

• 指南与共识 •

慢性颈内动脉闭塞评估及治疗中国专家共识

中国医师协会神经介入专业委员会

摘要: 随着医疗诊断技术的进步及我国老年人口的不断增加,慢性颈内动脉闭塞(CICAO)在临床上越来越常见。伴有严重血流动力学障碍的症状性 CICAO 患者有较高的再发缺血性卒中的风险,与 CICAO 慢性缺血相关的认知功能障碍也越来越受到重视。但是,目前临床上对于 CICAO 尚缺乏统一的评估和治疗方案。该专家共识对 CICAO 相关的最新临床研究进行总结,并结合国内相关领域专家的临床实践经验,对 CICAO 患者的评估、治疗及围手术期管理提出了针对性意见,以期进一步规范临床诊疗流程,提高国内神经病学医师对 CICAO 患者的诊治水平。

关键词: 颈动脉疾病;慢性颈内动脉闭塞;缺血性卒中;影像学评估;治疗;共识

doi: 10.3969/j.issn.1672-5921.2024.06.009

Chinese expert consensus on assessment and treatment of chronic internal carotid artery occlusion

Chinese Federation of Interventional Clinical Neurosciences(CFITN)

Corresponding authors: Jiao Liqun, Department of Neurosurgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China, Email: liqunjiao@sina.cn; Liu Sheng, Department of Interventional Radiology the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China, Email: liusheng@njmu.edu.cn

Abstract: With the advancement of medical diagnostic technology and the continuous increase of the elderly population in China, chronic internal carotid artery occlusion (CICAO) is becoming increasingly common in clinical practice. Symptomatic CICAO patients with severe hemodynamic disorders have a high risk of recurrent ischemic stroke. Cognitive impairment related to chronic ischemia in CICAO is also receiving increasing attention. However, there is currently a lack of unified evaluation and treatment plans for CICAO patients in clinical practice. This expert consensus summarized the latest clinical trials and research related to CICAO, and combined the clinical practice experience of domestic experts in related fields to provide targeted opinions on the evaluation, treatment and perioperative management of CICAO patients, in order to further standardize the clinical diagnosis and treatment process of the patients with CICAO in China.

Key words: Carotid artery diseases; Chronic internal carotid artery occlusion; Ischemic stroke; Radiological evaluation; Treatment; Consensus

颈内动脉闭塞所引起的脑梗死和短暂性脑缺血发作(TIA)占颅内缺血事件总数的10%~15%^[1],是造成缺血性卒中的主要原因之一。临床上通常结合患者的临床症状与影像学资料将病程持续超过4周的颈内动脉闭塞称为慢性颈内动脉闭塞(chronic internal carotid artery occlusion, CICAO)^[2],该类患者的自然病史和临床症状与颅内动脉侧

支循环的代偿能力密切相关。对于部分症状性 CICAO 患者,即使通过内科的系统治疗仍有较高再发缺血性卒中的风险^[3]。此外,CICAO 因慢性缺血导致的认知功能障碍在临床诊疗中也越来越受到重视^[4]。

随着我国老年人口的不断增加及临床诊疗技术的进步,CICAO 在临床上越来越常见。但是国内外对于 CICAO 的评估和治疗尚缺乏统一的方案。近年来,随着最新研究结果的报道、影像学技术的进步及介入理念的更新,CICAO 患者的临床诊疗有了许多新的变化。笔者通过复习近年来最新的文献资料,结合国内相关领域专家的临床实践经验,对 CICAO 患者的评估、治疗及围手术期管理方案进行归纳总

基金项目:北京市医院管理中心“登峰”人才计划资助项目(DFL20220702)

通信作者:焦力群,100053 北京,首都医科大学宣武医院神经外科,Email:liqunjiao@sina.cn;刘圣,210029 南京医科大学第一附属医院介入放射科,Email:liusheng@njmu.edu.cn

结,并提出针对性意见和建议,以期进一步提高国内神经病学医师对 CICA0 患者的临床诊治水平。

1 方法

1.1 共识范围适用人群和目标用户

本共识的适用人群为临床上怀疑或确诊为 CICA0 的患者,目标用户为从事缺血性脑血管病基础和临床研究的医务工作者。

1.2 共识工作组

共识工作组成员来自中国医师协会神经介入专业委员会缺血性脑血管病学组。

1.3 证据质量评价与推荐意见形成

共识工作组通过 Medline、中国知网数据库对颈动脉闭塞的相关文献进行检索,并对纳入的文献进行证据质量评价和分级。本共识的证据级别和推荐等级参考《中国颅内未破裂动脉瘤诊疗指南 2021》^[5]、《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》^[6]及《未破裂颅内动脉瘤患者管理指南:美国心脏协会/美国卒中协会针对医疗专业人员的指南》^[7]的格式确定。见表 1 表 2。

推荐强度所使用的表达方式^[5]: I 级推荐,即应该、建议、推荐、能够获益、有用、有效; II 级推荐,即很可能获益或有用或有效、倾向于、可以、适合; III 级推荐,即存在可能、可以考虑、可能适合、有可能获益或有用或有效、不一定获益或

有用或有效、有待证实、尚未证实; IV 级推荐,即无用、无效、无益、不可、不能、不应、不建议、不推荐、可能有害。

2 CICA0 的流行病学特征及自然病史

由于很多患者无症状, CICA0 真实的流行病学特征尚不清楚。美国白种人中症状性颈内动脉闭塞发病率为 6/10 万,据此推算美国每年可能有 15 000 ~ 20 000 例脑缺血性事件由颈内动脉闭塞引起^[8]。意大利一项研究对 1 433 例存在脑血管病危险因素、颈动脉杂音或特异、非特异神经功能症状患者的头颈部血管检查结果进行分析,结果显示,存在颈内动脉闭塞的患者共 41 例,占 2.9%,其中症状性 19 例,无症状性 22 例^[9]。我国一项多中心注册研究纳入 2015 年 7 月至 2016 年 5 月 20 家医疗机构共 9 346 例缺血性卒中入院治疗患者,存在颈内动脉闭塞者共 290 例,占 3.1%^[10]。

CICA0 的自然病史尚未完全明确,侧支循环代偿能力不同,疾病的发展过程可能完全不同。根据 CICA0 临床转归,其自然病史分为以下几类: (1) 经临床脑血管相关检查后偶然发现,又称无症状 CICA0,年缺血性卒中发生率不足 2.0%^[11]; (2) 侧支循环代偿良好的症状性 CICA0,在初次发病后再发颅内缺血事件的风险较低,药物治疗的年缺血性卒中发生率不足 5.0%^[3]; (3) 若侧支循环代偿不足,闭塞侧脑组织存在持续低灌注,则 2 年内再发同侧缺血性卒中的风险可高达 22.7%^[12]; (4) 有 2.3% ~ 10.3% 的患者会发生闭塞血

表 1 《慢性颈内动脉闭塞评估及治疗中国专家共识》证据质量分级^[5-7]

分级	内容
A 级	证据来源基于多个 RCT 研究的荟萃分析或系统评价、多个 RCT 研究、1 个高质量的多中心大样本 RCT 研究
B 级	证据来源于单个 RCT 研究、多个非随机同期对照试验、多个队列研究、队列研究的系统评价、1 个高质量的多中心大样本队列研究
C 级	证据来源于单个非随机试验、队列研究、病例对照研究、横断面研究
D 级	证据来源于病例系列分析、专家建议、医疗机构的规定

注: RCT 为随机对照试验

表 2 《慢性颈内动脉闭塞评估及治疗中国专家共识》推荐强度分级^[5-7]

分级	内容	推荐级别含义
I 级	治疗或操作有用或有效	工作组对该推荐意见有很强信心,认为该操作或治疗的获益远大于风险,绝大多数甚至所有目标用户均应采纳该推荐意见
II 级	治疗或操作很可能有用或很可能有效	工作组对该推荐意见有信心,认为该操作或治疗的获益大于风险,建议目标用户采纳该推荐意见
III 级	治疗或操作可能有用或可能有效,但未被很好证明	工作组对该推荐意见信心有限,对该操作或治疗获益大于风险的把握度不高,建议目标用户结合具体情况决定是否采用该推荐意见
IV 级	治疗或操作无用或无效,特定情况下可能有害	工作组认为该操作或治疗获益小于风险,不建议进行该操作或治疗

管的自发再通^[13],自发再通虽然增加了脑组织血流量,有利于改善脑灌注,但同时增加了因栓子脱落导致脑栓塞的风险^[14-15],因此仍需进一步随访评估,必要时积极干预。

3 病因

CICAO 可由多种病因引起,最常见的是动脉粥样硬化,约占 70%^[16],其他原因有放射治疗、纤维肌发育不良、巨细胞动脉炎、外伤和烟雾病等^[17]。动脉粥样硬化斑块主要见于颈内动脉起始处,所造成的闭塞也常始于颈内动脉起始处,这与该部位低剪应力、血流停滞和血流分离的复杂血流动力学密切相关^[18]。年轻患者发生 CICAO 最常见的原因是颈动脉夹层,其闭塞部位常见于颈段颈内动脉^[19]。

4 血流动力学变化

CICAO 患者的血流动力学可能正常,也可能受损,主要取决于其侧支循环代偿是否充分^[20]。同侧颈内动脉闭塞后,血流代偿主要来自前交通动脉、后交通动脉、软脑膜吻合支和包括眼动脉在内的颈外动脉^[21]。在代偿充足的情况下,闭塞侧脑组织可维持正常的灌注压力和生理功能;但如果代偿不足,在闭塞侧脑组织灌注压力减低的情况下,人体将启用脑血管储备功能(cerebrovascular reserve capacity, CVRC)^[22],以尽量维持正常的生理需求。

CVRC 定义为在生理或病理刺激下,脑血管通过小动脉和毛细血管的代偿性扩张或收缩(Bayliss 效应)以维持脑血流稳定的能力^[23]。当颈内动脉闭塞导致同侧供血区域血流量减少,脑灌注压轻度降低时,脑小动脉和毛细血管可通过自身调节性舒张降低缺血区域的灌注阻力,使脑血流量(cerebral blood flow, CBF)和摄氧分数(oxygen extraction fraction, OEF)保持正常,以维持脑组织正常的生理功能^[22],此时闭塞侧脑组织发生缺血事件的风险较低^[24]。但当脑灌注压进一步降低时,脑血管自身调节功能失代偿, CBF 开始降低,脑组织 OEF 增加,脑组织从血液中更大程度地摄取氧以维持代谢,此时闭塞侧脑组织发生缺血事件的风险明显升高^[25-26]。Grubb 等^[3]应用正电子发射断层摄影(PET)测量 OEF 值,并依此将 81 例症状性颈内动脉闭塞患者分为伴(OEF 值升高且其同侧与对侧的比值 > 1.13)与不伴(OEF 值正常)Ⅱ期血流动力学衰竭两组,经过 31.5 个月的中位随访时间后,伴Ⅱ期血流动力学衰竭组患者同侧缺血性卒中发生率高达 28.2%,而不伴Ⅱ期血流动力学衰竭组患者仅为 4.8%。颈动脉或大脑中动脉闭塞手术研究(carotid or middle cerebral artery occlusion surgery study, CMOSS)将通过 CT 灌注成像获得的平均通过时间 > 4 s 且相对 CBF(症状侧与非症状侧的比值) < 0.95 作为患者的纳入标准,但 2 年随访后药物治疗组终点事件(随机分组后 30 d 内发生任何卒中或死亡,或 30 d 至 2 年发生同侧缺血性卒中)发生率仅为 11.6%,明显低于颈动脉闭塞手术研究(carotid occlusion surgery study, COSS)的 22.7%,且与药物治疗组相比,血管旁路移植术治疗组并未获益^[27]。该研究结果表明,该纳入标准并未筛选出卒中复发的高危人群,未来应通过对血流动力

