

## · 标准与讨论 ·

# 急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗 影像评估专家共识

中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会

通信作者: 朱武生, 东部战区总医院神经内科, 南京 210002, Email: wusheng.zhu@nju.edu.cn; 刘新峰, 中国科学技术大学附属第一医院神经内科, 合肥 230001, Email: xfliu2@vip.163.com

**【摘要】** 血管内介入治疗已作为大血管闭塞导致急性缺血性卒中(AIS)患者的首要治疗方式。近年来,随着血管内治疗技术水平显著提升以及治疗适应证不断扩大,影像评估方案对于AIS血管内治疗患者的术前筛选及术后治疗提供关键指导作用,目前尚缺乏更新和完善的专家共识和统一标准。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结合国内临床实践,展开讨论并达成共识,以期为AIS血管内介入治疗的影像评估提供指导。

**【关键词】** 急性缺血性卒中; 血管内介入; 影像评估

## Expert consensus on imaging evaluation of early endovascular treatment of acute ischemic stroke

Chinese Research Hospital Association Interventional Neurology Professional Committee

Corresponding authors: Zhu Wusheng, Department of Neurology, Jinling Hospital, Medical School of Nanjing University, Nanjing 210002, China, Email: wusheng.zhu@nju.edu.cn; Liu Xinfeng, Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei 230001, China, Email: xfliu2@vip.163.com

**【Abstract】** Endovascular treatment has become the primary treatment for patients with acute ischemic stroke (AIS) due to large vessel occlusion. Its development and clinical application have expanded significantly in recent years. Imaging assessment plays a pivotal role in guiding both preoperative screening and postoperative management in AIS patients undergoing such interventions. However, updated expert consensus and standardized guidelines remain lacking. To address this gap, the Professional Committee of Interventional Neurology of the Chinese Research Hospital Association convened leading cerebrovascular disease experts to formulate consensus recommendations based on domestic clinical practice, aiming to provide authoritative guidance for imaging evaluation in this patient population.

**【Key words】** Acute ischemic stroke; Endovascular treatment; Image evaluation

缺血性卒中具有高致死率、高致残率及高复发率特点,给患者、家庭及社会造成了极大的经济负担。急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)约占全部卒中的80%。血管内介入治疗可显著改善大动脉闭塞所致AIS患者的预后。自2015年起,

多项随机对照研究(randomized controlled trial, RCT)<sup>[1-5]</sup>证实6 h内前循环大动脉闭塞性卒中患者接受血管内治疗的有效性,为指南推荐血管内治疗方式提供了坚实的证据基础<sup>[6]</sup>,也夯实了AIS血管内介入治疗影像评估的重要地位。2018年发表两

DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20241231-00868

收稿日期 2024-12-31 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. 急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗影像评估专家共识[J]. 中华内科杂志, 2025, 64(8): 723-735. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20241231-00868.



中华医学杂志社  
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



项超时间窗血管内治疗的 RCT 研究(DAWN<sup>[7]</sup>、DEFUSE3<sup>[8]</sup>)进一步证实,即使发病超过 6 h,通过灌注影像评估筛选的患者,血管内治疗仍然有效。综上,进行 AIS 血管内介入治疗病例选择时,除时间窗外,通过精准的影像评估筛选患者是获得良好预后的关键。合适的影像评估方案可为 AIS 血管内治疗的病例选择、术后评估及预测预后提供重要指导。

自 2017 年《急性缺血性卒中血管内治疗影像评估中国专家共识》<sup>[9]</sup>发布以来,血管内治疗技术水平的提升和治疗适应证的扩大,AIS 的血管内治疗领域取得了显著进展,而影像评估方案尚缺乏更新和完善的专家共识和统一标准。为此,中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会通过组织本领域专家,结合国内外研究现状,以及我国临床实践,展开讨论并达成共识,旨在为 AIS 介入治疗的影像评估提供参考依据。该共识主要涉及以下几方面:脑血管闭塞、脑组织学评估,包括核心梗死和缺血半暗带;以及侧支循环代偿,并提出相应的推荐意见。

#### 一、脑血管闭塞

快速精准地识别由脑血管闭塞引起的 AIS 患者,对临床有效进行血管内治疗至关重要。对于急诊到院患者,根据临床表现来识别卒中和大血管闭塞的可能性,在头颅 CT 排除颅内出血后,需进一步完善血管影像学评估脑血管闭塞(明确是否症状性以及闭塞部位等),可更好地指导治疗决策。

##### (一)影像评估方法

1. 平扫 CT (non-contrast CT, NCCT): 通过 NCCT 发现的动脉高密度征是提示大血管闭塞的影像评估方法之一。动脉高密度征是由于急性血栓形成致血流淤滞,在 NCCT 上血管走行区域内密度升高(CT 值 77~89 HU),被认为是动脉阻塞的早期征象<sup>[2]</sup>。在直接动脉内取栓治疗 AIS 大血管闭塞的多中心 RCT (Direct Intraarterial Thrombectomy in Order to Revascularize Acute Ischemic Stroke Patients with Large Vessel Occlusion Efficiently in Chinese Tertiary Hospitals: a Multicenter Randomized Clinical Trial, DIRECT-MT) 的事后分析中,研究者对动脉高密度征与机械取栓术后的患者预后的关系做了探索,该研究发现存在动脉高密度征的 AIS 患者联用阿替普酶和机械取栓可显著改善预后,不存在动脉高密度征的患者联用阿替普酶和机械取栓可能会增加出血风险而导致预后变

差<sup>[10]</sup>。需要注意的是动脉高密度征假阳性率较高,应鉴别高血压致动脉硬化以及生理性血液浓缩导致的高密度征。

2. CT 血管造影(CT angiography, CTA): 如需精准判断是否存在脑血管闭塞,优先采用无创血管影像来确定是否大血管闭塞。CTA 能够快速无创地评价颅内外血管形态,明确是否存在大血管狭窄或闭塞。由于血管内治疗的患者可能存在血管迂曲或路径无法到达颅内血管的情况,通过 CTA 可提前了解主动脉弓解剖、颅外近端血管的扭曲程度、动脉血栓部位与大小等,对血管内治疗方案的选择和明确患者是否适合进行血管内治疗有重要意义。

3. MR 血管造影(magnetic resonance angiography, MRA): 时间飞跃法 MRA (time-of-flight MRA, TOF-MRA) 是 MR 成像(MR imaging, MRI)常用的血管检查技术。与数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA) 及 CTA 相比,TOF-MRA 无创、简便且更为安全,避免了肾毒性对比剂和电离辐射。TOF-MRA 能够显示 Willis 环及其邻近动脉和各主要分支,可显示 AIS 的责任血管,评测血管有无狭窄、闭塞以及严重程度。但是,TOF-MRA 易将次全闭塞误诊为完全闭塞,可能高估血管狭窄程度。此外,幽闭恐惧、心律失常、体内金属物置入(除颤器、关节置换等)的患者无法行 TOF-MRA 检查。并且由于其扫描时间较长,国内急诊头颅 MRI 开展不多,对于 AIS 的评估应用尚不广泛。

4. 脑血管 DSA: DSA 能够清晰直观地判断闭塞血管及侧支循环情况,指导血管内治疗的操作。但其为有创性检查,存在一定的风险和禁忌证,因此不作为常规评估脑血管闭塞的操作。当客观条件受限,无法快速有效实施无创血管影像检查,根据患者的临床表现考虑大血管闭塞可能性大,而进行 DSA 检查较为迅速,可在行 NCCT 排除颅内出血后,直接进行 DSA 判断脑血管情况。

##### (二)大血管闭塞

目前已经明确证实大血管闭塞 AIS 患者可以从血管内治疗中获益。通常将内径在 2 mm 及以上的血管划分为大血管,结合血管内治疗情况以及通过急性血管内治疗实现血运重建的血管分段,将包括颅外段及颅内段在内的颈内动脉(internal carotid artery, ICA)、椎动脉(vertebral artery, VA) V1-V4 段、基底动脉(basilar artery, BA)、大脑后动脉(posterior cerebral artery, PCA) P1 段、大脑前动



脉(anterior cerebral artery, ACA)A1段、大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)M1、M2段列为大血管<sup>[11]</sup>。

对于院前急救而言,在没有影像学检查明确提示大血管闭塞的情况下,有必要通过临床表现初步判定患者是否可能存在大血管病变,并决定患者是否应直接转运到就近有取栓能力的综合卒中中心。Direct-to-angio(DTA)模式是一种新的卒中分诊范式,是指卒中患者绕过卒中中心的急诊室,直接转入导管室行CT排除出血后行DSA评估和血管内治疗。ANGIO-CAT RCT研究发现,对于发病6h内的急性大血管闭塞患者,DTA模式可减少工作流程时间,明显改善患者的临床预后<sup>[12]</sup>。一项荟萃分析结果显示,DTA模式显著缩短了入院至股动脉穿刺及入院至再灌注的时间,有潜力改善患者取栓后的功能预后<sup>[13]</sup>。然而,DTA模式的有效实施需要由院内多学科团队与院前卒中护理人员相配合,正在进行的随机对照研究包括DIRECT ANGIO试验和WE-TRUST试验将对DTA模式是否有积极影响提供更多的循证依据<sup>[14]</sup>。

