

# 基于CT平扫的急性缺血性卒中血管内治疗术前影像学评估的研究进展

李倩<sup>a</sup>, 陈雅婷<sup>a</sup>, 韩飞<sup>b</sup>

**摘要** 急性缺血性卒中治疗的关键在于尽早开通阻塞血管,挽救缺血半暗带。DAWN 和/或 DEFUSE-3 试验将急性缺血性卒中血管内治疗的时间窗从6 h 延长至24 h,然而资源要求高、高辐射、造影剂引起的肾损伤和较长的检查时间使得多模态影像筛选方案的实际应用有限。越来越多的证据表明,基于CT平扫的影像标准在选择缺血性卒中合并大血管闭塞患者进行血管内治疗可能是安全有效的。本文将根据血管内治疗的时间窗与梗死核心,从早期时间窗、延长时间窗、超时间窗、大梗死核心血管内治疗4个方面对基于CT平扫的急性缺血性卒中血管内治疗术前影像学评估的研究进展进行综述。

**关键词** CT平扫;血管内治疗;综述

中图分类号 R741;R743;R816 文献标识码 A DOI 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20240101

本文引用格式:李倩,陈雅婷,韩飞.基于CT平扫的急性缺血性卒中血管内治疗术前影像学评估的研究进展[J].神经损伤与功能重建,2024,19(6):349-353.

作者单位

华中科技大学同济医学院附属同济医院 a.神经内科, b.放射科

武汉 430030

收稿日期

2024-02-08

通讯作者

韩飞

821663476@qq.com

com

**Research Progress of Preoperative Imaging Evaluation for Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke Based on Non-contrast Computed Tomography** LI Qian<sup>a</sup>, CHEN Yating<sup>a</sup>, HAN Fei<sup>b</sup>.

a. Department of Radiology, b. Department of Neurology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

**Abstract** The key to treating acute ischemic stroke (AIS) lies in promptly reopening the blocked blood vessels to salvage the ischemic penumbra. The DAWN and/or DEFUSE-3 trials extended the time window for endovascular treatment of AIS from 6 hours to 24 hours. However, high resource requirements, high radiation exposure, contrast-induced nephropathy, and prolonged examination times limit the practical application of multimodal imaging screening protocols. Increasing evidence suggests that non-contrast computed tomography (NCCT) scan-based imaging criteria may be safe and effective in selecting patients with AIS and large vessel occlusion for endovascular treatment (EVT). This article reviews the research progress on preoperative imaging assessment based on NCCT scan for endovascular treatment of acute ischemic stroke, from four aspects: early time window, extended time window, overtime window, and endovascular treatment for large core infarcts.

**Keywords** non-contrast computed tomography; endovascular treatment; review

急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)治疗的关键在于尽早开通阻塞血管,挽救缺血半暗带。静脉溶栓是治疗 AIS 早期血管开通有效的治疗方式之一,但2/3的患者在行静脉溶栓后依然遗留不同程度的神经功能缺损症状,尤其是合并大血管闭塞(large vessel occlusion, LVO)的患者。随着影像学技术、治疗材料及筛选策略的更新, AIS 合并 LVO 的血管内治疗取得了较大的进展<sup>[1]</sup>。其中,弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)或 CT 脑灌注成像(computed tomography perfusion image, CTP)联合临床不匹配治疗对醒后卒中和晚就诊卒中患者使用 Trevo 装置行神经介入治疗(DAWN)研究<sup>[2]</sup>和影像评估筛选缺血卒中患者血管内治疗(DEFUSE3)研究<sup>[3]</sup>使用 MRI DWI/CTP 等先进的多模态影像学技术来筛选血管内治疗获益的患者,将急诊血管内治疗时间窗由原来的6 h 扩展到24 h,受到广泛关注。我国《急性缺血性卒中血管内治疗中国指南2023》<sup>[4]</sup>推荐,对于发病24 h 内的