学指标的进一步研究明确真正的卒中复发高危人群。

推荐意见:伴有严重血流动力学障碍的症状性 CICAO 患者再发缺血性卒中的风险较高(A 级证据, I 级推荐)。

5 临床表现及相关机制

5.1 颅内缺血事件

CICAO 患者颅内缺血事件的发生与侧支循环代偿是否充分密切相关。侧支循环代偿充分时,患者可表现为完全无症状^[28],或仅表现为非特异性头痛;侧支循环代偿不充分时,闭塞侧大脑半球可反复发作 TIA、轻微或严重缺血性卒中^[3]。

CICAO 导致的颅内缺血事件分为三种类型:TIA、分水岭区脑梗死及脑栓塞^[22]。TIA 通常提示脑灌注压减低,可反复发作。伴脑梗死的 CICAO 患者中发生分水岭区脑梗死者约占 40%^[29],考虑主要与血流动力学障碍相关^[3, 30]。脑栓塞是 CICAO 患者发生缺血事件的另一重要机制,但引起脑栓塞的栓子来源尚未明确。有研究认为,栓子主要来自于颈内动脉闭塞残端的血栓或动脉粥样硬化斑块脱落^[31],但也有研究表明,对侧病变的颈动脉栓子通过颅内开放的侧支通路栓塞也是重要原因^[32]。

5.2 认知功能障碍

研究表明, CICAO 造成的长期慢性缺血可通过干扰类淋巴通路清除淀粉样蛋白、促进炎症介质形成、反复发生皮质及皮质下微梗死等多种机制影响脑部结构,从而导致认知功能障碍甚至痴呆的发生^[33-34]。Oudemans 等^[4]系统回顾了 4 项前瞻性研究的数据,结果显示,超过 50% 的 CICAO 患者伴有认知功能损害,且该损害可累及记忆力、执行功能、注意力、语言及视空间功能等认知域。痴呆及认知功能障碍在症状性 CICAO 患者中发生率更高,一项对 73 例 CICAO 患者的随访研究结果表明,既往发生轻度脑梗死的 CICAO 患者中存在认知功能障碍的比例高达 70%^[35]。认知功能障碍可造成患者的生活质量明显下降,发生事故、创伤、感染等非心脑血管疾病事件的风险增加,病死率升高^[36]。现阶段,临床上对于 CICAO 患者的评估和治疗主要围绕缺血性卒中的预防,而对脑组织长期慢性缺血所致的认知功能障碍尚未给予足够的重视。

推荐意见:认知功能障碍在 CICAO 患者中发生率较高,可对患者的生活质量及身心健康造成严重影响,给家庭和社会带来沉重负担,临床工作中应加强对 CICAO 患者认知功能的评估及干预(B 级证据, II 级推荐)。

6 临床评估

CICAO 患者的临床评估包括临床症状学、认知功能和脑组织影像学评估,对其进行临床评估在药物或血运重建治疗决策的制定、过程的监测及效果的评价等方面均有重要作用。

6.1 临床症状学

症状性 CICAO 定义为既往 12 个月内发生过同侧颈内动脉闭塞相关的缺血性卒中、TIA 或一过性单眼黑朦中的一项或多项;仅有头晕或头痛的患者视为无症状^[27]。对于伴有

明显血流动力学障碍的患者,即使在最佳内科治疗下,TIA或缺血性卒中仍可能反复发作。

6.2 认知功能

神经心理评估仍是目前临床上识别和诊断血管性认知功能障碍的主要方法,也是观察疗效和转归的重要工具^[37],其中最常用的早期筛查和整体认知评估量表包括简易精神状态检查(mini-mental state examination,MMSE)量表和蒙特利尔认知评估(Montreal cognitive assessment,MoCA)量表,其他多维度认知量表体系包括记忆、注意、执行功能与反应速度、语言及视空间功能等^[36]。近年来,有研究对超声血流动力学^[38]、MR 结构成像^[39]及 MR 波谱成像^[39-40]等对慢性缺血患者认知功能障碍的诊断和评估价值进行了探讨,但这些研究的结论均受限于单中心、小样本的局限,尚未广泛应用于临床。

推荐意见: (1) 建议采用 MoCA 或 MMSE 量表对所有 CICA0 患者进行筛查和整体认知功能评估,若患者存在可疑认知功能障碍,则应进行完整的神经心理学评估,至少应包括注意或执行功能、记忆、语言及视空间功能等四个核心认知域(C 级证据,II 级推荐)。(2) 多模态影像学对 CICA0 患者认知功能障碍的诊断和评估价值尚未明确,仍有待于进一步探讨(C 级证据,III 级推荐)。

6.3 脑组织影像学

脑组织影像学评价是脑血管相关疾病的常规检查,可用于鉴别卒中类型、推测脑梗死发生机制并判断发病时间等。MR 是评估脑组织的首选方法,其常规序列包括 T1 加权成像、T2 加权成像、液体衰减反转恢复(FLAIR)序列、扩散加权成像(DWI)及磁敏感加权成像等。结合脑梗死患者的病史,DWI 图像上的高信号一般提示处于急性期,根据梗死病灶的信号强度及表观扩散系数值可大致判断脑梗死的时相^[41],有助于选择脑血运重建的干预时机。此外,根据 MRI 上梗死部位和分布还可大致推测 CICA0 患者缺血性卒中的发生机制,如动脉-动脉栓塞、内外分水岭区脑梗死及混合机制^[41]。脑梗死的机制不同,其适合的治疗方式及获益可能不同。研究显示,分水岭区脑梗死提示患者存在病变血管区域的低灌注^[42]。

推荐意见: (1) 症状性 CICA0 患者应常规行 MR 平扫检查,以对脑组织情况进行评估;如果存在 MR 扫描禁忌证,可行 CT 平扫代替(B 级证据,II 级推荐)。(2) MR 检查可帮助推测 CICA0 患者缺血性卒中的发病时间及发病机制,有助于治疗方式及时机的选择(D 级证据,II 级推荐)。

6.4 闭塞血管的管腔与管壁评价

颈动脉超声是诊断 CICA0 的便捷、快速、可重复的影像学手段,能提供如颈内动脉起始处斑块、纤维帽破裂、斑块内出血、钙化及夹层内膜瓣等诸多重要信息^[43],还能发现闭塞管腔远端的血栓,从而为判断闭塞原因和制定治疗策略提供依据,为血运重建治疗提供实时的指导。CT 血管成像(CTA)除能为 CICA0 患者做出初步诊断外,还在显示血管

钙化方面具有优势,能为评估血管内治疗的难易程度提供有价值的信息^[44]。DSA 仍是诊断颈动脉狭窄闭塞性疾病的“金标准”^[45]。除了在鉴别极重度狭窄与闭塞方面的优势外,还可动态显示颅内血管的代偿情况,对病变的整体判断有着不可替代的作用。DSA 同时也是指导和评价 CICA0 再通治疗的重要手段,可清楚显示闭塞起始处形态、远端反流等情况,能为血管内治疗或手术治疗提供重要信息^[46]。

高分辨率 MR 血管壁成像可通过多种成像序列显示 CICA0 闭塞段的位置、长度、走行、管壁厚度及管腔内物质,其分辨率高,可进行垂直或平行于动脉的冠状面、矢状面的多平面重组^[47]。对 CICA0 患者行高分辨率 MR 血管壁成像,可获得大量常规影像学检查难以提供的细节信息,包括斑块成分如纤维帽、富脂质坏死核心、钙化、斑块内出血、闭塞管壁强化特征等,对鉴别动脉粥样硬化性与非动脉粥样硬化性闭塞有重要价值^[48]。一项纳入 129 例患者的回顾性研究以 DSA 为参照,对比分析高分辨率 MR 血管壁成像、时间飞跃法 MR 血管成像(MRA)及对比增强 MRA 对 CICA0 的诊断能力,结果显示,高分辨率 MR 血管壁成像的敏感度、特异度及准确性分别为 97.0%、86.7% 和 94.6%,与对比增强 MRA 的诊断能力相当且明显强于时间飞跃法 MRA;更为重要的是,高分辨率 MR 血管壁成像对闭塞部位及残端状态的评估与 DSA 高度一致,且额外提供了远端管腔塌陷与否及管腔内容物等重要信息^[45]。由于可清晰显示闭塞管腔及管壁的特征,高分辨率 MR 血管壁成像已广泛用于 CICA0 患者血管再通治疗的术前评估。

推荐意见: (1) 颈动脉超声适用于 CICA0 患者的筛查及随访,在评价闭塞起始处斑块的组成及远端血栓方面存在优势(B 级证据,II 级推荐)。(2) CTA 在显示闭塞起始处钙化病变方面有优势,是诊断 CICA0 的常用无创检查方式(D 级证据,II 级推荐)。(3) DSA 是诊断 CICA0 的“金标准”,在鉴别极重度狭窄与闭塞及观察病变血管形态方面有不可替代的作用(D 级证据,I 级推荐)。(4) 高分辨率 MR 血管壁成像对病变血管形态的评估与 DSA 高度一致,且能提供闭塞起始处斑块的组成、管壁和管腔内容物信息,对判断 CICA0 发病原因及指导其治疗,尤其是再通治疗,具有重要价值(C 级证据,II 级推荐)。

6.5 侧支循环评价

对颅内侧支循环评价的常用手段主要包括经颅多普勒超声(TCD)、CTA 和 DSA。DSA 是评价侧支循环的“金标准”,可准确评估颈内动脉闭塞侧大脑半球来自 Willis 环、颈外动脉分支及软脑膜动脉的代偿供血。相较于其他影像学检查,DSA 的优势在于能直接观察到软脑膜动脉的代偿供血及静脉血管的延迟显影。一项研究对 47 例 CICA0 患者 DSA 征象与闭塞侧脑组织 OEF 的关系进行探讨,结果显示,仅软脑膜分支代偿供血和静脉延迟显影与 OEF 增加相关,这两个征象的出现提示患者可能存在 II 期血流动力学衰竭^[49]。

