,其安全性与成人患者相比无明显差异<sup>[15]</sup>。

### 二、流程管理

急性缺血性卒中院前转运分为逐级转运(drip and ship)模式和直接转运(mothership)模式<sup>[17-18]</sup>。逐级转运模式是指先将患者送至就近的卒中中心,符合条件可行静脉溶栓。如果怀疑或经影像学证实为大血管闭塞,启动静脉溶栓后即转运至具备血管内治疗能力的卒中中心。逐级转运模式早期应用静脉溶栓能够溶解或缩小血栓,提高血管首次再通率。有研究结果显示,静脉溶栓后的转诊模式,可以使大血管闭塞患者获益,和直接转运模式相比,血管开通率一致,但术后美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分更低<sup>[19]</sup>。

直接转运模式是指直接将患者送至具有血管内治疗能力的卒中中心。直接转运模式避免了逐级转运模式中院间转运产生的时间延误,虽然延迟了静脉溶栓,但血管内治疗的启动时间提前。来自真实世界和随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)研究发现,与院间转运模式相比,直接



转运模式缩短了发病到血运重建的时间,提高了良好预后的比例<sup>[19-20]</sup>。

在院内延误控制方面,荷兰急性缺血性卒中血管内治疗多中心随机临床试验(MR CLEAN)、梗死核心较小的前循环近端闭塞患者进行血管内治疗并最大限度缩短 CT 扫描到血管再通时间试验(ESCAPE)、Solitaire 支架取栓治疗急性缺血性卒中试验(SWIFT PRIME)、急性神经功能缺损患者扩展时间窗溶栓后联合动脉治疗试验(EXTEND-IA)和 8 h 内前循环卒中 Solitaire 取栓与标准药物治疗比较试验(REVASCAT)结果提示,血管内治疗组中位发病至穿刺时间分别为 260、185、224、210 和 269 min。一项纳入上述 5 项研究的荟萃分析——多项血管内治疗卒中试验高效再灌注评价研究(HERMES)结果显示,发病 3、6 和 8 h 内完成动脉穿刺,相比标准药物治疗,血管内治疗的相对获益比分别为 2.79、1.98 和 1.57。在完成再通治疗的 390 例患者中,每小时的治疗延误会降低 6.7% 的总获益和 5.2% 的功能独立患者比例<sup>[21]</sup>。因此,在临床实际操作中应完善流程优化,对符合血管内治疗适应证的患者尽早实施介入治疗。

急性大血管闭塞并符合溶栓条件的缺血性卒中患者能否跨过静脉溶栓直接进行机械取栓尚存争议。血管内取栓术联合和不联合重组组织型纤溶酶原激活剂(recombinant tissue plasminogen activator, rt-PA)静脉溶栓治疗急性缺血性卒中的比较研究(DIRECT-MT)是一项比较机械取栓联合或不联合静脉溶栓治疗急性缺血性卒中疗效评估的前瞻性多中心随机对照试验。分析结果显示,在具备快速启动血管内治疗的卒中中心,直接取栓组在主要结局方面不劣于桥接治疗组(校正  $OR=1.07$ ,  $95\%CI$  0.81~1.40;  $P=0.04$ ),但直接取栓组的取栓术前成功再通比例(2.4% 比 7.0%)和总体成功再通比例(79.4% 比 84.5%)低于桥接治疗组。直接取栓组和桥接治疗组的 90 d 病死率分别为 17.7% 和 18.8% ( $P=0.71$ )<sup>[22]</sup>。结果提示对于急性前循环大血管闭塞,在能够快速启动血管内治疗的卒中中心,直接取栓是可行的。

比较急性前循环大血管闭塞单纯血管内治疗联合与不联合 rt-PA 静脉溶栓治疗效果试验,在入组 234 例患者后因表现出显著的有效性而提前终止。234 例患者中有 116 例为单纯血管内治疗组,118 例为桥接治疗组,分析结果显示,在 90 d 的良好独立神经功能预后方面,单纯血管内治疗组与桥

接治疗组的比较达到了非劣效性统计阈值(54.3% 比 46.6%,  $P=0.003$ )<sup>[23]</sup>。

血管内治疗联合 rt-PA 静脉溶栓与不使用静脉溶栓治疗颈内动脉及大脑中动脉 M1 段闭塞所致急性卒中的比较试验(SKIP)是一项由日本 23 家医院发起的多中心、随机、开放标签、非劣势临床试验,比较发病 4.5 h 以内颈内动脉及大脑中动脉 M1 段急性闭塞采取直接取栓与桥接治疗的有效性和安全性,其中 rt-PA 静脉溶栓的剂量为 0.6 mg/kg。研究自 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 7 月 31 日纳入 204 例患者,其中直接取栓 101 例,桥接取栓 103 例。主要终点事件为良好功能预后[定义为 90 d 改良 Rankin 量表(mRS)评分 0~2 分],直接取栓和桥接治疗组预后良好率分别为 59.4% 与 57.3% (率差为 2.1%, 率差的单侧 97.5%CI 下限为 11.4%;  $OR=1.09$ ,  $OR$  值的单侧 97.5%CI 下限为 0.63;  $P=0.18$ ); 次要终点事件为 90 d 病死率,结果提示直接取栓组与桥接组的 90 d 病死率未见明显差异(7.9% 比 8.7%;  $OR=0.90$ ,  $95\%CI$  0.33~2.43,  $P>0.99$ )。安全事件定义为 36 h 内发生的脑出血和症状性脑出血,结果提示直接取栓组的脑出血发生率低于桥接治疗组(33.7% 比 50.5%;  $OR=0.50$ ,  $95\%CI$  0.28~0.88,  $P=0.02$ )。症状性出血的发生率在两组间未见明显差异(5.9% 比 7.7%;  $OR=0.75$ ,  $95\%CI$  0.25~2.24,  $P=0.78$ )。SKIP 研究结果提示,直接取栓术与静脉溶栓联合机械取栓术相比,在良好功能预后上未能显示出非劣效性<sup>[24]</sup>。

MR CLEAN-NOIV 研究探讨了对于大血管闭塞引起的前循环急性缺血性卒中,直接取栓是否优于静脉溶栓联合血管内治疗,同时进行了非劣性和安全性比较。该研究纳入 540 例患者,按照 1:1 的比率分为静脉溶栓联合血管内治疗组和直接取栓组。研究结果显示,两组患者发病 90 d 的神经功能预后(mRS 评分)差异无统计学意义( $OR=0.88$ ,  $95\%CI$  0.65~1.19)。直接取栓组与静脉溶栓联合血管内治疗组发病 90 d mRS 评分 0~1 分的比例分别为 16.1% 和 15.4% ( $OR=1.01$ ,  $95\%CI$  0.63~1.63),发病 90 d mRS 评分 0~2 分的比例分别为 49.1% 和 51.1% ( $OR=0.95$ ,  $95\%CI$  0.65~1.40)<sup>[25]</sup>。此外,2021 年第 7 届欧洲卒中组织大会(ESOC 2021)上报道的 SWIFT DIRECT 研究(尚未正式发表),其研究结果同样未能证明直接取栓非劣效于桥接取栓。两组患者都有较高比例达到了溶栓治疗的良好预后,再通率均较高;且症状性颅内出血的发生率均都





较低。

静脉溶栓-血管内介入的桥接治疗是目前处理时间窗内急性大血管闭塞卒中患者的首选方式,虽然该治疗方式神经功能快速改善的患者比例更高,但出血率也有所增高<sup>[26]</sup>。基于上述 RCT 研究结果,考虑急性大血管闭塞卒中患者静脉溶栓效果有限,在能够快速启动血管内治疗的卒中中心,直接取栓治疗可能是可行的。未来仍需要开展进一步的研究,探讨精准的个体化方案,筛选更适合直接取栓的患者。

我国各地区医疗水平和医疗资源差异较大,需根据患者发病时间、各级医院的位置、距离及初级救治机构的工作效率进行个体化选择。在进行转诊时,应快速对本区域各急救及卒中中心进行梳理,从而为患者制订个体化的最佳运送策略。

**推荐意见:**(1)对于需要进行闭塞血管开通的急性大血管闭塞卒中,应迅速将患者就近运送至卒中中心救治(I级推荐,A级证据)。(2)绕过能够静脉溶栓的卒中中心直接转运至具备血管内治疗的卒中中心,患者是否获益仍不确定(II级推荐,B级证据)。(3)在行静脉溶栓桥接机械取栓过程中,不应等待观察静脉溶栓的具体疗效(I级推荐,B级证据)。(4)对于发病 4.5 h 内的急性前循环大血管闭塞卒中,符合条件的推荐静脉溶栓-血管内介入的桥接治疗模式(I级推荐,A级证据)。在能够快速启动血管内治疗的卒中中心,经过充分评估的病例,越过静脉溶栓直接进行血管内治疗是可行的,但临床获益有待于进一步证实(II级推荐,B级证据)。(5)对于发病 4.5~24 h 内的大血管闭塞卒中,经过充分评估后,直接进行血管内治疗(I级推荐,A级证据)。

### 三、术前评估

#### (一)临床症状及评估量表

急性卒中患者的症状往往以突发神经功能障碍为主,但后循环卒中的临床表现可以为头晕等非特异性症状,需加以注意。卒中评分或量表可对患者的神经功能进行快速的评估,预测急性缺血性卒中中血管闭塞的评分量表包括简易评分量表及复杂评分量表。简易评分量表适用于医务辅助人员,包括:辛辛那提卒中诊断评估工具(C-STAT)<sup>[27]</sup>、洛杉矶运动量表评分(LAMS)<sup>[28]</sup>、院前急性卒中严重程度评分(PASS)<sup>[29]</sup>和凝视-面部-肢体-语言-时间评分(G-FAST)<sup>[30]</sup>等。复杂评分量表适用于卒中医师及护士,包括快速动脉闭塞评估量表(RACE)<sup>[31]</sup>、

NIHSS 和洛桑急性卒中登记分析(ASTRAL)<sup>[32]</sup>等。由于大部分量表基本是为前循环卒中设计的,因此对于后循环卒中的预测评估作用有限。NIHSS 评分是预测大血管闭塞最为有效的评分工具之一。荟萃分析结果显示,患者 NIHSS 评分 $\geq 10$ 分时,可达到最佳敏感度(73%)和特异度(74%)的平衡<sup>[33]</sup>。

