

# 急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗 流程与规范专家共识

中华医学会神经病学分会 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组

缺血性脑卒中是目前我国最主要的致死致残病因之一,而其中颅内大血管急性闭塞是缺血性脑卒中病情严重、预后不良的亚型,导致了巨大的社会和经济负担<sup>[1]</sup>。4.5 h 内静脉应用重组组织型纤溶酶原激活剂(recombinant human tissue type plasminogen activator, rt-PA)作为处理急性缺血性脑卒中证据最充分的治疗方式,已在世界范围内广泛开展<sup>[2-3]</sup>;但限于其相对严格的时间窗和适应证、禁忌证要求,接受溶栓治疗的患者比例相对较低<sup>[4]</sup>。另外,相当部分的大血管闭塞性脑卒中对 rt-PA 并不敏感,仅 6%~30% 能够实现闭塞血管再通,获益程度有限<sup>[5]</sup>。

近年来,多项国外随机对照研究结果证实,在颅内大血管闭塞性病变中,早期施行以支架型取栓装置为代表的血管内介入治疗能够显著改善患者预后<sup>[6-10]</sup>。在国内,中华医学会神经病学分会等<sup>[11]</sup>于 2015 年发表了《中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南》,从病例选择、治疗方式、围手术期管理等诸多方面对缺血性脑卒中早期血管内介入治疗进行了系统要求。但在我国由于各地区的医疗条件和水平存在较大差别,机械取栓设备和技术的推广也存在诸多限制,导致治疗效果的差别比较大。为进一步规范血管内治疗操作中的具体流程,文中进一步总结国内外近年研究结果,结合我国实际情况,拟完善一套基本完整的操作流程规范,以期为临床参考。

## 急性缺血性脑卒中早期血管内 介入治疗的术前评估及准备

### 急性缺血性脑卒中的早期血管内介入治疗术前

评估及处理流程见图 1。

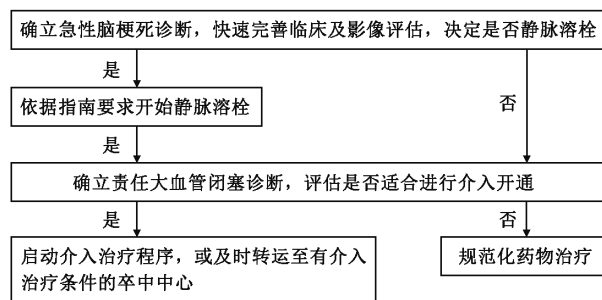


图 1 急性缺血性脑卒中的早期血管内介入治疗术前评估及处理流程

### 一、快速诊断和及时静脉溶栓

《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014》<sup>[12]</sup>中对急性缺血性脑卒中的诊断以及静脉溶栓的适应证、禁忌证及操作流程均进行了详细规定说明,在此不再赘述。但需要强调的是:(1)在临床急救工作中,要快速诊断急性缺血性脑卒中,缩短就诊至静脉溶栓时间;(2)虽然静脉溶栓对大血管闭塞性卒中患者疗效较差,且可能带来后续血管内介入操作中的不便,但静脉溶栓仍然是目前时间窗内急性缺血性脑卒中证据最为充分的治疗方法。依据现有的临床数据,与静脉溶栓序贯血管内介入治疗相比,直接血管内介入治疗暂未能体现明显的疗效优势<sup>[13]</sup>,且在真实世界中存在由于血管内介入准备时间长而延误治疗的可能。目前证据不支持越过静脉溶栓步骤,对符合静脉溶栓标准的急性缺血性脑卒中患者直接进行血管内介入治疗。关于大血管闭塞直接取栓的前瞻性研究尚在开展之中。

### 二、确定大血管闭塞及启动血管内介入治疗

急性颅内大血管闭塞是一种能够导致严重后果的临床急症,因此对伴有神经功能缺损的大血管闭塞患者的识别至关重要。但这一识别过程不应影响流程操作,延误治疗时机。急诊介入治疗有相应的适应证及禁忌证,《中国急性缺血性脑卒中早期血