TCD 是一种简便无创的脑血流检查方式,可实时高效地

评估颈内动脉闭塞后同侧大脑半球脑血流和侧支循环代偿的情况^[50-51]。有研究前瞻性纳入 62 例 CICA0 患者,其 TCD 检查结果表明,存在软脑膜血管代偿是病变区域 CVRC 严重受损的独立预测因子^[50]。Schneider 等^[51]研究表明,与 TCD 检查提示大脑后动脉 P2 段血流正常患者比较,P2 段血流增加患者的缺血性卒中复发风险增加(28.6% 比 5.6%, $P=0.01$)。此外,TCD 还可在 CICA0 再通治疗过程中通过监测同侧大脑中动脉的血流速度来指导术中、术后的血压控制,以减少围手术期高灌注及出血并发症的发生^[52-53]。

CTA 和对比增强 MRA 也常用于评价侧支循环代偿能力。Sundaram 等^[21]研究表明,基于 CTA 的二级侧支循环(同侧眼动脉、软脑膜侧支)代偿不佳与颈动脉闭塞患者症状严重程度相关($OR=4.5$ 95% $CI: 1.4 \sim 14.9$, $P=0.01$),并且是 CICA0 发病 3 个月后预后不良的独立危险因素($P<0.05$)。CTA 的局限性在于不能动态观察血流方向和评估血流速度。

推荐意见: (1) DSA 是评价 CICA0 患者脑血管侧支循环的“金标准”,可准确评估来自 Willis 环、颈外动脉分支及软脑膜血管的代偿供血(B 级证据,Ⅰ级推荐)。(2) TCD 是一种简便无创的脑血流检查方式,可实时对 CICA0 患者的颅内血流及代偿情况进行评估(B 级证据,Ⅱ级推荐)。(3) CTA 特别是多时相 CTA,也是常用的无创评价 CICA0 患者颅内侧支循环代偿能力的有效手段(B 级证据,Ⅱ级推荐)。

6.6 脑血管调节能力评估

脑血管调节能力是 CVRC 的重要组成部分,通过对脑血管调节能力的评估可直观了解 CVRC,从而对 CICA0 患者进行危险分层。既往对脑血管调节能力的常用评估方法包括乙酰唑胺激发试验和二氧化碳激发试验,分别通过注射乙酰唑胺、吸入 8% 二氧化碳来提高血液中碳酸的浓度,并利用 TCD、CT 灌注成像、MR 灌注加权成像(PWI)、单光子发射计算机断层摄影(SPECT)等测定 CBF 的代偿程度,从而对闭塞侧大脑半球的 CVRC 进行评估^[22]。对 CVRC 受损通常使用 10% 的截点来区分,CVRC 小于 10% 表明 CICA0 患者发生缺血性卒中的风险较高^[54-55]。但这些评估方法在检查过程中有诱发缺血性事件的可能,故临床应用较少。

6.7 脑组织灌注或代谢评价

静息状态下病变血管供应区域脑组织灌注或代谢情况反映了脑血流的代偿能力。脑组织灌注或代谢检查能够在不额外增加患者风险的前提下识别血流动力学障碍,因而在临床上应用广泛。评价脑组织灌注或代谢情况的影像学检查方法有 PET、氩增强 CT、SPECT、CT 灌注成像、PWI、MR 动脉自旋标记(arterial spin labeling,ASL)成像。

PET 采用放射性核素氧吸入法定量测定脑血容量、CBF 及 OEF 等指标,能准确评估脑组织灌注及代谢情况,是判定脑组织血流动力学障碍的“金标准”^[56]。COSS 试验仅纳入了存在Ⅱ期血流动力学衰竭的患者,该试验通过 PET 对患者进行评估,并将同侧与对侧 OEF 的比值 >1.13 作为研究的

纳入标准^[12]。氩增强 CT 是通过吸入无放射性的氩气作为定量标记物,其测定 CBF 的准确度与 PET 相近^[57]。由于放射性核素及氩气来源受限,这两种检查目前在临床应用较少,仅应用于国内个别机构。

目前,临床上最常用的评估脑组织灌注的影像学检查方法是 CT 灌注成像和 PWI。CT 灌注成像的主要评估参数有平均通过时间、达峰时间、CBF 和脑血容量等,通过这些参数可对脑组织灌注情况进行量化分析,从而为临床治疗方案的制定提供重要参考^[58]。一项研究以 SPECT 为标准,对 25 例 CICA0 患者的 CT 灌注成像在评估血流动力学方面的应用价值进行评价,结果表明,CT 灌注成像所得到的 CBF、脑血容量及平均通过时间与 SPECT 所获得的 CBF 存在明显相关性,提示 CT 灌注成像能较准确地反映脑组织灌注情况^[59]。另有研究表明,对于症状性颅内动脉狭窄患者,CT 灌注成像所提示的 CBF 降低和平均通过时间延长可有效预测缺血性卒中的复发,但相关参数的阈值还有待进一步探索^[60]。PWI 也是临床常用的脑组织灌注评价方法,通过后处理同样可获得平均通过时间、达峰时间、CBF 及脑血容量等脑组织灌注参数,其参数可反映狭窄或闭塞血管以远颅内血流动力学改变情况,在临床诊疗中也较为常用^[61]。

ASL 是利用血液中的水分子作为内源性、可自由扩散的示踪剂进行动脉血流量测量的 MR 技术,无需对比剂即可获得脑组织灌注图像,可在短时间内多次提供重要的血流动力学信息,临床应用越来越广泛^[62]。Bokkers 等^[63]以 PET 为标准,对经 ASL 获得的 CBF 在症状性颈内动脉闭塞患者中的应用价值进行评估,结果显示,PET 和 ASL 均显示颈内动脉闭塞患者同侧半球灰质的 CBF 明显减少,但 ASL 测量的平均脑灰质 CBF 高于 PET 的测量结果,二者差异有统计学意义 [71.8 ± 4.3] ml/(min · 100 g) 比 [43.1 ± 1.0] ml/(min · 100 g), $P<0.01$],表明 ASL 在一定程度上可能高估了缺血区域的 CBF。

推荐意见: (1) 对于症状性 CICA0 患者,应常规对脑组织灌注情况进行评估,以作为行脑血运重建等治疗决策的参考依据(A 级证据,Ⅰ级推荐)。(2) CT 灌注成像、PWI 及 ASL 是临床上常用的评估 CICA0 患者脑组织灌注情况的检查,其参数有助于预测缺血性卒中的复发风险,可任选其中一种检查方法对患者脑组织灌注情况进行评估(B 级证据,Ⅱ级推荐)。

7 治疗

CICA0 的治疗方法包括药物治疗和脑血运重建治疗。现有证据支持药物治疗与对危险因素的管理是 CICA0 患者首选的治疗方式,而脑血运重建治疗包括颅外-颅内血管旁路移植术和闭塞血管原位再通术,仅考虑用于存在明确血流动力学障碍的症状性 CICA0。目前,几项正式发表的随机对照试验(randomized controlled trial,RCT)均未证明颅外-颅内血管旁路移植术能为 CICA0 患者带来额外获益^[12 27 64]。CICA0 患者的再通治疗包括单纯颈动脉内膜切除术(carotid

endarterectomy (CEA)、单纯介入治疗以及联合 CEA 与介入治疗的复合手术。虽然近十年来针对 CICA0 患者的闭塞血管原位再通术在临床的应用越来越普遍,但相关临床证据仍局限于回顾性研究,其有效性与安全性仍有待于大型前瞻性临床研究进一步证实。

7.1 药物治疗

CICA0 的基础病因约有 70% 是动脉粥样硬化,因此,对该类患者的药物治疗基本等同于颈内动脉粥样硬化性狭窄疾病,主要包括抗血小板聚集治疗、强化降脂、控制危险因素及改变生活方式等^[65]。对于症状性 CICA0 患者,应给予以阿司匹林为代表的抗血小板聚集治疗,但其最佳药物方案尚缺乏针对性研究。此外,2023 年最新的《中国脑血管病临床管理指南(第 2 版)》建议,对 CICA0 患者早期启动降脂治疗,使用他汀类药物使低密度脂蛋白胆固醇 $< 1.82 \text{ mmol/L}$,必要时加用依折麦布和(或)前蛋白转化酶枯草杆菌蛋白酶/kexin 9 型抑制剂;对伴有糖尿病的患者应将糖化血红蛋白控制在 7% 以内;应建立健康的生活方式,包括戒烟、控制体质量、健康饮食和充分的体育活动等^[66]。

推荐意见: (1) 建议对无症状 CICA0 患者动脉粥样硬化的相关因素进行控制并建立健康的生活方式(C 级证据,Ⅱ级推荐)。(2) 建议对症状性 CICA0 患者积极进行抗血小板聚集治疗,但其最佳的药物治疗方案尚未明确(B 级证据,Ⅰ级推荐)。(3) 症状性 CICA0 患者的最佳血压控制目标尚未明确,对伴有糖尿病的患者应将糖化血红蛋白控制在 7% 以内,低密度脂蛋白胆固醇 $< 1.82 \text{ mmol/L}$ (D 级证据,Ⅲ级推荐)。

7.2 脑血运重建治疗

7.2.1 脑血运重建治疗的指征

CICA0 患者是否行脑血运重建治疗应结合患者临床症状及脑血流动力学指标综合考虑。根据 COSS 试验^[12]和 CMOSS 试验^[27]的纳入标准,行脑血运重建治疗的患者应至少满足以下 2 个条件: (1) 存在明确的临床定位症状。主要临床症状包括 12 个月以内发生的与闭塞血管供血区域相关的 TIA 或轻中度缺血性卒中,无或仅有轻中度神经功能缺损[改良 Rankin 量表(mRS)评分 ≤ 3 分]。最佳药物治疗后仍反复发作闭塞血管供血区域缺血事件的患者最有可能从脑血运重建治疗中获益。伴肢体抖动型 TIA 的患者常提示存在明显血流动力学障碍,存在较高的缺血事件再发风险^[67-68],该类患者也有较大的可能从脑血运重建治疗中获益。仅表现为同侧眼部缺血症状的患者,其缺血事件的复发风险通常较低,一项纳入 117 例 CICA0 患者的前瞻性研究显示,仅表现为眼部缺血症状的 24 例患者中仅有 1 例在 10 年随访中发生了缺血性卒中^[29]。(2) 相关影像学检查证实责任血管供血区域存在明确低灌注。

症状性 CICA0 患者行脑血运重建的最佳手术时机尚未确定。对处于脑梗死急性期的患者,水肿的脑组织梗死病灶可能会因过早干预而增加血管源性水肿和再灌注出血的风

险^[69]。因此,CICA0 患者行脑血运重建的时机需个体化,为增加手术的安全性,根据 CMOSS 试验的经验,对于发生较大面积脑梗死的患者,至少 2 周后行脑血运重建治疗较为合理^[27]。