#### (二)术前影像学评估

符合急性缺血性卒中症状的患者,应在到达医院后立即予以颅脑影像学评估,缩短从入院到完成影像学评估的时间。合理的影像学检查有利于排除颅内出血及占位等病变。此外,影像学检查可以帮助判断大血管闭塞的部位、评估侧支循环、识别梗死核心区域及缺血半暗带、筛选出能够通过血管内治疗获益的患者<sup>[34]</sup>。

头颅非增强 CT 平扫(non-contrast CT, NCCT)、头颅 MRI 均可以在血管内治疗前有效排除颅内出血及占位性病变。大脑中动脉高密度征对于大血管闭塞有预测价值。MRI 检查发现的 DWI 高信号有助于识别急性缺血性卒中,并计算梗死体积。

梗死核心的大小与患者的临床预后密切相关,梗死核心越小,患者预后良好的可能性越大。评估梗死核心大小的影像学指标主要为 Alberta 卒中项目早期 CT 评分(Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS),其次是梗死核心体积。NCCT 评估的 ASPECTS 评分存在一定的时间依赖性,其超早期缺血性病灶检出率较低。而基于计算机体层血管成像(computed tomography angiography, CTA)、计算机体层灌注成像(computed tomography perfusion, CTP)及多模式磁共振成像的 ASPECTS 评分对缺血脑组织的敏感度较高。也有研究通过 CTP,以脑血流量小于正常脑血流量的 30% 为临界值,确定核心梗死区域<sup>[35]</sup>。对于核心梗死区域较大的患者,能否通过血管内治疗获益尚存争议。既往多项临床研究的人组标准中,均通过影像学排除大面积梗死患者。比如,SWIFT PRIME 试验中部分患者使用 MRI 排除了梗死核心区 $\geq 50$  ml 的患者<sup>[7]</sup>,EXTEND-IA 试验应用 CTP 评估,排除梗死核心区 $> 70$  ml 的患者<sup>[5]</sup>。对于发病超过 6 h 实施取栓的患者,DAWN 试验对于不同年龄段患者的核心梗死体积要求不同,但最大不超过 51 ml<sup>[12]</sup>。缺血性卒中影像学评估后的血管内治疗-3(DEFUSE-3)试验要求患者的核心缺血区域 $< 70$  ml,低灌注区和坏死区体积比值 $> 1.8$ ,且不匹配区域大于 15 ml<sup>[13]</sup>。对于梗死核心区域大但合并较多可挽救脑组织的患者,



经过适当筛选,进行血管内治疗能显著减少最终的梗死体积,有改善患者预后的倾向<sup>[36]</sup>。也有研究发现,DWI-ASPECTS 评分较低( $\leq 5$ 分)的患者经过取栓治疗后,较单纯标准药物治疗预后更佳,但尚缺乏随机对照试验证实<sup>[37-39]</sup>。

缺血半暗带为脑血流灌注不足但脑细胞电活动仍可维持正常的脑组织,是临床治疗及研究的焦点。在临床研究中,通过评估低灌注区域与梗死核心区域的不匹配度,筛选出能够通过血管内治疗获益的患者。“一站式”CTA+CTP 检查方案可缩短多模式 CT 的检查时间。但对于发病在 6 h 以内、ASPECTS 评分 $\geq 6$ 分的患者,仅完成 CT/CTA 或 MRI/MRA 后,符合适应证的即可进行血管内治疗,而不需要灌注成像等影像学检查。对于 ASPECTS 评分 $> 6$ 分或发病超过 6 h 者,建议完成 CTP 检查以明确梗死核心区和缺血半暗带体积,权衡利弊后,再行血管内治疗<sup>[12-13]</sup>。

对于超时间窗患者,影像学评估尤为重要。REVASCAT 研究首次将发病至穿刺时间窗延长至 8 h,但缺乏相应的影像学评估<sup>[6]</sup>。DAWN 研究纳入 206 例发病 6~24 h 且存在临床功能缺损-梗死体积不匹配的急性前循环颅内大血管闭塞卒中患者,以 1:1 的比率随机分为标准药物治疗组及标准药物+血管内治疗组。结果表明,血管内治疗组的 90 d 功能独立比例(49%比 13%)明显优于标准药物治疗组,两组之间 90 d 症状性颅内出血率及死亡风险均无明显差异<sup>[12]</sup>。DEFUSE-3 研究纳入 182 例发病时间为 6~16 h 且存在灌注-梗死核心不匹配的急性前循环主干血管闭塞卒中患者,以 1:1 的比率随机行标准药物治疗或标准药物+血管内治疗。结果显示,血管内治疗组 90 d 功能独立比例(45%比 17%)明显优于标准药物治疗组<sup>[13]</sup>。这两项研究结果均表明,以功能影像学作为患者的筛选标准从而延长动脉取栓手术的时间窗是可行的。其中,DAWN 研究的临床影像不匹配标准为:(1)年龄 $\geq 80$ 岁,NIHSS 评分 $\geq 10$ 分,梗死体积 $< 21$  ml;(2)年龄 18~79 岁,NIHSS 评分 $\geq 10$ 分,梗死体积 $< 31$  ml;(3)年龄 18~79 岁,NIHSS 评分 $\geq 20$ 分,梗死体积 31~51 ml。DEFUSE-3 研究中灌注-梗死核心不匹配标准为:核心缺血区 $< 70$  ml,低灌注区与坏死区体积比值 $> 1.8$ 且不匹配区域 $> 15$  ml。

良好的侧支循环与取栓预后密切相关<sup>[40-41]</sup>。对于评估侧支循环的分级量表,目前尚无统一的评估体系,各种评估量表的预测价值、信度和效度仍需进一步验证。拟行血管内治疗的患者,在完成脑

血管造影时,可应用美国介入和治疗神经放射学会/美国介入放射学学会(American Society of Interventional and the Therapeutic Neuroradiology/Society of Interventional Radiology, ASITN/SIR)侧支分级系统,预测血管内治疗的风险和获益。在血管内治疗前行侧支循环评估,是否会延误治疗,指导临床决策,仍需前瞻性临床研究证实。

### (三)其他辅助检查

急性缺血性卒中患者入院后应立即行血常规、血生化及凝血功能等实验室检查。其中血糖检测结果应当在进行血管内治疗前获得,以排除低血糖反应。由于普通人群出现血小板计数或凝血功能异常的风险较低,凝血功能、血小板计数等仅在怀疑存在凝血功能障碍时才需等待检测结果。不能因为等待血液学检查结果而延误治疗时间。患者到达医院后需进行常规心电图检查,但应当避免额外延误治疗时间。

人工智能作为卒中领域的新方法,目前在自动化影像学分析、临床辅助决策和预后预测等方面均有广泛的应用。人工智能不仅具有远超放射科医生的图像处理和解读速度,而且对于影像学图像解读的准确度不劣于神经影像学专家,在急性缺血性卒中快速筛选和早期临床辅助决策中具有巨大的潜在价值<sup>[42]</sup>。

**推荐意见:**(1)推荐使用卒中评定量表进行评估,如 NIHSS(I 级推荐,B 级证据)。(2)所有疑似卒中患者均应在首次到达医院后行颅脑影像学检查,如头颅 CT 或 MRI(I 级推荐,A 级证据)。(3)进行血液常规、血液生化及凝血功能检查以及其他辅助检查,应尽量缩短检查所需时间。如患者既往病史及近期辅助检查结果提示无禁忌证,充分沟通后可不等待检查结果以免延误治疗时机(I 级推荐,C 级证据)。(4)对发病 6~16 h 内影像学明确为前循环大血管闭塞的急性缺血性卒中且符合 DAWN 或 DEFUSE-3 标准的患者,推荐血管内治疗(I 级推荐,A 级证据)。(5)对发病 16~24 h 内影像学明确为前循环大血管闭塞的急性缺血性卒中且符合 DAWN 标准的患者,可采用血管内治疗(I 级推荐,B 级证据)。(6)人工智能可以在卒中自动化影像学分析、临床辅助决策和预后预测等方面予以应用(II 级推荐,C 级证据)。

## 四、血管内治疗策略

### (一)取栓技术

1. 支架取栓技术:自 2004 年开始,多项临床研



究开始关注超早期机械取栓对急性缺血性卒中的治疗作用。利用早期的 Merci (Concentric Medical 公司, 美国)、Penumbra (Penumbra 公司, 美国) 等取栓设备进行了多项注册研究, 均证实了其处理超急性期缺血性卒中的可行性<sup>[43-45]</sup>。但 2013 年发表的卒中介入治疗试验-III (Interventional Management of Stroke-III, IMS-III)、使用血栓切除术实施血管机械再通治疗缺血性卒中研究 (MR and Recanalization of Stroke Clots Using Embolectomy, MR RESCUE)、动脉与静脉溶栓治疗急性缺血性卒中比较 (Intra-arterial Versus Systemic Thrombolysis for Acute Ischemic Stroke, SYNTHESIS) 扩展期试验研究结果均提示这些取栓设备并不能使患者从治疗中获益<sup>[34, 46-47]</sup>。而以 Solitaire (Medtronic, 美国) 及 Trevo 装置 (Stryker, 美国) 为代表的可回收支架取栓技术, 最早在 Solitaire 对比 Merci 装置治疗急性缺血性卒中试验 (SWIFT) 和 Trevo 对比 Merci 装置治疗大血管闭塞急性缺血性卒中试验 (TREVO-2) 中被证实其临床疗效优于传统取栓装置<sup>[48-49]</sup>。

MR CLEAN 研究纳入急性前循环颅内大血管闭塞卒中患者 500 例, 随机分为标准药物治疗组和标准药物+血管内介入联合治疗组。研究结果显示: 联合治疗组 90 d mRS 评分更低, 90 d 功能独立的比例更高 (mRS 评分 0~2 分, 32.6% 比 19.1%, 校正  $OR=2.16$ , 95%  $CI$  1.39~3.38), 两组间病死率和症状性颅内出血率均无明显差异<sup>[4]</sup>。

SWIFT PRIME 研究纳入急性前循环颅内近端血管闭塞卒中且无大的缺血核心病变患者 196 例, 按 1:1 比率随机分为静脉溶栓组和静脉溶栓+支架取栓联合治疗组。结果提示联合治疗组 90 d 功能独立的比例高于静脉溶栓组 (60% 比 35%,  $P<0.001$ ), 两组之间 90 d 病死率和症状性颅内出血率均无明显差异<sup>[7]</sup>。