急性前、后循环大血管闭塞患者,经过临床及影像筛选后,当符合现有循证依据时,均推荐血管内取栓治疗(I类推荐, A级证据)。

然而,资源要求高、高辐射、造影剂引起的肾损伤和较长的检查时间使得多模态影像筛选方案的实际应用有限。此外,尽管目前指南推荐在延长窗口期内进行高级成像来筛选血管内治疗获益的患者,但CTP或MRI对梗死核心和缺血半暗带的强制性标准被批评为过于严格,可能导致治疗不足。真实世界研究<sup>[5]</sup>发现, AIS 延长时间窗(6~24 h)符合 DAWN 或 DEFUSE3 研究方案筛选标准的患者比例较少。一项研究<sup>[6]</sup>发现,在入住综合卒中中心并采用多模态神经影像学方案评估的延长时间窗 AIS 患者中,2.5%符合 DAWN 试验标准,5.1%符合 DEFUSE-3 试验标准;另一项研究<sup>[7]</sup>发现,所有延长时间窗 AIS 患者中有1.7%符合 DAWN 试验标准,2.2%符合 DEFUSE-3 试验标准。因此,对于 AIS 合并 LVO,进一步的急诊血管内治疗研究的关注点在

探索更加简单易行的影像筛选方案上。

非对比计算机断层扫描(non-contrast computed tomography, NCCT, 后文简称为CT平扫)是确定早期缺血性改变和梗死体积的重要工具,因其简单易行而广泛应用于临床实际工作中。阿尔伯塔卒中项目早期CT评分(The Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS)是一种半定量的方法,用于确定梗死体积。越来越多的证据表明,基于CT平扫的影像标准在选择AIS合并LVO患者进行血管内治疗可能是安全有效的<sup>[8,9]</sup>,然而少有文献对其相关研究的结果作系统阐述。本文将根据血管内治疗的时间窗与梗死核心,从早期时间窗、延长时间窗、超时间窗、大梗死核心血管内治疗4个方面对基于CT平扫的AIS血管内治疗术前影像学评估的研究进展进行综述。

## 1 早期时间窗(发病时间<6 h)

2015年发表的5项大型随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)结果证实了发病<6 h的AIS合并前循环LVO患者进行血管内治疗的有效性和安全性。对其影像学筛选方案进一步分析,荷兰的MR CLEAN研究<sup>[10]</sup>对入组患者的影像无明确要求;来自加拿大的血管内治疗小梗死灶和前循环近端闭塞并强调CT至再通时间最短化(ESCAPE)研究<sup>[11]</sup>要求纳入CT ASPECTS $\geq 6$ 分且具有中度至良好侧支循环[CTA(最好是多相CTA)上大脑中动脉血流充盈 $\geq 50\%$ ];Solitaire™支架取栓治疗急性缺血性卒中(SWIFT PRIME)研究<sup>[12]</sup>早期要求梗死/缺血不匹配,后更改为CT或MRI ASPECTS $\geq 6$ 分;来自澳大利亚的前瞻性RCT—急性神经功能缺损患者扩展时间窗溶栓后联合动脉治疗(EXTEND-IA)研究<sup>[13]</sup>要求使用CT灌注成像/MRI灌注成像/DWI评估梗死核心和缺血半暗带,纳入梗死/缺血不匹配率 $> 1.2$ 或绝对不匹配体积 $> 10$  mL或梗死核心 $< 70$  mL的患者;8 h内前循环卒中Solitaire™取栓与最佳药物治疗比较(REVASCAT)研究<sup>[14]</sup>要求ASPECTS $> 7$ 分(CT)或 $\geq 6$ 分(DWI),后期更改为ASPECTS $\geq 8$ 分。

5项研究的影像纳入排除标准不同,其中ESCAPE提到侧支循环的重要性,另外一项研究<sup>[15]</sup>同样在发病6 h内的AIS接受机械取栓的患者评估侧支循环,提出基于CT和多期CTA的筛选血管内治疗获益患者的影像学标准,即CT ASPECTS $\geq 6$ 分且CTA侧支循环良好(大脑中动脉区域50%或以上血流充盈),并将该标准与DAWN或DEFUSE3研究的梗死-缺血不匹配标准对比。结果发现,这2种影像标准反映了相似的灌注状态和梗死核心的程度。然而基于该项研究回顾性性质及较小样本量(71例),结果需要谨慎解释。EXTEND-IA评估梗死/缺血不匹配,强调缺血半暗带的重要性,SWIFT PRIME研究初期也提及梗死/缺血不匹配,纳入71例患者后将标准更改小至中度梗死核心(ASPECTS $\geq 6$ 分)。侧支循环及梗死/缺血不匹配标准均未被指南推荐,我国《急性缺血性卒中血管内治疗中国指南2023》<sup>[16]</sup>推荐,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。此外,5项RCT结果提示可考虑纳入ASPECTS $\geq 6$ 分的前