推荐意见: (1) 标准药物治疗是症状性 CICA0 患者的基础治疗,症状性 CICA0 患者无论是否行脑血运重建均应接受标准药物治疗(B 级证据,Ⅰ级推荐)。(2) 标准药物治疗后,在闭塞血管供血区域仍反复发作缺血事件且存在明确低灌注证据的 CICA0 患者,最有可能从脑血运重建治疗中获益(B 级证据,Ⅲ级推荐)。(3) 症状性 CICA0 患者行脑血运重建的时机需个体化,对于发生较大面积脑梗死的患者,至少在梗死发生 2 周后行脑血运重建治疗较为合理(C 级证据,Ⅲ级推荐)。(4) 不建议对闭塞血管区域梗死灶面积超过 1/2 血管供血区或存在明显神经功能缺损(mRS 评分 > 3 分)的 CICA0 患者行脑血运重建治疗(D 级证据,Ⅳ级推荐)。(5) 不建议对无症状或无血流动力学障碍的 CICA0 患者行脑血运重建治疗(A 级证据,Ⅳ级推荐)。

7.2.2 颅外-颅内血管旁路移植术

7.2.2.1 相关临床试验: 既往研究表明,颅外-颅内血管旁路移植术能够增加闭塞血管远端的血供,改善脑组织灌注,但其对 CICA0 患者的有效性及安全性仍存在争议^[70]。1985 年首次报道了症状性颈内动脉或大脑中动脉粥样硬化性狭窄或闭塞患者行颅外-颅内血管旁路移植手术的 RCT 研究,该试验共纳入 1 377 例患者,中位随访时间为 55.8 个月,结果表明,手术组非致死性和致死性缺血性卒中的发生率均明显高于单纯药物治疗组^[64]。由于纳入了狭窄患者且未对血流动力学参数进行评估,该项研究结果对 CICA0 的参考价值有限。一项来自日本的颅外-颅内血管旁路移植术试验(Japanese EC-IC bypass trial, JET)共纳入 196 例症状性伴严重血流动力学障碍的 CICA0 患者,经过持续 2 年的随访表明,行血管旁路移植术治疗患者的缺血性卒中发生率低于药物治疗者^[71]。尽管该项研究是目前唯一一个证实血管旁路移植术治疗优于药物治疗的临床研究,但因其数据备受质疑,尚未得到学术界的认可。

COSS 试验是 2011 年报道的一项多中心 RCT,目的是探讨对于存在严重血流动力学障碍的颈内动脉闭塞患者,与标准药物治疗相比,血管旁路移植术是否能降低同侧缺血性卒中发生的风险。该研究纳入 2002 年至 2010 年美国 and 加拿大的 49 个中心共 195 例患者,均通过 PET 进行评估,且所有纳入患者同侧与对侧 OEF 比值 > 1.13 ,其中 97 例被随机分配接受手术治疗。结果显示,手术组 2 年主要终点事件发生率与药物组的差异无统计学意义(21.0% 比 22.7%, $P = 0.78$),手术组 30 d 同侧缺血性卒中发生率明显高于药物组(14.4% 比 2.0%, $P < 0.05$)^[12]。该试验结果发表后,美国症状性动脉闭塞住院患者中进行颅外-颅内血管旁路移植术的比例自 2008—2010 年的 40% 下降至 2011—2014 年的 20%^[72]。

颈动脉闭塞和认知功能的随机评估 (randomized evaluation of carotid occlusion and neurocognition ,RECON) 试验是 COSS 试验的子项目,对比分析了颅外-颅内血管旁路移植术(13 例)与最佳药物治疗(16 例)对 II 期血流动力学衰竭颈内动脉闭塞患者认知功能的影响。结果显示,在控制年龄、受教育程度和抑郁的情况下,经过 2 年的随访,药物组和血管旁路移植术组患者认知功能的差异无统计学意义(95% CI: -0.5 ~ 0.5, $P=0.90$)。该研究表明,与药物治疗相比,血管旁路移植术并未改善 CICA0 患者的认知功能^[73]。但该研究样本量较少,证据力度有限。

最新发表的 CMOSS 研究纳入 2013 年至 2018 年来自中国的 13 个中心共 324 例患者,该研究评价了颅外-颅内血管旁路移植术联合药物治疗(联合组)与单纯药物治疗(药物治疗组)对存在血流动力学障碍的颈内动脉(186 例)或大脑中动脉(138 例)闭塞患者的效果。该试验通过既往手术量、吻合口通畅率及围手术期并发症等方面对研究中心和术者进行了严格筛选,利用临床更为常用的 CT 灌注成像筛选出脑血流灌注不足的潜在获益患者,同时进一步加强了围手术期综合管理。治疗后 2 年随访的结果显示,联合组主要终点事件的发生率与药物治疗组的差异无统计学意义(8.6% 比 12.3% $P=0.39$)。但联合组患者治疗后 30 d 至 2 年同侧缺血性卒中发生率明显低于药物治疗组(2% 比 10.3% $P<0.05$)。该研究结果表明,对于症状性颈内动脉或大脑中动脉闭塞患者,血管旁路移植术联合药物治疗在预防卒中或死亡方面不劣于单纯药物治疗^[27]。

7.2.2.2 围手术期管理:为增加手术的安全性,根据 CMOSS 研究的经验,颅外-颅内血管旁路移植术中大脑中动脉皮质支阻断的时间应控制在 30 min 以内;术中应严格麻醉管理方案,以减轻术中平均动脉压及呼气末二氧化碳分压的波动,围手术期血压也应保持稳定;若无术前数据,无创收缩压建议控制在 130 ~ 150 mmHg,二氧化碳分压建议控制在 35 ~ 40 mmHg^[27]。

7.2.2.3 手术资质:同样根据 CMOSS 研究的设计,对行颅外-颅内血管旁路移植术医师的资质进行要求,术者应在过去 1 年中以术者身份完成至少 15 例颅外-颅内血管旁路移植术,吻合口通畅率应大于 95%,围手术期卒中及死亡发生率应小于 10%^[27]。

推荐意见:(1)对存在明确血流动力学障碍且标准药物治疗后仍发生 TIA 或缺血性卒中的 CICA0 患者行颅外-颅内血管旁路移植术治疗可能是合理的(A 级证据,III 级推荐)。(2)CICA0 患者的颅外-颅内血管旁路移植术治疗应在有资质的中心,由经验丰富的医师进行(C 级证据,II 级推荐)。(3)建议 CICA0 患者行颅外-颅内血管旁路移植术时将大脑中动脉皮质支阻断时间控制在 30 min 以内,术中二氧化碳分压控制在 35 ~ 40 mmHg,围手术期无创收缩压控制在 130 ~ 150 mmHg,以减少并发症的发生(D 级证据,III 级推荐)。

7.2.3 血管再通治疗

CICA0 患者闭塞病变的个体差异大,对血管再通治疗的技术要求较高,围手术期并发症发生风险也较高,术前应多模态评估患者的手术指征,同时根据影像学提示的闭塞部位、节段、起始处形态及管腔内容物性质等选择合适的开通方式,以使患者在最大程度上获益。

7.2.3.1 单纯 CEA:单纯 CEA 一般仅适用于闭塞节段局限于颈内动脉起始处的患者,若闭塞段位于岩骨段以下,CEA 结合 Forgaty 取栓球囊导管也能获得较高的血管再通率。Jiao 等^[74]于 2013 年对 61 例颅外段颈内动脉颈段闭塞患者采用单纯 CEA 或 CEA 联合 Forgaty 球囊行血管再通治疗的效果进行报道,其中单纯 CEA 手术治疗闭塞段局限于颈内动脉起始处患者的成功率为 90.2%,CEA 联合 Forgaty 球囊治疗球部远端存在血栓患者的成功率为 90.0%。该研究提示,应用单纯 CEA 的关键在于术前通过影像学检查准确判断并筛选闭塞段较短且位于颈内动脉岩骨段以下的患者。但 Forgaty 球囊取栓过程中可能会造成颈内动脉损伤,增加围手术期并发症和远期再狭窄的发生风险^[75-76]。在具备复合手术技术的今天,可不作为首选技术进行推荐。

7.2.3.2 单纯介入治疗:对于闭塞段延伸至岩骨段及以上 CICA0 患者,CEA 再通的治疗效果不佳,成功率仅为 29% ~ 34%^[77-78]。近十余年来,随着介入技术及器械的快速发展,头颈部血管闭塞行单纯介入再通的患者越来越多,该手术方法为颈内动脉岩骨段及以上的闭塞再通提供了可能,但单纯介入开通 CICA0 的技术成功率差别较大。一项纳入 13 项研究共 528 例颈内动脉闭塞患者的 Meta 分析显示,单纯介入治疗开通 CICA0 的成功率为 72.6% (347/528, 95% CI: 65.4% ~ 79.9%, $I^2=68.9\%$)^[79]。Chen 等^[80]研究报道,合理应用同轴导管技术可将单纯介入再通的成功率提高至 89.8% (44/49)。

CICA0 病变的影像学特征是单纯介入治疗能否顺利再通闭塞血管的重要预测因素。Chen 等^[44]对 138 例接受单纯介入再通治疗的 CICA0 患者进行分析,结果表明,DSA 造影上的非锥形残端、远端颈内动脉通过对侧显影、对比剂仅反流至交通段或眼动脉段以及既往无神经系统缺血事件是血管内再通治疗失败的独立预测因素。该研究进一步利用这几个预测因素构建了评分系统,该评分系统预测血管内再通技术成功的 C 指数为 0.820 (95% CI: 0.748 ~ 0.892, $P<0.01$)。Hasan 等^[46]根据 100 例患者 DSA 影像上闭塞病变的形态,将 CICA0 分为 4 种类型:A 型为闭塞近端有锥形残端,血流经侧支血管反流至岩段及以上颈内动脉;B 型为闭塞近端有钝性残端,血流经侧支血管反流至岩段及以上颈内动脉;C 型为颈内动脉起始处完全闭塞,无残端,血流经侧支血管反流至岩段及以上颈内动脉;D 型为无残端,且颈内动脉全程不显影。该研究对 31 例患者的 32 处病变介入再通结果进行分析,结果显示,CICA0 病变再通的成功率和并发症发生率与分型相关,总体血管再通成功率为 68.75% (22/32),

并发症发生率为 18.75% (6/32); 不同分型的血管再通成功占比与并发症占比各不相同, 其中 A、B、C 和 D 型的再通占比分别为 8/8、8/8、4/8 和 2/8, 而并发症占比分别为 0、1/8、3/8 和 2/8。除了 DSA 所提供的形态学信息外, 术前高分辨率 MR 检查可以在闭塞管腔内容物性质等方面提供更多信息, 有研究表明, 术前高分辨率 MR T1 加权成像管腔内信号、远端有无血管壁塌陷及闭塞长度与血管再通成功与否密切相关^[81]。