(三)中等血管闭塞(medium vessel occlusions, MeVOs)

中等血管通常指脑动脉管腔直径介于0.75~2.0 mm,包括大脑中动脉M2段/M3段、大脑前动脉A2段/A3段、大脑后动脉P2段/P3段。由于大脑中动脉M2段闭塞可能会影响功能区域导致严重的神经功能缺失,因此也有学者认为功能性M2段闭塞也属于大血管闭塞。一项荟萃分析对SWIFT PRIME、ESCAPE、EXTEND-IA和REVASCAT这4项RCT进行分析,结果显示对大脑中动脉M2段闭塞患者进行机械取栓治疗与标准内科治疗相比,有改善临床疗效的趋势,但差异未达到统计学意义<sup>[15]</sup>。SWIFT、STAR、DEFUSE 2和IMS III研究结果提示,对于大脑中动脉M2段闭塞的患者,实现再灌注与良好预后密切相关<sup>[16]</sup>。近期一项回顾性多中心多国研究分析了AIS MeVO机械取栓术期间穿孔的发生率和临床结局,结果显示血管穿孔的发生虽相对罕见,但与较差的功能结果和更高的病死率相关<sup>[17]</sup>。DUSK与PLATO两项多中心回顾性研究,比较血管内治疗和药物治疗对远端MeVO的临床结果,均未得出血管内治疗组获得显著优势的结论<sup>[18-19]</sup>。

对于MeVO行取栓治疗虽有潜在的获益,但应谨慎筛选,权衡利弊,包括血管功能、临床症状、取

栓操作难度等,尽可能减少并发症风险。

CTA和MRA在检测MCA-M2、ACA-A1、PCA-P1和小脑近端动脉闭塞方面具有较高的可靠性。然而,更远端的血管由于直径减少和解剖变异的可能性导致闭塞判断具有挑战性。联合CT灌注成像(CT perfusion, CTP)识别的MeVO典型区域的低灌注可提高MeVO的诊断准确性<sup>[20-22]</sup>。目前,针对MeVO的血管内治疗的临床试验DISCOUNT(ClinicalTrials.gov注册编号NCT05030142)、ESCAPE-MeVO(NCT05151172)<sup>[23]</sup>等试验主要筛选美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)评分 $\geq 5$ 分,或NIHSS评分 $< 5$ 分但出现明显致残症状,经CTA/MRA影像证实MeVO的患者;此外,DISTALS(NCT05152524)、DISTAL(NCT05029414)试验需进一步评估患者脑灌注情况,筛选存在缺血半暗带组织的患者,期待未来这些研究为MeVO卒中的诊疗提供更多的临床证据。

#### (四)急性颅内大动脉粥样硬化性闭塞

颅内动脉粥样硬化性闭塞(intracranial atherosclerosis related occlusion, ICAS-O)是急性脑血管闭塞的常见原因,约占亚洲人群急性颅内大血管闭塞的40%<sup>[11]</sup>。研究表明,急性ICAS-O的血管内治疗效果并未优于栓塞性闭塞,可能与对病变性质的快速判断存在困难以及操作技术较复杂有关<sup>[24]</sup>。因此快速识别ICAS-O对于选择合适的手术策略至关重要。

识别ICAS-O病变依赖于神经影像学检查。如AIS患者术前CT或MRI显示存在颅内动脉钙化,可能提示ICAS-O<sup>[25]</sup>。若CT平扫观察到大脑中动脉的高密度征象<sup>[26-27]</sup>或MRI检查T2\*加权梯度回波图像上血栓呈现为低信号,即MRI磁敏感征<sup>[28-29]</sup>,则提示栓塞性大血管闭塞可能性大。

既往研究发现,AIS患者手术前软脑膜侧支状态有预测ICAS-O的价值,急性ICAS-O患者常具有良好的软膜代偿<sup>[30]</sup>。如患者症状产生波动,应高度怀疑ICAS-O<sup>[31]</sup>,ICAS-O病灶常分布于分水岭区,核心梗死体积较栓塞性闭塞更小,这可能也与慢性重塑的ICAS-O患者有更好的侧支状态有关<sup>[32]</sup>。此外,患者发病前6个月内的血管成像也可作为ICAS-O的证据,如已知存在严重颅内狭窄者,则应高度怀疑ICAS-O导致AIS。

此外,闭塞在颅内动脉主干处的干型闭塞常提示ICAS-O,因为心脏栓塞更容易引起分叉处的闭





塞<sup>[33]</sup>。DSA 术前造影中观察到血管末端形态为“锥形”闭塞具有喷气样、铅笔尖状对比剂填充,提示 ICAS-O 可能性大<sup>[34-35]</sup>,而“非锥形”闭塞(如半月、截断或轨道样闭塞)提示栓塞性大血管闭塞可能性大<sup>[36]</sup>。若颈动脉闭塞末端表现为火焰征或鼠尾征,则高度提示颈动脉夹层<sup>[37]</sup>。

在手术过程中,第一次血管造影或首次再灌注有助于诊断 ICAS-O。如出现微导管“首过效应”<sup>[38]</sup>,即在血管造影过程中,当微导管向前通过闭塞的部位,然后把微导管收回到闭塞部位的近端时,可以看到闭塞部位血管腔内有缓慢和暂时的血流,这一现象更常见于 ICAS 患者,而不是颅内栓塞。2022 年,欧洲卒中组织定义了 ICAS-O 导致 AIS 的概念<sup>[39]</sup>,包括(1)无心房颤动,(2)无 CT 高密度征或 MRI 磁敏感征,(3)分水岭梗死,(4)干型闭塞,(5)取栓支架打开或 3 次取栓后残余狭窄,或(6)早期再闭塞。

#### 推荐意见:

1. 实施血管内治疗前,推荐使用无创影像检查明确有无脑血管闭塞;对可疑大血管闭塞患者,推荐使用一站式 NCCT+CTA+CTP 影像检查方案,快速实施术前影像评估,指导血管内治疗。

2. 发病 6 h 内的前循环大血管闭塞患者,推荐使用 CTA 或 MRA 检查明确有无大血管闭塞,可不进行灌注成像检查;如发病 6 h 内,无条件实施无创血管影像检查,患者行 NCCT 排除颅内出血后,根据症状考虑大血管闭塞并符合手术适应证,在谨慎评估风险获益比后,可考虑直接到导管室行 DSA 评估及血管内治疗。

3. 应用 CTA/MRA 识别的 MeVO 的 AIS 患者,联合 CTP 检查可进一步提高对 MeVO 的诊断准确性。经证实的 MeVO 患者,若 NIHSS $\geq 5$ 分,或致残症状,可尝试行血管内治疗,但其安全性和有效性有待进一步研究证实,临床上应仔细权衡获益风险后,个体化决策。

4. 对于急性 ICAS-O,可根据以下影像学特征进行判断,如分水岭梗死、干型闭塞、侧支循环良好、存在残余狭窄及早期再闭塞;有助于手术策略和治疗方式的选择。

#### 二、脑组织学评估

脑组织学影像评估主要包括梗死核心和缺血半暗带这两部分评估。对于筛选血管内介入治疗的适应证,尤其是超时间窗的 AIS 患者,需基于影像的核心梗死区和缺血半暗带的范围来评估血管

内介入治疗的风险及预测患者的获益。虽然 AIS 的血管内治疗临床试验使用不同的标准筛选患者,研究结果均显示经影像学筛选的具有“小核心梗死灶及大缺血半暗带区域”良好预后的比例更高<sup>[2-5, 8]</sup>。

#### (一)核心梗死及范围评估

梗死核心是缺血后发生不可逆性损伤的脑组织,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。准确评价梗死核心有助于筛选出适合血管内治疗的卒中患者以及预测血管内治疗出现并发症的风险。NCCT 不仅可排除颅内出血,还可通过脑组织形态学改变(脑肿胀:脑回增粗、脑沟变浅)或密度改变(局部脑实质低密度区:豆状核模糊征、岛带征阳性、灰-白质交界区模糊)提示超急性期脑梗死及大面积脑梗死。

