

· 标准与讨论 ·

中国急性大动脉闭塞性卒中介入治疗技术策略专家共识

中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会

通信作者: 刘新峰, 南京大学神经病学研究所, 南京 210002, Email: xfliu2@vip.163.com;

朱武生, 东部战区总医院神经内科, 210002 南京, Email: zwsemail@sina.com

【摘要】 急性大动脉闭塞性卒中具有高病死率、高致残率的特点。血管内介入治疗已被证实是时间窗内脑部大动脉闭塞的有效治疗方案, 但闭塞再通介入治疗的技术策略尚缺乏统一规范。为此, 中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会组织国内部分脑血管病专家就上述问题展开讨论, 并达成共识, 以为临床医生在急性脑部大动脉闭塞再通介入治疗技术策略的制定中提供参考依据。

【关键词】 急性缺血性卒中; 大动脉闭塞; 介入治疗

Expert consensus on technical strategies for interventional treatment of acute large vessel occlusive stroke in China

Professional Committee of Interventional Neurology in Chinese Research Hospital Association

Corresponding authors: Liu Xinfeng, Neurology Institute of Nanjing University, Nanjing 210002, China, Email: xfliu2@vip.163.com; Zhu Wusheng, Department of Neurology, General Hospital of Eastern Theater Command, Nanjing 210002, China, Email: zwsemail@sina.com

【Abstract】 Ischemic stroke caused by acute large vessel occlusion is associated with high rates of disability and mortality. Endovascular interventional therapy is evidently an effective treatment for occlusion of large cerebral vessels within the relevant time window, but there is no established methodological standard for recanalization interventional therapy. The Professional Committee of Interventional Neurology in Chinese Research Hospital Association organized cerebrovascular disease experts in China and developed the expert consensus described herein, to provide a reference for clinicians to formulate technical strategies for recanalization of acute cerebral vascular occlusion.

【Key words】 Acute ischemic stroke; Large vessel occlusion; Interventional therapy

脑部大动脉急性闭塞指累及颈内动脉(ICA)、大脑中动脉(MCA)、椎动脉(VA)、基底动脉(BA)等部位的急性闭塞, 约占所有缺血性卒中的 20%, 具有高病死率、高致残率的特点。既往研究发现脑部大动脉急性闭塞单纯静脉溶栓治疗的再通率低, 而血管内治疗能够显著提高大动脉闭塞的再通率, 已被证实是时间窗内有效的治疗方案^[1-7]。早些年急诊血管内治疗再通率不高, 为 40%~80%^[8-10]。近年随着脑血管介入器械及技术的进步, 特别是取栓支架、抽吸导管、远端通路导管、近端球囊指引导

管、中间导管等器械及技术的应用, 脑部大动脉急性闭塞的开通成功率可达到 90% 以上^[11-15]。

血管内介入治疗适用于急性前循环大动脉闭塞, 目前已经被国内外指南推荐(I 类推荐, A 级证据)^[16-17]。随着介入器材的不断进步, 急诊血管内再通技术层出不穷, 为更好地推动急诊血管内再通技术的普及和规范应用, 在结合我国临床实践并复习该领域相关研究资料的基础上, 中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会组织国内部分有丰富介入诊疗经验的脑血管病专家起草该共识, 希望

DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20220819-00608

收稿日期 2022-08-19 本文编辑 刘雪松

引用本文: 中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会. 中国急性大动脉闭塞性卒中介入治疗技术策略专家共识[J]. 中华内科杂志, 2023, 62(8): 931-938. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20220819-00608.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



对临床提供指导作用。

一、介入治疗的总体原则

(一) 脑血管的影像学评估

术前头颈部 CTA/MRA 有助于脑部大动脉急性闭塞部位的识别,对于下一步的介入开通治疗起到指导作用,建议有条件的中心尽量完善术前头颈部 CTA/MRA 检查。此外,Alberta 卒中项目早期 CT 评分 (Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS),缺血核心/半暗带等影像评估方法也有助于患者的筛选。开通治疗前仔细评估头颈部 CTA/MRA 及全脑 DSA 资料,有助于判断闭塞病变近端残端形态、是否为串联病变、病变远端终止部位、闭塞段以远的血管是否存在弥漫性病变以及侧支循环代偿状态、血栓负荷等,以帮助制定治疗策略。此外 DSA 有助于术中识别一些特殊的影像征象,包括血管闭塞征象、闭塞远端缓流征等^[18]。

(二) 术前技术策略的制定

急诊血管内再通技术的选择主要基于对闭塞病变性质的判断,需要术者结合血管闭塞的机制(如 TOAST 分型)、闭塞病变的部位、血栓负荷的大小、路径的迂曲程度等作出相应的初始策略。其中血管闭塞的机制是初始策略制定的关键,宜结合患者的临床症状,特别是起病形式,闭塞病变的影像学特点来判断。

1. 近心端血栓移位造成的闭塞病变:近心端血栓移位,包括心源性栓塞和动脉至动脉的栓塞,是急性脑部大动脉闭塞的主要类型,可以考虑支架取栓、导管抽吸或支架取栓联合导管抽吸技术作为初始策略。