管内介入诊疗指南》<sup>[11]</sup> 对此进行了详细描述,具体可为参照,在此不再赘述。

对急性大血管闭塞的诊断主要依靠临床病情评估以及影像学两种方式。前者简单易行,能够最大限度地减少评估时间,而其准确性远低于影像学方法。目前临床普遍采用美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)评分 8 分或 10 分以上作为判断大血管闭塞的指标,其敏感度及特异度均在 80% 左右,但这一数据可随发病时间不同而出现较大波动<sup>[14-15]</sup>。因此,临床仅推荐作为筛查血管内治疗适应证的初级方法。

近年来,超早期功能影像评估的时间大大缩短,CT、MRI 在急诊脑血管病处理流程中的普及应用越来越高。目前广泛使用的 CT 血管造影(CT angiography, CTA),团注造影剂后弓上动脉的显影通常只需 15 ~ 30 s,颈部及颅内的联合血管扫描能够准确评估主动脉弓、颈动脉分叉、颅内血管等位置的形态学特点,对血栓位置、长度和侧支循环进行初步评价。虽然由于造影剂可能具有导致造影剂肾病或加重心功能不全的潜在风险,但已发表的数据提示此类风险的发生概率极低,仅需对既往存在严重心脏、肾脏功能不全的患者进行获益程度的评估<sup>[16]</sup>。磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)虽然可同时兼顾对脑梗死核心的显影优势,但受限于成像时间相对较长、部分躁动患者成像质量差等缺陷,尚未成为一线评估方式。但也有部分研究证实,在临床路径完善、高度组织化的卒中中心,溶栓及介入治疗前进行包括 MRA 在内的多模式、多序列 MRI 检查并不显著延误救治时间<sup>[17]</sup>。亟待进一步研究以证实。

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查是大血管闭塞诊断的金标准。对临床评分较高患者,在静脉溶栓后直接进行急诊 DSA 检查能最大限度压缩院内时间的延误,但可能使部分患者承担不必要的操作风险和经济代价。对不具备无创影像学检查条件的卒中中心或由于客观原因导致无创检查可能大幅延误治疗时,越过无创检查步骤直接进行 DSA 操作也是可行的。

另外,近年来一些临床研究尝试使用功能影像学方法进行梗死核心及缺血半暗带评估,并在此基础上提出了“临床症状-影像不匹配”及“缺血核心-灌注缺损不匹配”<sup>[18-19]</sup>,以期进一步筛选可能的获益人群甚至拓展血管内治疗时间窗。目前部分随机对照试验纳入标准中也对这些方面的影像指标进行

了描述,并已基本确立了标准的灌注数据后处理方法<sup>[20]</sup>,但上述方法仍处在研究阶段,是否应常规应用于血管内治疗前的临床路径尚待进一步明确。

如经影像评估后认为患者具备急诊介入手术的适应条件,应立即启动手术程序。在无法进行介入手术的中心,应个体化判断转送患者的条件是否成熟可行。此过程应以快速准确为指导方针。另外需要强调的是,如患者需行静脉-动脉桥接治疗,需在静脉溶栓首剂推注后快速送往导管室,运送过程中维持 rt-PA 静脉泵入,切勿因等待观察静脉溶栓效果而延误手术时机。