循环大血管闭塞患者进行血管内治疗。

## 2 延长时间窗(发病时间6~24 h)

DAWN和/或DEFUSE-3试验将AIS血管内治疗的时间窗从6 h延长至24 h,使更多的研究将延长时间窗患者作为对象,不断探究新的影像标准来筛选能从血管内治疗获益的患者。

研究表明,CT ASPECTS评分可预测CTP梗死核心体积。一项研究<sup>[16]</sup>在发病6~24 h AIS合并LVO患者中对比CT平扫和CTA与CTP梗死核心体积的相关性,发现在延长时间窗内,CT平扫ASPECTS评分与CTP定义的梗死核心体积存在相关性,可预测CTP梗死核心体积 $\leq 70$  mL的最佳CT平扫ASPECTS评分 $\geq 6$ 分。另一项研究<sup>[17]</sup>同样探究延长时间窗大血管闭塞患者的神经影像学参数与基于CT平扫ASPECTS评分的关系,发现ASPECTS与CTP测定的梗死核心体积中度相关( $r = -0.557$ ,  $P < 0.001$ ),但二者反映了不同的病理生理过程。CT低密度反映脑屏障破裂引起的离子性和血管源性水肿,是不可逆组织损伤的高度特异性标志<sup>[18,19]</sup>。在早期时间窗,CT平扫对缺血性变化的评估相对较困难,而离子性和血管源性水肿随梗死时间和卒中严重程度而进展,CT平扫对于梗死核心的评估可能随卒中发病时间而逐渐显露出独特的优势。CTP是一种动态对比增强成像技术,依赖用户定义的灌注参数来计算脑血流灌注,不能直接测量脑组织细胞的活性。一项研究<sup>[20]</sup>分析了CT平扫与CTP测量的梗死核心体积有差异的病例,结果发现5.9%(8/134)的患者CT与CTP有明显差异,CTP对梗死核心体积的测量偏低,造成这种差异的原因可能是闭塞血管再通。

研究表明,基于CT平扫的影像标准与DAWN和/或DEFUSE-3多模态影像标准筛选血管内治疗患者的临床预后间无显著差异。一项研究<sup>[21]</sup>比较经CT平扫与CTP、DWI筛选延长时间窗急性缺血性脑卒中行机械取栓术患者的临床结局,发现CT平扫与CTP筛选的患者90天功能独立率无差异( $P = 0.99$ )。3组间症状性颅内出血转化和90天死亡率差异无统计学意义。一项研究<sup>[9]</sup>同样在延长时间窗AIS行机械取栓术患者中比较经CT平扫与MRI筛选的临床结局,结果发现2种成像方式组的90天改良Rankin量表(modified Rankin Scale, mRS)评分或任何安全性结果(症状性颅内出血转化、任何脑内出血和90天死亡率)没有差异。这提示简化影像学筛选标准与拓宽血管内治疗标准在延长时间窗AIS患者可能是合理的。

探索基于CT平扫的影像筛选方案,目前的研究聚焦于两方面,一是结合临床表现和CT ASPECTS评分(临床/成像不匹配),二是仅依赖CT ASPECTS评分。研究显示,根据临床/成像不匹配标准与现有DAWN、DEFUSE-3标准选择的患者在临床结局上无明显差异。一项研究<sup>[9]</sup>在AIS发病5~23 h接受血管内治疗患者对比了根据美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)和ASPECTS制定的临床/成像不匹配标准和DAWN和/或DEFUSE-3影像标准的临床预后,结果显示根据2种标准选择的患者在临床良好预后(mRS 0~2分)比例方面无明显差异(67% vs. 58%,  $P = 0.49$ )。

这项研究将临床/成像不匹配标准定义为前循环卒中要求NIHSS 5~9分和ASPECTS $\geq$ 8分;或NIHSS $\geq$ 10分和ASPECTS $\geq$ 7分;或NIHSS $\geq$ 20分和ASPECTS $\geq$ 5分;后循环卒中要求pc-ASPECTS $\geq$ 8分且无双侧脑桥或中脑梗死。另一项研究<sup>[22]</sup>同样探究前循环AIS延长时间窗进行血管内治疗的影像筛选标准,结果显示基于CT平扫的临床/成像不匹配标准与DAWN/DEFUSE-3影像标准相比,符合2种成像标准的患者比例相当,90天良好预后比例无明显差异。该研究结合年龄、NIHSS、ASPECTS评分定义3种基于CT平扫的临床/成像不匹配标准。