EXTEND-IA 研究纳入急性前循环大血管闭塞卒中、CTP 显示存在可挽救脑组织且缺血核心体积  $<70$  ml 的患者 70 例, 按 1:1 的比率随机分为静脉溶栓组和静脉溶栓+支架取栓联合治疗组。结果提示与静脉溶栓组相比, 联合治疗组的 90 d 功能独立患者比例更高 (71% 比 40%,  $P=0.01$ ), 两组病死率和症状性颅内出血率均无明显差异<sup>[5]</sup>。

ESCAPE 研究纳入发病时间在 12 h 内、排除大梗死核心或侧支循环不良的急性前循环颅内大血管闭塞患者 316 例, 按 1:1 比率随机分为标准药物治疗组及标准药物治疗+血管内介入联合治疗组,

研究结果提示联合治疗组的 90 d 功能独立患者比例更高 (53.0% 比 29.3%,  $P<0.001$ ), 两组之间症状性颅内出血率无明显差异<sup>[50]</sup>。

REVASCAT 研究纳入 206 例发病时间在 8 h 内接受治疗的前循环大血管闭塞患者, 1:1 随机分为标准药物治疗组及标准药物治疗+血管内介入联合治疗组, 结果提示联合治疗组的 90 d 功能独立患者比例更高 (43.7% 比 28.2%, 校正  $OR=2.1$ , 95%  $CI$  1.1~4.0), 两组之间症状性颅内出血率与病死率均无明显差异<sup>[6]</sup>。

急性缺血性卒中动脉取栓试验及费效评估 (THRACE) 研究入组 18~80 岁急性颅内大血管闭塞卒中患者 414 例, 随机分为标准药物治疗组及标准药物+血管内介入联合治疗组。结果表明, 联合治疗组 90 d 功能独立的患者比例高于标准药物治疗组 (53% 比 42%,  $P=0.028$ )<sup>[51]</sup>。

上述 6 项研究结果均表明, 采用支架样取栓器治疗急性前循环血管闭塞所致的卒中患者较静脉溶栓能明确增加患者的血管再通率、改善预后且安全终点事件无明显增加。随着机械取栓手术操作的普及和医学工程学、材料学技术的进步, 新型取栓支架 ERIC、Embotrap II、Versi 和 Penumbra 3D 以及一系列国产新型支架如 Reco (尼科)、Captor (名捕) 和 Tonbridge (通桥) 也逐步进入临床应用<sup>[52-55]</sup>。其临床再通成功率均不劣于 Solitaire 等经典取栓支架系统, 但是远期临床预后还有待后续的临床验证。

2. 血栓抽吸技术: 近年来, 随着抽吸导管在通过性、抗打折性和抽吸效率上的进步, ADAPT (a direct aspiration first pass technique) 技术也在不断成熟。这项技术倾向于单用导管抽吸完成血管再通。理论上能够降低支架样取栓器对血管造成的直接切割和牵拉, 降低血管内治疗并发症。对负荷较大、质地较硬的血栓栓塞, 直接抽吸的取栓效果可能更具优势。

接触抽吸与支架取栓成功再通比较试验 (Contact Aspiration versus Stent Retriever for Successful Revascularization, ASTER) 是一项多中心随机对照研究, 共纳入急性前循环大血管闭塞卒中患者 381 例, 按 1:1 比率随机分为血栓抽吸组及支架取栓组。结果显示两组患者的改良脑梗死溶栓评分 (modified Thrombolysis In Cerebral Infarction scale, mTICI) 2b/3 级为 85.4% 比 83.1% ( $P=0.53$ )、动脉穿刺到再通时间 (38 min 比 45 min,  $P=0.10$ ) 及 90 d 功能独立比例 (45.3% 比 50.0%,  $P=0.38$ ) 等均



无明显差异<sup>[56]</sup>。由于该研究采取优效性设计,因此未能证实血栓抽吸优于支架取栓。另一项随机对照研究——直接抽吸与支架取栓作为大血管闭塞首选治疗方法的比较试验,共纳入急性前循环大血管闭塞卒中患者 270 例,以 1:1 的比率随机分为血栓抽吸组及支架取栓组。结果显示血栓抽吸组 90 d 功能独立的比例不劣于支架取栓组(52% 比 50%,  $P=0.0014$ ),血栓抽吸组动脉穿刺到成功再通时间缩短了 11 min(22 min 比 33 min,  $P=0.0194$ ),两组间血管成功再通率及颅内出血率均无明显差异。血栓抽吸组中约 21% 的患者使用了支架取栓进行补救治疗<sup>[57]</sup>。

就后循环急性缺血性卒中来说,一项荟萃分析纳入了 5 项研究共 476 例急性基底动脉闭塞患者,比较了血栓抽吸与支架取栓的治疗预后。结果表明,血栓抽吸组成功再通率更高(mTICI 2b/3 级, 89.6% 比 83.0%,  $OR=2.0$ , 95% $CI$  1.1~3.5),手术时间更短(51.9 min 比 69.4 min, 95% $CI$  -51.0~-4.3)<sup>[58]</sup>。两组之间补救治疗率、90 d 功能独立的患者比例和病死率均无明显差异,提示血栓抽吸在后循环大血管闭塞可能略具优势。

近年来,多种血栓抽吸联合支架取栓的取栓技术也逐渐出现,显示出良好的血管再通效率,不仅可用于单纯机械取栓或血栓抽吸失败后的补救治疗,更越来越多地被临床作为首次再通方案使用。半影分离器 3D 研究(Penumbra Separator 3D)是一项多中心随机对照研究,共纳入急性颅内大血管闭塞卒中患者 198 例,1:1 随机分为 3D 支架取栓联合血栓抽吸组及单独血栓抽吸组,采用 Penumbra 血栓抽吸系统。研究结果显示,3D 支架取栓联合血栓抽吸组的 mTICI 2~3 级的患者比例不劣于单独血栓抽吸组(87.2% 比 82.3%, 差值 4.9%, 90% $CI$  -3.6%~13.5%)<sup>[54]</sup>。一项多中心横断面研究纳入 450 例前循环闭塞卒中患者,包括血栓抽吸组、支架取栓组和血栓抽吸联合支架取栓组,结果表明,联合组成功再通率高于血栓抽吸组及支架取栓组(mTICI 2b/3 级, 86% 比 73%、65%)<sup>[59]</sup>。一项荟萃分析纳入 19 项研究共 2 449 例患者,其中 4 项研究比较了支架取栓联合血栓抽吸与单纯血栓抽吸的疗效,结果表明,联合治疗组成功再通的可能性更高(mTICI 2b/3 级,  $OR=1.47$ , 95% $CI$  1.02~2.12)<sup>[60]</sup>。正在进行的一项多中心随机对照研究——血栓抽吸联合支架取栓与单独支架取栓再通的比较试验 2 (ASTER 2),探讨的是支架取栓联合血栓抽吸是否

比单独支架取栓更易达到成功再通(mTICI 2c/3 级)<sup>[61]</sup>。

3. 动脉溶栓:动脉内应用重组尿激酶原治疗急性脑血栓栓塞试验 II (PROACT II)<sup>[62]</sup>和大脑中动脉栓塞局部纤溶试验(MELT)<sup>[63]</sup>这两项 RCT 为动脉溶栓治疗急性缺血性卒中提供了证据,之后尚无新的有关动脉溶栓治疗急性缺血性卒中的研究结果。对于支架取栓手术未能达到良好再通,而患者仍处于发病 6 h 动脉溶栓时间窗内,动脉予 rt-PA 行补救治疗的做法目前仅限于临床经验,尚无明确循证医学依据。

4. 急性期血管成形术及支架植入术:血管成形及支架植入术常用于大血管闭塞卒中取栓失败的补救治疗。一项多中心回顾性研究结果显示,148 例急性颈内动脉颅内段或大脑中动脉 M1 段闭塞卒中患者机械取栓失败,其中 48 例进行支架补救治疗,100 例未予支架治疗。结果显示,支架组 3 个月时预后良好率高于非支架组(mRS 评分 0~2 分患者比例, 39.6% 比 22.0%,  $P=0.031$ ),两组之间症状性颅内出血率和病死率均无明显差异,支架补救治疗与患者的良好预后独立相关( $OR=3.39$ , 95% $CI$  1.192~9.655)<sup>[64]</sup>。国内的一项多中心研究纳入了 207 例急性颈内动脉颅内段或大脑中动脉 M1 段闭塞卒中经机械取栓失败的患者,其中 90 例进行了支架补救治疗,117 例未予支架治疗。应用倾向性评分匹配分析发现,3 个月时支架组的预后良好率高于非支架组(36.4% 比 19.7%,  $P=0.033$ ),两组之间症状性颅内出血率和病死率均无明显差异<sup>[65]</sup>。国内另一项多中心研究分析了 113 例急性颈内动脉颅内段或大脑中动脉 M1 段闭塞卒中取栓后存在 >70% 颅内动脉粥样硬化性狭窄的患者,其中 81 例进行血管成形术和(或)支架植入术(治疗组),32 例未予进一步治疗(对照组)。结果提示与对照组相比,治疗组在发病 24 h 内更容易再通(校正  $OR=3.782$ , 95% $CI$  1.821~9.125,  $P=0.02$ ),早期神经功能恶化的可能性更小(校正  $OR=0.299$ , 95% $CI$  0.110~0.821,  $P=0.01$ ),两组之间颅内出血、3 个月时病死率和预后良好率无明显差异<sup>[66]</sup>。有研究纳入两个卒中中心的研究数据,分析严重颅内动脉粥样硬化狭窄导致的急性大血管闭塞卒中患者,发现经血管成形术和(或)支架植入术(72 例)患者的血管再通成功率、症状性颅内出血、3 个月时预后良好率和病死率与动脉内输注血小板糖蛋白 II b/III a 抑制剂患者(68 例)相比,均无明显差异。对于机械