## 急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗的术中操作流程

急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗的术中操作流程见图 2。

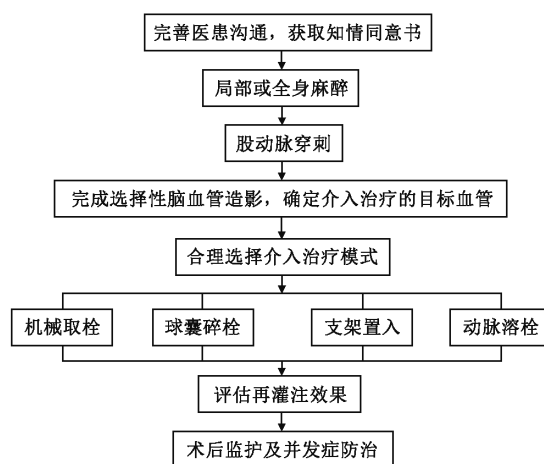


图 2 急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗的术中操作流程

### 一、合理选择手术麻醉方式

局部麻醉具有减少院内延误、能够在术中实时观察患者神经功能的优势,但对躁动患者的控制欠佳,也可导致误吸风险加大<sup>[21]</sup>。目前几项非随机研究表明,接受局部麻醉的患者与全身麻醉患者相比,手术并发症概率基本一致,且最终梗死核心体积较小,良好预后概率更高<sup>[21-23]</sup>。近期发表的美国神经介入外科学会和神经重症监护学会的专家共识仅推荐对伴有严重躁动、意识水平降低(格拉斯哥昏迷量表评分 < 8 分)、呼吸道保护反射丧失、呼吸障碍的患者使用全身麻醉<sup>[21]</sup>。

### 二、快速完成脑血管造影

在急性期血管内介入治疗中,完整的 DSA 流程

能够细致了解操作路径、病变位置、侧支代偿等重要信息。但大多数时候,考虑到血管再通疗效与救治时间存在高度依赖性,刻板地执行 DSA 操作流程也可能导致治疗延误。我们建议各中心可在充分了解患者血管情况的前提下酌情省略部分操作序列,以达到快速血管开通的目的。

DSA 术前是否需要肝素化治疗取决于患者前期是否接受静脉溶栓,对完成 rt-PA 治疗的患者可不用肝素化处理,对未行静脉溶栓的患者常规按体重计算(30 U/kg)或经验性给予肝素 2 000 U。

### 三、合理选择血管再通的介入治疗模式

临床常用的介入治疗模式包括机械取栓、球囊碎栓、支架置入、动脉溶栓等。虽然国外研究中对于介入模式的选择大多倾向以支架型取栓装置为主的机械取栓,但我们必须注意到,这些研究的人群均以高加索人为主,而东、西方脑梗死患者的病因谱存在很大的差异<sup>[24]</sup>。在真实世界中,有相当部分的患者采用单一的操作模式并不能达到良好再通。这就要求临床医师在实际工作中必须掌握多种治疗模式,根据患者个体情况审慎选择,必要时联合使用。在此,我们分述各种常用介入开通模式。

1. 机械取栓:目前绝大多数观点认为在各个单一模式横向比较中,支架型取栓装置无论从再通率、患者获益情况等均明显好于其他单一治疗模式。而机械取栓从第一代的 Merci 装置、Penumbra 抽吸装置,到以 Solitaire 系统、Trevo 系统为代表的第二代支架样取栓装置也获得了较大进展<sup>[25-26]</sup>。尤其是 Solitaire 系统,经过 MR-CLEAN、ESCAPE、EXTEND-IA、SWIFT PRIME 等多项临床研究的反复验证<sup>[6-40]</sup>,其临床效果获得公认,成为目前的临床首选。

Solitaire 支架操作方法如下:在 DSA 操作完成后,以 0.965 mm(0.038 in)超滑导丝尽可能将 6~8 F 指引导管置于离病变位置较近的目标血管以利增强支撑,如路径较差可考虑加用以 Navien 等为代表的中间导管。指引导管到位后撤出导丝,以 0.356 mm(0.014 in)微导丝及取栓微导管在路图下通过闭塞段血管,造影确认微导管位于闭塞病变以远的真腔内。排气后将 Solitaire 支架自 Y 型阀置入并于透视下送抵微导管头端。再次造影明确闭塞近端的具体位置后,缓慢回撤微导管至 Solitaire 支架完全打开。再次造影观察评估闭塞再通及远端再灌注情况。无论再灌注是否达到改良脑梗死溶栓标准(modified thrombolysis in cerebral infarction scale,