2. 大动脉粥样硬化狭窄继发原位血栓形成的闭塞病变:该类闭塞病变,建议术者首先通过微导管的首过效应进一步证实^[19]。首过效应指先将微导管向前通过闭塞病变,然后把微导管收回到闭塞病变的近端,微导丝保留在病变的远端,此时造影可见闭塞部位血管管腔内有缓慢和暂时的血流。研究显示首过效应更常见于颅内动脉粥样硬化性狭窄 (ICAS) 而非颅内栓塞 (90.9% 比 12.8%, $P < 0.001$),微导管首过效应识别 ICAS 的敏感度、特异度、阳性预测值和精确性分别为 90.9%、87.2%、80.0%、88.5%^[19]。如果证实为狭窄病变合并原位血栓形成导致的闭塞病变,局部血栓负荷较大时,初始策略可考虑支架取栓,减轻局部血栓负荷;局部无明显血栓时,可将微导管越过病变,经微导管造影证实位于动脉真腔,使用交换技术,更换长微

导丝,可球囊扩张成形,必要时辅以支架成形术。此外,有研究显示对于大动脉粥样硬化型卒中,介入治疗前静脉给予替罗非班可能有助于改善患者术后残疾程度^[20]。

3. 夹层病变导致的闭塞病变:如果夹层病变导致血管闭塞但不伴远端血管栓塞,根据病情可考虑予以夹层病变处血管再通及血管成形术。如果夹层病变导致的闭塞伴远端大血管栓塞,可选择先解除远端栓塞,后处理近端夹层病变。近端夹层病变不伴动脉粥样硬化性狭窄的情况下,可选择同期支架置入术,也可观察 20 min 以上,如血流仍保持通畅,结束手术联合后续药物治疗,通过无创检查动态观察夹层病变变化决定后续择期手术与否。

(三) 术中技术策略的调整

术中血管再通技术策略的调整,需要综合分析未能实现首过成功再通 (first pass reperfusion)^[21] 的原因,大致可以分为血栓负荷过大、分叉部位血栓、血栓逃逸、夹层等情况。对于血栓负荷过大,可考虑如何进一步增加导管的抽吸力或者取栓支架与血栓之间的嵌合力。当单一支架取栓/抽吸取栓不能实现良好再通时,可考虑更换联合支架取栓与抽吸取栓等方法策略。血管再通治疗进程中策略的调整,关键在于及时地策略转换,不建议单一再通技术反复尝试。

二、介入治疗的常用技术

(一) 血管入路选择

股动脉入路是急诊血管内再通治疗的经典入路。股动脉入路行介入治疗时,大致可以按照主动脉弓为界将治疗路径的处理分为主动脉弓以下、主动脉弓、主动脉弓以上 3 种情况来制定不同的复杂路径处理策略。当主动脉弓以下,如髂动脉、腹主动脉等部位过度迂曲,就可以采用长鞘将迂曲血管拉直,或者更换为桡动脉、肱动脉、颈动脉等入路。当主动脉弓弓形复杂时,如三型弓、牛角弓等,可以考虑使用多个导管同轴技术构筑“力量之塔”加强稳定性和支撑,或者更换为颈动脉等入路。主动脉弓以上的迂曲多可借助中间导管技术。有条件的中心,少数患者累及颈动脉颅外段的串联病变可采用复合手术,如急诊颈动脉内膜切除术 (carotid endarterectomy, CEA) 联合取栓技术。

(二) 治疗通路的构建

在治疗通路的构建中,长鞘和中间导管起到重要作用。鞘是由一个单向阀和注射端组成的导管,常规使用的鞘一般长 10~13 cm。为改善髂动脉、腹



主动脉等部位的迂曲,可以根据需要选择长度 25 cm、55 cm、70 cm、80 cm、90 cm 等规格长鞘。长鞘的头端可以到达颈动脉/锁骨下动脉,作为支撑导引导管的稳定装置或直接当作大腔的导引导管使用。

2015 年后随着急诊血管内再通技术的广泛开展,中间导管技术越来越受到重视。中间导管的应用,极大地提高了血管再通效率。近年来国内外质量优良的中间导管日新月异,通过性及支撑性能更佳,内腔更大。中间导管一般通过同轴技术,将其头端置于闭塞近心端,然后完成后续介入操作。

(三)血管再通的方法

1. 支架取栓技术:2004 年,脑缺血中机械性去除栓子(MERCI)1 阶段研究(A Phase 1 Study of Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia, MERCI 1)研究开启了支架取栓时代,研究入组 28 例患者,成功再通只有 12 例(43%)^[8]。MERCI 取栓支架类似红酒瓶开酒器的设计,对于血栓的嵌合力较弱。新一代取栓支架如 Solitaire FR 及 Trevo2 装置,成功再通率分别达到 83%^[10]和 86%^[9],较前显著进步。随着支架取栓操作的普及和医学工程学、材料学的进步,新型取栓支架也逐步进入临床应用。