取栓失败或伴原位狭窄的急性颈内动脉颅内段或大脑中动脉 M1 段闭塞卒中患者,支架植入可能是可行的补救措施<sup>[67]</sup>。

**推荐意见:**(1)采用支架样取栓器治疗急性前循环大动脉闭塞卒中患者,能够增加患者的血管再通率及改善远期预后(I级推荐,A级证据)。(2)各类新式取栓器械可根据患者的具体情况加以选用,但应严格控制适应证(II级推荐,B级证据)。(3)采用单独血栓抽吸技术或结合其他血管内治疗模式是合理的(II级推荐,B级依据)。(4)对于具有静脉溶栓禁忌证的急性缺血性卒中患者,经严格选择可考虑在发病 6 h 内使用动脉溶栓治疗(II级推荐,B级证据)。对于取栓手术未达到良好再通,发病时间仍在发病 6 h 内的患者,动脉给予补救性溶栓药物治疗可能是合理的(II级推荐,B级证据)。(5)颅外段颈动脉或椎动脉血管成形术和(或)支架植入术可用于急性缺血性卒中的血流重建。颅内动脉血管成形术/支架植入术可用于介入取栓失败的补救治疗(III级推荐,C级证据)。

#### (二)不同血管闭塞部位的治疗策略

对于颅外段颈动脉急性闭塞合并颅内串联病变患者,目前有限的临床研究证据提示血管内治疗同样优于药物治疗。HERMES 荟萃分析纳入了 122 例前循环串联病变和 1 132 例非串联病变患者,这两类亚组人群显示出相似的血管内治疗疗效<sup>[16]</sup>。值得注意的是,在这些临床试验中,同期颈动脉支架植入的比例并不高,其中 ESCAPE 为 26.7%,MR CLEAN 研究为 40%,REVASCAT 研究为 47.4%。在 6~24 h 的时间窗内,DAWN 研究仅纳入了 27 例串联病变患者并且要求不允许同期植入颈动脉支架。一项回顾性研究纳入 395 例串联病变患者,发现患者的总体血管再通率和良好预后率与其他大血管闭塞性卒中类似,同期颈动脉支架植入有益于患者的良好预后<sup>[68]</sup>。另一项前瞻性注册研究纳入 147 例串联病变患者,显示同期植入颈动脉支架的患者具有更高的良好预后率<sup>[69]</sup>。对于颈动脉串联病变是否应同期植入颅外段支架以及后续的抗血小板治疗方案,目前仍有争议。可以在权衡出血风险和再闭塞风险后,采取个体化血管内治疗策略<sup>[70]</sup>。

对于大脑中动脉 M1 段、颈动脉闭塞导致的急性缺血性卒中患者,血管内治疗的研究证据充分。而对于大脑中动脉 M2 段闭塞导致的急性缺血性卒中患者,介入治疗是否获益,目前尚不明确。在

HERMES 分析中,对于大脑中动脉 M2 段的取栓并未表现出明确的介入手术获益( $OR=1.28, 95\%CI 0.51\sim 3.21$ )<sup>[21]</sup>,但由于接受 M2 段取栓手术的患者较少,统计模型尚欠稳定。另外一项涵盖 Solitaire 用于取栓治疗研究(Solitaire With the Intention for Thrombectomy, SWIFT)、Solitaire FR 取栓血流重建研究(Solitaire FR Thrombectomy for Acute Revascularisation, STAR)、DEFUSE-2 及 IMS-III 的荟萃分析发现,M2 段血管闭塞再通与患者的功能独立显著相关(校正  $OR=2.2, 95\%CI 1.0\sim 4.7$ )<sup>[71]</sup>。近期的一项荟萃分析纳入 4 项研究共 1 016 例急性大脑中动脉 M2 段闭塞卒中患者,结果提示机械取栓与标准药物治疗相比,90 d 功能独立的比例更高( $RR=1.43, 95\%CI 1.08\sim 1.90$ ),病死率更低( $RR=0.46, 95\%CI 0.22\sim 0.96$ )<sup>[72]</sup>。

同样,对于后循环脑梗死,机械取栓对于椎基底动脉大血管闭塞的临床疗效尚未得到有效验证。基底动脉闭塞血管内介入与标准药物治疗比较试验(BEST)<sup>[10]</sup>入组发病 8 h 内的椎基底动脉闭塞卒中患者 131 例,1:1 随机分为介入组(血管内治疗+标准药物治疗,66 例)和对照组(标准药物治疗,65 例)。结果提示介入组与对照组相比,90 d mRS 评分 0~3 分患者的比例无明显差异(意向性分析:42% 比 32%,校正  $OR=1.74, 95\%CI 0.81\sim 3.74$ ),90 d 病死率无明显差异(33% 比 38%, $P=0.54$ )。如果将试验跨组对结果的影响考虑在内,采用符合方案集分析结果显示,介入组较对照组 90 d mRS 评分 0~3 分绝对获益值为 18.9%(44.4% 比 25.5%,校正  $OR=2.90, 95\%CI 1.20\sim 7.03$ );采用实际治疗分析结果显示,介入组绝对获益可达 22.7%(46.8% 比 24.1%, $OR=3.02, 95\%CI 1.31\sim 7.00$ )。在并发症方面,两组间的颅内出血率差异无统计学意义。基底动脉国际合作研究(BASICS)入组发病 6 h 内接受治疗的基底动脉闭塞卒中患者 300 例,1:1 随机分为介入组(血管内治疗+标准药物治疗,154 例)和对照组(标准药物治疗,146 例)。结果提示两组患者的 90 d mRS 评分  $\leq 3$  分的患者比例(44.2% 比 37.7%)和病死率(38.3% 比 43.2%)均无明显差异<sup>[11, 73]</sup>。我国的一项真实世界的注册研究——急性基底动脉闭塞血管内治疗研究(BASILAR)入组发病 24 h 内的基底动脉闭塞卒中患者 829 例,其中 647 例接受血管内治疗及标准药物治疗(介入组),182 例患者仅接受标准药物治疗(对照组)。结果提示介入组的 90 d 功能预后明显改善,90 d mRS 评





分 $\leq 3$ 分的患者比例更高(32.0%比9.3%, $P<0.001$ ), 90 d病死率更低(46.2%比71.4%, $P<0.001$ )<sup>[74-75]</sup>。

**推荐意见:**(1)对于同时存在颅内和颅外血管闭塞的串联病变患者,进行介入取栓是合理的,具体取栓模式可根据患者的病变情况个体化选择(Ⅱ级推荐,C级证据)。(2)对于大脑中动脉M1段、颈动脉闭塞而致急性缺血性卒中的患者,如发病前mRS评分 $>1$ 分、ASPECTS评分 $<6$ 分或NIHSS评分 $<6$ 分,在仔细分析获益风险后,可考虑对筛选后的患者进行介入取栓(Ⅱ级推荐,B级证据)。(3)对于大脑前动脉、大脑中动脉M2段闭塞而致急性缺血性卒中的患者,在仔细分析获益风险后,可考虑对筛选后的患者进行介入取栓(Ⅱ级推荐,C级证据)。(4)对于椎动脉、基底动脉闭塞而致急性缺血性卒中患者,在仔细分析获益风险后,可考虑对筛选后的患者进行介入取栓(Ⅱ级推荐,B级证据)。

## 五、围手术期管理

### (一)围手术期血压管理

目前关于急性缺血性卒中早期血管内治疗围术期血压的管理策略并不明确<sup>[76]</sup>。一项来自法国的多中心登记研究结果显示,早期血管内治疗患者3个月全因死亡率与基线血压呈“J”型或“U”型关系,即较高或较低的基线血压都与3个月全因死亡显著相关;3个月良好预后率在高基线血压中最低,而在低基线血压中最高<sup>[77]</sup>。同样,MR CLEAN研究中基线血压与预后的研究结果显示,基线血压与卒中预后也呈现出“U”型关系,即较高或较低的基线血压均不利于早期血管内治疗患者的良好预后;且高的基线血压与症状性颅内出血显著相关。值得注意的是,该研究还指出与静脉溶栓相比,基线血压并不影响早期血管内治疗的安全性及有效性<sup>[78]</sup>。另外,近期发表的MR CLEAN登记研究结果也提示较高的基线血压可增加患者的90 d不良预后( $OR=1.09$ , 95% $CI$  1.04~1.15)和病死率( $OR=1.09$ , 95% $CI$  1.03~1.16)<sup>[79]</sup>。我国开展的一项急性缺血性卒中伴大血管闭塞的多中心队列研究结果显示,较高的基线血压与较好的侧支循环相关。若患者未获得再灌注,较高的基线血压可带来不良预后<sup>[80]</sup>。因此,急性缺血性卒中伴大血管闭塞患者的血压管理应结合再灌注情况个体化制订。

Treurniet等<sup>[81]</sup>对MR CLEAN研究亚组进行分析发现,术中血压下降与早期血管内治疗后3个月的不良预后显著相关。Samuels等<sup>[82]</sup>也证实术中血压下降可显著影响早期血管内治疗患者的临床预

后。Rasmussen等<sup>[83]</sup>通过对3项随机对照试验进行分析发现,过低或过高的术中血压波动均可导致早期血管内治疗的不良预后;并指出平均动脉压是早期血管内治疗术中血压监测的可靠指标,平均动脉压低于70 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)超过10 min或平均动脉压高于90 mmHg超过45 min均不利于早期血管内治疗患者的预后。另外,还有学者认为维持患者术中收缩压在140~160 mmHg,即使存在术中血压波动也不影响早期血管内治疗的预后<sup>[84]</sup>。血管再通术中、术后应当使用静脉降压药物,如乌拉地尔、尼卡地平注射剂等,以便迅速、稳定降压,便于及时调节静脉降压药物的剂量或停药。乌拉地尔作为选择性 $\alpha$ 受体阻滞剂,其降压作用具有中枢和外周双重机制,是卒中急性期常用的静脉注射降压药物之一。其可通过静脉推注使血压迅速达标,通过调节静脉输注速度控制血压至合理范围。在用药同时,需要密切监测患者的血压、心率,及时调整输注速度。