mTICI) 2b 及以上<sup>[27]</sup>,均应保留支架于目标血管内至少 5 min,以便支架与血栓充分贴合,后将 Solitaire 支架连同输送装置一并自指引导管撤出体外。回撤支架的同时用 50 ml 注射器自 Y 型阀末端回抽血液约 20 ml。部分情况下,单次回撤支架并不能完全解决闭塞病变,多数患者可能残留原位血栓或出现再闭塞。Solitaire 支架允许多次重复使用,但同一支架一般不超过 3 次,且每次重复操作前应仔细检查支架情况,避免因支架变形、断裂等造成医源性损伤。再通手术完成后,暂缓撤除指引导管、微导丝等辅助器械,观察 10~15 min 经指引导管复查血管造影,复评 mTICI 评分。如效果满意,进一步撤除器械,缝合血管或加压包扎,结束手术。

除 Solitaire 系统外,美国食品药品监督管理局 2012 年批准 Trevo 系统应用于介入再通治疗,REVIVE SE 系统也已引入国内,目前已有小样本应用的报道。具体临床效果尚待更为系统的进一步评价。

2. 球囊成形与支架置入:急诊介入治疗中的球囊碎栓及支架置入的治疗模式目前并无较多证据。理论上对闭塞血管采用球囊碎栓及支架置入的治疗模式可能导致血栓移位、闭塞穿支动脉或栓子向血管远端移动,影响再通效果。同时可能导致血管夹层、穿孔等严重并发症的发生。但对于动脉粥样硬化性病变导致原位血栓形成、血管夹层或颅内-颅外串联病变等机械取栓难度较大或不能获得理想再通的患者,球囊碎栓及支架置入可能是合理的选择<sup>[28-30]</sup>。我们仅推荐对慎重选择的或经机械取栓后效果不佳的颅内血管闭塞患者行球囊碎栓及支架置入操作。在颅外血管,对评估后认为存在严重动脉狭窄或血管夹层等可能的情况,在确有必要的情况下进行急诊支架置入术。

在以支架治疗作为主要再通模式的手术操作中,如术前未使用静脉溶栓,应注意及时足量地加用抗血小板药物,一般常规需服用达到负荷剂量的抗血小板药物(阿司匹林 300 mg + 氯吡格雷 300 mg),并在术后持续服用双联抗血小板治疗至少 1 个月,之后根据经验或在血栓弹力图指导下长期口服 1 种抗血小板药物。但对于手术再通前接受静脉溶栓的患者而言,是否使用及如何使用抗血小板药物是近年争论的焦点之一。既往研究已多次明确证实,静脉使用 rt-PA 在 24 h 内再加用抗血小板治疗会显著提高出血风险<sup>[31]</sup>。但同样,支架置入术后抗血小板治疗的缺失会导致支架内血栓形成风险加大,可能导致血管再通后闭塞。这一矛盾目前并无明确的解

决方案,需进一步研究。在实际操作中,各中心可根据患者个体化情况做出临床决策。

3. 动脉溶栓: PROACT-II (Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism-II) 研究<sup>[32]</sup>、MELT (Middle Cerebral Artery Embolism Local Fibrinolytic Intervention Trial) 研究<sup>[33]</sup>及随后的荟萃分析<sup>[34]</sup>在 2010 年为动脉溶栓提供了一定证据。相对于静脉溶栓,其再通效果相对更好而出血概率基本一致,但可能由于操作原因导致溶栓时间延迟,且有存在介入相关并发症的风险。因此,在不具备取栓条件的中心可尝试使用。