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)评分,其次是梗死核心体积。计算 ASPECTS 评分可通过 NCCT、CTP 或磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI),评估梗死核心体积可通过 CTP、MRI DWI 或 MR 灌注加权成像(perfusion-weighted imaging, PWI)序列等。依据 NCCT 评估的梗死核心评分,即 ASPECTS 评分的可靠性存在一定争议,易受评估专家经验的影响,且存在一定的时间依赖性,其对超早期缺血性病灶的检出率较低。目前认为,ASPECTS 评分 $\geq 7$ 分对应于梗死体积 $< 70$  ml, ASPECTS 评分 $\leq 3$ 分对应于梗死体积 $> 100$  ml<sup>[40]</sup>。对于发病超过 6 h 患者,DAWN 和 DEFUSE 3 研究通过 MRI DWI 上的梗死区域或 CTP 上相对脑血流量(relative cerebral blood flow, rCBF)降低 30% 以上来计算梗死体积<sup>[7-8]</sup>。DAWN 研究允许入组的最大梗死体积为 51 ml,DEFUSE 3 研究在符合缺血梗死错配比(低灌注体积/梗死核心体积 $> 1.8$ )基础上,允许入组的最大梗死体积为 70 ml,当无法进行灌注评估时,在明确大血管闭塞后,DWI 序列上显示梗死核心体积 $< 25$  ml 也可作为适合取栓的标准<sup>[7-8, 41]</sup>。近期有研究显示,与 NCCT ASPECTS 相比,CTP 在识别大梗死核心及预测血管内介入治疗不良结局方面更具优势<sup>[42]</sup>。

在不具备 CTP 检查能力的防治卒中中心,可考虑采用 CTA 源图像进行梗死核心和缺血性半暗带初步评估。在 CTA 扫描后,CTA 源图像可以快速获



得,研究显示CTA源图像低密度可能提示CBV减低,与DWI高信号及最终梗死体积密切相关;与基于平扫CT图像的ASPECTS评分相比,基于CTA图像的ASPECTS评分预测最终梗死体积的准确性更好<sup>[43]</sup>。

## (二)大梗死核心

前循环大梗死核心是指CTP上rCBF $\leq$ 30%的核心体积 $\geq$ 70 ml或ASPECTS评分 $<$ 6分。过去,大梗死核心一直以来都是急诊血管内治疗的禁忌证。然而,目前日本超急性大梗死核心脑梗死血管内治疗试验(RESCUE-Japan LIMIT)<sup>[44]</sup>、ANGEL-ASPECT<sup>[45]</sup>、SELECT 2<sup>[46]</sup>、TENSION<sup>[47]</sup>、TESLA<sup>[48]</sup>和LASTE<sup>[49]</sup>六项RCT的相继报道,为大梗死核心患者的血管内治疗提供了高级别的循证依据。RESCUE-Japan LIMIT纳入了发病24 h内的基于MRI(175例)或CT(28例)判读ASPECTS评分3~5分的前循环大血管闭塞患者<sup>[50]</sup>;大梗死核心急性前循环大血管闭塞患者的血管内治疗(ANGEL-ASPECT)纳入了发病24 h内的基于CT的ASPECTS评分3~5分,或ASPECTS评分0~2分合并梗死核心体积70~100 ml,或发病6~24 h的ASPECTS评分 $>$ 5分合并梗死核心体积70~100 ml的前循环大血管闭塞患者<sup>[45]</sup>;SELECT 2研究纳入发病24 h内的基于CT的ASPECTS评分3~5分或梗死核心体积 $>$ 50 ml的急性前循环大血管闭塞患者<sup>[46]</sup>;TENSION研究纳入了发病12 h内、ASPECTS 3~5分急性前循环大血管闭塞患者<sup>[47]</sup>;TESLA研究纳入发病24 h内、ASPECTS评分为2~5分的急性前循环大血管闭塞患者<sup>[48]</sup>;LASTE研究纳入发病6.5 h内、ASPECTS评分0~5分、年龄 $\geq$ 80岁患者ASPECTS评分4或5分<sup>[49]</sup>。以上六项研究最终均证实了前循环大梗死核心患者取栓治疗的疗效优于单纯药物治疗。这几项研究的影像学检查手段均以平扫CT为基础,特别是TESLA研究<sup>[48]</sup>基于单纯头颅CT平扫来筛选大核心梗死患者,这为部分基层医院依靠简单影像技术开展大核心梗死患者的取栓治疗提供了依据,有利于更多的大梗死核心患者从取栓治疗中获益。基于此,在《中国急性缺血性卒中诊治指南2023》中对于前循环大梗死核心血管内治疗的推荐也做出了更新<sup>[50]</sup>。

## (三)缺血半暗带

缺血半暗带是脑梗死核心灶周围由于脑血流灌注不足而导致神经功能受损的脑组织,除非积极有效的治疗,否则进展为不可逆损伤的区域,是临

床治疗及研究的焦点。快速有效地识别核心梗死灶与周围潜在的可挽救脑组织(缺血半暗带)对于选择适合血管再通治疗的患者至关重要<sup>[51-53]</sup>。在临床实践中常采用影像学“不匹配”或者临床症状与影像学“不匹配”来代替组织学定义的缺血半暗带,通过计算缺血半暗带与梗死核心体积比值,进行再灌注治疗前的风险评估和临床预后预测。

1. 基于影像学“不匹配的”评价方法:CTP通过追踪对比剂到达脑组织后的流入及流出情况以评估脑梗死和低灌注区域,是临床上评估急性脑梗死可挽救区域的主要手段。目前常用评估指标包括核心梗死区、缺血半暗带、低灌注区,其中缺血半暗带为低灌注区与核心梗死区的不匹配区域。通常将Tmax $>$ 6 s或相对平均通过时间值 $>$ 145%作为缺血半暗带的外界阈值,rCBF值 $<$ 30%为梗死核心,以Tmax $>$ 6 s与rCBF $<$ 30%“不匹配”应用更多。在PWI/DWI“不匹配”模式中,以ADC值 $<$ 600 s/mm<sup>2</sup>的DWI高信号区域作为梗死核心,使用CBF/DWI“不匹配”,即Tmax $>$ 6 s区域大于梗死核心部分,来定性评估缺血半暗带<sup>[40]</sup>。EXTEND-IA<sup>[2]</sup>、REVASCAT<sup>[54]</sup>、SWIFT PRIME<sup>[5]</sup>和DEFUSE 3<sup>[8]</sup>等研究均采用CTP/DWI不匹配模式评估缺血半暗带,其中DEFUSE 3研究要求缺血区/梗死区体积比 $\geq$ 1.8,缺血区与梗死区错配体积 $>$ 15 ml,即可挽救的脑组织体积在15 ml以上<sup>[8]</sup>。此外,MRI的DWI与液体衰减反转恢复序列(fluid-attenuated inversion recovery, FLAIR)的“不匹配”可评估发病时间不明的AIS患者缺血半暗带。一些研究证实它可以较准确地间接评估缺血半暗带和侧支循环状况,有效识别起病4.5 h以内的AIS患者,用于指导发病时间不明和醒后卒中患者的静脉溶栓治疗<sup>[55-56]</sup>。

动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)技术是一种不需使用钆剂的脑灌注成像技术,仅能提供CBF单一参数。研究显示,在急性脑梗死患者,ASL显示的CBF低灌注区与PWI、CTP低灌注区域有很好的一致性<sup>[57]</sup>,ASL上rCBF $<$ 40%相当于PWI上Tmax $>$ 6 s<sup>[58]</sup>。然而,传统的单延迟时间ASL可能由于标记后延迟时间(PLD)不准确导致CBF被低估。多延迟ASL技术可在一次标记后完成多个PLD,获取多个灌注参数并通过动脉通过时间校正提高了ASL测量的准确性。研究发现校正后的rCBF $<$ 40%-DWI鉴别所得缺血半暗带体积接近CTP识别结果,识别的缺血半暗带体积最为准





确<sup>[59]</sup>。MR-STARs 研究显示,PLD 对于 ASL 评估缺血半暗带存在较大的影响,长的 PLD 更有利于缺血半暗带的评估<sup>[60]</sup>。尽管 ASL 具有广阔的应用前景,但应用于 AIS 患者的最佳参数选择以及定量分析结果尚无定论,其应用价值尚有待前瞻性大样本临床研究进一步证实。

2. 基于临床症状与影像学“不匹配的”评价方法:不具备多模式影像评估条件时,可通过常规 CT/MRI 影像学上的梗死核心和临床症状“不匹配”间接判断缺血半暗带。当患者存在较为显著的神经功能缺失,但影像学却显示核心梗死区域较小,如 NIHSS $\geq 6$  分而 ASPECT $\geq 6$  分提示患者侧支循环状态良好,存在较大的缺血半暗带,在时间窗内可考虑血管内介入治疗<sup>[53, 61-62]</sup>。DAWN 研究采用临床-梗死不匹配的标准,将年龄和 NIHSS 相结合,梗死体积阈值设置为最大 51 ml<sup>[7]</sup>。