目前关于早期血管内治疗术后的血压管理方案仍不明确。国内一项多中心队列研究结果提示,大血管再通后的平均血压高、血压变异度大与90 d预后不良相关,尤其在血管内治疗前侧支循环差的患者中更明显<sup>[85]</sup>。DAWN研究方案推荐对于术后获得TICI 2b级以上的患者,建议控制术后血压低于140 mmHg<sup>[12]</sup>。最近,两项以术后完全再通患者为研究对象的多中心登记研究结果显示,术后高血压与早期血管内治疗患者的3个月不良预后显著相关,并指出对于早期完全再通患者,术后平均血压或血压峰值低于160 mmHg可能较为适宜<sup>[86-87]</sup>。值得注意的是,无论术后闭塞血管有无再通,术后血压大于160 mmHg均可能增加症状性颅内出血风险。另外,Anadani等<sup>[88]</sup>通过对早期血管内治疗完全再通的1 091例患者按照术后血压进行分组(术后目标血压 $<140$  mmHg、 $<160$  mmHg、 $<180$  mmHg)分析后发现,术后目标血压低于140 mmHg或160 mmHg的患者,其3个月神经功能明显优于术后目标血压低于180 mmHg的患者。一项血管再通后降压的RCT(BP-TARGET)研究结果提示,血管再通后将血压控制在130 mmHg以下(100~129 mmHg),与常规治疗(血压控制在130~185 mmHg)相比,并未减少颅内出血的发生率<sup>[89]</sup>。

**推荐意见:**(1)基线血压高不能作为血管内治疗的排除指标,但较高的基线血压可能提示不良预后,建议血管内治疗前将血压控制在180/105 mmHg

以下(Ⅱ级推荐,C类证据)。(2)在血管内治疗过程中,尤其是在麻醉辅助过程中,收缩压维持在140~160 mmHg可能是安全的(Ⅱ级推荐,C类证据)。(3)在血管内治疗术后,应当根据患者的血管再通状态对血压进行管理(Ⅱ级推荐,B类证据)。对于术后血管完全再通的患者,维持术后收缩压在140 mmHg以下可能是合理的,但具体的血压控制目标需参照患者的基线血压而制订(Ⅱ级推荐,B类证据)。对于术后血管未完全再通的患者,不建议控制血压至较低水平(Ⅱ级推荐,C类证据)。

### (二)抗血小板药物的使用

抗血小板药物是急性缺血性脑血管病治疗的基石,在很大程度上影响患者的临床转归。目前缺乏急性缺血性卒中介入治疗围手术期抗血小板药物使用的直接研究证据。近期一项研究回顾性纳入712例急性缺血性卒中患者(接受静脉溶栓或血管内再通治疗),其中456例患者再通治疗后24 h内启动抗血小板治疗,结果显示早期启用抗血小板药物并不增加脑出血及症状性颅内出血的风险<sup>[90]</sup>。Lee等<sup>[91]</sup>纳入194例急诊介入治疗的基底动脉闭塞患者,按照90 d的功能结局分为预后良好组(mRS评分≤2分)与预后不良组(mRS评分≥3分),发现两组患者急诊介入治疗后抗凝及抗血小板药物的使用无明显差异。上述研究并非随机设计,采用的是回顾性分析方法,未来仍需质量更高的临床试验进一步证实。此外,对于桥接治疗合并急诊支架植入术的患者,是否需要加用抗血小板药物及其用药时机和剂量仍存在争议。一项多中心RCT研究(MR CLEAN MED)在2021 ESOC上公布了探讨血管内治疗围手术期使用静脉阿司匹林和(或)肝素的有效性和安全性的结果,发现静脉阿司匹林和(或)肝素均增加了症状性颅内出血的发生率,患者3个月的mRS评分无明显改善,研究提前终止<sup>[92]</sup>。

近年来静脉应用抗血小板药物(血小板糖蛋白Ⅱb/Ⅲa受体拮抗剂如替罗非班、依替巴肽)成为临床常用血管再通术中的补救治疗措施之一<sup>[93]</sup>,但是其给药方式、用量等仍有待进一步探索。目前,在血管内治疗围手术期间使用血小板糖蛋白Ⅱb/Ⅲa受体拮抗剂的安全性和有效性尚不确定。早期Kellert等<sup>[94]</sup>分析了机械取栓期间使用替罗非班与严重出血之间的关系。研究纳入162例卒中患者,结果显示替罗非班的使用对血管再通率无显著影响,却是致命性脑出血的独立危险因素( $OR=3.03$ ,  $95\%CI 1.50\sim 4.05$ ,  $P=0.04$ ),并且是90 d不良结局的

独立危险因素( $OR=6.60$ ,  $95\%CI 1.06\sim 41.52$ ,  $P=0.04$ )。国内的一项研究结果同样提示急性缺血性卒中血管内治疗联合应用替罗非班增加了脑出血的发生,其中症状性颅内出血增加了2.9倍( $95\%CI 1.1\sim 7.5$ ),致命性脑出血增加了5.9倍( $95\%CI 1.2\sim 28.4$ )<sup>[95]</sup>。相反,最近的一项荟萃分析研究纳入2387例急性缺血性卒中患者,分为急诊介入治疗联合替罗非班组和单纯急诊介入治疗组<sup>[96]</sup>。结果显示联合应用替罗非班并没有增加术后症状性颅内出血的发生率( $RR=1.06$ ,  $95\%CI 0.79\sim 1.42$ ,  $P=0.72$ )和90 d的病死率( $RR=0.87$ ,  $95\%CI 0.74\sim 1.04$ ,  $P=0.12$ ),但是患者90 d的良好结局(mRS评分0~2分)更好( $RR=1.13$ ,  $95\%CI 1.02\sim 1.25$ ,  $P=0.02$ )。未来仍需要进一步开展相关研究为临床提供更为充分的证据,特别是针对急诊血管成形术及急诊支架植入术的辅助抗血小板治疗药物选择的研究证据。

**推荐级别:**(1)对于接受非桥接治疗的患者,血管内治疗后即可给予抗血小板药物治疗;行急诊支架术前可服用负荷剂量抗血小板药物(阿司匹林300 mg及氯吡格雷300 mg);术后每天联合服用阿司匹林100 mg及氯吡格雷75 mg至少1个月(Ⅰ级推荐,C级证据)。(2)对于接受桥接治疗的患者,抗血小板治疗应在静脉溶栓24 h后开始。但对于桥接治疗合并急诊支架植入术的患者,为防止支架内急性血栓形成,静脉溶栓后24 h内抗血小板药物治疗的安全性尚不明确(Ⅲ级推荐,C级证据)。

### (三)麻醉方式的选择

围手术期麻醉方式的选择也是近年研究的热点之一,目前仍缺乏相关的多中心临床研究证据。常用的麻醉方式包括局部麻醉、全身麻醉和清醒镇静。美国神经介入外科学会和神经重症监护学会的专家共识推荐根据患者的临床特点个体化选择麻醉方式<sup>[97]</sup>。

近期的前循环取栓研究如ESCAPE(90.9%)、SWIFTPRIME(63%)多采用清醒镇静麻醉,与全身麻醉相比对功能结局影响无明显差异。一项基于7项RCT研究的荟萃分析结果也显示血管内治疗采用全身麻醉较没有采用全身麻醉的患者预后更差<sup>[98]</sup>。但在THRACE研究中发现麻醉方式的选择对临床结局无明显影响<sup>[53]</sup>。尽管多数回顾性研究结果显示全身麻醉不利于患者良好功能结局的获得,但是有限的几项前瞻性随机对照研究并不支持这一观点<sup>[99-100]</sup>,其中两项研究结果还显示出全身麻





醉在次级观察终点上的优势。因此,目前前循环大血管闭塞治疗选择清醒镇静或者全身麻醉可能都是合理的,孰优孰劣仍需要更多的临床试验进一步证实。在非全身麻醉方式的选择上,也有研究者进一步比较了局部麻醉和清醒镇静在前循环大血管闭塞介入治疗中对结局的影响,结果显示局部麻醉优于清醒镇静<sup>[101]</sup>。最近 MR CLEAN 研究纳入 1 376 例急性前循环闭塞介入治疗的患者,比较局部麻醉、全身麻醉和清醒镇静对患者 90 d 良好预后的影响。结果显示,与局部麻醉相比,全身麻醉和清醒镇静组的 90 d 临床结局更差( $OR=0.75, 95\%CI 0.58\sim 0.97$ ;  $OR=0.45, 95\%CI 0.33\sim 0.62$ );清醒镇静组较全身麻醉组的 90 d 临床结局更差( $OR=0.60, 95\%CI 0.42\sim 0.87$ )。该研究结果提示局部麻醉优于清醒镇静,但是相较于全身麻醉优势不明显<sup>[102]</sup>。

上述研究主要针对前循环大血管闭塞病变,目前针对后循环急诊介入治疗围手术期麻醉方式选择的研究较少。一项回顾性病例对照研究纳入 215 例急性椎基底动脉急性闭塞行介入治疗的患者,比较不同麻醉方式(清醒镇静和全身麻醉)对临床结局的影响,结果显示不同麻醉方式对血管成功再通率、90 d 良好功能预后、出血转化和病死率的影响无显著差异<sup>[103]</sup>。另一项纳入 214 例急性后循环大血管卒中患者的前瞻性注册登记研究分析了不同麻醉方式(清醒镇静和全身麻醉)对患者 90 d 良好功能结局的影响,提示 90 d 良好功能结局与清醒镇静相关( $P=0.007$ )<sup>[104]</sup>。BEST 研究采取麻醉方式由术者结合患者自身特点和导管室条件来选择,包括局部麻醉、清醒镇静和全身麻醉<sup>[10]</sup>。目前与前循环类似,后循环大血管闭塞介入治疗围手术期的麻醉管理最佳方式尚不明确,未来还需要前瞻性多中心临床试验进一步证实。

**推荐意见:**(1)前循环大血管闭塞治疗选择局部麻醉、清醒镇静或者全身麻醉都是合理的(I 级推荐,B 级证据)。(2)后循环大血管闭塞介入治疗围手术期麻醉管理的最佳方式尚不明确,可结合患者病情特点及介入导管室条件个体化选择麻醉方式(II 级推荐,C 级证据)。

## 六、体系建设与人员培训

为优化医疗资源分配,减少资源浪费,提高救治质量,需建立区域性卒中急救网络。卒中急救网络的构建,需要组建区域卒中中心,提高治疗水平和卒中治疗的标准化。通过深化组织协调,着力构建双向转诊、上下联动和防治结合的卒中分级诊疗

模式,建立卒中区域防控网络。通畅的卒中绿色通道能够快速正确地分流患者并缩短治疗延误时间,从而提高卒中的救治效率。相关研究证实构建绿色通道行静脉溶栓治疗和机械取栓可以改善患者预后<sup>[105-107]</sup>。