对于筛选血管内治疗获益患者的CT ASPECTS评分截断值,对DAWN研究的后续分析<sup>[23]</sup>显示,与ASPECTS 0~6分组相比,ASPECTS 7~10分组从血管内治疗中获益更大( $P=0.040$ ),提示基线CT平扫ASPECTS评分与取栓患者的预后相关,尤其是ASPECTS 7~10分与良好预后显著相关。此外,一项研究<sup>[24]</sup>在发病6~24 h急性前循环闭塞性卒中患者中比较CT平扫与CTP选择的机械取栓患者的临床结果,显示经CT和CTP筛选的患者的90天功能独立性率(mRS评分0~2分 vs. 3~6分)相似( $OR=0.90, P=0.42$ ),症状性颅内出血(8.1% vs. 5.8%,  $P=0.11$ )或90天死亡率(23.4% vs. 21.1%,  $P=0.38$ )差异无统计学意义。值得关注的是,本研究的CT ASPECTS中位数为8(7~9)分,反映了大多数选择机械取栓的患者具有高CT ASPECTS评分,这表明如果选择CT平扫来筛选延长时间窗接受机械取栓的患者,可以考虑ASPECTS $\geq$ 7分的影像标准。根据上述2项研究,ASPECTS $\geq$ 7分的延长时间窗患者或许可从血管内治疗中获益。

### 3 超时间窗(发病时间 $>24$ h)

对于发病 $>24$  h的AIS合并LVO患者能否行血管内治疗,目前尚无明确结论。

在一部分DEFUSE-3研究的患者中,缺血半暗带可持续超过24 h,并与随后的梗死进展和更差的临床结果相关<sup>[25,26]</sup>,这提示超时间窗患者或许可从血管内治疗中获益。一项单中心研究<sup>[27]</sup>比较发病24 h内与超过24 h AIS接受血管内治疗患者的临床预后,结果显示2组患者良好功能结局(出院时mRS $\leq$ 2分),再灌注成功、症状性颅内出血和住院死亡率无显著差异。另外一项研究<sup>[28]</sup>比较卒中发作后6 h(早期时间窗)、6~24 h(延长时间窗)和 $>24$  h(超时间窗)接受血管内治疗患者的临床预后,显示3组患者3个月时预后良好比例无显著差异( $P=0.099$ ),其中超时间窗患者缺血梗死核心更小(采用DWI、CTP评估梗死核心与缺血半暗带)。进一步探究超时间窗患者血管内治疗的具体影像标准,有研究<sup>[29]</sup>显示符合DAWN研究影像标准的超时间窗患者的成功再通率(mTICI2b-3: 81% vs. 84%,  $P=0.72$ )、功能结局(mRS 0~2分, 43% vs. 48%,  $P=0.68$ )和症状性颅内出血转化(5% vs. 6%,  $P=0.87$ )与DAWN研究结果相似。一项研究<sup>[30]</sup>按照既往RCT的影像标准对超时间窗血管内治疗的安全性和有效性进行分析,以mRS 0~2分作为主要指标,满足DAWN和满足DEFUSE 3研究标准的患者,可以看到血管内治疗的显著获

益。此外,另一项研究<sup>[31]</sup>评估了基于CTA(侧支循环良好)和CTP(梗死/缺血不匹配)选择的超时间窗血管内治疗患者,显示了41.1%患者获得良好预后(mRS评分0~2分)。以上探索性研究提示,多模态影像或许可成为筛选超时间窗血管内治疗获益患者的影像学标准。