对于发病超过 6 h 的前循环闭塞性 AIS 患者,需多模式影像检查明确梗死核心区和缺血半暗带体积,以评估是否适合接受紧急血管内治疗。可采用一站式 CTA+CTP 或 MRI DWI+MRA+PWI 方案进行术前评估;对于无法完成 CTP 的卒中中心,可根据 CTA 源图像进行梗死核心和缺血半暗带的判断。不具备多模式影像评估条件时,可通过常规 CT/MRI 影像学上的梗死核心和临床症状“不匹配”,间接反映缺血半暗带存在。

尽管美国卒中协会和欧洲卒中组织有关指南推荐用高级影像筛选患者,但是与高级影像评估(MRI/CTP)相比,基础影像评估(CT/CTA)的成像时间更短,在基层卒中中心应用更广泛。CLEAR 研究发现对于发病 6~24 h 内接受血管内介入治疗的前循环闭塞性卒中患者,采用平扫 CT 与采用 CTP 或 MRI 筛选相比,临床结局差异无统计学意义<sup>[63]</sup>。DEVT 和 RESCUE BT 两项 RCT 的事后分析同样提示,在不同时间窗的前循环大血管闭塞患者中,基础影像评估与高级影像评估的临床预后差异并无统计学意义<sup>[64]</sup>。以上研究结果为超窗患者借助更简单、应用更加广泛的 NCCT 进行取栓前的评估提供了参考依据,未来 NCCT 作为 MRI/CTP 术前评估模式的替代方法有待前瞻性多中心 RCT 进一步证实。推荐不同时间窗的影像选择流程图见图 1。

#### 推荐意见:

5. 对于发病时间在 6~16 h 的患者,参照 DAWN 或 DEFUSE-3 研究标准筛选适合取栓的患者。

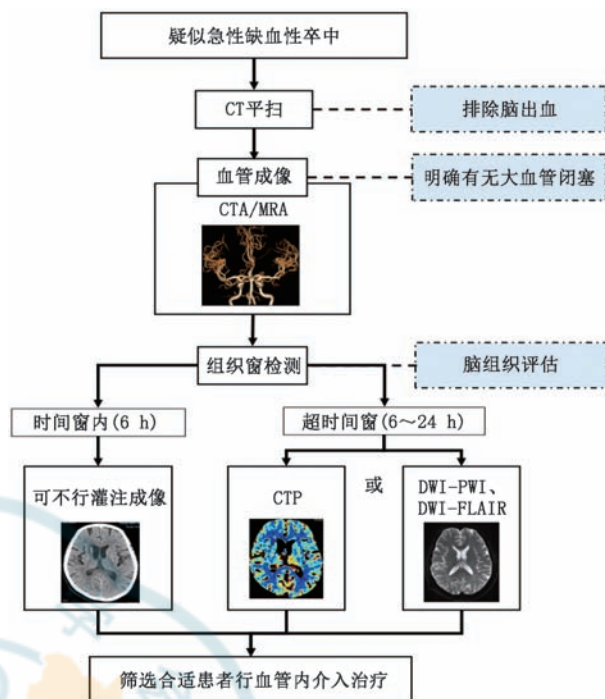


图1 不同时间窗的影像选择流程图

6. 对于发病时间在 16~24 h 的患者,参照 DAWN 研究标准不匹配筛选适合取栓的患者。

7. 对于急性前循环大血管闭塞的大梗死核心患者,推荐应用 ASPECTS 评分或者 CTP/DWI 评估梗死核心,如发病 24 h 内 ASPECTS 3~5 分,或梗死核心 50~100 ml 可给予血管内介入治疗。

8. 对于发病时间大于 6 h 的超窗患者借助基础影像评估(NCCT)替代高级影像评估(CTP/MRP)作为术前评估模式,尚有待前瞻性多中心 RCT 进一步证实。

#### 三、侧支循环

脑侧支循环是指当大脑的供血动脉严重狭窄或闭塞时,血流通过其他血管(侧支或新形成的血管吻合)到达缺血区,从而使缺血组织得到不同程度的灌注代偿。既往研究证明,侧支循环状态能够显著影响 AIS 患者血管内治疗的临床结局,有效的侧支循环评价能够识别可能从早期血管开通中获益的患者<sup>[65-66]</sup>。因此,对拟行血管内治疗的 AIS 患者,应尽可能完成基线侧支循环评估,以协助预测血管内治疗的风险和获益,并进行危险度分层。AIS 临床常用的侧支循环评价方法包括 DSA、CTA 和 MRA。这些评分系统的思路基本一致,主要是针对前循环单侧大动脉闭塞所致的缺血性卒中设计<sup>[67-68]</sup>,都是将病变侧缺血区域内软膜支与正常侧同一区域进行对比,从而估计其侧支代偿状态。



### (一)DSA 评估

DSA 是目前应用最为广泛的侧支循环分级评估影像方法,作为二级、三级侧支评估的金标准,DSA 主要采用美国介入和治疗神经放射学学会/介入放射学学会(American Society of Interventional and Therapeutic Neuroradiology/Society of Interventional Radiology, ASTIN/SIR)侧支循环评估系统<sup>[69]</sup>,1 级为侧支循环较差,2 级为侧支循环中等,3~4 级为侧支循环较好。此分级系统已在多个大型多中心临床对照研究中应用,具有较好的一致性和可靠性。一项回顾性单中心研究基于 DSA 的评估动脉侧支结合侧支循环静脉相(collateral venous phase, CVP),研究结果提示 CVP 与 AIS 血管内治疗后临床结局密切相关,且与单纯动脉侧支循环评分相比,动脉侧支循环评分联合 CVP 临床疗效预测价值更强,提示 CVP 评估有望成为动脉侧支评估的重要补充<sup>[70]</sup>。该研究结论需在大型前瞻性研究中进一步证实。然而,DSA 为有创检查,除了计划进行 AIS 血管内治疗,DSA 不应作为常规侧支循环评估检查。

### (二)CTA 评估

CTA 是 AIS 最常用的评估侧支循环的影像技术,具备快速、无创及较高的时空分辨率的优势,可以清楚地显示颅内动脉狭窄或闭塞部位以及一级、二级侧支循环代偿范围。常用的基于单相 CTA 的侧支循环评估量表有 Tan 评分系统<sup>[71]</sup>、Miteff 评分系统<sup>[72]</sup>、Maas 评分系统<sup>[73]</sup>、区域软脑膜侧支循环(rLMC)<sup>[74]</sup>等。Tan 评分和 Miteff 评分定义的侧支循环均已被证明是 AIS 预后的独立预测因素<sup>[75]</sup>。与单时相 CTA 相比,多时相 CTA 不增加额外的对比剂负担,能够更好地动态评估侧支循环状态,具有较高的评估者间一致性。基于 CTA 的 ASPECTS 侧支循环评分系统被国内外卒中指南广泛推荐,用于筛选 AIS 可能存在缺血半暗带且适合血管内介入治疗的患者<sup>[76]</sup>。学者利用 CTA 评估动脉侧支及静脉回流、CTP 评估组织水平侧支,定义该综合评价为“脑侧支级联”(cerebral collateral cascade, CCC),并发现 CCC 综合评价能够更好地预测取栓术后临床和影像学结局<sup>[77]</sup>。MR CLEAN-LATE 研究发现基于 CTA 评估侧支血流选择的超窗患者也可从血管内治疗获益<sup>[78]</sup>。研究显示基于 CTA 的静脉侧支评分,如 PRECISE 评分和皮质静脉显影评分(COVES)<sup>[79-81]</sup>及基于 4D-CTA 的皮质静脉侧支评分(cortical venous collateral score based on 4D-CTA,

4D-VCS)<sup>[82-83]</sup>与 AIS 患者血管内治疗术后良好的临床结局密切相关,进一步提示静脉侧支状态的重要预后预测价值。

### (三)MRA 评估

MRA 多期成像侧支图评估 AIS 患者侧支循环具有一定的临床可靠性<sup>[84]</sup>。闭塞动脉远端 FLAIR 高信号血管征代表了软脑膜侧支循环的缓慢逆向血流,这些高信号在缺血区域的位置可能与脑血流动力学状态有关<sup>[85]</sup>。MRA 缺点是采集时间长和远端血管分辨率差,对二级以上侧支循环难以评价,且目前缺少基于 MRA 的侧支循环评价量化标准。随着硬件的进步和新型成像技术的发展,国内部分中心已优化采集方案和减少了采集时间,未来基于 MRI 的卒中急性成像方案将越来越常用。