卒中防治数据库有助于发现卒中治疗中存在的问题,便于研究解决对策、及时督促整改、对防治效果进行综合评价。对于加强质控环节的管理,持续改进院前、急诊、卒中团队和卒中后护理的质量可以提高卒中治疗水平,改善患者预后<sup>[108-109]</sup>。

目前急需进一步构建卒中防治技术培训体系,开展专业技能培训,以提高各级医疗卫生机构卒中防治服务能力。对于缺血性卒中介入培训标准的相关认知和期望,国外一些学者基于指南共识提出了一些研究观点,但是结论并不一致<sup>[110-112]</sup>。同时,由于我国和欧美等医疗体制及经济发展的差异,借鉴意义有限。我国学者对卒中介入治疗培训发起了一项问卷调查,结果显示,绝大多数受访者希望得到专业知识和操作技能的培训,理想的培训周期是 3~9 个月<sup>[113]</sup>。培训内容应根据学员的经验、知识和技能进行个体化制订。

**推荐意见:**(1)构建院内卒中绿色通道(I 级推荐,B 级证据)。(2)推荐各级卒中中心按照卒中中心相关的建设标准进行卒中急救体系的优化改进,加强医务人员的培训教育(I 级推荐,B 级证据)。(3)建立卒中数据库,加强质量管理控制,持续改进卒中救治秩序(I 级推荐,B 级证据)。

**执笔** 刘锐(东部战区总医院)、朱武生(东部战区总医院)、叶瑞东(东部战区总医院)、韩云飞(东部战区总医院)、杨东(东部战区总医院)、黄显军(皖南医学院弋矶山医院)、胡伟(中国科学技术大学附属第一医院)

**专家委员会成员**(按姓名拼音排序) 蔡晓杰(北京医院)、曹文锋(江西省人民医院)、曹文杰(复旦大学附属华山医院)、陈红兵(中山大学附属第一医院)、陈会生(北部战区总医院)、程忻(复旦大学附属华山医院)、崔丽英(中国医学科学院北京协和医院)、董强(复旦大学附属华山医院)、樊小兵(东部战区总医院)、范进(西部战区总医院)、范玉华(中山大学附属第一医院)、傅毅(上海交通大学医学院附属瑞金医院)、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)、郭富强(四川省人民医院)、郭力(河北医科大学第二医院)、韩建峰(西安交通大学第一附属医院)、韩云飞(东部战区总医院)、胡波(华中科技大学附属协和医院)、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)、胡文立(首都医科大学附属北京朝阳医院)、黄显军(皖南医学院弋矶山医院)、贾建平(首都医科大学宣

武医院)、柯开富(南通大学附属医院)、李刚(同济大学附属东方医院)、李敬伟(南京大学医学院附属鼓楼医院)、李新(天津医科大学第二医院)、李永坤(福建省立医院)、李子孝(首都医科大学附属北京天坛医院)、林敏(福建省第二人民医院)、林毅(福建医科大学附属第一医院)、刘德志(上海中医药大学附属曙光医院)、刘俊艳(河北医科大学第三医院)、刘鸣(四川大学华西医院)、刘强(天津医科大学总医院)、刘锐(东部战区总医院)、刘文华(武汉市第一医院)、刘新峰(东部战区总医院)、刘新通(广东省第二人民医院)、刘煜敏(武汉大学中南医院)、刘运海(中南大学湘雅医院)、刘尊敬(中日友好医院)、楼敏(浙江大学医学院附属第二医院)、陆正齐(中山大学附属第三医院)、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)、马欣(首都医科大学宣武医院)、孟强(云南省第一人民医院)、牛国忠(杭州市第一人民医院)、彭斌(中国医学科学院北京协和医院)、蒲传强(解放军总医院第一医学中心)、秦超(广西医科大学第一附属医院)、邱峰(解放军总医院第六医学中心)、石进(空军特色医学中心)、孙钦建(山东第一医科大学附属省立医院)、孙伟平(北京大学第一医院)、滕军放(郑州大学第一附属医院)、田成林(解放军总医院第一医学中心)、汪银洲(福建省立医院)、王君(解放军总医院第一医学中心)、王丽华(哈尔滨医科大学附属第二医院)、王启章(深圳市中西医结合医院)、王守春(吉林大学第一医院)、王延江(陆军军医大学大坪医院)、王拥军(首都医科大学附属北京天坛医院)、吴波(四川大学华西医院)、吴伟(山东大学齐鲁医院)、武剑(北京清华长庚医院)、夏健(中南大学湘雅医院)、肖露露(东部战区总医院)、徐安定(暨南大学附属第一医院)、徐运(南京大学医学院附属鼓楼医院)、薛建中(常熟市第二人民医院)、杨东(东部战区总医院)、杨清武(陆军军医大学新桥医院)、杨弋(吉林大学第一医院)、叶瑞东(东部战区总医院)、殷勤(东部战区总医院)、殷小平(九江学院附属医院)、尹琳(大连医科大学附属第二医院)、岳炫烨(天津医科大学总医院)、曾进胜(中山大学附属第一医院)、张光运(空军特色医学中心)、张猛(陆军军医大学大坪医院)、张卓伯(哈尔滨医科大学第四附属医院)、赵性泉(首都医科大学附属北京天坛医院)、周振华(陆军军医大学西南医院)、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(深圳市龙华区中心医院)、朱遂强(华中科技大学同济医学院附属同济医院)、朱武生(东部战区总医院)、朱以诚(中国医学科学院北京协和医院)

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

[1] Feigin VL, Nguyen G, Cercy K, et al. Global, regional, and country-specific lifetime risks of stroke, 1990 and 2016[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(25): 2429-2437. DOI: 10.1056/NEJMoa1804492.

- [2] Wu S, Wu B, Liu M, et al. Stroke in China: advances and challenges in epidemiology, prevention, and management [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(4): 394-405. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30500-3.
- [3] 《中国脑卒中防治报告》编写组.《中国脑卒中防治报告 2019》概要[J]. *中国脑血管病杂志*, 2020, 17(5): 272-281. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2020.05.008. Writing Group of Stroke Prevention and Treatment in China. Brief report on stroke prevention and treatment in China, 2019[J]. *Chin J Cerebrovascul Dis*, 2020, 17(5): 272-281. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2020.05.008.
- [4] Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(1): 11-20. DOI: 10.1056/NEJMoa1411587.
- [5] Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(11): 1009-1018. DOI: 10.1056/NEJMoa1414792.
- [6] Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(24): 2296-2306. DOI: 10.1056/NEJMoa1503780.
- [7] Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(24): 2285-2295. DOI: 10.1056/NEJMoa1415061.
- [8] 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. 中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南 2018[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 683-691. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.005. Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society, Neurovascular Intervention Group of Chinese Society of Neurology. Chinese guidelines for the endovascular treatment of acute ischemic stroke 2018[J]. *Chin J Neurol*, 2018, 51(9): 683-691. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.005.
- [9] 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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014[J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48(4): 246-257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002. Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2014[J]. *Chin J Neurol*, 2015, 48(4): 246-257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002.
- [10] 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.
- [11] Langezaal LCM, van der Hoeven EJR, Mont'Alverne FJA, et al. Endovascular therapy for stroke due to basilar-artery occlusion[J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(20): 1910-1920. DOI: 10.1056/NEJMoa2030297.
- [12] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(1): 11-21. DOI: 10.1056/NEJMoa1706442.
- [13] Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion





- imaging[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(8): 708-718. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973.
- [14] Limaye K, Van de Walle Jones A, Shaban A, et al. Endovascular management of acute large vessel occlusion stroke in pregnancy is safe and feasible[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(6): 552-556. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015578.
- [15] Sporns PB, Sträter R, Minnerup J, et al. Feasibility, safety, and outcome of endovascular recanalization in childhood stroke: the Save ChildS Study[J]. *JAMA Neurol*, 2020, 77(1): 25-34. DOI: 10.1001/jamaneurol.2019.3403.
- [16] Ladhani N, Swartz RH, Foley N, et al. Canadian stroke best practice consensus statement: acute stroke management during pregnancy[J]. *Int J Stroke*, 2018, 13(7): 743-758. DOI: 10.1177/1747493018786617.
- [17] Mohamad NE, Hastrup S, Rasmussen M, et al. Bypassing primary stroke centre reduces delay and improves outcomes for patients with large vessel occlusion[J]. *Eur Stroke J*, 2016, 1(2): 85-92. DOI: 10.1177/2396987316647857.
- [18] Holodinsky JK, Williamson TS, Kamal N, et al. Drip and ship versus direct to comprehensive stroke center: conditional probability modeling[J]. *Stroke*, 2017, 48(1): 233-238. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.014306.
- [19] Gerschenfeld G, Muresan IP, Blanc R, et al. Two paradigms for endovascular thrombectomy after intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke[J]. *JAMA Neurol*, 2017, 74(5): 549-556. DOI: 10.1001/jamaneurol.2016.5823.
- [20] Froehler MT, Saver JL, Zaidat OO, et al. Interhospital transfer before thrombectomy is associated with delayed treatment and worse outcome in the STRATIS registry (systematic evaluation of patients treated with neurothrombectomy devices for acute ischemic stroke) [J]. *Circulation*, 2017, 136(24): 2311-2321. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028920.
- [21] 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.
- [22] Yang P, Zhang Y, Zhang L, et al. Endovascular thrombectomy with or without intravenous alteplase in acute stroke[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(21): 1981-1993. DOI: 10.1056/NEJMoa2001123.
- [23] Zi W, Qiu Z, Li F, et al. Effect of endovascular treatment alone vs intravenous alteplase plus endovascular treatment on functional independence in patients with acute ischemic stroke: the DEVT randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2021, 325(3): 234-243. DOI: 10.1001/jama.2020.23523.
- [24] Suzuki K, Matsumaru Y, Takeuchi M, et al. Effect of mechanical thrombectomy without vs with intravenous thrombolysis on functional outcome among patients with acute ischemic stroke: the SKIP randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2021, 325(3): 244-253. DOI: 10.1001/jama.2020.23522.
- [25] LeCouffe NE, Kappelhof M, Treurniet KM, et al. A randomized trial of intravenous alteplase before endovascular treatment for stroke[J]. *N Engl J Med*, 2021, 385(20): 1833-1844. DOI: 10.1056/NEJMoa2107727.
- [26] Geng C, Li SD, Zhang DD, et al. Endovascular thrombectomy versus bridging thrombolysis: real-world efficacy and safety analysis based on a nationwide registry study[J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(3): e018003. DOI: 10.1161/JAHA.120.018003.
- [27] Katz BS, McMullan JT, Sucharew H, et al. Design and validation of a prehospital scale to predict stroke severity: Cincinnati Prehospital Stroke Severity Scale[J]. *Stroke*, 2015, 46(6): 1508-1512. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.008804.
- [28] Llanes JN, Kidwell CS, Starkman S, et al. The Los Angeles Motor Scale (LAMS): a new measure to characterize stroke severity in the field[J]. *Prehosp Emerg Care*, 2004, 8(1): 46-50. DOI: 10.1080/312703002806.
- [29] Hastrup S, Damgaard D, Johnsen SP, et al. Prehospital Acute Stroke Severity Scale to predict large artery occlusion: design and comparison with other scales[J]. *Stroke*, 2016, 47(7): 1772-1776. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.012482.
- [30] Scheitz JF, Abdul-Rahim AH, MacIsaac RL, et al. Clinical selection strategies to identify ischemic stroke patients with large anterior vessel occlusion: results from SITS-ISTR (Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke International Stroke Thrombolysis Registry) [J]. *Stroke*, 2017, 48(2): 290-297. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.014431.
- [31] Pérez de la Ossa N, Carrera D, Gorchs M, et al. Design and validation of a prehospital stroke scale to predict large arterial occlusion: the rapid arterial occlusion evaluation scale[J]. *Stroke*, 2014, 45(1): 87-91. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003071.
- [32] Vanacker P, Heldner MR, Amiguet M, et al. Prediction of large vessel occlusions in acute stroke: National Institute of Health Stroke Scale is hard to beat[J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(6): e336-e343. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001630.
- [33] Schlemm L, Schlemm E. Clinical benefit of improved prehospital stroke scales to detect stroke patients with large vessel occlusions: results from a conditional probabilistic model[J]. *BMC Neurol*, 2018, 18(1): 16. DOI: 10.1186/s12883-018-1021-8.
- [34] Kidwell CS, Jahan R, Gornbein J, et al. A trial of imaging selection and endovascular treatment for ischemic stroke [J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(10): 914-923. DOI: 10.1056/NEJMoa1212793.
- [35] Demeestere J, Garcia-Esperon C, Garcia-Bermejo P, et al. Evaluation of hyperacute infarct volume using ASPECTS and brain CT perfusion core volume[J]. *Neurology*, 2017, 88(24): 2248-2253. DOI: 10.1212/WNL.0000000000004028.
- [36] Rebello LC, Bousslama M, Haussen DC, et al. Endovascular treatment for patients with acute stroke who have a large ischemic core and large mismatch imaging profile[J]. *JAMA Neurol*, 2017, 74(1): 34-40. DOI: 10.1001/jamaneurol.2016.3954.
- [37] Mourand I, Abergel E, Mantilla D, et al. Favorable revascularization therapy in patients with ASPECTS  $\leq$  5 on DWI in anterior circulation stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(1): 5-9. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013358.
- [38] Ohta T, Morimoto M, Okada K, et al. Mechanical thrombectomy in anterior circulation occlusion could be more effective than medical management even in low DWI-ASPECTS patients[J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2018, 58(4): 156-163. DOI: 10.2176/nmc.0a.2017-0203.

- [39] Desilles JP, Consoli A, Redjem H, et al. Successful reperfusion with mechanical thrombectomy is associated with reduced disability and mortality in patients with pretreatment diffusion-weighted imaging-Alberta Stroke Program Early Computed Tomography score $\leq$ 6[J]. *Stroke*, 2017, 48(4): 963-969. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.015202.
- [40] Marks MP, Lansberg MG, Mlynash M, et al. Effect of collateral blood flow on patients undergoing endovascular therapy for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2014, 45(4): 1035-1039. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.004085.
- [41] Leng X, Fang H, Leung TW, et al. Impact of collaterals on the efficacy and safety of endovascular treatment in acute ischaemic stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2016, 87(5): 537-544. DOI: 10.1136/jnnp-2015-310965.
- [42] Murray NM, Unberath M, Hager GD, et al. Artificial intelligence to diagnose ischemic stroke and identify large vessel occlusions: a systematic review[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(2): 156-164. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015135.
- [43] Smith WS, Sung G, Starkman S, et al. Safety and efficacy of mechanical embolectomy in acute ischemic stroke: results of the MERCI trial[J]. *Stroke*, 2005, 36(7): 1432-1438. DOI: 10.1161/01.STR.0000171066.25248.1d.
- [44] Smith WS, Sung G, Saver J, et al. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: final results of the Multi MERCI trial[J]. *Stroke*, 2008, 39(4): 1205-1212. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.497115.
- [45] The penumbra pivotal stroke trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in intracranial large vessel occlusive disease[J]. *Stroke*, 2009, 40(8): 2761-2768. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.544957.
- [46] Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM, et al. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(10): 893-903. DOI: 10.1056/NEJMoa1214300.
- [47] Ciccone A, Valassori L, Nichelatti M, et al. Endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(10): 904-913. DOI: 10.1056/NEJMoa1213701.
- [48] Saver JL, Jahan R, Levy EI, et al. Solitaire flow restoration device versus the Merci Retriever in patients with acute ischaemic stroke (SWIFT): a randomised, parallel-group, non-inferiority trial[J]. *Lancet*, 2012, 380(9849): 1241-1249. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61384-1.
- [49] Nogueira RG, Lutsep HL, Gupta R, et al. Trevo versus Merci retrievers for thrombectomy revascularisation of large vessel occlusions in acute ischaemic stroke (TREVO 2): a randomised trial[J]. *Lancet*, 2012, 380(9849): 1231-1240. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61299-9.
- [50] Menon BK, d'Estre CD, Qazi EM, et al. Multiphase CT angiography: a new tool for the imaging triage of patients with acute ischemic stroke[J]. *Radiology*, 2015, 275(2): 510-520. DOI: 10.1148/radiol.15142256.
- [51] Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial[J]. *Lancet Neurol*, 2016, 15(11): 1138-1147. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)30177-6.
- [52] Gruber P, Zeller S, Garcia-Esperon C, et al. Embolus retriever with interlinked cages versus other stent retrievers in acute ischemic stroke: an observational comparative study[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(12): e31. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-013838.
- [53] Zaidat OO, Bozorgchami H, Ribó M, et al. Primary results of the multicenter ARISE II study (analysis of revascularization in ischemic stroke with emboTrap) [J]. *Stroke*, 2018, 49(5): 1107-1115. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.020125.
- [54] Nogueira RG, Frei D, Kirmani JF, et al. Safety and efficacy of a 3-dimensional stent retriever with aspiration-based thrombectomy vs aspiration-based thrombectomy alone in acute ischemic stroke intervention: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2018, 75(3): 304-311. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.3967.
- [55] Cao J, Lin H, Lin M, et al. RECO flow restoration device versus solitaire FR with the intention for thrombectomy study (REDIRECT): a prospective randomized controlled trial[J]. *J Neurosurg*, 2020, 134(5): 1569-1577. DOI: 10.3171/2020.3.JNS193356.
- [56] 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.
- [57] 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.
- [58] Ye G, Lu J, Qi P, et al. Firstline a direct aspiration first pass technique versus firstline stent retriever for acute basilar artery occlusion: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(8): 740-746. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014573.
- [59] Hesse AC, Behme D, Kemmling A, et al. Comparing different thrombectomy techniques in five large-volume centers: a 'real world' observational study[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(6): 525-529. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013394.
- [60] Texakalidis P, Giannopoulos S, Karasavvidis T, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: a meta-analysis of stent retrievers vs direct aspiration vs a combined approach[J]. *Neurosurgery*, 2020, 86(4): 464-477. DOI: 10.1093/neuros/nyz258.
- [61] Lapergue B, Labreuche J, Blanc R, et al. Combined use of contact aspiration and the stent retriever technique versus stent retriever alone for recanalization in acute cerebral infarction: the randomized ASTER 2 study protocol[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(5): 471-476. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-014735.
- [62] 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. DOI: 10.1001/jama.282.21.2003.
- [63] Ogawa A, Mori E, Minematsu K, et al. Randomized trial of intraarterial infusion of urokinase within 6 hours of middle cerebral artery stroke: the middle cerebral artery embolism local fibrinolytic intervention trial (MELT)