一项回顾性研究<sup>[32]</sup>纳入发病超过24 h的前循环大血管闭塞患者,探讨了超时间窗血管内治疗的安全性和有效性,结果显示,较于标准内科治疗,血管内治疗与更好的功能独立性相关(38% vs. 10%,  $P<0.001$ ),进一步分析具有临床+灌注影像的亚组中,发现具有梗死/缺血不匹配(缺血半暗带体积 $\geq$ 10 mL,不匹配率 $\geq$ 1.2)的患者,血管内治疗预后更佳(32% vs. 11%,  $P=0.049$ )。而在不存在梗死/缺血不匹配的患者中,血管内治疗和药物治疗组无显著差异。值得关注的是,对接受血管内治疗患者按照CT ASPECTS评分二分类,ASPECTS 6~10分患者的良好预后比例高于ASPECTS 0~5分患者(39% vs. 21%),但没有观察到血管内治疗CT ASPECTS和功能独立性(mRS评分0~2分)的相互作用( $P=0.18$ );另外CTASPECTS 0~5分的患者颅内出血的发生率更高( $OR=3.71, P=0.03$ )。

因此,对于超时间窗AIS合并LVO患者,基于单独CT平扫能否指导血管内治疗尚不明确,需要更多研究去探索。

### 4 大梗死核心血管内治疗的影像筛选方案

既往多数血管内治疗相关研究纳入ASPECTS评分 $\geq$ 6分的患者,排除大梗死核心患者。然而,有研究显示,大梗死核心卒中患者占大血管闭塞性卒中的1/5<sup>[33]</sup>。最新发表的6项大型RCT探究了急性前循环大血管闭塞合并大梗死核心的AIS患者接受血管内治疗的有效性和安全性,为临床实践提供新的治疗方向。

LASTE研究纳入发病6.5 h内前循环大血管闭塞合并大梗死核心(CT/MRI ASPECTS 0~5分)的患者,结果显示血管内治疗组较单纯药物组90 d神经功能预后更好( $OR=1.63, P<0.0001$ ),死亡率更低(36.1% vs. 55.5%)。TENSION研究<sup>[34]</sup>纳入发病12 h内前循环大血管闭塞合并CT ASPECTS 3~5分的大梗死核心的急性缺血性卒中患者,结果显示相比于单纯药物治疗,血管内治疗可改善患者神经功能预后( $P=0.0001$ ),并降低死亡率。此外,对ASPECTS为0~2分的患者进行事后分析,表明血管内治疗的有效性不显著。而SELECT2研究<sup>[35]</sup>发现,在发病24 h内因前循环大血管闭塞和大梗死核心(CT ASPECTS 3~5分或CTP/DWI缺血低灌注体积 $\geq$ 50 mL)而发生急性缺血性卒中的患者中,血管内治疗比单独药物治疗更能改善患者神经功能预后( $P<0.001$ ),2组死亡率无显著差异。在日本进行的RESCUE-Japan LIMIT研究<sup>[36]</sup>同样纳入发病24 h内前循环大血管闭塞合并大梗死核心(CT/MRI ASPECTS 3~5分)的急性缺血性卒中患者,探究血管内治疗的安全性和有效性,结果显示相比于单纯药物治疗,血管内治疗可改善患者神经功能预后(90天mRS 0~3分的比例:  $RR=2.43, P=0.002$ ),90 d内死亡或48 h内症状性颅内出血的组间差异无统计学意义,但血管内治

疗与48 h颅内出血发生率相关(58.0% vs. 31.4%,  $P < 0.001$ )。在中国进行的ANGEL-ASPECT研究<sup>[37]</sup>结果与RESCUE-Japan LIMIT研究一致,发现因前循环大血管闭塞引起的AIS合并大梗死核心(发病 $< 24$  h CT ASPECTS 3~5分或发病 $< 24$  h CT ASPECTS 0~2分且梗死体积70~100 mL或发病6~24 h CT ASPECTS $> 5$ 分且梗死体积70~100 mL)患者,在卒中后24 h内进行血管内治疗可改善患者神经功能预后(90 d mRS;  $P = 0.004$ ),血管内治疗与48 h颅内出血发生率相关(49.1% vs. 17.3%,  $P < 0.001$ )。然而,TESLA研究唯一发表了阴性结果,其纳入发病24 h内前循环大血管闭塞合并大梗死核心(CT ASPECTS 3~5分)的急性缺血性卒中患者,发现相比于单纯药物治疗,血管内治疗并未显著改善患者的神经功能预后,但对90 d mRS 0~3分比例,5~7 d出院时的NIHSS评分和90天生活质量评分(EQ-5D-5L)的分析均提示了血管内治疗的优越性。