#### 推荐意见:

**9. 拟行血管内治疗的 AIS 患者,应尽可能完成基线侧支循环评估,协助预测血管内治疗的风险和获益,并进行危险度分层。**

**10. DSA、CTA、MRI 和 MRA 是 AIS 侧支循环评估的主要影像学工具,在不适用或者不存在 DSA 检查条件时,CTA 是急诊 AIS 患者侧支循环评估的主要方法。**

**11. ASTIN/SIR 和 ASPECTS 评分系统分别是 DSA 和 CTA 评估脑侧支循环的主要评估方法;ASPECTS 评分系统应用方便,是 AIS 患者进行侧支循环评估的主要方法。**

### 四、AIS 血管内介入治疗后影像评估

在《急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2023》中的救治流程图中,明确推荐血管内治疗患者术后转入 NICU 病房,24 h 内复查头颅 CT 和脑血管影像及全面体格检查<sup>[86]</sup>。急诊介入治疗术后头颅 CT 上出现高密度病变很常见,临床实践中应注意鉴别高密度病变为对比剂外渗还是脑出血<sup>[87]</sup>。既往研究表明,AIS 患者介入治疗术后 CT 复查中出现的颅内高密度影与术后出血转化相关<sup>[88]</sup>,且可以预测术后脑梗死的进展及临床转归<sup>[89-90]</sup>。对比剂外渗同样也预示着 AIS 患者 3 个月内出血转化的高风险和不良的临床结果<sup>[91]</sup>。双能量 CT 可以将脑实质、出血和碘三种物质进行分解,所获得的虚拟平扫图像和碘融合图像可对 AIS 术后脑内高密度影进行早期鉴别,区别出是碘渗漏还是 ICH,其阳性预测率和敏感率高,对早期诊断 ICH 具有明显的价值<sup>[92-93]</sup>。

AIS 血管内治疗的成功再通并不意味着灌注





恢复,仍存在部分患者再通后脑组织低灌注<sup>[94]</sup>。2022 年一项单中心随机对照研究通过磁共振灌注成像直观展示血管内治疗后再灌注情况,研究发现,动脉阿替普酶治疗组患者低灌注发生率显著低于安慰剂组,并且更易获得良好功能预后<sup>[95]</sup>。AIS 血管内治疗后再灌注不良、再灌注损伤、“无复流”现象与 90 d 预后不良密切相关。因此,术后早期有效、准确的血流灌注状态评估可及时反馈治疗效果,有助于尽早识别并发症、预测患者预后并及时调整治疗策略<sup>[96-97]</sup>。术后脑组织血流灌注复查时机通常在患者再通后 24 h 至 3 d,采用的影像方法包括 CTP、MRP、单光子发射计算机断层扫描、定量数字减影血管造影术等<sup>[98-100]</sup>。但目前大部分灌注成像需注射外源性对比剂,容易造成血管内治疗患者的对比剂负担,因此,无创、无对比剂负担的灌注成像手段在术后应用前景更为广阔。

取栓后的影像学随访在指导治疗决策方面起着关键作用,特定的取栓相关并发症(血管夹层、穿孔等)、术中动脉对比剂注射和取栓操作相关均具有不同的影像学表现。研究数据显示约 5% 的大血管闭塞的 AIS 患者在血管再通后 7 d 内经历再闭塞,不良结局风险显著增加<sup>[101-102]</sup>。因此,术后梗死面积、梗死增长衰减、再灌注、与再闭塞的预后价值是优化治疗策略和预后评估的研究重点。血管壁成像等技术可以帮助监测取栓术后的原位血管形态,并指导优化取栓器械的性能。未来仍需要研究以确定标准化的术后影像学检查节点及检查方案,更全面地了解机械取栓后的影像学征象与预后的关联,以优化患者管理和相关治疗决策。

#### 推荐意见:

**12. 建议在 AIS 患者血管内介入治疗后即刻或 24 h 内行头颅 CT 扫描评估。**

**13. 术后双能量 CT 检查对于早期鉴别脑出血与碘对比剂外渗有重要诊断价值,条件允许可作为 AIS 术后常规检查。**

**14. 由于术后脑血流灌注状态与预后密切相关,建议根据患者具体情况术后 24 h~7 d 内行脑血管和脑组织血流灌注复查。**

#### 五、人工智能的辅助评估应用

基于临床大数据的人工智能诊疗决策技术研究和应用日趋成熟,已逐渐应用于卒中领域的影像评估、临床辅助决策和预后预测等多个方面。人工智能辅助分析软件(RAPID、MIstar、eStroke 和

F-Stroke 等)可快速分析 CTP/DWI 等影像数据,实现高精度图像配准和融合,及病变识别和分类<sup>[103]</sup>。其可协助临床医师快速阅读影像并精准识别急性大动脉闭塞,早期准确计算梗死核心和缺血半暗带体积,与传统影像学“不匹配”的视觉评估模式相比,其优势在于快速、全自动和定量判定,弥补了主观判断的缺陷。RAPID 软件已被广泛应用于 EXTEND-IA、DEFUSE-3 和 DAWN 等随机对照研究中<sup>[2,8]</sup>,并获得良好的结果。近年来,我国也陆续开发了人工智能辅助分析软件,并在研究中证实,在计算核心梗死区及缺血区体积上与 RAPID 软件具有极佳的一致性,全自动辅助软件所计算的影像指标相较于传统工作站更加准确<sup>[104-105]</sup>。

需要强调的是,在使用人工智能辅助软件时,应关注其基于的原始影像的质量,原始影像采集时的患者运动、对比剂注射都可能导致软件计算出错。由于成像原理的不同,这些软件使用 CTP 计算的核心梗死区与磁共振 DWI 相比有一定差异,需要结合多个 CBF 下降的阈值来评估核心梗死区。此外,CT 灌注影像不能很好地提示腔梗与陈旧性梗死<sup>[106]</sup>。

随着人工智能后处理系统的不断完善,梗死核心和缺血半暗带评估已经从定性逐渐发展为快速精准定量模式。然而,目前人工智能辅助分析软件在我国卒中中心尚未广泛普及。在有条件的卒中中心,推荐使用人工智能辅助分析软件,有助于快速、全自动定量评估梗死核心和缺血半暗带体积。

#### 推荐意见:

**15. 在有条件的中心,在合格的原始图像基础上,可使用人工智能辅助分析软件有助于快速、全自动定量评估梗死核心和缺血半暗带体积,筛选适合行血管内介入治疗的患者。**

执笔:杜鹃(东部战区总医院神经内科);程晓青(东部战区总医院放射诊断科);黄抗默(东部战区总医院神经内科);陈红兵(中山大学附属第一医院神经内科);孙文(中国科学技术大学附属第一医院神经内科);胡伟(中国科学技术大学附属第一医院神经内科)

参与讨论专家(按姓氏汉语拼音排序):阿不都克尤木·亚生(新疆喀什地区第二人民医院神经内科);蔡必扬(东部战区总医院神经内科);蔡学礼(丽水市中心医院神经内科);曹辉(南京脑科医院神经内科);曹文锋(江西省人民医院神经内科);陈红兵(中山大学附属第一医院神经内科);陈星宇(厦门大学附属中山医院神经内科);陈阳美(重庆医科大学





附属第二医院神经内科);陈长青(中南大学湘雅医院神经内科);程晓青(东部战区总医院放射诊断科);崔晓萍(联勤保障部队第九〇〇医院神经内科);代成波(广东省人民医院神经内科);代齐良(东部战区总医院神经内科);杜鹃(东部战区总医院神经内科);范进(西部战区总医院神经内科);樊新颖(东部战区总医院神经内科);方朴(南昌大学第一附属医院神经内科);冯骏(西安交通大学第一附属医院血管外科);高小平(湖南省人民医院神经内科);耿昱(浙江省人民医院神经内科);郭富强(四川省人民医院神经内科);韩红星(临沂市人民医院神经内科);韩建峰(西安交通大学第一附属医院神经内科);韩巨(山东第一医科大学第一附属医院神经内科);韩云飞(江苏省中医院神经内科);郝永岗(苏州大学附属独墅湖医院神经内科);胡发云(四川大学华西医院神经内科);胡伟(中国科学技术大学附属第一医院神经内科);胡震(上海交通大学医学院附属瑞金医院神经内科);黄抗默(东部战区总医院神经内科);霍晓川(首都医科大学附属北京安贞医院神经疾病中心);贾颐(西安高新医院神经内科);焦力群(首都医科大学宣武医院神经外科);孔德燕(广西医科大学第二附属医院神经内科);李冰(烟台毓璜顶医院神经内科);李刚(同济大学附属东方医院神经内科);李浩涛(江苏省常熟市第二人民医院神经内科);李威(海南医学院第一附属医院神经内科);李先锋(南宁市第一人民医院神经内科);李永坤(福建省立医院神经内科);林敏(福建中医药大学附属第二人民医院神经内科);刘爱华(北京天坛医院脑血管病外科);刘德志(江苏省人民医院神经内科);刘玲(东部战区总医院神经内科);刘锐(东部战区总医院神经内科);刘圣(江苏省人民医院介入科);刘文华(武汉市第一医院神经内科);刘新峰(中国科学技术大学附属第一医院神经内科);刘新通(广东省第二人民医院神经内科);刘煜敏(武汉大学中南医院神经内科);刘尊敬(北京大学人民医院神经内科);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);马敏敏(东部战区总医院神经内科);马宁(北京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);秦超(广西医科大学第一附属医院神经内科);沈华超(东部战区总医院神经内科);石进(空军医学特色中心神经内科);石忠松(中山大学孙逸仙纪念医院神经外科);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);孙雅轩(山西省人民医院神经内科);汤永红(湖南南华大学附属南华医院神经内科);汪银洲(福建省立医院神经内科);王怀明(陆军第八十集团军医院神经内科);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);王伟(扬州大学附属医院影像科);吴川杰(首都医科大学宣武医院神经内科);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);肖国栋(苏州大学附属第二医院神经内科);肖露露(东部战区总医院神经内科);徐格林(深圳市第二人民医院神经内科);徐浩文(郑州大学第一附属医院神