支架取栓技术的关键,就是如何通过技术上的改进实现支架和血栓之间更好的嵌合,从而提高血管再通率,特别是首过成功再通率^[21-22]。对于单支架,为增加支架与血栓嵌合程度,可采用推拉释放技术(push and fluff technique)^[23],先以标准脱鞘技术释放支架前段,使支架“锚定”后主动向前推送支架输送导丝,微导管因张力作用同时自动后退,直至支架完全释放。在推拉释放技术基础上,有研究者提出了积极释放技术(aggressive capture for reperfusion by Trevo)^[24],与前者区别在于采用完全释放支架后,即刻推支架导丝使支架充分扩张。此外,考虑单个支架对于血栓的嵌合力有限,特别是大负荷血栓及其分叉部位(如双侧大脑后动脉、大脑中动脉上下干之间)的血栓,研究者提出了双支架技术(dual-stent)^[25],但是需要注意到双支架技术可能会增加支架对血管壁的损伤,因此建议选择小规格的取栓支架。总之,使用支架取栓时,术者需要重点考虑如何增加支架与血栓之间的嵌合力,同时注意减少其对血管壁的潜在破坏。

2. 抽吸取栓技术:导管抽吸取栓技术的关键是如何增加抽吸导管对血栓的抽吸力,抽吸效果取决于导管与血栓的相对位置及导管抽吸力。采用抽吸

技术取栓时,术前需要精确地测量闭塞血管的直径,根据病变血管的直径选择合适的抽吸导管。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,以一次通过直接抽吸(a direct aspiration first pass technique, ADAPT)技术为代表的导管抽吸取栓技术不断成熟^[26]。导管抽吸取栓技术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损伤,降低血管内治疗并发症。对负荷较大、质地较硬的血栓栓塞,直接抽吸可能更具优势^[27]。

自 Penumbra System 开启血栓抽吸时代以来^[28],围绕如何增加导管抽吸力同时避免血栓逃逸,不断有新的抽吸技术出现。早期有抽吸导管单纯抽吸技术(Forced Arterial Suction Thrombectomy, FAST)^[29],采用 4max 抽吸导管,联合 50 ml 注射器手动制造负压,研究纳入 22 例患者,实现成功再通 18 例(81.9%)。为解决 ADAPT 技术中远端栓塞并发症的问题,有研究者进一步提出了双重导管抽吸技术(Two-Stage Aspiration Technique, TSAT)^[30],该技术使用球囊引导导管行近端封堵,后将 5MAX 导管放置于血栓近端,将 3MAX 导管穿过血栓置于 M2 段,先将抽吸泵连接到 3MAX 导管,边抽边退,3MAX 导管退回近端时再将抽吸泵连接到 5MAX 导管进一步抽吸取栓。该研究入组 34 例患者,抽吸取栓后闭塞血管脑梗死溶栓分级(TICI)≥2b 占 88%(30 例)。

抽吸技术的发展,对于抽吸导管的性能也提出了更高的要求。Sofia 导管无导丝技术(Sofia Non-wire Advancement technique, SNAKE)的出现,正是基于 Sofia 导管的优秀性能,直接经长鞘/引导导管前送 Sofia 导管抽吸取栓,导管内不需要微导丝/微导管支撑,对于手术操作的简便性有很大的提高^[31]。

在应用抽吸技术时,需掌握可能的补救技术,如抽吸并发血栓逃逸的处理。针对颈内动脉或者 M1 段的血栓,可以使用 5MAX 等较大内腔的抽吸导管,大脑中动脉 M2 段的血栓可选用 4MAX 抽吸导管, M3 等更远部位可选择 3MAX 抽吸导管,此外还可以选用盲交换微钳夹技术(Blind Exchange With Mini-Pinning Technique)^[32]。在处理血栓移位时,需要注意抽吸导管前送远端血管可能出现的血管破裂和出血风险。

近年来抽吸取栓与支架取栓的孰优孰劣,常常成为神经介入领域的讨论热点问题。接触抽吸与支架取栓成功再通比较试验(ASTER)^[33]、直接抽吸与支架取栓作为首选方法的比较试验(COMPASS)^[34]均显示两组之间患者的功能预后没



有显著差异。

3. 支架取栓联合抽吸取栓: 支架取栓利用支架与血栓之间的嵌合拉出血栓, 抽吸取栓则利用导管的负压吸取血栓, 这两种取栓技术之间并不排斥, 理论上两者结合能够提高血栓的清除效率^[35]。近年来, 随着对首过成功再通率^[21]的重视, 该技术越来越多地被作为初始技术策略。采用支架联合抽吸取栓作为初始策略时, 需要充分发挥两种技术的长处, 协同增加支架的嵌合力及导管的抽吸力。

半影分离器 3D 研究 (Penumbra Separator 3D)^[36]显示, 支架取栓结合血栓抽吸组的 mTICI 2-3 的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%)。另一项多中心横断面研究结果表明, 两种方法结合组成成功再通率高于血栓抽吸组及支架取栓组 (mTICI 2b/3, 86% 比 73% 比 65%)^[37]。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 ($OR=1.47$, 95%CI 1.02~2.12)^[38]。