CICAO 患者血管内再通治疗术中栓塞保护装置应用的比例在各研究中差异较大。Shojima 等^[82]对单纯介入治疗的 CICAO 患者术后行头部 MR 检查提示 8 例患者中有 6 例存在 DWI 图像上的高信号, 尽管 6 例患者均无症状, 但该结果提示在血管内治疗的过程中存在栓子脱落的风险。因此, 有研究表示, 在介入术中对远端存在足够锚定区的患者应使用远端保护装置, 以减少术中栓塞事件的发生^[80, 83]。另有研究提示, 对于术前相关影像学怀疑闭塞段颈内动脉存在较多新鲜血栓的患者应采用近端保护装置^[82-83]。

7.2.3.3 复合手术: CICAO 患者行单纯血管内介入治疗的难点在于通过闭塞起始处的动脉粥样硬化斑块, 特别是对于那些起始处无残端的患者。Hasan 等^[46]所报道的分型中, 无残端患者 (C 型和 D 型) 的血管内治疗成功再通占比仅为 6/16, 而存在锥形残端 (A 型) 或钝性残端 (B 型) 患者的血管内治疗成功再通占比为 16/16。2013 年, Jiao 等^[74]和 Shih 等^[84]报道了开放手术联合血管内治疗在闭塞颈动脉开通中的应用, 该类复合技术采用 CEA 直接切除颈动脉分叉处的斑块, 为后续介入治疗提供了路径, 从而获得较高的血管再通率。Cai 等^[85]报道了 22 例 CICAO 患者通过复合手术进行治疗的结果, 所有纳入患者均为 C 型或 D 型, 术后血管成功再通率为 86.4% (19/22)。另一项研究比较了复合手术与单纯血管内治疗对于颈内动脉起始处无残端的 CICAO 患者的治疗效果, 其中复合手术组 17 例, 单纯血管内治疗组 15 例, 结果显示, 复合手术组血管成功再通占比高于单纯血管内治疗组 (15/17 比 8/15 $P=0.049$), 而围手术期并发症占比明显低于单纯血管内治疗组 (1/17 比 6/15 $P=0.033$)^[86]。

复合手术血管再通过程中, 闭塞血管内的血栓和碎屑可从颈动脉切口反流至体外, 理论上可降低远端栓塞的风险; 近端斑块和血栓的切除可减少支架置入的数量, 降低支架内血栓形成的风险; 动脉切开可进入闭塞血管的真腔, 从而减少导丝盲探引起血管夹层或穿孔的风险^[87]。但复合手术操作复杂, 国外报道较少, 大多研究报道来自国内少数医疗机构, 且现有的研究均为回顾性, 纳入病例也较少, 因此, 复合手术的安全性及长期有效性仍有待于进一步验证。

推荐意见: (1) CICAO 血管再通术前应结合超声、MRI、CTA 及高分辨率 MR 管壁成像对病变血管及供血区域脑组织进行综合评估, 建议采用造影相关评价工具判断血管再通成功率及围手术期风险, 并在此基础上制定治疗决策

(C 级证据, II 级推荐)。(2) 单纯 CEA 仅适用于闭塞节段局限于颈内动脉起始处的病变 (C 级证据, I 级推荐)。(3) 对于非局限性闭塞病变, 根据医师的能力和患者的影像评估, 慎重选择行单纯介入再通或复合手术再通 (C 级证据, III 级推荐)。(4) 闭塞段延伸至床突段及以上的 CICAO 患者, 血管再通成功率低、并发症发生率高且远期血管再闭塞率高, 一般不建议行血管再通治疗 (C 级证据, IV 级推荐)。

7.2.3.4 血管再通治疗相关并发症及围手术期管理: 一项纳入 13 项研究共 528 例 CICAO 患者的荟萃分析表明, 血管内再通治疗的围手术期并发症发生率较高, 可达 17.1% (88/516), 但致死、致残的严重并发症发生率较低, 为 5.2% (25/480); 治疗相关的病死率为 2.1% (11/516)。最常见的并发症为血栓脱落或低灌注导致的脑梗死, 发生率为 8.3% (43/516), 其他还包括高灌注综合征及相关脑实质出血、动脉夹层、蛛网膜下腔出血、颈动脉海绵窦瘘等, 行 CEA 或复合手术的患者还有可能发生脑神经损伤、颈部血肿等^[79]。

CICAO 患者脑血管自动调节能力受损, 对血压波动敏感, 一方面, 术前、术中血压的突然降低有可能加重闭塞血管供血区域的低灌注, COSS 试验结果显示, 围手术期同侧缺血性卒中的发生与手术操作无明显关系, 但可能与术中麻醉后低血压相关^[88]; 另一方面, 术后血压过高可能引起高灌注综合征甚至脑实质出血, TCD 相关研究显示, 术后大脑中动脉平均流速较术前增加 1.5 倍或 2.0 倍可预测高灌注综合征的发生^[89-90]。因此, 血管再通治疗术中应维持血压的稳定, 防止血压波动过大; 血管再通成功后也应严格控制血压以防止过度灌注。必要时可联合 TCD 对颅内血流进行监测以指导围手术期血压的控制。

CICAO 再通治疗围手术期对抗血小板聚集治疗的要求较高, 术前常规采用双联抗血小板聚集药物治疗, 即阿司匹林 100 mg/d + 氯吡格雷 75 mg/d, 联合应用 5 d 以上, 必要时可参考血小板功能或相关基因检测的结果调整用药方案^[91]。术中行支架置入的患者建议双联抗血小板聚集药物持续使用至术后 3 ~ 6 个月, 然后更改为单抗并长期维持^[92]。急性血栓形成是颅内动脉粥样硬化性疾病血管内治疗后较常见的围手术期并发症, 且与抗血小板聚集药物的使用密切相关, 理论上, 长节段 CICAO 闭塞再通术后急性血栓形成的发生率可能更高^[93]。有研究显示, 静脉输注血小板膜糖蛋白 IIb/IIIa 受体拮抗剂可降低颅内支架置入术中急性血栓形成的发生率, 且不增加脑出血的风险, 但其在 CICAO 再通治疗中的应用尚未见报道^[94]。

推荐意见: (1) CICAO 患者闭塞再通治疗应在全身麻醉下进行, 由专业的麻醉医师负责麻醉监护 (D 级证据, II 级推荐)。(2) 闭塞再通术中应维持血压稳定且不低于患者术前基础血压水平。血管成功再通后应严格控制血压, 但其标准控制目标尚未明确。建议有条件的中心在术中、术后可联合 TCD 对颅内血流进行监测, 以指导围手术期血压的控制

(C 级证据, III 级推荐)。(3) 对术后有烦躁症状的患者给予镇静治疗可能是合理的(D 级证据, III 级推荐)。(4) CICA0 再通术前建议常规应用阿司匹林 100 mg/d 联合氯吡格雷 75 mg/d 抗血小板聚集治疗至少 5 d, 并参考血小板功能或相关基因检测结果调整用药方案(C 级证据, II 级推荐)。(5) 建议术中行支架置入的患者继续行双联抗血小板聚集药物治疗并持续使用至术后 3~6 个月, 随后可根据情况转为单一抗血小板聚集药物并长期维持(C 级证据, II 级推荐)。(6) 对闭塞再通术后预计血栓形成风险较高的患者, 在权衡出血风险后静脉应用替罗非班 1~2 d 可能是合理的(D 级证据, III 级推荐)。

7.2.3.5 手术资质: CICA0 血管再通手术难度大, 对术者的技术要求高, 术中发生不可预知的情况多, 手术风险高, 术者应熟练掌握神经介入等相关技术, 具有成熟的治疗狭窄性病变的能力和临床经验。建议有条件的中心优先安排在复合手术室进行, 以便术中可根据情况随时转换手术方式, 提高闭塞血管再通率。

推荐意见: (1) 对于术前评估认为原始闭塞段位于颈内动脉起始处的 CICA0 行血管再通手术, 建议有条件的中心优先安排在复合手术室进行(D 级证据, III 级推荐)。(2) 行 CICA0 再通的术者应熟练掌握神经介入等相关技术, 具有成熟的治疗狭窄性病变的能力和临床经验(D 级证据, I 级推荐)。

7.2.3.6 预后: 根据现有研究报道, 成功的血管再通在预防缺血性卒中再发和改善患者预后方面有较好的效果。Kao 等^[95]对 118 例接受血管内治疗的 CICA0 患者(其中血管再通成功患者 70 例)进行了为期 7 年的随访, 结果显示, 成功再通组患者 TIA、任何卒中或死亡累积事件为 17 例, 而再通失败组 23 例($HR = 0.51$, 95% $CI: 0.27 \sim 0.97$, $P = 0.040$)。在排除围手术期事件后, 两组差异仍有统计学意义($HR = 0.41$, 95% $CI: 0.20 \sim 0.84$, $P = 0.015$)。一项关于 CICA0 血管内治疗的荟萃分析结果提示, 与标准药物治疗相比, 血管再通成功降低了患者在随访期间的缺血性事件发生率($OR = 0.20$, 95% $CI: 0.08 \sim 0.60$, $P = 0.01$)和病死率($OR = 0.50$, 95% $CI: 0.10 \sim 0.90$, $P = 0.04$); 血管再通失败患者围手术期和早期并发症发生率高于血管再通成功患者($OR = 3.30$, 95% $CI: 1.30 \sim 8.50$, $P = 0.01$)^[79]。

多项回顾性研究结果显示, 闭塞颈内动脉的成功再通可明显改善患者的认知功能。Huang 等^[96]根据手术是否成功及术前是否存在同侧灌注异常对纳入 CICA0 患者进行分组, 结果表明, 血管成功再通且术前存在同侧灌注异常患者的认知功能评分在治疗后 3 个月随访时有明显改善。Lin 等^[97]研究认为, CICA0 成功行颈动脉支架置入患者的整体认知功能、注意力和精神运动处理速度评分在术后 3 个月均有明显改善, 而血管再通失败的患者则无明显变化。

推荐意见: 存在临床定位症状且明确有血流动力学障

碍的 CICA0 患者行血管再通治疗可能是合理的, 其预防缺血性卒中再发和改善认知功能方面的作用仍需前瞻性、多中心、大样本研究进一步证实(C 级证据, III 级推荐)。

