

# 慢性颈内动脉闭塞再通治疗中国专家共识



扫一扫下载指南全文

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 国家脑卒中防治工程委员会缺血性卒中介入治疗专业委员会

【关键词】 慢性颈内动脉闭塞;脑卒中;颅内搭桥;血管再通治疗

颈内动脉闭塞(internal carotid artery occlusion, ICAO)是引起缺血性卒中的主要原因之一,通常认为闭塞时间超过 4 周的称为慢性颈内动脉闭塞(chronic internal carotid artery occlusion, CICA0)<sup>[1]</sup>,无症状的 CICA0 卒中复发率低<sup>[2-3]</sup>,有短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA)或者轻型卒中者的年复发风险为 5%~6%<sup>[4]</sup>,如果存在血流动力学障碍,发生卒中的风险可能更高<sup>[5-6]</sup>,随着颈动脉闭塞的临床检出率增高, CICA0 的治疗更受关注,目前国内尚没有关于 CICA0 的统一治疗规范,因此,我们商讨制定了中国专家共识,以供临床参考。

## 一、CICA0 概述

### (一)流行病学特征

CICA0 的临床表现差异大,很多是无症状的,所以目前对于 CICA0 的真实的流行病学特征尚不清楚。一项基于美国白人的流行病学研究显示:症状性 ICAO 的发病率约为 6/10 万,因此推算美国每年可能有 15 000~20 000 例因 ICAO 引起的缺血性事件发生<sup>[7]</sup>。英国曼彻斯特的一项研究显示:在 1 年期间连续 380 例脑卒中患者中有 50 例存在 ICAO,占比 13.2%<sup>[8]</sup>;另外一项旨在研究动脉造影与脑血管症状的关联性研究发现,25%的缺血性卒中存在 ICAO<sup>[9]</sup>。目前对于无症状的 ICAO 尚缺乏流行病学数据,一项研究对 1 433 例有脑血管病危险因素、颈动脉杂音或特异、非特异神经症状者进行常规主动脉搏弓上血管无创性检查发现:存在 ICAO 者 41 例,占 2.9%,其中,有症状者占 1.3%,无症状性占 1.6%,双侧 ICAO 占 0.28%<sup>[10]</sup>。

### (二)病因

动脉粥样硬化是 CICA0 最常见的病因,约占

70%<sup>[11]</sup>,常见于老年人和男性。在年轻患者中颈动脉夹层是较常见的病因<sup>[12]</sup>;其他少见病因包括恶性肿瘤、脑动脉瘤、垂体卒中、巨细胞动脉炎、Moyamoya 综合征、外伤、放射、辐射和颈动脉手术等<sup>[13]</sup>。

### (三)发病机制及临床表现

CICA0 导致脑卒中的机制主要有两方面:(1)颈内动脉闭塞残端的血栓或动脉粥样硬化斑块脱落导致的栓塞,占卒中的 2/3;(2)脑灌注压降低导致的水岭梗死或短暂性脑缺血发作。

因灌注代偿不同, CICA0 的临床表现差异较大,若代偿充分可能无症状,而代偿不足可能引起脑缺血事件如卒中或 TIA<sup>[14]</sup>,肢体抖动型 TIA 是 CICA0 的一个少见而特征性的临床表现<sup>[15]</sup>;单侧视力障碍可能是颈动脉系统疾病的特有症状<sup>[16]</sup>;非特异性临床表现有头痛和认知障碍, CICA0 所致的头痛往往是描述不清的慢性头痛,可能与颈动脉慢性闭塞后侧支循环建立、颈外动脉的异常搏动有关,血管性痴呆可能与 CICA0 所致的慢性脑缺血有关<sup>[17]</sup>;也有报道称晕厥可能是 CICA0 的少见症状<sup>[18]</sup>。