经介入科);杨昉(东部战区总医院神经内科);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);袁光雄(湖南省湘潭市中心医院急诊科);袁毅(中南大学湘雅三医院神经内科);岳炫烨(天津医科大学总医院神经内科);张桂莲(西安交通大学第二附属医院神经内科);赵清石(深圳市龙华区人民医院神经内科);赵振强(海南医学院第一附属医院神经内科);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);资文杰(陆军军医大学第二附属医院神经内科)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 中国卒中学会, 中国卒中学会神经介入分会, 中华预防医学会卒中预防与控制专业委员会介入学组. 急性缺血性卒中血管内治疗影像评估中国专家共识[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12(11): 1041-1056. DOI: 10.3969/j. issn. 1673-5765.2017.11.014.
- [10] Zhou Y, Jing Y, Ospel J, et al. CT hyperdense artery sign and the effect of alteplase in endovascular thrombectomy after acute stroke[J]. Radiology, 2022, 305(2): 410-418.



- DOI: 10.1148/radiol.212358.
- [11] Rotzinger DC, Mosimann PJ, Meuli RA, et al. Site and rate of occlusive disease in cervicocerebral arteries: A CT angiography study of 2209 patients with acute ischemic stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2017, 38(5): 868-874. DOI: 10.3174/ajnr.A5123.
  - [12] Requena M, Olivé-Gadea M, Muchada M, et al. Direct to angiography suite without stopping for computed tomography imaging for patients with acute stroke: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2021, 78(9): 1099-1107. DOI: 10.1001/jamaneurol.2021.2385.
  - [13] Galecio-Castillo M, Vivanco-Suarez J, Zevallos CB, et al. Direct to angiosuite strategy versus standard workflow triage for endovascular therapy: systematic review and Meta-analysis[J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e1): e17-e25. DOI: 10.1136/neurintsurg-2022-018895.
  - [14] Desai SM, Psychogios M, Khatri P, et al. Direct transfer to the neuroangiography suite for patients with stroke[J]. *Stroke*, 2023, 54(6): 1674-1684. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.033447.
  - [15] Campbell BC, Hill MD, Rubiera M, et al. Safety and efficacy of solitary stent thrombectomy: individual patient data Meta-analysis of randomized trials[J]. *Stroke*, 2016, 47(3): 798-806. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.012360.
  - [16] 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.
  - [17] Dmytriw AA, Musmar B, Salim H, et al. Incidence and clinical outcomes of perforations during mechanical thrombectomy for medium vessel occlusion in acute ischemic stroke: A retrospective, multicenter, and multinational study[J]. *Eur Stroke J*, 2024, 9(2): 328-337. DOI: 10.1177/23969873231219412.
  - [18] Nguyen TN, Qureshi MM, Strambo D, et al. Endovascular versus medical management of posterior cerebral artery occlusion stroke: The PLATO Study[J]. *Stroke*, 2023, 54(7): 1708-1717. DOI: 10.1161/STROKEAHA.123.042674.
  - [19] Mohammaden MH, Souza Viana L, Abdelhamid H, et al. Endovascular versus medical management in distal medium vessel occlusion stroke: The DUSK Study[J]. *Stroke*, 2024, 55(6): 1489-1497. DOI: 10.1161/STROKEAHA.123.045228.
  - [20] Olive-Gadea M, Requena M, Diaz F, et al. Systematic CT perfusion acquisition in acute stroke increases vascular occlusion detection and thrombectomy rates[J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(12): 1270-1273. DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-018241.
  - [21] Amukotuwa SA, Wu A, Zhou K, et al. Distal medium vessel occlusions can be accurately and rapidly detected using Tmax maps[J]. *Stroke*, 2021, 52(10): 3308-3317. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032941.
  - [22] Becks MJ, Manniesing R, Vister J, et al. Brain CT perfusion improves intracranial vessel occlusion detection on CT angiography[J]. *J Neuroradiol*, 2019, 46(2): 124-129. DOI: 10.1016/j.neurad.2018.03.003.
  - [23] Ospel JM, Dowlatshahi D, Demchuk A, et al. Endovascular treatment to improve outcomes for medium vessel occlusions: The ESCAPE-MeVO trial[J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(9): 1064-1070. DOI: 10.1177/17474930241262642.
  - [24] Park H, Baek JH, Kim BM. Endovascular treatment of acute stroke due to intracranial atherosclerotic stenosis-related large vessel occlusion[J]. *Front Neurol*, 2019, 10: 308. DOI: 10.3389/fneur.2019.00308.
  - [25] Kim YW, Hong JM, Park DG, et al. Effect of intracranial atherosclerotic disease on endovascular treatment for patients with acute vertebrobasilar occlusion[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37(11): 2072-2078. DOI: 10.3174/ajnr.A4844.
  - [26] Chien C, Lin CJ, Chang FC, et al. Quantitative CT angiography predicts large artery occlusion types and successful thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *J Chin Med Assoc*, 2021, 84(1): 61-67. DOI: 10.1097/JCMA.0000000000000434.
  - [27] Qazi S, Qazi E, Wilson AT, et al. Identifying thrombus on non-contrast CT in patients with acute ischemic stroke[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(10): 1919. DOI: 10.3390/diagnostics11101919.
  - [28] Kang DW, Jeong HG, Kim DY, et al. Prediction of stroke subtype and recanalization using susceptibility vessel sign on susceptibility-weighted magnetic resonance imaging[J]. *Stroke*, 2017, 48(6): 1554-1559. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.016217.
  - [29] Bourcier R, Derraz I, Bracad S, et al. Two-layered susceptibility vessel sign and high overestimation ratio on MRI are predictive of cardioembolic stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2019, 40(1): 65-67. DOI: 10.3174/ajnr.A5865.
  - [30] Baek JH, Kim BM, Kim JW, et al. Utility of leptomeningeal collaterals in predicting intracranial atherosclerosis-related large vessel occlusion in endovascular treatment[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(9): 2784. DOI: 10.3390/jcm9092784.
  - [31] Lee JS, Lee SJ, Hong JM, et al. Endovascular treatment of large vessel occlusion strokes due to intracranial atherosclerotic disease[J]. *J Stroke*, 2022, 24(1): 3-20. DOI: 10.5853/jos.2021.01375.
  - [32] Suh HI, Hong JM, Lee KS, et al. Imaging predictors for atherosclerosis-related intracranial large artery occlusions in acute anterior circulation stroke[J]. *J Stroke*, 2016, 18(3): 352-354. DOI: 10.5853/jos.2016.00283.
  - [33] de Havenon A, Zaidat OO, Amin-Hanjani S, et al. Large vessel occlusion stroke due to intracranial atherosclerotic disease: identification, medical and interventional treatment, and outcomes[J]. *Stroke*, 2023, 54(6): 1695-1705. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.040008.
  - [34] Garcia-Bermejo P, Patro SN, Ahmed AZ, et al. Baseline occlusion angiographic appearance on mechanical thrombectomy suggests underlying etiology and outcome [J]. *Front Neurol*, 2019, 10: 499. DOI: 10.3389/fneur.2019.00499.
  - [35] Cho KC, Son NH, Choi JW, et al. Angiographic tapering sign as a surrogate marker for large vessel occlusion due to intracranial atherosclerotic stenosis and its clinical implication: a retrospective matched case-control study [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e2): e204-e208. DOI: 10.1136/jnis-2022-019311.
  - [36] Yamamoto Y, Yamamoto N, Kanematsu Y, et al. The Claw Sign: An angiographic predictor of recanalization after mechanical thrombectomy for cerebral large vessel occlusion[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2019, 28(6): 1555-1560. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.03.007.
  - [37] 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 2024[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(18): 1461-1470.