综上,对于发病24 h内急性前循环大血管闭塞合并大梗死核心的AIS,CT ASPECTS 3~5分的患者或许可以从血管内治疗中获益。

目前的研究多为回顾性分析,且多探究前循环大血管闭塞患者的血管内治疗。首先,需要前瞻性、临床随机对照试验来验证基于CT平扫的影像学标准(目前进行的临床随机对照试验NCT04256096, NCT05230914);其次,基于CT平扫的影像方案聚焦于两方面,即结合CT ASPECTS评分和临床表现的临床/成像不匹配标准和仅依赖CT ASPECTS评分的标准,未来可能需要结合脑卒中的其他特征,如侧支代偿状态、血栓位置或梗死体积,优化基于CT平扫的影像筛选方案;最后,基于CT平扫筛选超时间窗血管内治疗的相关研究较少,未来需要更多探索性的研究。

对于小梗死核心急性缺血性卒中接受血管内治疗患者,早期时间窗(发病 $< 6$  h)可采用CT ASPECTS $\geq 6$ 分标准筛选患者;延长时间窗(发病6~24 h),研究表明采用基于CT平扫的影像学标准(临床/成像不匹配或ASPECTS $\geq 7$ 分)与采用多模态影像选择患者的临床预后无显著差异;超时间窗(发病 $> 24$  h)目前临床研究证据不足,既往研究多采用高级影像筛选患者。对于大梗死核心急性缺血性卒中接受血管内治疗患者,发病24 h内CT ASPECTS 3~5分的患者或许可以从血管内治疗中获益。综上,简化影像学选择,使用更简单、成本更低、更容易实施的CT平扫作为CTP或DWI的替代方案来选择大血管闭塞脑卒中血管内治疗获益患者可能是合理的,未来需要前瞻性随机临床试验证实。

### 参考文献

[1] 贺则凡,孙博,康慧聪. 急性大血管闭塞性缺血性卒中治疗预后不良的影响因素分析[J]. 神经损伤与功能重建, 2023, 18(12): 738-743.  
 [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.  
 [3] 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.  
 [4] 中国卒中学会. 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.