动脉溶栓的具体操作与取栓类似,在指引导管到位后,以 0.356 mm (0.014 in) 微导丝携带微导管尽可能置于闭塞位置附近或置入血栓内部,以恒定速度缓慢自微导管推注溶栓药物。目前的临床证据尚不能对动脉溶栓药物的具体剂量提出要求。在临床操作中,rt-PA 及尿激酶的使用剂量高度个体化,一般不超过静脉溶栓剂量的 1/3。操作过程中推荐每 10 min 经指引导管造影观察血管再通情况,以最小剂量达到再通目的。需要特别注意的是,动脉溶栓操作与其他血管内操作的时间窗计算方式不同。其他血管内治疗,尤其是机械取栓,其时间窗应以发病至股动脉穿刺时间计算不超过 6 h,而动脉溶栓则需以发病至动脉推注 rt-PA 时间计算<sup>[32]</sup>。

#### 四、术中监测及管理

1. 心电监测及管理:在急性缺血性脑卒中血管内介入再通操作过程中,应常规进行心电监护。如果出现各种异常节律及波形,则应及时明确原因,必要时联合相关科室协同处理。

2. 血氧监测及管理:目前暂无急性缺血性脑卒中患者血管内介入治疗术中血氧含量的观察性数据。在全身麻醉手术过程中也暂未确立对呼气末二氧化碳分压的具体要求。因此,参考美国麻醉协会对一般手术的指南要求<sup>[35]</sup>,我们建议对加用镇定药物的患者可常规予鼻导管低流量吸氧并实施脉氧监测,按需调整,吸入氧浓度应维持脉氧在 92% 以上且氧分压 > 60 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)。

3. 血压管理:对于静脉溶栓后接受介入治疗患者,血压应严格控制在 180/100 mmHg 以下,以避免 rt-PA 后脑出血发生<sup>[12]</sup>。对未接受静脉溶栓而直接行介入手术再通患者,为预防可能发生的过度灌注,应将血压控制在相对较低的范围内。术中突然出现血压异常波动,应警惕颅内出血或急性心功能不全等并发症发生。我们建议应在手术过程中,每 3 ~ 5

min 测量患者血压,根据患者心脏功能、血管情况、侧支循环等多因素综合评估,寻求适合个体患者的血压阈值。闭塞血管开通后,血压应控制比基础血压低 20 ~ 30 mmHg,但不能低于 90/60 mmHg<sup>[11]</sup>。

#### 五、介入围手术期并发症及处理

1. 颅内出血:无论采取何种再通治疗模式,均有 1.5% ~ 15.0% 的缺血性脑卒中的急诊介入治疗患者出现颅内出血,其中约 40% 为症状性出血<sup>[36]</sup>。具体治疗方式目前尚未取得共识,临床多以外科治疗和对症处理为主,以控制颅内压、维持生命体征为主要目的。其中,肝素抗凝引起的出血,可予鱼精蛋白中和;rt-PA 引起的出血,可应用新鲜冰冻血浆等,但临床效果仍待进一步验证<sup>[37]</sup>。

2. 脑血管栓塞:在再通手术中,常发生责任血管的邻近分支或次级分支血管栓塞。此时可根据原定再通模式、栓塞位置、患者整体情况等综合选择进一步的处理策略。一般而言,对可能导致严重功能缺损的主干血管应积极干预,首选机械取栓方式。而对于大脑中动脉 M<sub>3</sub> 段以远、大脑后动脉 P<sub>2</sub> 段以远等功能意义不大且取栓装置不易到达的次级分支血管栓塞,或支架置入操作后远端血管分支闭塞等有较大操作难度的栓塞事件,要视具体情况而有所取舍,无须追求血管影像上的完美;根据部分中心及参考心脏科经验,血小板膜糖蛋白 II b/III a 受体抑制剂(如替罗非班)具备一定的应用前景,但具体获益情况仍需要进一步明确。不建议在未经审慎考虑的前提下应用尿激酶、rt-PA 等溶栓药物。