- 管病学组. 中国头颈部动脉夹层诊治指南 2024[J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(8): 813-829. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20240205-00081.
- [38] 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.
- [39] Psychogios M, Brehm A, López-Cancio E, et al. European stroke organisation guidelines on treatment of patients with intracranial atherosclerotic disease[J]. *Eur Stroke J*, 2022, 7(3): III-IV. DOI: 10.1177/23969873221099715.
- [40] 国家卫生健康委员会脑卒中防治工程委员会神经影像专业委员会, 中华医学会放射学分会神经学组. 脑血管病影像规范化应用中国指南[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(11): 916-940. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.11.002.
- [41] Tang Y, Cao Z, Guo N, et al. A Siamese Swin-Unet for image change detection[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 4577. DOI: 10.1038/s41598-024-54096-8.
- [42] Sui Y, Chen W, Chen C, et al. CTP-defined large core is a better predictor of poor outcome for endovascular treatment than ASPECTS-defined large core[J]. *Stroke*, 2024, 55(5): 1227-1234. DOI: 10.1161/STROKEAHA.123.045091.
- [43] Sallustio F, Motta C, Pizzuto S, et al. CT angiography ASPECTS predicts outcome much better than noncontrast CT in patients with stroke treated endovascularly[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2017, 38(8): 1569-1573. DOI: 10.3174/ajnr.A5264.
- [44] Yoshimura S, Sakai N, Yamagami H, et al. Endovascular therapy for acute stroke with a large ischemic region[J]. *N Engl J Med*, 2022, 386(14): 1303-1313. DOI: 10.1056/NEJMoa2118191.
- [45] Huo X, Ma G, Tong X, et al. Trial of endovascular therapy for acute ischemic stroke with large infarct[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(14): 1272-1283. DOI: 10.1056/NEJMoa2213379.
- [46] Sarraj A, Hassan AE, Abraham MG, et al. Trial of endovascular thrombectomy for large ischemic strokes[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(14): 1259-1271. DOI: 10.1056/NEJMoa2214403.
- [47] Bendszus M, Fiehler J, Subtil F, et al. Endovascular thrombectomy for acute ischaemic stroke with established large infarct: multicentre, open-label, randomised trial[J]. *Lancet*, 2023, 402(10414): 1753-1763. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02032-9.
- [48] Aj ZOY. The thrombectomy for emergent salvage of large anterior circulation ischemic stroke(TESLA) trial: 1-year outcome[M]. ISC 2024: Phoniex AZ. 2024.
- [49] Costalat V, Jovin TG, Albuher JF, et al. Trial of thrombectomy for stroke with a large infarct of unrestricted size[J]. *N Engl J Med*, 2024, 390(18): 1677-1689. DOI: 10.1056/NEJMoa2314063.
- [50] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023[J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523-559. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20240410-00221.
- [51] Zhu G, Michel P, Aghaebrahim A, et al. Computed tomography workup of patients suspected of acute ischemic stroke: perfusion computed tomography adds value compared with clinical evaluation, noncontrast computed tomography, and computed tomography angiogram in terms of predicting outcome[J]. *Stroke*, 2013, 44(4): 1049-1055. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.674705.
- [52] Zhu G, Michel P, Aghaebrahim A, et al. Prediction of recanalization trumps prediction of tissue fate: the penumbra: a dual-edged sword[J]. *Stroke*, 2013, 44(4): 1014-1019. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.000229.
- [53] 中国医师协会神经内科医师分会脑血管病学组. 急性脑梗死缺血半暗带临床评估和治疗中国专家共识[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2021, 47(6): 324-335. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0152.2021.06.002.
- [54] Dávalos A, Cobo E, Molina CA, et al. Safety and efficacy of thrombectomy in acute ischaemic stroke (REVASCAT): 1-year follow-up of a randomised open-label trial[J]. *Lancet Neurol*, 2017, 16(5): 369-376. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30047-9.
- [55] Aoki J, Kimura K, Iguchi Y, et al. FLAIR can estimate the onset time in acute ischemic stroke patients[J]. *J Neurol Sci*, 2010, 293(1-2): 39-44. DOI: 10.1016/j.jns.2010.03.011.
- [56] Thomalla G, Simonsen CZ, Boutitie F, et al. MRI-guided thrombolysis for stroke with unknown time of onset[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(7): 611-622. DOI: 10.1056/NEJMoa1804355.
- [57] Mirasol RV, Bokkers RP, Hernandez DA, et al. Assessing reperfusion with whole-brain arterial spin labeling: a noninvasive alternative to gadolinium[J]. *Stroke*, 2014, 45(2): 456-461. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.004001.
- [58] Bivard A, Krishnamurthy V, Stanwell P, et al. Arterial spin labeling versus bolus-tracking perfusion in hyperacute stroke[J]. *Stroke*, 2014, 45(1): 127-133. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003218.
- [59] Yan C, Yu F, Zhang Y, et al. Multidelay arterial spin labeling versus computed tomography perfusion in penumbra volume of acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2023, 54(4): 1037-1045. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.040759.
- [60] Lyu J, Duan Q, Xiao S, et al. Arterial spin labeling-based MRI estimation of penumbral tissue in acute ischemic stroke[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2023, 57(4): 1241-1247. DOI: 10.1002/jmri.28364.
- [61] Lin L, Yang J, Chen C, et al. Association of collateral status and ischemic core growth in patients with acute ischemic stroke[J]. *Neurology*, 2021, 96(2): e161-e170. DOI: 10.1212/WNL.00000000000011258.
- [62] 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.
- [63] Nguyen TN, Abdalkader M, Nagel S, et al. Noncontrast computed tomography vs computed tomography perfusion or magnetic resonance imaging selection in late presentation of stroke with large-vessel occlusion[J]. *JAMA Neurol*, 2022, 79(1): 22-31. DOI: 10.1001/jamaneurol.2021.4082.
- [64] Miao J, Sang H, Li F, et al. Effect of imaging selection paradigms on endovascular thrombectomy outcomes in patients with acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2023, 54(6):