按照中间导管是否接触或越过血栓及负压抽吸操作的差别, 支架联合抽吸取栓技术分为多种方法。早期的 Solumbra 技术 (中间导管辅助取栓技术) 作为抽吸取栓的补救措施, 操作时中间导管可以越过大脑前动脉 (ACA) 开口进入大脑中动脉, 但不接触血栓, 取栓时中间导管一般不和支架同时撤出。抽吸回拉取栓技术 [Aspiration (catheter)-(stent) Retriever Technique for Stroke, ARTS]^[39], 回撤取栓支架至抽吸导管时, 回撤过程中遇到阻力即停止回撤支架, 保持支架和抽吸导管为整体撤出。该技术的特点是抽吸导管与支架是要同时撤出^[40]。

将支架取栓与抽吸取栓联合使用时, 如何让两者优势互补, 在支架取栓时仍能保持中间导管的抽吸力, 成为术者需要考虑的问题。裸导丝 BWT (bare wire thrombectomy technique, BWT) 技术^[41]应运而生, 该技术支架到位释放后, 撤出微导管, 以增加中间导管的抽吸力, 体外研究显示, 以 5F Navien 中间导管、Rebar18 微导管为例, 裸导丝 BWT 技术可使中间导管的抽吸流速增加为常规技术的 3 倍。研究者采用该技术入组患者 117 例, 成功再通 106 例 (91%)。

近端球囊阻断联合血栓抽吸技术 (A stent-retrieving into an aspiration catheter with proximal balloon, ASAP)^[42]是中间导管到位后, 保留在原位作为取栓通道, 将取栓支架直接拉到中间

导管内, 这样可避免血栓逃逸至其他血管, 如 ACA。SAVE 技术, 是一种支架辅助负压锁定技术^[43-44], 其特点是采用抽吸导管主动前送以接触血栓, 经导管抽吸出现负压后再整体锁定撤出。SAVE 技术在前循环及其后循环大动脉闭塞取栓治疗中均有优异表现^[45]。SWIM 技术 (Solitarie FR/stent With Intracranial support catheter for Mechanical thrombectomy), 随着近年来国产中间导管及取栓支架的普及, 该技术正被大家所熟知。DAT 技术 (双重抽吸技术)^[46], 该技术将长鞘/指引导管和中间导管各连接 50 ml 注射器, 当支架回撤时, 两个注射器同时抽吸保持负压状态进行取栓, 相较传统的单独抽吸技术, 取栓效率更高。ADVANCE 技术^[47]采用将远端支撑 DAC 导管向远端推送, 跨过取栓支架, 同时近端使用 50 ml 注射器进行抽吸, 当 DAC 导管跨过取栓支架末端时, 回撤取栓支架, 同时配合负压抽吸。在支架撤离后持续抽吸出至少 20 ml 血液直到无血栓为止, 若抽吸受阻, 则在负压下将 DAC 导管撤出。逆向半回收技术^[48], 该技术在取栓之前先将取栓支架半回收至远端抽吸导管内 (前推抽吸导管), 具有减少血栓碎片、减轻血管壁损害的优点。

在近端大动脉闭塞相继得到有效治疗后, 取栓技术近年来也开始逐步应用到远端血管 (如 M2/M3 段) 的闭塞再通。采用血管内治疗行远端血管闭塞再通时, 需要重点评估取栓手术的风险获益, 如何避免症状性脑出血转化等并发症。远端血管的取栓一般采用小规格取栓支架行支架取栓, 或小口径抽吸导管 (如 3MAX 抽吸导管) 行抽吸取栓。盲交换微钳夹技术 (BEMP)^[32]是一种支架取栓联合抽吸取栓的方法, 该技术可以显著提高远端血管 (例如 M2/M3 段) 闭塞首过再通率。

随着取栓技术的逐步普及, 近年提出的 BADDASS 技术 [球囊指引导管 (BGC)+大口径 DAC+双重抽吸+支架取栓]^[49]开始被广泛认可, 该技术强调应用球囊导管、大口径远端通路导管、双重抽吸及支架取栓和抽吸取栓相联合的理念, 具有更高的取栓效率, 但是需要注意到该技术并不适合椎基底动脉系统及桡动脉入路取栓。

(四) 串联病变的处理

串联病变作为急诊血管内治疗中的难点, 一直备受关注^[50-51]。串联病变特指远端血管闭塞同时合并近端血管的重度狭窄 (狭窄程度为 70%~99%) 或闭塞^[52]。在前循环, 表现为颈内动脉末段、大脑中动脉或大脑前动脉闭塞合并颈内动脉重度狭窄



或闭塞。在后循环,表现为基底动脉闭塞合并椎动脉颅外段的重度狭窄或闭塞^[53]。广义上的串联病变可以理解为闭塞血管病变合并血管近端的重度狭窄或闭塞^[54]。

串联病变的处理策略主要分为顺向法(先近后远)、逆向法(先远后近)和远近同时3种方法。顺向法采用先处理近端病变,再处理远端病变。2015年有学者报道了一种顺向法^[55],先采用微导管内衬微导丝通过近端闭塞病变,经微导管造影证实真腔,再经微导管、指引导管同时造影作路图,随后采用球囊近端预扩、支架置入,最后远端采用ADAPT技术行远端取栓。ReWiSed CARE技术^[56]也是一种顺向开通技术,当通过近端病变后,先将取栓支架嵌入血栓中,然后将取栓支架输送导丝作为颈动脉支架引导导丝,完成球囊扩张和支架成形术;再通过取栓支架导丝,将抽吸导管越过颈动脉支架,以SAVE技术完成远端取栓^[57]。