[5] Cheng H, Yu Z, Ma G, et al. Does MRI add value in selecting patients for thrombectomy beyond the 6 h window? A matched-control analysis[J]. Front Neurol, 2023, 14: 1135624.  
 [6] Nannoni S, Strambo D, Sirimarco G, et al. Eligibility for late endovascular treatment using DAWN, DEFUSE-3, and more liberal selection criteria in a stroke center[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(9): 842-847.  
 [7] Jadhav AP, Desai SM, Kenmuir CL, et al. Eligibility for Endovascular Trial Enrollment in the 6- to 24-Hour Time Window: Analysis of a Single Comprehensive Stroke Center[J]. Stroke, 2018, 49(4): 1015-1017.  
 [8] Nagel S, Herweh C, Pfaff JAR, et al. Simplified selection criteria for patients with longer or unknown time to treatment predict good outcome after mechanical thrombectomy[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(6): 559-562.  
 [9] Santos T, Carvalho A, Cunha AA, et al. NCCT and CTA-based imaging protocol for endovascular treatment selection in late presenting or wake-up strokes[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(2): 200-203.  
 [10] 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.  
 [11] 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.  
 [12] 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.  
 [13] 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.  
 [14] 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): 2296-306.  
 [15] Kim EY, Shin DH, Noh Y, et al. Comparison of Imaging Selection Criteria for Intra-Arterial Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke with Advanced CT[J]. Eur Radiol, 2016, 26(9): 2974-2981.  
 [16] Voleti S, Vidovich J, Corcoran B, et al. Correlation of Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score With Computed Tomography Perfusion Core in Large Vessel Occlusion in Delayed Time Windows[J]. Stroke, 2021, 52(2): 498-504.  
 [17] Rodrigo-Gisbert M, Requena M, De Dios Lascuevas M, et al. Multiparametric Neuroimaging and Its Association with Non-Contrast Computed Tomography in Late-Window Large Vessel Occlusion Acute Stroke[J]. Cerebrovasc Dis, 2023, 52(3): 344-352.  
 [18] Dzialowski I, Weber J, Doerfler A, et al. Brain tissue water uptake after middle cerebral artery occlusion assessed with CT[J]. J Neuroimaging, 2004, 14(1): 42-48.  
 [19] Lev MH, Farkas J, Gemmete JJ, et al. Acute stroke: improved nonenhanced CT detection--benefits of soft-copy interpretation by using variable window width and center level settings[J]. Radiology, 1999, 213(1): 150-155.  
 [20] John S, Hussain SI, Piechowski-Jozwiak B, et al. Discrepancy in core infarct between non-contrast CT and CT perfusion when selecting for mechanical thrombectomy[J]. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg, 2020, 22(1): 8-14.  
 [21] Porto GBF, Chen CJ, Al Kasab S, et al. Association of Noncontrast Computed Tomography and Perfusion Modalities With Outcomes in Patients Undergoing Late-Window Stroke Thrombectomy[J]. JAMA Netw Open, 2022, 5(11): e2241291.  
 [22] Bouslama M, Haussen DC, Rodrigues G, et al. Novel selection paradigms for endovascular stroke treatment in the extended time window[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2021, 92(11): 1152-1157.  
 [23] Bhuvu P, Yoo AJ, Jadhav AP, et al. Noncontrast Computed Tomography Alberta Stroke Program Early CT Score May Modify Intra-Arterial Treatment Effect in DAWN[J]. Stroke, 2019, 50(9): 2404-2412.  
 [24] 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.
- [25] Christensen S, Mlynash M, Kemp S, et al. Persistent Target Mismatch Profile >24 Hours After Stroke Onset in DEFUSE 3[J]. *Stroke*, 2019, 50(3): 754-757.
- [26] Sarraj A, Mlynash M, Heit J, et al. Clinical Outcomes and Identification of Patients With Persistent Penumbra Profiles Beyond 24 Hours From Last Known Well: Analysis From DEFUSE 3[J]. *Stroke*, 2021, 52(3): 838-849.
- [27] Dhillon PS, Butt W, Podlasek A, et al. Endovascular thrombectomy beyond 24 hours from ischemic stroke onset: a propensity score matched cohort study[J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(3): 233-237.
- [28] Ha SH, Ryu JC, Bae JH, et al. Early Response to Endovascular Thrombectomy after Stroke: Early, Late, and Very Late Time Windows[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2023, 52(1): 28-35.
- [29] Desai SM, Haussen DC, Aghaebrahim A, et al. Thrombectomy 24 hours after stroke: beyond DAWN[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(11): 1039-1042.
- [30] Kim BJ, Menon BK, Kim JY, et al. Endovascular Treatment After Stroke Due to Large Vessel Occlusion for Patients Presenting Very Late From Time Last Known Well[J]. *JAMA Neurol*, 2020, 78(1): 21-29.
- [31] Casetta I, Fainardi E, Pracucci G, et al. Endovascular treatment beyond 24 hours from the onset of acute ischemic stroke: the Italian Registry of Endovascular Thrombectomy in Acute Stroke (IRETAS)[J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(12): 1186-1188.
- [32] Sarraj A, Kleinig TJ, Hassan AE, et al. Association of Endovascular Thrombectomy vs Medical Management With Functional and Safety Outcomes in Patients Treated Beyond 24 Hours of Last Known Well: The SELECT Late Study[J]. *JAMA Neurol*, 2023, 80(2): 172-182.
- [33] Sarraj A, Hassan AE, Savitz S, et al. Outcomes of Endovascular Thrombectomy vs Medical Management Alone in Patients With Large Ischemic Cores: A Secondary Analysis of the Optimizing Patient's Selection for Endovascular Treatment in Acute Ischemic Stroke (SELECT) Study[J]. *JAMA Neurol*, 2019, 76(10): 1147-1156.
- [34] 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.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 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.

(本文编辑:唐颖馨)

(上接第320页)