- 1569-1577. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.042203.
- [65] Berkhemer OA, Jansen IG, Beumer D, et al. Collateral status on baseline computed tomographic angiography and intra-arterial treatment effect in patients with proximal anterior circulation stroke[J]. *Stroke*, 2016, 47(3): 768-776. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.011788.
  - [66] Menon BK, Qazi E, Nambiar V, et al. Differential effect of baseline computed tomographic angiography collaterals on clinical outcome in patients enrolled in the interventional management of stroke III trial[J]. *Stroke*, 2015, 46(5): 1239-1244. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.009009.
  - [67] McVerry F, Liebeskind DS, Muir KW. Systematic review of methods for assessing leptomeningeal collateral flow[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012, 33(3): 576-582. DOI: 10.3174/ajnr.A2794.
  - [68] 中国卒中学会脑血流与代谢分会. 缺血性卒中侧支循环评估与干预中国指南(2017)[J]. *中华内科杂志*, 2017, 56(6): 460-471. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2017.06.016.
  - [69] Higashida RT, Furlan AJ, Roberts H, et al. Trial design and reporting standards for intra-arterial cerebral thrombolysis for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2003, 34(8): e109-e137. DOI: 10.1161/01.STR.0000082721.62796.09.
  - [70] Consoli A, Pizzuto S, Sgreccia A, et al. Angiographic collateral venous phase: a novel landmark for leptomeningeal collaterals evaluation in acute ischemic stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e2): e323-e329. DOI: 10.1136/jnis-2022-019653.
  - [71] Tan IY, Demchuk AM, Hopyan J, et al. CT angiography clot burden score and collateral score: correlation with clinical and radiologic outcomes in acute middle cerebral artery infarct[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009, 30(3): 525-531. DOI: 10.3174/ajnr.A1408.
  - [72] Miteff F, Levi CR, Bateman GA, et al. The independent predictive utility of computed tomography angiographic collateral status in acute ischaemic stroke[J]. *Brain*, 2009, 132(Pt 8): 2231-2238. DOI: 10.1093/brain/awp155.
  - [73] Maas MB, Lev MH, Ay H, et al. Collateral vessels on CT angiography predict outcome in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2009, 40(9): 3001-3005. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.552513.
  - [74] Menon BK, Smith EE, Modi J, et al. Regional leptomeningeal score on CT angiography predicts clinical and imaging outcomes in patients with acute anterior circulation occlusions[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(9): 1640-1645. DOI: 10.3174/ajnr.A2564.
  - [75] Gensicke H, Al-Ajlan F, Fladt J, et al. Comparison of three scores of collateral status for their association with clinical outcome: The HERMES Collaboration[J]. *Stroke*, 2022, 53(12): 3548-3556. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.039717.
  - [76] Maguida G, Shuaib A. Collateral circulation in ischemic stroke: an updated review[J]. *J Stroke*, 2023, 25(2): 179-198. DOI: 10.5853/jos.2022.02936.
  - [77] Faizy TD, Mlynash M, Kabiri R, et al. The cerebral collateral cascade: comprehensive blood flow in ischemic stroke[J]. *Neurology*, 2022, 98(23): e2296-e2306. DOI: 10.1212/WNL.000000000000200340.
  - [78] Olthuis S, Pirson F, Pinckaers F, et al. Endovascular treatment versus no endovascular treatment after 6-24 h in patients with ischaemic stroke and collateral flow on CT angiography (MR CLEAN-LATE) in the Netherlands: a multicentre, open-label, blinded-endpoint, randomised, controlled, phase 3 trial[J]. *Lancet*, 2023, 401(10385): 1371-1380. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)00575-5.
  - [79] Singh N, Bala F, Kim BJ, et al. Time-resolved assessment of cortical venous drainage on multiphase CT angiography in patients with acute ischemic stroke[J]. *Neuroradiology*, 2022, 64(5): 897-903. DOI: 10.1007/s00234-021-02837-1.
  - [80] Winkelmeier L, Heit JJ, Adusumilli G, et al. Poor venous outflow profiles increase the risk of reperfusion hemorrhage after endovascular treatment[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2023, 43(1): 72-83. DOI: 10.1177/0271678X221127089.
  - [81] Faizy TD, Kabiri R, Christensen S, et al. Venous outflow profiles are linked to cerebral edema formation at noncontrast head CT after treatment in acute ischemic stroke regardless of collateral vessel status at CT angiography[J]. *Radiology*, 2021, 299(3): 682-690. DOI: 10.1148/radiol.2021203651.
  - [82] Cao R, Jiang Y, Li L, et al. Venous collaterals in acute ischemic stroke patients after endovascular treatments: a novel scoring system using 4D computed tomography angiography[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2022, 12(11): 5030-5043. DOI: 10.21037/qims-22-245.
  - [83] Cao R, Ye G, Lu Y, et al. The predictive value of cerebral veins on hemorrhagic transformation after endovascular treatment in acute ischemic stroke patients: enhanced insights from venous collateral circulation analysis using four-dimensional CTA[J]. *Acad Radiol*, 2024, 31(3): 1024-1035. DOI: 10.1016/j.acra.2023.06.034.
  - [84] Kim HJ, Lee SB, Choi JW, et al. Multiphase MR angiography collateral map: functional outcome after acute anterior circulation ischemic stroke[J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 192-201. DOI: 10.1148/radiol.2020191712.
  - [85] Derraz I, Pou M, Labreuche J, et al. Clot burden score and collateral status and their impact on functional outcome in acute ischemic stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2021, 42(1): 42-48. DOI: 10.3174/ajnr.A6865.
  - [86] 中国卒中学会, 中国卒中学会神经介入分会, 中华预防医学会卒中预防与控制专业委员会介入学组. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2023[J]. *中国卒中杂志*, 2023, 18(6): 684-711. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2023.06.010.
  - [87] Nakano S, Iseda T, Kawano H, et al. Parenchymal hyperdensity on computed tomography after intra-arterial reperfusion therapy for acute middle cerebral artery occlusion: incidence and clinical significance[J]. *Stroke*, 2001, 32(9): 2042-2048. DOI: 10.1161/hs0901.095602.
  - [88] Xu T, Wang Y, Yuan J, et al. Contrast extravasation and outcome of endovascular therapy in acute ischaemic stroke: a systematic review and Meta-analysis[J]. *BMJ Open*, 2021, 11(7): e044917. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-044917.
  - [89] 何晓清, 黄丹丹, 黄汉宁, 等. 急性缺血性脑卒中患者血管内介入术后颅内高密度灶与进展性脑卒中的关系[J]. *中华神经科杂志*, 2024, 57(4): 375-382. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20230926-00199.
  - [90] An H, Zhao W, Wang J, et al. Contrast staining may be associated with intracerebral hemorrhage but not functional outcome in acute ischemic stroke patients





- treated with endovascular thrombectomy[J]. Aging Dis, 2019, 10(4): 784-792. DOI: 10.14336/AD.2018.0807.
- [91] Chen Z, Zhang Y, Su Y, et al. Contrast extravasation is predictive of poor clinical outcomes in patients undergoing endovascular therapy for acute ischemic stroke in the anterior circulation[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(1): 104494. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104494.
- [92] Wang Z, Chen W, Lin H, et al. Early diagnosis and prediction of intracranial hemorrhage using dual-energy computed tomography after mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2021, 203: 106551. DOI: 10.1016/j.clineuro.2021.106551.
- [93] 吴芳, 杜祥颖, 张苗, 等. 第三代双源 CT 早期鉴别诊断急性缺血性脑卒中患者血管内治疗后颅内出血灶与碘对比剂[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(5): 770-774. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201708075.
- [94] Ng FC, Churilov L, Yassi N, et al. Prevalence and significance of impaired microvascular tissue reperfusion despite macrovascular angiographic reperfusion (no-reflow) [J]. Neurology, 2022, 98(8): e790-e801. DOI: 10.1212/WNL.00000000000013210.
- [95] Laredo C, Rodríguez A, Oleaga L, et al. Adjunct thrombolysis enhances brain reperfusion following successful thrombectomy[J]. Ann Neurol, 2022, 92(5): 860-870. DOI: 10.1002/ana.26474.
- [96] Zhou Y, He Y, Yan S, et al. Reperfusion injury is associated with poor outcome in patients with recanalization after thrombectomy[J]. Stroke, 2023, 54(1): 96-104. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.039337.
- [97] Ng FC, Campbell B. Imaging after thrombolysis and thrombectomy: rationale, modalities and management implications[J]. Curr Neurol Neurosci Rep, 2019, 19(8): 57. DOI: 10.1007/s11910-019-0970-7.
- [98] Carbone F, Busto G, Padroni M, et al. Radiologic cerebral reperfusion at 24 h predicts good clinical outcome[J]. Transl Stroke Res, 2019, 10(2): 178-188. DOI: 10.1007/s12975-018-0637-8.
- [99] Rosso C, Belkacem S, Amor-Sahli M, et al. Persistent perfusion abnormalities at day 1 correspond to different clinical trajectories after stroke[J]. J Neurointerv Surg, 2023, 15(e1): e26-e32. DOI: 10.1136/neurintsurg-2022-018953.
- [100] Jia M, Jin F, Li S, et al. No-reflow after stroke reperfusion therapy: An emerging phenomenon to be explored[J]. CNS Neurosci Ther, 2024, 30(2): e14631. DOI: 10.1111/cns.14631.
- [101] Oliveira R, Correia MA, Marto JP, et al. Reocclusion after successful endovascular treatment in acute ischemic stroke: systematic review and Meta-analysis[J]. J Neurointerv Surg, 2023, 15(10): 964-970. DOI: 10.1136/jnis-2022-019382.
- [102] Dhoisne M, Puy L, Bretzner M, et al. Early reocclusion after successful mechanical thrombectomy for large artery occlusion-related stroke[J]. Int J Stroke, 2023, 18(6): 712-719. DOI: 10.1177/17474930221148894.
- [103] 卢洁. 神经影像助力缺血性卒中患者的多学科临床诊疗[J]. 中华内科杂志, 2022, 61(8): 843-845. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20220614-00447.
- [104] Shi Z, Li J, Zhao M, et al. Baseline cerebral ischemic core quantified by different automatic software and its predictive value for clinical outcome[J]. Front Neurosci, 2021, 15: 608799. DOI: 10.3389/fnins.2021.608799.
- [105] Lu Q, Fu J, Lv K, et al. Agreement of three CT perfusion software packages in patients with acute ischemic stroke: A comparison with RAPID[J]. Eur J Radiol, 2022, 156: 110500. DOI: 10.1016/j.ejrad.2022.110500.
- [106] Vagal A, Wintermark M, Nael K, et al. Automated CT perfusion imaging for acute ischemic stroke: Pearls and pitfalls for real-world use[J]. Neurology, 2019, 93(20): 888-898. DOI: 10.1212/WNL.0000000000008481.

·读者·作者·编者·

## 医学论文中有关实验动物描述的要求

在医学论文的描述中,凡涉及实验动物者,在描述中应符合以下要求:(1)品种、品系描述清楚;(2)强调来源;(3)遗传背景;(4)微生物学质量;(5)明确体重;(6)明确等级;(7)明确饲养环境和实验环境;(8)明确性别;(9)有无质量合格证(明确实验动物使用许可证编号);(10)有对饲养的描述(如饲料类型、营养水平、照明方式、温度、湿度要求);(11)所有动物数量准确;(12)详细描述动物的健康状况;(13)对实验动物的处理方式有单独清楚的交代;(14)全部有对照,部分可采用双因素方差分析。