逆向法的方法包括球囊接力技术、Double PT技术^[58]、PEARS技术^[59]。其中,球囊接力技术^[60]的操作步骤先将BGC放置在颈总动脉,阻断血流;然后在闭塞处扩张短球囊,随后将远端球囊部分放气并向前推进,留空间给BGC;再将BGC前推阻断ICA血流;然后撤出远端球囊,采用支架取栓/抽吸清除远端血栓;随后在球囊导管球囊扩张状态下释放颈动脉支架;最后将支架远端打开1/3后,将球囊导管球囊放气终止保护。Double PT技术采用导引导管到达近端闭塞段抽吸血栓,若血栓无明显减少,直接越过近端闭塞段对颅内闭塞动脉进行血栓清除;然后将保护伞放置于近端闭塞段的远端,退导引导管至近端闭塞段的近端,进行保护性血栓清除。

近年有学者提出颅外颅内病变同时处理技术[Simultaneous Extracranial, Intracranial Management of (tandem) LESsions, SEIMLESS]^[12],是一种远近同时处理的策略,技术特点是先将取栓支架嵌入血栓中(支架近端覆盖大脑前动脉起始处),然后用球囊在颈内动脉近端狭窄处进行血管成形术。

三、介入治疗的主要策略

(一)动脉栓塞的处理策略

脑部大动脉闭塞发病机制考虑为栓塞时,推荐初始策略可采用支架取栓技术、抽吸技术或支架取栓+抽吸技术治疗。血栓负荷大时,优先选择抽吸取栓技术或支架取栓+抽吸技术。分叉部位血栓(如颈内动脉末端、大脑中动脉M1段分叉处及基底动脉尖)的处理,当使用初始策略不能实现再通时,

可考虑使用双支架取栓技术或双支架取栓+抽吸技术等。取栓后遗留残余狭窄根据前向血流情况可选择同期处理或分期手术,即病变部位球囊成形术后,观察20 min以上,如局部无严重狭窄病变、血流仍保持通畅,可结束手术联合后续药物治疗;如血流不能保持通畅,经谨慎评估后可行支架置入。

(二)血栓逃逸的处理策略

如前循环血栓发生血栓逃逸至大脑前动脉A1段、大脑中动脉M2、M3段,可采用小口径抽吸导管远端抽吸,或3 mm以下小规格取栓支架,也可采用支架取栓+抽吸技术(如盲交换微钳夹技术)治疗。如椎动脉颅内段/基底动脉发生血栓逃逸至基底动脉/大脑后动脉P1段,可进一步抽吸,或支架取栓,或支架取栓+抽吸技术治疗。远端血管栓塞如仍未能再通,可考虑微导管、微导丝局部碎栓或血管内应用血小板膜糖蛋白Ⅱb/Ⅲa受体抑制剂(如替罗非班)等药物局部动脉内溶栓行补救治疗,不建议反复支架取栓/抽吸取栓。

(三)动脉狭窄伴原位血栓的处理策略

颈内动脉末端/大脑中动脉M1段/椎动脉颅内段/基底动脉闭塞,发病机制考虑为原位血栓形成时,局部血栓负荷较大者推荐可先行支架取栓,以减轻局部血栓负荷,然后根据前向血流改善情况,必要时可进一步局部血管球囊扩张成形或联合支架置入术;局部无明显血栓者可直接行球囊扩张成形或联合支架置入术。

(四)颅内外血管串联病变的处理策略

串联病变的远端处理策略可参考前述部分。其中前循环串联病变,可采用顺向处理或逆向处理等不同策略处理病变。对于近端病变残余狭窄可同期支架成形或分期支架置入,选择分期手术者,建议观察20 min以上,如血流仍保持通畅,可分期。后循环串联病变,一般建议采用逆向处理策略处理病变,尤其当累及椎动脉开口部位时。对于近端病变残余狭窄可参考前循环串联病变的近端病变处理策略,行同期或分期血管成形、支架置入术。

执笔:韩云飞;刘锐;叶瑞东;殷勤

参与讨论专家(按姓氏汉语拼音排序):曹辉(南京脑科医院脑血管病救治中心);曹文锋(江西省人民医院神经内科);陈长青(中南大学湘雅医院神经内科);陈国华(武汉市第一医院神经内科);陈红兵(中山大学附属第一医院神经内科);陈阳美(重庆医科大学附属第二医院神经内科);陈文伙(福建省漳州医院神经内科);陈星宇(厦门大学附属中山医院神经内科);陈忠伦(四川省绵阳市中心医院神经内科)