7.2.3.7 随访: CICA0 成功再通后再狭窄或再闭塞发生率较高, 多项研究报道, 血管成功再通后 3 个月至 1 年的再狭窄或闭塞率为 15%~18%^[43, 80, 91, 95]。Lu 等^[91]对 252 例非急性颈内动脉闭塞患者成功行再通治疗后的随访资料进行回顾性分析, 12.6 个月的中位随访期间有 56 例患者发生了再狭窄, 且大多数再狭窄发生在术后 15 个月内; 与未发生再狭窄的患者相比, 发生再狭窄患者缺血性卒中复发风险明显增加(25.0%比 1.5%, $P < 0.01$)。因此, 对血管再通术后的患者, 应进行规律的影像学随访, 以降低血管再狭窄或再闭塞所导致的缺血性卒中复发。

推荐意见: 对于成功行血管再通的 CICA0 患者, 应规律行影像学随访以评估再通血管及脑组织情况(C 级证据, II 级推荐)。

8 本领域有待研究的问题

(1) 我国 CICA0 的发病率、症状性 CICA0 患者的比例及其临床转归有待基于社区人群的大型临床流行病学研究结果。

(2) CICA0 患者脑缺血事件的类型和脑梗死机制及其与远期缺血性卒中复发的关系尚未完全清楚。

(3) CICA0 患者合并认知功能障碍的发生率、高危因素、影像学或生物学标志物尚未清楚。

(4) CICA0 患者高分辨率 MR 影像上闭塞颈内动脉管腔内不同信号所代表的意义及其对临床的启示有待进一步探讨。

(5) CICA0 患者常用脑组织灌注检查(CT 灌注成像、PWI 及 ASL 等)提示高卒中复发风险的相关参数阈值有待进一步探讨。

(6) 症状性 CICA0 患者行单纯药物治疗效果不佳(再发颅内缺血事件)的相关因素尚未清楚。

(7) 不同发病机制(动脉粥样硬化、夹层、动脉炎等)的 CICA0 患者在药物治疗效果及远期缺血性卒中复发风险等方面的差异尚未阐明。

(8) CICA0 患者的最佳治疗策略和时机有待进一步探讨。

(9) CICA0 患者危险因素管理的最佳方案有待进一步探讨(血压、血脂等控制水平)。

(10) 与标准药物治疗相比, 颅外-颅内血管旁路移植术治疗对 CICA0 患者卒中复发的预防及认知功能障碍的改善作用尚未明确。

(11) 与标准药物治疗相比, 闭塞血管再通治疗对 CICA0 患者卒中复发的预防及认知功能障碍的改善作用有待大型前瞻性对照研究进一步证实。

(12) CICA0 患者闭塞颈内动脉行血管再通治疗后的远期通畅情况尚不清楚。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

执笔 卢光东(南京医科大学第一附属医院);王韬(首都医科大学宣武医院);焦力群(首都医科大学宣武医院)

指导专家(按姓氏拼音顺序排序) 蔡学礼(浙江省丽水市中心医院);曹毅(昆明医科大学第二附属医院);柴尔青(应急总医院);陈左权(上海市第十人民医院);程美雄(四川省人民医院);戴琳孙(福建医科大学附属第一医院);段传志(南方医科大学珠江医院);顾宇翔(复旦大学附属华山医院);胡伟(中国科学技术大学附属第一医院);江涛(安徽医科大学第一附属医院);焦力群(首都医科大学宣武医院);李则群(温州医科大学附属第一医院);刘冷(四川省人民医院);刘圣(南京医科大学第一附属医院);南光贤(吉林大学中日联谊医院);任军(兰州大学第二医院);宋存峰(山东省聊城市第三人民医院);孙军(浙江省温州市中心医院);万杰清(上海交通大学医学院附属仁济医院);王东海(山东大学齐鲁医院);王君(解放军总医院第一医学中心);王守春(吉林大学第一医院);汪阳(首都医科大学附属北京朝阳医院);翁国虎(海南省中医院);夏鹰(海口市人民医院);向欣(贵州医科大学附属医院);许璟(浙江大学医学院附属第二医院);喻博(中国医科大学附属盛京医院);于加省(华中科技大学同济医学院附属同济医院);张桂莲(西安交通大学第二附属医院);张继方(青岛市市立医院);张品元(河北医科大学第三医院);张天(四川省人民医院);张云峰(南通大学附属医院);郑健(中国医科大学附属盛京医院);朱良付(河南省人民医院)

参考文献

- [1] Powers WJ. Management of patients with atherosclerotic carotid occlusion [J]. *Curr Treat Options Neurol* 2011, 13(6): 608-615. DOI: 10.1007/s11940-011-0145-6.
- [2] Iwata T, Mori T, Tajiri H, et al. Long-term angiographic and clinical outcome following stenting by flow reversal technique for chronic occlusions older than 3 months of the cervical carotid or vertebral artery [J]. *Neurosurgery*, 2012 70(1): 82-90. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822e074c.
- [3] Grubb RL Jr, Derdeyn CP, Fritsch SM, et al. Importance of hemodynamic factors in the prognosis of symptomatic carotid occlusion [J]. *JAMA* 1998 280(12): 1055-1060. DOI: 10.1001/jama.280.12.1055.
- [4] Oudeman EA, Kappelle LJ, Van den Berg-Vos RM, et al. Cognitive functioning in patients with carotid artery occlusion; a systematic review [J]. *J Neurol Sci* 2018, 394: 132-137. DOI: 10.1016/j.jns.2018.09.006.
- [5] 中国医师协会神经介入专业委员会, 中国颅内动脉瘤计划研究组. 中国颅内未破裂动脉瘤诊疗指南 2021 [J]. *中国脑血管病杂志* 2021, 18(9): 634-664. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2021.09.008.
- [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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. *中华神经科杂志* 2018, 51(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [7] Thompson BG, Brown RD Jr, Amin-Hanjani S, 等. 未破裂颅内动脉瘤患者管理指南: 美国心脏协会/美国卒中协会针对医疗专业人员的指南 [J]. *国际脑血管病杂志* 2015, 23(8): 561-583. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2015.08.001.
- [8] Flaherty ML, Flemming KD, McClelland R, et al. Population-based study of symptomatic internal carotid artery occlusion: incidence and long-term follow-up [J]. *Stroke* 2004, 35(8): e349-e352. DOI: 10.1161/01.STR.0000135024.54608.3f.
- [9] Verlati F, Camporese G, Bernardi E, et al. Clinical outcome of patients with internal carotid artery occlusion: a prospective follow-up study [J]. *J Vasc Surg* 2000, 32(2): 293-298. DOI: 10.1067/mva.2000.106953.
- [10] Hua Y, Jia L, Xing Y, et al. Distribution pattern of atherosclerotic stenosis in Chinese patients with stroke: a multicenter registry study [J]. *Aging Dis* 2019, 10(1): 62-70. DOI: 10.14336/ad.2018.0602.
- [11] Hackam DG. Prognosis of asymptomatic carotid artery occlusion: systematic review and Meta-analysis [J]. *Stroke* 2016, 47(5): 1253-1257. DOI: 10.1161/strokeaha.116.012760.
- [12] Powers WJ, Clarke WR, Grubb RL Jr, et al. Extracranial-intracranial bypass surgery for stroke prevention in hemodynamic cerebral ischemia: the carotid occlusion surgery study randomized trial [J]. *JAMA* 2011, 306(18): 1983-1992. DOI: 10.1001/jama.2011.1610.
- [13] Lall A, Yavagal DR, Bornak A. Chronic total occlusion and spontaneous recanalization of the internal carotid artery: natural history and management strategy [J]. *Vascular*, 2021 29(5): 733-741. DOI: 10.1177/1708538120978043.
- [14] Yang C, Bogiatzi C, Spence JD. Risk of stroke at the time of carotid occlusion [J]. *JAMA Neurol* 2015, 72(11): 1261-1267. DOI: 10.1001/jamaneurol.2015.1843.
- [15] Morris-Stiff G, Teli M, Khan PY, et al. Internal carotid artery occlusion: its natural history including recanalization and subsequent neurological events [J]. *Vasc Endovascular Surg* 2013 47(8): 603-607. DOI: 10.1177/1538574413500539.
- [16] Paraskevas KI, Mikhailidis DP, Liapis CD. Internal carotid artery occlusion: association with atherosclerotic disease in other arterial beds and vascular risk factors [J]. *Angiology*, 2007 58(3): 329-335. DOI: 10.1177/0003319707301754.
- [17] Malhotra K, Goyal N, Tsigoulis G. Internal carotid artery occlusion: pathophysiology, diagnosis, and management [J]. *Curr Atheroscler Rep* 2017, 19(10): 41. DOI: 10.1007/s11883-017-0677-7.
- [18] Harrison MJ, Marshall J. The finding of thrombus at carotid endarterectomy and its relationship to the timing of surgery [J]. *Br J Surg* 1977 64(7): 511-512. DOI: 10.1002/