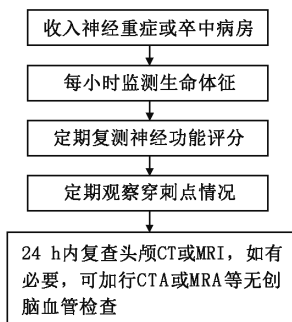
3. 血管再通后闭塞:血管再通后闭塞多见于动脉粥样硬化性中-重度血管狭窄伴发原位闭塞的患者,在机械取栓术后由于内膜损伤导致血小板聚集增多、原狭窄并未解除导致血流速度减慢,栓子清除能力下降,均易于发生再闭塞<sup>[38-39]</sup>。另外,在血管成形及支架置入的手术模式中,由于抗血小板作用的不充分,也可导致支架内血栓形成而致闭塞。目前对于血管再通后闭塞并无共识的处理范式,可考虑急诊支架置入或动脉/静脉使用血小板膜糖蛋白 II b/III a 受体抑制剂。

4. 其他并发症:包括脑血管造影相关并发症的处理可参考《中国缺血性脑血管病血管内介入诊疗指南 2015》<sup>[40]</sup>。

#### 急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗的术后监护及随访

急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗的术后

监护流程见图 3。



CTA:CT 血管造影, MRA:磁共振血管造影

图 3 急性缺血性脑卒中早期血管内介入治疗的术后监护流程

患者完成再通手术后应送至神经重症病房或卒中单元内进行密切观察。建议在术后 24 h 内至少每小时记录患者各项生命体征, 每天定时进行 NIHSS 神经功能评分, 观察穿刺点情况, 随时准备处理各种可能出现的不良事件。术后 24 h 内行影像学检查以明确有无颅内出血。余处理方式参考《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014》<sup>[12]</sup>。

在有条件的中心, 应对患者进行长期随访, 对术后 1 个月、3 个月及 1 年的患者, 应使用改良的 Rankin 量表和 NIHSS 评分对患者进行神经功能评估, 如有必要, 可复查脑血管情况。

执笔 刘新峰、孙文、朱武生

**专家委员会成员名单** (按姓氏拼音排列) 曹文锋 (江西省人民医院)、陈国华 (武汉市第一医院)、陈康宁 (第三军医大学西南医院)、崔丽英 (中国医学科学院北京协和医院)、樊小兵 (南京军区南京总医院)、方玲 (福建医科大学附属第一医院)、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)、韩云飞 (南京军区南京总医院)、黄家星 (香港中文大学威尔士亲王医院)、黄一宁 (北京大学第一医院)、柯开富 (南通大学附属医院)、李宝民 (深圳市南山区人民医院)、李敏 (南京军区南京总医院)、李天晓 (河南省人民医院)、林航 (南京军区福州总医院)、刘建林 (西安交通大学第一附属医院)、刘鸣 (四川大学华西医院)、刘新峰 (南京军区南京总医院)、刘新通 (广东省第二人民医院)、刘亚杰 (南方医科大学珠江医院)、刘煜敏 (武汉大学中南医院)、刘运海 (中南大学湘雅医院)、陆正齐 (中山大学第三附属医院)、骆翔 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)、马敏敏 (南京军区南京总医院)、缪中荣 (首都医科大学附属北京天坛医院)、牛国忠 (杭州市第一人民医院)、蒲传强 (解放军总医院)、秦超 (广西医科大学附属第