科);迟路湘(重庆永川区人民医院心内科);丁文彬(南通市第一人民医院介入科);樊小兵(东部战区总医院神经内科);范进(西部战区总医院神经内科);方淳(上海同济医院介入科);高连波(中国医科大学附属第四医院神经内科);高小平(湖南省人民医院神经内科);龚自力(陆军军医大学新桥医院神经内科);郭富强(四川省人民医院神经内科);韩建峰(西安交通大学第一附属医院神经内科);韩巨(山东省千佛山医院神经内科);韩云飞(东部战区总医院神经内科);韩志安(广东省中山市人民医院神经外科);杭春华(南京大学医学院附属鼓楼医院神经外科);胡伟(中国科学技术大学附属第一医院神经内科);黄晓松(湖南省脑科医院神经内科);贾颐(西安高新医院神经内科);蒋智林(北部战区总医院神经内科);焦力群(首都医科大学宣武医院神经外科);李冰(山东省烟台毓璜顶医院神经内科);李敏(江苏省中医院神经内科);李天晓(河南省人民医院介入科);李永坤(福建省立医院神经内科);李长茂(湖南娄底市中心医院);林敏(福建省第二人民医院神经内科);刘德志(上海中医药大学附属曙光医院神经内科);刘建林(西安交通大学第一附属医院血管外科);刘圣(南京医科大学附属第一医院介入科);刘锐(东部战区总医院神经内科);刘文华(武汉市第一医院神经内科);刘新峰(南京大学神经病学研究所);刘新通(广东省人民医院神经内科);刘煜敏(武汉大学中南医院神经内科);刘运海(中南大学湘雅医院神经内科);骆翔(华中科技大学同济医学院附属同济医院神经内科);吕秋石(东部战区总医院神经内科);马斌武(宁夏医科大学总医院神经内科);马敏敏(东部战区总医院神经内科);马宁(首都医科大学附属天坛医院介入神经病学科);梅斌(武汉大学中南医院神经内科);缪中荣(首都医科大学附属天坛医院介入神经病学科);南光贤(吉林大学中日联谊医院神经内科);牛国忠(杭州市第一人民医院神经内科);彭斌(北京协和医院神经内科);彭亚(常州市第一人民医院神经外科);濮捷(武汉大学人民医院神经内科);秦超(广西医科大学第一附属医院神经内科);邱伟文(浙江省丽水市人民医院神经内科);荣良群(徐州矿务集团总医院神经内科);石进(空军特色医学中心神经内科);石忠松(中山大学孙逸仙纪念医院神经外科);时忠华(解放军保障部队第九〇四医院神经外科);宋永斌(新疆军区总医院神经内科);孙钦建(山东省立医院神经内科);孙文(中国科学技术大学附属第一医院神经内科);汤永红(湖南南华大学附属南华医院神经内科);田喜光(武警广东省总队医院神经外科);万跃(湖北省第三人民医院神经内科);汪银洲(福建省立医院神经内科);王国平(中国科学技术大学附属第一医院神经内科);王君(解放军总医院第一医学中心神经内科);王培福(北京航天中心医院神经内科);王启章(深圳市中西医结合医院神经内科);王守春(吉林大学第一医院神经内科);王水平(安徽医科大学第一附属医院神经内科);王苇(扬州大学附属医院影像科);王振(长沙市中心医院神经内科);吴明华(江苏省中医院神经内科);吴伟(山东大学

齐鲁医院神经内科);吴志强(广东东莞市人民医院神经内科);肖国栋(苏州大学附属第二医院神经内科);徐格林(深圳市第二人民医院神经内科);薛建中(常熟市第二人民医院神经内科);杨清武(陆军军医大学新桥医院神经内科);杨世泉(联勤保障部队第九〇二医院神经内科);杨新建(首都医科大学附属天坛医院神经外科);杨新宇(天津医科大学总医院神经外科);叶瑞东(东部战区总医院神经内科);殷聪国(杭州市第一人民医院神经内科);殷勤(东部战区总医院神经内科);尹琳(大连医科大学附属第二医院神经内科);袁毅(中南大学湘雅第三医院神经内科);岳炫辉(天津医科大学总医院神经内科);张光运(空军军医大学西京医院神经内科);张桂莲(西安交通大学医学院第二附属医院神经内科);张锦华(浙江大学医学院附属邵逸夫医院神经内科);张猛(陆军特色医学中心神经内科);张晓龙(复旦大学附属华山医院放射科);张勇(青岛大学附属医院神经内科);赵雄飞(延安大学咸阳医院神经内科);赵振强(海南医学院第一附属医院神经内科);郑德泉(联勤保障部队第九〇九医院神经内科);钟维章(广西壮族自治区人民医院神经内科);周志明(皖南医学院弋矶山医院神经内科);朱良付(河南省人民医院神经内科);朱其义(山东省临沂市人民医院神经内科);朱双根(深圳市龙华区中心医院神经内科);朱武生(东部战区总医院神经内科)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372(11): 1019-1030. DOI: 10.1056/NEJMoa1414905.
- [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] Gobin YP, Starkman S, Duckwiler GR, et al. MERCI 1: a