- bjs. 1800640717.
- [19] DeBette S ,Leys D. Cervical-artery dissections: predisposing factors ,diagnosis ,and outcome [J]. *Lancet Neurol* ,2009 , 8(7) : 668-678. DOI: 10. 1016/s1474-4422(09) 70084-5.
 - [20] Surikova I ,Meisel S ,Siebler M ,et al. Significance of the perfusion-diffusion mismatch in chronic cerebral ischemia [J]. *J Magn Reson Imaging* ,2006 ,24 (4) : 771-778. DOI: 10. 1002/jmri. 20686.
 - [21] Sundaram S ,Kannoth S ,Thomas B ,et al. Collateral assessment by CT angiography as a predictor of outcome in symptomatic cervical internal carotid artery occlusion [J]. *AJNR Am J Neuroradiol* ,2017 , 38 (1) : 52-57. DOI: 10. 3174/ajnr. A4957.
 - [22] Xu B ,Li C ,Guo Y ,et al. Current understanding of chronic total occlusion of the internal carotid artery [J]. *Biomed Rep* , 2018 , 8 (2) : 117-125. DOI: 10. 3892/br. 2017. 1033.
 - [23] Choi HJ ,Sohn CH ,You SH ,et al. Can arterial spin-labeling with multiple postlabeling delays predict cerebrovascular reserve? [J]. *AJNR Am J Neuroradiol* ,2018 ,39(1) : 84-90. DOI: 10. 3174/ajnr. A5439.
 - [24] Powers WJ ,Tempel LW ,Grubb RL Jr. Influence of cerebral hemodynamics on stroke risk: one-year follow-up of 30 medically treated patients [J]. *Ann Neurol* ,1989 ,25(4) : 325-330. DOI: 10. 1002/ana. 410250403.
 - [25] Derdeyn CP ,Grubb RL Jr ,Powers WJ. Cerebral hemodynamic impairment: methods of measurement and association with stroke risk [J]. *Neurology* ,1999 ,53(2) : 251-259. DOI: 10. 1212/wnl. 53. 2. 251.
 - [26] Powers WJ ,Press GA ,Grubb RL Jr ,et al. The effect of hemodynamically significant carotid artery disease on the hemodynamic status of the cerebral circulation [J]. *Ann Intern Med* ,1987 ,106(1) : 27-34. DOI: 10. 7326/0003-4819-106-1-27.
 - [27] Ma Y ,Wang T ,Wang H ,et al. Extracranial-intracranial bypass and risk of stroke and death in patients with symptomatic artery occlusion: the CMOSS randomized clinical trial [J]. *JAMA* ,2023 ,330(8) : 704-714. DOI: 10. 1001/jama. 2023. 13390.
 - [28] Powers WJ ,Derdeyn CP ,Fritsch SM ,et al. Benign prognosis of never-symptomatic carotid occlusion [J]. *Neurology* ,2000 , 54(4) : 878-882. DOI: 10. 1212/wnl. 54. 4. 878.
 - [29] Persoon S ,Luitse MJ ,de Borst GJ ,et al. Symptomatic internal carotid artery occlusion: a long-term follow-up study [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* ,2011 ,82(5) : 521-526. DOI: 10. 1136/jnnp. 2010. 208330.
 - [30] Caplan LR ,Wong KS ,Gao S ,et al. Is hypoperfusion an important cause of strokes? If so how? [J]. *Cerebrovasc Dis* ,2006 ,21(3) : 145-153. DOI: 10. 1159/000090791.
 - [31] Cote R ,Barnett HJ ,Taylor DW. Internal carotid occlusion: a prospective study [J]. *Stroke* ,1983 ,14(6) : 898-902. DOI: 10. 1161/01. str. 14. 6. 898.
 - [32] Casey K ,Hitchner E ,Lane B ,et al. Contralateral microemboli following carotid artery stenting in patients with a contralateral internal carotid artery occlusion [J]. *J Vasc Surg* ,2013 ,58(3) : 794-797. DOI: 10. 1016/j. jvs. 2012. 11. 114.
 - [33] Back DB ,Kwon KJ ,Choi DH ,et al. Chronic cerebral hypoperfusion induces post-stroke dementia following acute ischemic stroke in rats [J]. *J Neuroinflammation* , 2017 ,14(1) : 216. DOI: 10. 1186/s12974-017-0992-5.
 - [34] Rosenberg GA ,Wallin A ,Wardlaw JM ,et al. Consensus statement for diagnosis of subcortical small vessel disease [J]. *J Cereb Blood Flow Metab* ,2016 ,36(1) : 6-25. DOI: 10. 1038/jcbfm. 2015. 172.
 - [35] Bakker FC ,Klijn CJ ,van der Grond J ,et al. Cognition and quality of life in patients with carotid artery occlusion: a follow-up study [J]. *Neurology* ,2004 ,62(12) : 2230-2235. DOI: 10. 1212/wnl. 62. 12. 2230.
 - [36] 汪凯 ,董强. 卒中后认知障碍管理专家共识 2021 [J]. *中国卒中杂志* ,2021 ,16(4) : 376-389. DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-5765. 2021. 04. 011.
 - [37] 中国医师协会神经内科分会认知障碍专业委员会 , 《中国血管性认知障碍诊治指南》编写组. 2019 年中国血管性认知障碍诊治指南 [J]. *中华医学杂志* ,2019 , 99(35) : 2737-2744. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0376-2491. 2019. 35. 005.
 - [38] Viticchi G ,Falsetti L ,Buratti L ,et al. Carotid occlusion: impact of cerebral hemodynamic impairment on cognitive performances [J]. *Int J Geriatr Psychiatry* ,2021 ,36(1) : 197-206. DOI: 10. 1002/gps. 5414.
 - [39] Tang X ,Wang C ,Xia L ,et al. Volumetric MRI and 1H MRS study of hippocampus in unilateral MCAO patients: relationship between hippocampal secondary damage and cognitive disorder following stroke [J]. *Eur J Radiol* , 2012 ,81(10) : 2788-2793. DOI: 10. 1016/j. ejrad. 2011. 08. 010.
 - [40] Zhang B ,Li M ,Sun ZZ ,et al. Evaluation of functional MRI markers in mild cognitive impairment [J]. *J Clin Neurosci* , 2009 ,16(5) : 635-641. DOI: 10. 1016/j. joen. 2008. 07. 080.
 - [41] Lansberg MG ,Thijs VN ,O'Brien MW ,et al. Evolution of apparent diffusion coefficient ,diffusion-weighted ,and T2-weighted signal intensity of acute stroke [J]. *AJNR Am J Neuroradiol* ,2001 ,22(4) : 637-644.
 - [42] Momjian-Mayor I ,Baron JC. The pathophysiology of watershed infarction in internal carotid artery disease: review of cerebral perfusion studies [J]. *Stroke* ,2005 , 36(3) : 567-577. DOI: 10. 1161/01. STR. 0000155727. 82242. e1.
 - [43] Liu H ,Hua Y ,Zhou F ,et al. Ultrasound assessment of

- plaque characteristics to predict re-occlusion after surgical treatment of internal carotid artery occlusion [J]. *Ultrasound Med Biol* 2021 47(12): 3356-3363. DOI: 10. 1016/j. ultrasmedbio. 2021. 08. 008.
- [44] Chen YH ,Leong WS ,Lin MS ,et al. Predictors for successful endovascular intervention in chronic carotid artery total occlusion [J]. *JACC Cardiovasc Interv* ,2016 ,9 (17): 1825-1832. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2016. 06. 015.
- [45] Zhang J ,Ding S ,Zhao H ,et al. Evaluation of chronic carotid artery occlusion by non-contrast 3D-MERGE MR vessel wall imaging: comparison with 3D-TOF-MRA , contrast-enhanced MRA and DSA [J]. *Eur Radiol* 2020 , 30(11): 5805-5814. DOI: 10. 1007/s00330-020-06989-1.
- [46] Hasan D ,Zanaty M ,Starke RM ,et al. Feasibility ,safety , and changes in systolic blood pressure associated with endovascular revascularization of symptomatic and chronically occluded cervical internal carotid artery using a newly suggested radiographic classification of chronically occluded cervical internal carotid artery: pilot study [J]. *J Neurosurg* 2018 ,130 (5): 1468-1477. DOI: 10. 3171/2018. 1. JNS172858.
- [47] Choi YJ ,Jung SC ,Lee DH. Vessel wall imaging of the intracranial and cervical carotid arteries [J]. *J Stroke* , 2015 ,17 (3): 238-255. DOI: 10. 5853/jos. 2015. 17. 3. 238.
- [48] Saba L ,Yuan C ,Hatsukami TS ,et al. Carotid artery wall imaging: perspective and guidelines from the ASNR vessel wall imaging study group and expert consensus recommendations of the American Society of Neuroradiology [J]. *AJNR Am J Neuroradiol* ,2018 ,39 (2): E9-E31. DOI: 10. 3174/ajnr. A5488.
- [49] Derdeyn CP ,Shaibani A ,Moran CJ ,et al. Lack of correlation between pattern of collateralization and misery perfusion in patients with carotid occlusion [J]. *Stroke* ,1999 ,30 (5): 1025-1032. DOI: 10. 1161/01. str. 30. 5. 1025.
- [50] Sebök M ,Niftrik C ,Lohaus N ,et al. Leptomeningeal collateral activation indicates severely impaired cerebrovascular reserve capacity in patients with symptomatic unilateral carotid artery occlusion [J]. *J Cereb Blood Flow Metab* , 2021 41(11): 3039-3051. DOI: 10. 1177/0271678x211024373.
- [51] Schneider J ,Sick B ,Luft AR ,et al. Ultrasound and clinical predictors of recurrent ischemia in symptomatic internal carotid artery occlusion [J]. *Stroke* 2015 46(11): 3274-3276. DOI: 10. 1161/strokeaha. 115. 011269.
- [52] Olivere LA ,Ronald J ,Williams Z ,et al. Cerebral monitoring during transcarotid artery revascularization with flow reversal via transcranial doppler ultrasound examination [J]. *J Vasc Surg* ,2021 ,73 (1): 125-131. DOI: 10. 1016/j. jvs. 2020. 03. 051.
- [53] Lin YH ,Liu HM. Update on cerebral hyperperfusion syndrome [J]. *J Neurointerv Surg* ,2020 ,12 (8): 788-793. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2019-015621.
- [54] Yang F ,Shi W ,Shi J ,et al. Assessment of cerebrovascular reserve in unilateral middle cerebral artery stenosis using perfusion CT and CO₂ inhalation tests [J]. *Int J Neurosci* , 2017 127(4): 320-325. DOI: 10. 1080/00207454. 2016. 1235044.
- [55] Okudaira Y ,Nakanishi H ,Arai H ,et al. Differences in acetazolamide vasoreactivity in patients with acute and chronic occlusion of the internal carotid artery [J]. *J Clin Neurosci* 2003 ,10 (3): 316-319. DOI: 10. 1016/s0967-5868(02) 00284-9.
- [56] Derdeyn CP ,Videen TO ,Fritsch SM ,et al. Compensatory mechanisms for chronic cerebral hypoperfusion in patients with carotid occlusion [J]. *Stroke* ,1999 ,30 (5): 1019-1024. DOI: 10. 1161/01. str. 30. 5. 1019.
- [57] Yonas H ,Pindzola RP ,Johnson DW. Xenon/computed tomography cerebral blood flow and its use in clinical management [J]. *Neurosurg Clin N Am* ,1996 ,7(4): 605-616.
- [58] 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. 中国缺血性脑血管病非急诊介入治疗术前评估专家共识 [J]. *中华内科杂志* 2020 , 59 (4): 277-285. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112138-20191213-00815.
- [59] Miyazawa N ,Arbab AS ,Umeda T ,et al. Perfusion CT investigation of chronic internal carotid artery occlusion: comparison with SPECT [J]. *Clin Neurol Neurosurg* 2005 , 108(1): 11-17. DOI: 10. 1016/j. clineuro. 2004. 12. 024.
- [60] Waaijer A ,van der Schaaf IC ,Velthuis BK ,et al. Reproducibility of quantitative CT brain perfusion measurements in patients with symptomatic unilateral carotid artery stenosis [J]. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007 28(5): 927-932.
- [61] 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. 中国脑血管病影像应用指南 2019 [J]. *中华神经科杂志* 2020 53(4): 250-268. DOI: 10. 3760/cma. j. cn113694-20191007-00615.
- [62] 中华医学会放射学分会质量管理与安全管理学组 ,中华医学会放射学分会磁共振学组. 动脉自旋标记脑灌注 MRI 技术规范应用专家共识 [J]. *中华放射学杂志* 2016 50(11): 817-824. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1005-1201. 2016. 11. 003.
- [63] Bokkers RP ,Bremmer JP ,van Berckel BN ,et al. Arterial spin labeling perfusion MRI at multiple delay times: a correlative study with H₂¹⁵O positron emission tomography in patients with symptomatic carotid artery occlusion [J]. *J Cereb Blood Flow Metab* 2010 30(1): 222-229. DOI: 10. 1038/jcbfm. 2009. 204.
- [64] EC/IC Bypass Study Group. Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial [J]. *N Engl J Med* ,1985 313(19): 1191-1200. DOI: 10. 1056/