- Cognitive Affective/Schmahmann Syndrome: a Task Force Paper[J]. *Cerebellum*, 2020, 19(1): 102-125.
- [2] Manto M, Mariën P. Schmahmann's syndrome - identification of the third cornerstone of clinical ataxiology[J]. *Cerebellum Ataxias*, 2015, 2: 2.
- [3] Schmahmann JD. The cerebellum and cognition[J]. *Neurosci Lett*, 2019, 688: 62-75.
- [4] Stoodley CJ, MacMore JP, Makris N, et al. Location of lesion determines motor vs. cognitive consequences in patients with cerebellar stroke[J]. *Neuroimage Clin*, 2016, 12: 765-775.
- [5] Chirino-Pérez A, Marrufo-Meléndez OR, Muñoz-López JI, et al. Mapping the Cerebellar Cognitive Affective Syndrome in Patients with Chronic Cerebellar Strokes[J]. *Cerebellum*, 2022, 21(2): 208-218.
- [6] Rodríguez-Labrada R, Batista-Izquierdo A, González-Melix Z, et al. Cognitive Decline Is Closely Associated with Ataxia Severity in Spinocerebellar Ataxia Type 2: a Validation Study of the Schmahmann Syndrome Scale[J]. *Cerebellum*, 2022, 21(3): 391-403.
- [7] Maas RPPWM, Killaars S, van de Warrenburg BPC, et al. The cerebellar cognitive affective syndrome scale reveals early neuropsychological deficits in SCA3 patients[J]. *J Neurol*, 2021, 268(9): 3456-3466.
- [8] Alexander MP, Gillingham S, Schweizer T, et al. Cognitive impairments due to focal cerebellar injuries in adults[J]. *Cortex*, 2012, 48(8): 980-90.
- [9] Hoche F, Guell X, Vangel MG, et al. The cerebellar cognitive affective/Schmahmann syndrome scale[J]. *Brain*, 2018, 141(1): 248-270.
- [10] Hsieh S, Schubert S, Hoon C, et al. Validation of the Addenbrooke's Cognitive Examination III in frontotemporal dementia and Alzheimer's disease[J]. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 2013, 36(3-4): 242-250.
- [11] Trouillas P, Takayanagi T, Hallett M, et al. International Cooperative Ataxia Rating Scale for pharmacological assessment of the cerebellar syndrome. The Ataxia Neuropharmacology Committee of the World Federation of Neurology[J]. *J Neurol Sci*, 1997, 145(2): 205-211.
- [12] Tyson SF, DeSouza LH. Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke[J]. *Clin Rehabil*, 2004, 18(7): 801-810.
- [13] Gershon RC, Cella D, Fox NA, et al. Assessment of neurological and behavioural function: the NIH Toolbox[J]. *Lancet Neurol*, 2010, 9(2): 138-139.
- [14] Li X, Yang L, Yin J, et al. Validation Study of the Chinese Version of Addenbrooke's Cognitive Examination III for Diagnosing Mild Cognitive Impairment and Mild Dementia[J]. *J Clin Neurol*, 2019, 15(3): 313-320.
- [15] Starowicz-Filip A, Prochwicz K, Kłosowska J, et al. Is Addenbrooke's Cognitive Examination III Sensitive Enough to Detect Cognitive Dysfunctions in Patients with Focal Cerebellar Lesions[J]? *Arch Clin Neuropsychol*, 2022, 37(2): 423-436.
- [16] D'Angelo E, Mapelli L, Casellato C, et al. Distributed Circuit Plasticity: New Clues for the Cerebellar Mechanisms of Learning[J]. *Cerebellum*, 2016, 15(2): 139-151.
- [17] Van Overwalle F, Mariën P. Functional connectivity between the cerebrum and cerebellum in social cognition: A multi-study analysis[J]. *Neuroimage*, 2016, 124(Pt A): 248-255.
- [18] Schmahmann JD. Disorders of the cerebellum: ataxia, dysmetria of thought, and the cerebellar cognitive affective syndrome[J]. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 2004, 16(3): 367-378.
- [19] King M, Hernandez-Castillo CR, Poldrack RA, et al. Functional boundaries in the human cerebellum revealed by a multi-domain task battery[J]. *Nat Neurosci*, 2019, 22(8): 1371-1378.
- [20] Bostan AC, Dum RP, Strick PL. Functional Anatomy of Basal Ganglia Circuits with the Cerebral Cortex and the Cerebellum[J]. *Prog Neurol Surg*, 2018, 33: 50-61.
- [21] Saita K, Ogata T, Watanabe J, et al. Contralateral Cerebral Hypometabolism After Cerebellar Stroke: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26(4): e69-e71.
- [22] Fujii M, Tanigo K, Yamamoto H, et al. A Case of Dysgraphia after Cerebellar Infarction Where Functional NIRS Guided the Task Aimed at Activating the Hypoperfused Region[J]. *Case Rep Neurol Med*, 2021, 2021: 6612541.
- [23] Habas C. Functional imaging of the deep cerebellar nuclei: a review[J]. *Cerebellum*, 2010, 9(1): 22-28.

(本文编辑:唐颖馨)