- phase 1 study of mechanical embolus removal in cerebral ischemia[J]. *Stroke*, 2004, 35(12): 2848-2854. DOI: 10.1161/01.STR.0000147718.12954.60.
- [9] 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.
 - [10] 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.
 - [11] Ospel JM, Holodinsky JK, Goyal M. Management of acute ischemic stroke due to large-vessel occlusion: JACC focus seminar[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 75(15): 1832-1843. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.10.034.
 - [12] Sultan-Qurraie A, Witt T, de Havenon A, et al. SEIMLESS: Simultaneous Extracranial, Intracranial Management of (tandem) LESSions in Stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(9): 879-883. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014403.
 - [13] Jolugbo P, Ariens R. Thrombus composition and efficacy of thrombolysis and thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2021, 52(3): 1131-1142. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032810.
 - [14] Fiehler J, Thomalla G, Bernhardt M, et al. ERASER[J]. *Stroke*, 2019, 50(5): 1275-1278. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.024858.
 - [15] Phipps MS, Cronin CA. Management of acute ischemic stroke[J]. *BMJ*, 2020, 368: l6983. DOI: 10.1136/bmj.l6983.
 - [16] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: 2019 update to the 2018 guidelines for the early management of acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2019, 50(12): e344-e418. DOI: 10.1161/STR.0000000000000211.
 - [17] 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.
 - [18] Liang W, Wang Y, Du Z, et al. Intraprocedural angiographic signs observed during endovascular thrombectomy in patients with acute ischemic stroke: A systematic review [J]. *Neurology*, 2021, 96(23): 1080-1090. DOI: 10.1212/WNL.00000000000012069.
 - [19] Yi TY, Chen WH, Wu YM, 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.
 - [20] Qiu Z, Li F, Sang H, et al. Effect of intravenous tirofiban vs placebo before endovascular thrombectomy on functional outcomes in large vessel occlusion stroke: The RESCUE BT Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2022, 328(6): 543-553. DOI: 10.1001/jama.2022.12584.
 - [21] Zaidat OO, Castonguay AC, Linfante I, et al. First pass effect: A new measure for stroke thrombectomy devices [J]. *Stroke*, 2018, 49(3): 660-666. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.020315.
 - [22] Nikoubashman O, Dekeyser S, Riabikin A, et al. True first-pass effect[J]. *Stroke*, 2019, 50(8): 2140-2146. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.025148.
 - [23] Haussen DC, Rebello LC, Nogueira RG. Optimizing clot retrieval in acute stroke: the push and fluff technique for closed-cell stentriever[J]. *Stroke*, 2015, 46(10): 2838-2842. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010044.
 - [24] Ishikawa K, Ohshima T, Nishihori M, et al. Treatment protocol based on assessment of clot quality during endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke using the Trevo stent retriever[J]. *Nagoya J Med Sci*, 2016, 78(3): 255-265.
 - [25] Patro SN, Iancu D. Dual-stent retrieval for mechanical thrombectomy of refractory clot in acute stroke as a rescue technique[J]. *CMAJ*, 2017, 189(17): E634-E637. DOI: 10.1503/cmaj.160472.
 - [26] Elijevich L. Commentary on 'Initial clinical experience with the ADAPT technique: a direct aspiration first pass technique for stroke thrombectomy' [J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(Suppl 1): i19. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014091.
 - [27] Spiotta AM, Chaudry MI, Hui FK, et al. Evolution of thrombectomy approaches and devices for acute stroke: a technical review[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7(1): 2-7. DOI: 10.1136/neurintsurg-2013-011022.
 - [28] 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.
 - [29] Kang DH, Hwang YH, Kim YS, et al. Direct thrombus retrieval using the reperfusion catheter of the penumbra system: forced-suction thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(2): 283-287. DOI: 10.3174/ajnr.A2299.
 - [30] Matsumoto H, Nishiyama H, Tetsuo Y, et al. Initial clinical experience using the two-stage aspiration technique (TSAT) with proximal flow arrest by a balloon guiding catheter for acute ischemic stroke of the anterior circulation[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(12): 1160-1165. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012787.
 - [31] Heit JJ, Wong JH, Mofatt AM, et al. Sofia intermediate catheter and the SNAKE technique: safety and efficacy of the Sofia catheter without guidewire or microcatheter construct[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(4): 401-406. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013256.
 - [32] Pérez-García C, Moreu M, Rosati S, et al. Mechanical thrombectomy in medium vessel occlusions: blind exchange with mini-pinning technique versus mini stent retriever alone[J]. *Stroke*, 2020, 51(11): 3224-3231. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.030815.
 - [33] 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.
 - [34] Turk AS 3rd, 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.