- Japan[J]. *Stroke*, 2007, 38(10): 2633-2639. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.488551.
- [64] Chang Y, Kim BM, Bang OY, et al. Rescue stenting for failed mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: amulticenter experience[J]. *Stroke*, 2018, 49(4): 958-964. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.020072.
- [65] Peng F, Wan J, Liu W, et al. Efficacy and safety of rescue stenting following failed mechanical thrombectomy for anterior circulation large vessel occlusion: propensity score analysis[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(3): 271-273. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015154.
- [66] Wu C, Chang W, Wu D, et al. Angioplasty and/or stenting after thrombectomy in patients with underlying intracranial atherosclerotic stenosis[J]. *Neuroradiology*, 2019, 61(9): 1073-1081. DOI: 10.1007/s00234-019-02262-5.
- [67] Kang DH, Yoon W, Kim SK, et al. Endovascular treatment for emergent large vessel occlusion due to severe intracranial atherosclerotic stenosis[J]. *J Neurosurg*, 2018: 1-8. DOI: 10.3171/2018.1.JNS172350.
- [68] Gory B, Haussen DC, Piotin M, et al. Impact of intravenous thrombolysis and emergent carotid stenting on reperfusion and clinical outcomes in patients with acute stroke with tandem lesion treated with thrombectomy: a collaborative pooled analysis[J]. *Eur J Neurol*, 2018, 25(9): 1115-1120. DOI: 10.1111/ene.13633.
- [69] Jadhav AP, Zaiday OO, Liebeskind DS, et al. Emergent management of tandem lesions in acute ischemic stroke: analysis of the STRATIS registry[J]. *Stroke*, 2019, 50: 428-433. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.021893.
- [70] Poppe AY, Jacquin G, Roy D, et al. Tandem carotid lesions in acute ischemic stroke: mechanisms, therapeutic challenges, and future directions[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(7): 1142-1148. DOI: 10.3174/ajnr.A6582.
- [71] Lemmens R, Hamilton SA, Liebeskind DS, et al. Effect of endovascular reperfusion in relation to site of arterial occlusion[J]. *Neurology*, 2016, 86(8): 762-770. DOI: 10.1212/WNL.0000000000002399.
- [72] Wang J, Qian J, 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. DOI: 10.1007/s00415-020-09710-w.
- [73] Compter A, van der Hoeven EJ, van der Worp HB, et al. Vertebral artery stenosis in the Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): prevalence and outcome[J]. *J Neurol*, 2015, 262(2): 410-417. DOI: 10.1007/s00415-014-7583-5.
- [74] 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.
- [75] Schonewille WJ, Wijman CA, Michel P, et al. The basilar artery international cooperation study (BASICS) [J]. *Int J Stroke*, 2007, 2(3): 220-223. DOI: 10.1111/j.1747-4949.2007.00145.x.
- [76] Mistry EA, Mayer SA, Khatri P. Blood pressure management after mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: asurvey of the strokenet sites[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(9): 2474-2478. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.05.003.
- [77] Maier B, Gory B, Taylor G, et al. Mortality and disability according to baseline blood pressure in acute ischemic stroke patients treated by thrombectomy: acollaborative pooled analysis[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(10): e006484. DOI: 10.1161/JAHA.117.006484.
- [78] Mulder M, Ergezen S, Lingsma HF, et al. Baseline blood pressure effect on the benefit and safety of intra-arterial treatment in MR CLEAN (multicenter randomized clinical trial of endovascular treatment of acute ischemic stroke in the Netherlands) [J]. *Stroke*, 2017, 48(7): 1869-1876. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.016225.
- [79] van den Berg SA, Uniken Venema SM, Mulder M, et al. Admission blood pressure in relation to clinical outcomes and successful reperfusion after endovascular stroke treatment[J]. *Stroke*, 2020, 51(11): 3205-3214. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.029907.
- [80] Hong L, Cheng X, Lin L, et al. The blood pressure paradox in acute ischemic stroke[J]. *Ann Neurol*, 2019, 85(3): 331-339. DOI: 10.1002/ana.25428.
- [81] Treurniet KM, Berkhemer OA, Immink RV, et al. A decrease in blood pressure is associated with unfavorable outcome in patients undergoing thrombectomy under general anesthesia[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(2): 107-111. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-012988.
- [82] Samuels N, van de Graaf RA, van den Berg C, et al. Blood pressure during endovascular treatment under conscious sedation or local anesthesia[J]. *Neurology*, 2021, 96(2): e171-e181. DOI: 10.1212/WNL.00000000000011006.
- [83] Rasmussen M, Schönerberger S, Hendèn PL, et al. Blood pressure thresholds and neurologic outcomes after endovascular therapy for acute ischemic stroke: an analysis of individual patient data from 3 randomized clinical trials[J]. *JAMA Neurol*, 2020, 77(5): 622-631. DOI: 10.1001/jamaneurol.2019.4838.
- [84] Schönerberger S, Uhlmann L, Ungerer M, et al. Association of blood pressure with short-and long-term functional outcome after stroke thrombectomy: post hoc analysis of the SIESTA trial[J]. *Stroke*, 2018, 49(6): 1451-1456. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.019709.
- [85] Liu D, Nie X, Pan Y, et al. Adverse outcomes associated with higher mean blood pressure and greater blood pressure variability immediately after successful embolectomy in those with acute ischemic stroke, and the influence of pretreatment collateral circulation status[J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(5): e019350. DOI: 10.1161/JAHA.120.019350.
- [86] Matusevicius M, Cooray C, Bottai M, et al. Blood pressure after endovascular thrombectomy: modeling for outcomes based on recanalization status[J]. *Stroke*, 2020, 51(2): 519-525. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.026914.
- [87] Mistry EA, Khatri P. Response by mistry and khatri to letter regarding article, "Blood pressure after endovascular therapy for ischemic stroke (BEST): amulticenter prospective cohort study"[J]. *Stroke*, 2020, 51(2): e41. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.028470.
- [88] Anadani M, Arthur AS, Tsivgoulis G, et al. Blood pressure goals and clinical outcomes after successful endovascular therapy: amulticenter study[J]. *Ann Neurol*, 2020, 87(6): 830-839. DOI: 10.1002/ana.25716.
- [89] Mazighi M, Richard S, Lapergue B, et al. Safety and

- efficacy of intensive blood pressure lowering after successful endovascular therapy in acute ischaemic stroke (BP-TARGET): a multicentre, open-label, randomised controlled trial[J]. *Lancet Neurol*, 2021, 20(4): 265-274. DOI: 10.1016/S1474-4422(20)30483-X.
- [90] Jeong HG, Kim BJ, Yang MH, et al. Stroke outcomes with use of antithrombotics within 24 hours after recanalization treatment[J]. *Neurology*, 2016, 87(10): 996-1002. DOI: 10.1212/WNL.0000000000003083.
- [91] Lee WJ, Jung KH, Ryu YJ, et al. Impact of stroke mechanism in acute basilar occlusion with reperfusion therapy[J]. *Ann Clin Transl Neurol*, 2018, 5(3): 357-368. DOI: 10.1002/acn3.536.
- [92] Chalos V, A van de Graaf R, Roozenbeek B, et al. Multicenter randomized clinical trial of endovascular treatment for acute ischemic stroke. The effect of periprocedural medication: acetylsalicylic acid, unfractionated heparin, both, or neither (MR CLEAN-MED). Rationale and study design[J]. *Trials*, 2020, 21(1): 644. DOI: 10.1186/s13063-020-04514-9.
- [93] 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.
- [94] Kellert L, Hametner C, Rohde S, et al. Endovascular stroke therapy: tirofiban is associated with risk of fatal intracerebral hemorrhage and poor outcome[J]. *Stroke*, 2013, 44(5): 1453-1455. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.000502.
- [95] Wu Y, Yin C, Yang J, et al. Endovascular thrombectomy[J]. *Stroke*, 2018, 49(11): 2783-2785. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.022919.
- [96] Sun Y, Guo ZN, Yan X, et al. Safety and efficacy of tirofiban combined with endovascular therapy compared with endovascular therapy alone in acute ischemic stroke: a meta-analysis[J]. *Neuroradiology*, 2021, 63(1): 17-25. DOI: 10.1007/s00234-020-02530-9.
- [97] Talke PO, Sharma D, Heyer EJ, et al. Republished: society for neuroscience in anesthesiology and critical care expert consensus statement: anesthetic management of endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2014, 45(8): e138-e150. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003412.
- [98] Campbell B, van Zwam WH, Goyal M, et al. Effect of general anaesthesia on functional outcome in patients with anterior circulation ischaemic stroke having endovascular thrombectomy versus standard care: a meta-analysis of individual patient data[J]. *Lancet Neurol*, 2018, 17(1): 47-53. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30407-6.
- [99] Simonsen CZ, Yoo AJ, Sørensen LH, et al. Effect of general anesthesia and conscious sedation during endovascular therapy on infarct growth and clinical outcomes in acute ischemic stroke: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2018, 75(4): 470-477. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.4474.
- [100] Schönenberger S, Uhlmann L, Hacke W, et al. Effect of conscious sedation vs general anesthesia on early neurological improvement among patients with ischemic stroke undergoing endovascular thrombectomy: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2016, 316(19): 1986-1996. DOI: 10.1001/jama.2016.16623.
- [101] van de Graaf RA, Samuels N, Mulder M, et al. Conscious sedation or local anesthesia during endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. *Neurology*, 2018, 91(1): e19-e25. DOI: 10.1212/WNL.0000000000005732.
- [102] Goldhoorn RB, Bernsen M, Hofmeijer J, et al. Anesthetic management during endovascular treatment of acute ischemic stroke in the MR CLEAN Registry[J]. *Neurology*, 2020, 94(1): e97-e106. DOI: 10.1212/WNL.0000000000008674.
- [103] Jadhav AP, Bouslama M, Aghaebrahim A, et al. Monitored anesthesia care vs intubation for vertebrobasilar stroke endovascular therapy[J]. *JAMA Neurol*, 2017, 74(6): 704-709. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.0192.
- [104] Bouslama M, Haussen DC, Aghaebrahim A, et al. Predictors of good outcome after endovascular therapy for vertebrobasilar occlusion stroke[J]. *Stroke*, 2017, 48(12): 3252-3257. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.018270.
- [105] Schregel K, Behme D, Tsoqkas I, et al. Optimized management of endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. *J Vis Exp*, 2018(131): 56397. DOI: 10.3791/56397.
- [106] Wang H, Thevathasan A, Dowling R, et al. Streamlining workflow for endovascular mechanical thrombectomy: lessons learned from a comprehensive stroke center[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26(8): 1655-1662. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.04.021.
- [107] Nogueira RG, Smith WS. Emergency treatment of acute ischemic stroke: expanding the time window[J]. *Curr Treat Options Neurol*, 2009, 11(6): 433-443. DOI: 10.1007/s11940-009-0047-z.
- [108] Scott PA, Meurer WJ, Frederiksen SM, et al. A multilevel intervention to increase community hospital use of alteplase for acute stroke (INSTINCT): a cluster-randomised controlled trial[J]. *Lancet Neurol*, 2013, 12(2): 139-148. DOI: 10.1016/S1474-4422(12)70311-3.
- [109] Song S, Fonarow GC, Olson DM, et al. Association of get with the guidelines-stroke program participation and clinical outcomes for medicare beneficiaries with ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2016, 47(5): 1294-1302. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.011874.
- [110] Meyers PM, Schumacher HC, Alexander MJ, et al. Performance and training standards for endovascular acute ischemic stroke treatment[J]. *Neurology*, 2012, 79(13 Suppl 1): S234-S238. DOI: 10.1212/WNL.0b013e318269595b.
- [111] Lenthall R, McConachie N, White P, et al. BSNR training guidance for mechanical thrombectomy[J]. *Clin Radiol*, 2017, 72(2): 175.e11-175.e18. DOI: 10.1016/j.crad.2016.11.007.
- [112] Lavine SD, Cockroft K, Hoh B, et al. Training guidelines for endovascular stroke intervention: an international multi-society consensus document[J]. *Neuroradiology*, 2016, 58(6): 537-541. DOI: 10.1007/s00234-016-1667-0.
- [113] Huang K, Zha M, Han Y, et al. What is adequate training in endovascular treatment for ischemic cerebrovascular disease: a survey from China[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44(3): 513-515. DOI: 10.1007/s00270-020-02700-5.