一医院)、石进 (解放军空军总医院)、宋永斌 (解放军新疆军区总医院)、孙文 (南京军区南京总医院)、汪谋岳 (中华医学会中华神经科杂志编辑部)、王守春 (吉林大学第一医院)、吴伟 (山东大学齐鲁医院)、徐格林 (南京军区南京总医院)、徐浩文 (郑州大学第一附属医院)、杨清武 (第三军医大学新桥医院)、殷勤 (南京军区南京总医院)、岳炫烨 (天津医科大学总医院)、张光运 (第四军医大学西京医院)、张仁良 (南京军区南京总医院)、张苏明 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)、张晓龙 (复旦大学附属华山医院)、张勇 (青岛大学附属医院)、郑洪波 (四川大学华西医院)、周华东 (第三军医大学大坪医院)、周志明 (皖南医学院附属弋矶山医院)、朱武生 (南京军区南京总医院)

## 参考文献

- [1] Zhou M, Wang H, Zhu J, et al. Cause-specific mortality for 240 causes in China during 1990-2013: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. Lancet, 2016, 387(10015): 251-272. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00551-6.
- [2] Lees KR, Bluhmki E, von Kummer R, et al. Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials[J]. Lancet, 2010, 375(9727): 1695-1703. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60491-6.
- [3] Wardlaw JM, Murray V, Berge E, et al. Recombinant tissue plasminogen activator for acute ischaemic stroke: an updated systematic review and meta-analysis[J]. Lancet, 2012, 379(9834): 2364-2372. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60738-7.
- [4] de Los Ríos la Rosa F, Khoury J, Kissela BM, et al. Eligibility for Intravenous Recombinant Tissue-Type Plasminogen Activator Within a Population: The Effect of the European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS) III Trial[J]. Stroke, 2012, 43(6): 1591-1595. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.645986.
- [5] Alexandrov AV. Current and future recanalization strategies for acute ischemic stroke[J]. J Intern Med, 2010, 267(2): 209-219. DOI: 10.1111/j.1365-2796.2009.02206.x.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组, 急性缺血性脑卒中介入诊疗指南撰写组. 中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(5): 356-361. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.05.002.
- [12] 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(5): 246-257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002.
- [13] Tsigoulis G, Katsanos AH, Mavridis D, et al. Mechanical Thrombectomy Improves Functional Outcomes Independent of Pretreatment With Intravenous Thrombolysis[J]. *Stroke*, 2016, 47(6): 1661-1664. DOI: 10.1161/STROKEAHA.
  - [14] Heldner MR, Zubler C, Mattle HP, et al. National Institutes of Health stroke scale score and vessel occlusion in 2152 patients with acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2013, 44(4): 1153-1157. DOI: 10.1161/STROKEAHA.
  - [15] Maas MB, Furie KL, Lev MH, et al. National Institutes of Health Stroke Scale score is poorly predictive of proximal occlusion in acute cerebral ischemia[J]. *Stroke*, 2009, 40(9): 2988-2993. DOI: 10.1161/STROKEAHA.
  - [16] Andreucci M, Solomon R, Tasanarong A. Side effects of radiographic contrast media: pathogenesis, risk factors, and prevention[J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 741018. DOI: 10.1155/2014/741018.
  - [17] Leker RR, Keigler G, Eichel R, et al. Should DWI MRI be the primary screening test for stroke? [J]. *Int J Stroke*, 2014, 9(6): 696-697. DOI: 10.1111/ijis.12316.
  - [18] Boxerman JL, Jayaraman MV, Mehan WA, et al. Clinical stroke penumbra; use of National Institutes of Health stroke scale as a surrogate for CT perfusion in patient triage for intra-arterial middle cerebral artery stroke therapy [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012, 33(10): 1893-1900. DOI: 10.3174/ajnr.A3102.
  - [19] Albers GW, Goyal M, Jahan R, et al. Ischemic core and hypoperfusion volumes predict infarct size in SWIFT PRIME[J]. *Ann Neurol*, 2016, 79(1): 76-89. DOI: 10.1002/ana.24543.
  - [20] Sheth KN, Terry JB, Nogueira RG, et al. Advanced modality imaging evaluation in acute ischemic stroke may lead to delayed endovascular reperfusion therapy without improvement in clinical outcomes[J]. *J Neurointerv Surg*, 2013, 5(Suppl 1): i62-65. DOI: 10.1136/neurintsurg-2012-010512.