- [35] Munich SA, Vakharia K, Levy EI. Overview of mechanical thrombectomy techniques[J]. *Neurosurgery*, 2019, 85(suppl_1): S60-S67. DOI: 10.1093/neuros/nyz071.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] Massari F, Henninger N, Lozano JD, et al. ARTS (Aspiration-Retriever Technique for Stroke): Initial clinical experience[J]. *Interv Neuroradiol*, 2016, 22(3): 325-332. DOI: 10.1177/1591019916632369.
- [40] Delgado Almandoz JE, Kayan Y, Young ML, et al. Comparison of clinical outcomes in patients with acute ischemic strokes treated with mechanical thrombectomy using either Solubra or ADAPT techniques[J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8(11): 1123-1128. DOI: 10.1136/neurintsurg-2015-012122.
- [41] Nikoubashman O, Alt JP, Nikoubashman A, et al. Optimizing endovascular stroke treatment: removing the microcatheter before clot retrieval with stent-retrievers increases aspiration flow[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(5): 459-462. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012319.
- [42] Goto S, Ohshima T, Ishikawa K, et al. A stent-retrieving into an aspiration catheter with proximal balloon (ASAP) technique: A technique of mechanical thrombectomy[J]. *World Neurosurg*, 2018, 109: e468-e475. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.004.
- [43] Maus V, Behme D, Kabbasch C, et al. Maximizing first-pass complete reperfusion with SAVE[J]. *Clin Neuroradiol*, 2018, 28(3): 327-338. DOI: 10.1007/s00062-017-0566-z.
- [44] Maus V, Henkel S, Riabikin A, et al. The SAVE technique: Large-scale experience for treatment of intracranial large vessel occlusions[J]. *Clin Neuroradiol*, 2019, 29(4): 669-676. DOI: 10.1007/s00062-018-0702-4.
- [45] Maus V, Styczen H, Liman J, et al. Intracranial mechanical thrombectomy of large vessel occlusions in the posterior circulation using SAVE[J]. *BMC Neurol*, 2019, 19(1): 197. DOI: 10.1186/s12883-019-1428-x.
- [46] Hopf-Jensen S, Preiß M, Marques L, et al. Impact and effectiveness of dual aspiration technique in stent-assisted mechanical thrombectomy: Recent improvements in acute stroke management[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016, 39(11): 1620-1628. DOI: 10.1007/s00270-016-1404-4.
- [47] Gurkas E, Akpınar CK, Aytac E. ADVANCE: An effective and feasible technique in acute stroke treatment[J]. *Interv Neuroradiol*, 2017, 23(2): 166-172. DOI: 10.1177/1591019916682358.
- [48] Wei M, Wei Z, Li X, et al. Retrograde semi-retrieval technique for combined stentriever plus aspiration thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *Interv Neuroradiol*, 2017, 23(3): 285-288. DOI: 10.1177/1591019916689053.
- [49] McTaggart RA, Ospel JM, Psychogios MN, et al. Optimization of endovascular therapy in the neuroangiography suite to achieve fast and complete (Expanded Treatment in Cerebral Ischemia 2c-3) Reperfusion[J]. *Stroke*, 2020, 51(7): 1961-1968. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.026736.
- [50] Gemmete JJ, Wilseck Z, Pandey AS, et al. Treatment strategies for tandem occlusions in acute ischemic stroke [J]. *Semin Intervent Radiol*, 2020, 37(2): 207-213. DOI: 10.1055/s-0040-1709207.
- [51] Paul AR, Entezami P, Nouroollahzadeh E, et al. Simultaneous revascularization of the occluded internal carotid artery using the Solitaire as a workhorse wire during acute ischemic stroke intervention[J]. *Interv Neuroradiol*, 2020, 26(2): 205-210. DOI: 10.1177/1591019919885253.
- [52] 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.
- [53] Weinberg JH, Sweid A, Sajja K, et al. Posterior circulation tandem occlusions: Classification and techniques[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2020, 198: 106154. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106154.
- [54] Assis Z, Menon BK, Goyal M, et al. Acute ischemic stroke with tandem lesions: technical endovascular management and clinical outcomes from the ESCAPE trial[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(5): 429-433. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013316.
- [55] Spiotta AM, Lena J, Vargas J, et al. Proximal to distal approach in the treatment of tandem occlusions causing an acute stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7(3): 164-169. DOI: 10.1136/neurintsurg-2013-011040.
- [56] Maus V, Behme D, Maurer C, et al. The ReWiSed CARE Technique: Simultaneous Treatment of Atherosclerotic Tandem Occlusions in Acute Ischemic Stroke[J]. *Clin Neuroradiol*, 2020, 30(3): 489-494. DOI: 10.1007/s00062-019-00795-z.
- [57] Behme D, Knauth M, Psychogios MN. Retriever wire supported carotid artery revascularization (ReWiSed CARE) in acute ischemic stroke with underlying tandem occlusion caused by an internal carotid artery dissection: Technical note[J]. *Interv Neuroradiol*, 2017, 23(3): 289-292. DOI: 10.1177/1591019917690916.
- [58] Chen WH, Yi TY, Wu YM, et al. Endovascular therapy strategy for acute embolic tandem occlusion: The Pass-Thrombectomy-Protective Thrombectomy (Double PT) Technique[J]. *World Neurosurg*, 2018, 120: e421-e427. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.08.096.
- [59] Yi TY, Chen WH, Wu YM, et al. Another endovascular therapy strategy for acute tandem occlusion: Protect-Expand-Aspiration-Revascularization-Stent (PEARS) Technique[J]. *World Neurosurg*, 2018, 113: e431-e438. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.02.052.
- [60] Lee SH, Lee DG, Kwon SU, et al. Relay-balloon technique for recanalization of acute symptomatic proximal internal carotid artery occlusion with short balloon-tipped guiding catheter landing zone[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(1): 39-43. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012900.