- nejm198511073131904.
- [65] 中国医师协会介入医师分会神经介入专业委员会, 中华医学会放射学分会介入放射学组, 中国卒中学会复合介入神经外科分会, 等. 慢性颈内动脉闭塞再通治疗中国专家共识 [J]. 中华介入放射学电子杂志, 2019, 7(1): 1-6. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-5782.2019.01.001.
- [66] 王伊龙, 陈玮琪, 刘欣如, 等. 中国脑血管病临床管理指南(第2版)(节选)——第3章脑血管病高危人群管理 [J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(8): 898-909. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2023.08.008.
- [67] Persoon S, Kappelle LJ, Klijn CJ. Limb-shaking transient ischaemic attacks in patients with internal carotid artery occlusion: a case-control study [J]. Brain, 2010, 133(Pt 3): 915-922. DOI: 10.1093/brain/awq009.
- [68] Knoflach M, Matosevic B, Meinhart M, et al. Prognostic relevance of limb shaking in symptomatic carotid artery occlusion [J]. Cerebrovasc Dis, 2011, 32(1): 35-40. DOI: 10.1159/000326076.
- [69] Chimowitz MI, Lynn MJ, Derdeyn CP, et al. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis [J]. N Engl J Med, 2011, 365(11): 993-1003. DOI: 10.1056/NEJMoal105335.
- [70] Neff KW, Horn P, Dinter D, et al. Extracranial-intracranial arterial bypass surgery improves total brain blood supply in selected symptomatic patients with unilateral internal carotid artery occlusion and insufficient collateralization [J]. Neuroradiology, 2004, 46(9): 730-737. DOI: 10.1007/s00234-004-1252-9.
- [71] Ogasawara K, Ogawa A. JET study (Japanese EC-IC bypass trial) [J]. Nihon Rinsho, 2006, 64 Suppl 7: 524-527.
- [72] Winkler EA, Yue JK, Deng H, et al. National trends in cerebral bypass surgery in the United States 2002-2014 [J]. Neurosurg Focus, 2019, 46(2): E4. DOI: 10.3171/2018.11.Focus18530.
- [73] Marshall RS, Festa JR, Cheung YK, et al. Randomized evaluation of carotid occlusion and neurocognition (RECON) trial: main results [J]. Neurology, 2014, 82(9): 744-751. DOI: 10.1212/WNL.000000000000167.
- [74] Jiao L, Song G, Hua Y, et al. Recanalization of extracranial internal carotid artery occlusion: a 12-year retrospective study [J]. Neural Regen Res, 2013, 8(23): 2204-2206. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5374.2013.23.011.
- [75] Barone GW, Conerly JM, Farley PC, et al. Endothelial injury and vascular dysfunction associated with the Fogarty balloon catheter [J]. J Vasc Surg, 1989, 9(3): 422-425. DOI: 10.1067/mva.1989.vs0090422.
- [76] Chant H, Ashleigh R, McCollum C. Thrombectomy for acute internal carotid thrombosis: five thrombectomy devices compared [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2004, 27(4): 403-408. DOI: 10.1016/j.ejvs.2003.12.014.
- [77] Hugenholtz H, Elgie RG. Carotid thromboendarterectomy: a reappraisal. Criteria for patient selection [J]. J Neurosurg, 1980, 53(6): 776-783. DOI: 10.3171/jns.1980.53.6.0776.
- [78] Paty PS, Adeniyi JA, Mehta M, et al. Surgical treatment of internal carotid artery occlusion [J]. J Vasc Surg, 2003, 37(4): 785-788. DOI: 10.1067/mva.2003.203.
- [79] Cagnazzo F, Lefevre PH, Derraz I, et al. Endovascular recanalization of chronically occluded internal carotid artery [J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(10): 946-951. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015701.
- [80] Chen L, Xu Y, Li L, et al. A single-center retrospective study of the COCO technique in the treatment of chronic internal carotid artery occlusion [J]. J Neurointerv Surg, 2023, 18: jnis-2023-020451. DOI: 10.1136/jnis-2023-020451. Online ahead of print.
- [81] Chao L, Qingbin M, Haowen X, et al. Imaging predictors for endovascular recanalization of non-acute occlusion of internal carotid artery based on 3D T1-SPACE MRI and DSA [J]. Front Neurol, 2021, 12: 692128. DOI: 10.3389/fneur.2021.692128.
- [82] Shojima M, Nemoto S, Morita A, et al. Protected endovascular revascularization of subacute and chronic total occlusion of the internal carotid artery [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31(3): 481-486. DOI: 10.3174/ajnr.A1843.
- [83] Zhou C, Cao YZ, Jia ZY, et al. Endovascular recanalization of symptomatic chronic ICA occlusion: procedural outcomes and radiologic predictors [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2023, 44(3): 303-310. DOI: 10.3174/ajnr.A7804.
- [84] Shih YT, Chen WH, Lee WL, et al. Hybrid surgery for symptomatic chronic total occlusion of carotid artery: a technical note [J]. Neurosurgery, 2013, 73(1 Suppl Operative): onsE117-onsE123. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31827fca6c.
- [85] Cai Y, Zhang T, Wang L, et al. Hybrid surgery recanalization for high-level chronic internal carotid artery occlusion [J]. Front Neurol, 2023, 14: 1161277. DOI: 10.3389/fneur.2023.1161277.
- [86] Li J, Wang C, Zou S, et al. Hybrid surgery for nontaper or nonstump lesions in symptomatic subacute or chronic internal carotid occlusion: a better solution [J]. World Neurosurg, 2019, 122: e1416-e1425. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.11.075.
- [87] Chen C, Ling C, Luo L, et al. Multimodal recanalization for subacute symptomatic internal carotid artery occlusion due to atherosclerosis: outcomes and notes on hybrid techniques [J]. Ann Vasc Surg, 2022, 84: 114-125. DOI: 10.1016/j.avsg.2022.01.022.
- [88] Reynolds MR, Grubb RL Jr, Clarke WR, et al. Investigating the mechanisms of perioperative ischemic stroke in the

carotid occlusion surgery study [J]. J Neurosurg ,2013 , 119(4) : 988-995. DOI: 10. 3171/2013. 6. JNS13312.

[89] Ogasawara K ,Sakai N ,Kuroiwa T ,et al. Intracranial hemorrhage associated with cerebral hyperperfusion syndrome following carotid endarterectomy and carotid artery stenting: retrospective review of 4 494 patients [J]. J Neurosurg ,2007 ,107(6) : 1130-1136. DOI: 10. 3171/jns-07/12/1130.

[90] Fujimoto S ,Toyoda K ,Inoue T ,et al. Diagnostic impact of transcranial color-coded real-time sonography with echo contrast agents for hyperperfusion syndrome after carotid endarterectomy [J]. Stroke ,2004 ,35 (8) : 1852-1856. DOI: 10. 1161/01. STR. 0000133131. 93900. ff.

[91] Lu G ,Wang J ,Wang T ,et al. Incidence and predictors of restenosis following successful recanalization of non-acute internal carotid artery occlusion in 252 cases [J]. J Neurointerv Surg ,2024 ,19: jnis-2024-021553. DOI: 10. 1136/jnis-2024-021553. Online ahead of print.

[92] 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. 症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄血管内治疗中国专家共识 2018 [J]. 中国卒中杂志 ,2018 ,13(6) : 594-604. DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-5765. 2018. 06. 012.

[93] Sun X ,Tong X ,Lo WT ,et al. Risk factors of subacute thrombosis after intracranial stenting for symptomatic intracranial arterial stenosis [J]. Stroke ,2017 ,48(3) : 784-786. DOI: 10. 1161/strokeaha. 116. 015538.

[94] Sun L ,Zhang J ,Song Y ,et al. Safety and efficacy of prophylactic tirofiban infusion for acute intracranial intraprocedural stent thrombosis [J]. Sci Rep ,2021 ,11(1) : 21326. DOI: 10. 1038/s41598-021-00872-9.

[95] Kao HL ,Hung CS ,Li HY ,et al. Long-term outcomes after endovascular recanalization in patients with chronic carotid artery occlusion [J]. Am J Cardiol ,2018 ,122(10) : 1779-1783. DOI: 10. 1016/j. amjcard. 2018. 07. 049.

[96] Huang CC ,Chen YH ,Lin MS ,et al. Association of the recovery of objective abnormal cerebral perfusion with neurocognitive improvement after carotid revascularization [J]. J Am Coll Cardiol ,2013 ,61(25) : 2503-2509. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2013. 02. 059.

[97] Lin MS ,Chiu MJ ,Wu YW ,et al. Neurocognitive improvement after carotid artery stenting in patients with chronic internal carotid artery occlusion and cerebral ischemia [J]. Stroke , 2011 ,42 (10) : 2850-2854. DOI: 10. 1161/STROKEAHA. 111. 613133.

(收稿日期: 2024-06-03)
(本文编辑: 王燕华)

读者 · 作者 · 编者

2024 年本刊可以直接使用的常用缩略语

本刊对一些常用的词汇 ,如 CT、MRI、DSA 将允许直接使用缩写;对以下常用词汇 ,可在第 1 次出现时不标注英文全称 ,即写出中文全称后 ,直接用英文缩写。见下表。

缩略语	中文全称	缩略语	中文全称	缩略语	中文全称
ACA	大脑前动脉	HE	苏木素-伊红	PSV	收缩期峰值流速
ACoA	前交通动脉	ICA	颈内动脉	PI	搏动指数
CCA	颈总动脉	IL	白细胞介素	PWI	灌注加权成像
CDFI	彩色多普勒血流显像	LDL -C	低密度脂蛋白胆固醇	rt-PA	重组组织型纤溶酶原激活剂
CRP	C 反应蛋白	MCA	大脑中动脉	SAH	蛛网膜下腔出血
CTA	CT 血管成像	MMP	基质金属蛋白酶	SPECT	单光子发射计算机体层摄影
DWI	扩散加权成像	MRA	磁共振血管成像	TC	总胆固醇
ECA	颈外动脉	mRS	改良 Rankin 量表	TCD	经颅多普勒超声
EDV	舒张期末流速	MRV	磁共振静脉成像	TG	三酰甘油
FLAIR	液体衰减反转恢复	MV	平均流速	TIA	短暂性脑缺血发作
GCS	格拉斯哥昏迷量表	NIHSS	美国国立卫生研究院卒中量表	TNF-α	肿瘤坏死因子 α
GOS	格拉斯哥预后量表	PCoA	后交通动脉	t-PA	组织型纤溶酶原激活剂
HDL-C	高密度脂蛋白胆固醇	PET	正电子发射体层摄影	WHO	世界卫生组织