  - [21] 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): e138-150. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003412.
  - [22] Jumaa MA, Zhang F, Ruiz-Ares G, et al. Comparison of safety and clinical and radiographic outcomes in endovascular acute stroke therapy for proximal middle cerebral artery occlusion with intubation and general anesthesia versus the nonintubated state [J]. *Stroke*, 2010, 41(6): 1180-1184. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.574194.
  - [23] McDonagh DL, Olson DM, Kalia JS, et al. Anesthesia and sedation practices among neurointerventionalists during acute ischemic stroke endovascular therapy[J]. *Front Neurol*, 2010, 1: 118. DOI: 10.3389/fneur.2010.00118.
  - [24] Kim JS, Kim YJ, Ahn SH, et al. Location of cerebral atherosclerosis: Why is there a difference between East and West? [J]. *Int J Stroke*, 2016, May 4. Epub ahead of print. DOI: 10.1177/1747493016647736.
  - [25] Saver JL, Jahan R, Levy E, 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.
  - [26] Nogueira R, Lutsep H, 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.
  - [27] Technology Assessment Committees of the American Society of Interventional and Therapeutic Neuroradiology, Society of Interventional Radiology. Trial design and reporting standards for intraarterial cerebral thrombolysis for acute ischemic stroke. 2003 [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2003, 14(8): 945-946.
  - [28] 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.
  - [29] Nedeltchev K, Brekenfeld C, Remonda L, et al. Internal carotid artery stent implantation in 25 patients with acute stroke: preliminary results [J]. *Radiology*, 2005, 237(3): 1029-1037. DOI: 10.1148/radiol.2373041537.
  - [30] Nikas D, Reimers B, Elisabetta M, et al. Percutaneous interventions in patients with acute ischemic stroke related to obstructive atherosclerotic disease or dissection of the extracranial carotid artery [J]. *J Endovasc Ther*, 2007, 14(3): 279-288. DOI: 10.1583/06-2040.1.
  - [31] Zinkstok SM, Roos YB, ARTIS Investigators. Early administration of aspirin in patients treated with alteplase for acute ischaemic stroke: a randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2012, 380(9843): 731-737. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60949-0.
  - [32] 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.
  - [33] 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.
  - [34] Lee M, Hong KS, Saver JL. Efficacy of intra-arterial fibrinolysis for acute ischemic stroke: meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Stroke*, 2010, 41(5): 932-937. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.574335.
  - [35] American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists [J]. *Anesthesiology*, 2002, 96(4): 1004-1017.
  - [36] Gill HL, Siracuse JJ, Parrack IK, et al. Complications of the endovascular management of acute ischemic stroke [J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2014, 10: 675-681. DOI: 10.2147/VHRM.S44349.
  - [37] Yaghi S, Boehme AK, Dibu J, et al. Treatment and Outcome of Thrombolysis-Related Hemorrhage: A Multicenter Retrospective Study [J]. *JAMA Neurol*, 2015, 72(12): 1451-1457. DOI: 10.1001/jamaneurol.2015.2371.
  - [38] Qureshi AI, Hussein HM, Abdelmoula M, et al. Subacute recanalization and reocclusion in patients with acute ischemic stroke following endovascular treatment [J]. *Neurocrit Care*, 2009, 10(2): 195-203. DOI: 10.1007/s12028-008-9161-0.
  - [39] Qureshi AI, Siddiqui AM, Kim SH, et al. Reocclusion of recanalized arteries during intra-arterial thrombolysis for acute ischemic stroke [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2004, 25(2): 322-328.
  - [40] 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. 中国缺血性脑血管病血管内介入治疗指南 2015 [J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(10): 830-837. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.10.00.

(收稿日期:2016-09-19)

(本文编辑:汪谋岳)