### (四)影像学检查及代偿评估

血管检查主要有数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)、CT 血管造影(CT angiography, CTA)、超声、磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)。DSA 是诊断 CICA0 的金标准,对判断闭塞血管长度、闭塞残端形态、远端返流情况、代偿情况及血流速度等有明显优势,但其属于有创操作,且花费高,临床应用受限。CTA 的准确度仅次于 DSA,能够较清晰获得闭塞长度及一级代偿的情况,甚至对闭塞血管的走行判断优于 DSA,临床应用广泛。超声作为颈动脉疾病的筛查工

具,具有无创、经济、操作简便等优点,临床应用广泛,在判断管腔内容物的性质、管壁结构的完整性方面有优势,但超声仅能探测到颈段近端血管,对远端及颅内情况无法辨别<sup>[19]</sup>;头颈部 MRA 检查时间长、需要对比剂、准确度不高,临床应用较少,磁共振黑血成像技术分析血管壁情况可提供更多关于颈动脉颅底以上的信息。

目前用于脑组织灌注评估的主要检查手段有正电子发射型计算机断层显像(positron emission computed tomography, PET)、氙增强型计算机断层扫描(XeCT)、CT 灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)及 MR 灌注成像。PET 采用放射性核素氧吸入法定量精确测定脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、脑氧代谢率、氧摄取指数(Oxygen extraction fraction, OEF)等,通过测定脑的 OEF 来判断代偿情况,OEF 增加可能提示灌注失代偿<sup>[20]</sup>,该方法是检测脑血流量的金标准。XeCT 是吸入无放射性氙气作为定量检查脑血管流的标记物,其准确度与 PET 相近<sup>[21]</sup>,但由于放射性核素及氙气来源和设备受限,PET 及 XeCT 检查目前仅在国内少数单位开展。CTP 是目前应用较广泛的脑血管动力学评估技术,其需要静脉注射放射性示踪剂,根据放射性示踪剂稀释原理及中心容积定律,定量测定局部脑组织的碘聚集量,计算局部脑组织的血流灌注,CTP 有 4 个参数:CBF、CBV、平均通过时间(mean transition time, MTT)和达峰时间(time to peak, TTP),对于颈动脉或大脑中动脉闭塞的患者,由于侧支循环及脑血管储备能力的存在,血液到达及通过局部脑组织的时间延迟,可能出现 MTT 及 TTP 延长,由于局部流入及流出血流延迟导致局部 CBV 升高,而在脑血管代偿不足及脑血管自身调节功能不足以维持正常血流时会出现 CBF 下降。由于不同测量者之间的绝对值测量存在较大差异,目前多采用与健侧对比的半定量技术,其准确性已得到公认<sup>[22]</sup>。磁共振灌注采用注射对比剂或者自旋标记技术,其成像原理、检测标准、准确度与 CTP 相近<sup>[23]</sup>。激发试验是通过 CO<sub>2</sub> 吸入、屏气试验及注射乙酰唑胺等提高血碳酸浓度,并利用经颅多普勒、CT、磁共振成像、PET、单光子发射计算机断层成像术(single-photon emission computed tomography, SPECT)测定 CBF 升高的程度,以反映脑血管舒张能力<sup>[4]</sup>,是评估脑血流储备(Cerebral vascular reserve, CVR)能力的重要手段,由于该方法检查过程中可能诱发缺血性事件,临床应用较少。

推荐意见:

1.CICAO 的影像诊断首选无创检查。

2.对于可能需要外科干预的 CICAO,血管评估应综合颈动脉超声、头颈部 CTA、DSA,怀疑远端颈动脉病变时可行磁共振斑块分析检查。

3.CICAO 患者应进行脑组织灌注评估,根据医疗中心实际情况选择 CTP 或 MR 灌注成像,有条件的单位选择 PET 评估更精准。

## 二、CICAO 的治疗

CICAO 的远期卒中率是正常人的 8 倍<sup>[25]</sup>,无症状者卒中复发率低,年卒中发生率<2%<sup>[2-3]</sup>。有 TIA 或者轻型卒中的患者,年卒中复发风险为 5%~6%<sup>[4]</sup>,如果存在血流动力学障碍,卒中风险是前者的两倍<sup>[5-6]</sup>。一项研究回顾了 167 例 CICAO 患者,平均随访 39 个月,结果发现卒中患者的 4 年累计卒率达 33%,高于之前表现为 TIA 的 8%和无症状者的 11%<sup>[26]</sup>。另一项研究前瞻性入组 81 例 ICAO 患者,其中有血流动力学障碍者 39 例(低灌注组),无血流动力学障碍者 42 例(无低灌注组),平均随访 31.5 个月,低灌注组 12 例(30.8%, 12/39)发生卒中,其中 11 例(28.2%, 11/39)是同侧卒中;而无低灌注组 3 例(7.1%, 3/42)发生卒中,其中 2 例(4.8%)是同侧卒中<sup>[27]</sup>。另一项研究回顾了 20 项 CICAO 随访研究结果显示:所有卒中的年发生率为 5.5%,其中同侧卒中为 2.1%;伴有血流动力学障碍卒中的年发生率为 12.5%,其中同侧卒中为 9.5%,在发病头 1~2 年的复发率最高<sup>[20,28]</sup>。而表现为较严重脑缺血的患者如活动后出现肢体抖动的患者卒中复发率更高<sup>[5]</sup>。仅仅表现为眼部症状患者的卒中复发率较低<sup>[27]</sup>,一项前瞻性研究显示,对仅仅表现为眼部症状的 24 例 ICAO 患者随访 10 年,仅有 1 例发生缺血性卒中<sup>[29]</sup>。因此对于有症状的 CICAO 应进行以药物治疗为基础的卒中二级预防治疗。

### (一)药物治疗

抗血小板聚集治疗是目前对于缺血性脑血管疾病二级预防的基础治疗,研究显示小剂量阿司匹林(75~150 mg)对于小卒中或 TIA 发作的二级预防有效,可显著减少心血管事件、卒中或血管性死亡的风险,大剂量阿司匹林长期服用效果并不优于小剂量,且可能增加出血风险<sup>[30-31]</sup>。而对于近期有症状(小卒中或 TIA 发作)的患者,阿司匹林联合双嘧达莫或氯吡格雷的效果优于单纯阿司匹林,2005 年 CARESS 研究显示对于近期有症状的颈动脉狭窄,双抗治疗可降低 2、7、90 d 无症状血栓的发生率<sup>[32]</sup>。

国内的 CHANCE 研究也显示对于小卒中或 TIA,阿司匹林联合氯吡格雷(双抗)治疗 90 d 减少卒中的效果优于单用阿司匹林,但双抗的长期效果随着时间延长而逐渐下降<sup>[33]</sup>。MATCH 研究结果显示双抗 18 个月后的卒中发生率与单用氯吡格雷无明显差异,而出血风险增加<sup>[34]</sup>。另外,强化降脂治疗可有效减少心脑血管不良事件的发生率,有研究显示他汀类降脂治疗可延缓颈动脉狭窄进展,改善脑血管反应性<sup>[35-36]</sup>,因此对于慢性颈动脉狭窄的药物治疗方案是联合抗血小板聚集、降脂、控制其他动脉粥样硬化危险因素的综合治疗。

推荐意见:

1.无症状的 CICA0 无需特殊治疗,但应规范控制动脉粥样硬化危险因素。

2.有症状的 CICA0 应积极进行抗血小板聚集、降脂治疗,同时控制动脉粥样硬化危险因素,无禁忌证情况下建议于发病 3 个月内进行双抗,之后长期单抗血小板聚集治疗。

(二)颅内搭桥

对于存在严重血流动力学障碍的症状性 CICA0 患者,颅内搭桥治疗可能改善脑组织血供、降低卒中复发率。但其安全性和有效性仍存在争议。COSS 研究是 2002 年美国组织的一项多中心、前瞻性、随机对照研究,旨在验证对于存在严重血流动力学障碍的症状性 CICA0 患者,颅内搭桥效果是否优于最佳的单纯药物治疗,该研究从 2002 年至 2010 年间共纳入 195 例患者,其中 97 例被随机接受手术治疗,98 例随机入药物组,结果显示手术组的 2 年终点事件发生率与药物组无明显差异(21% vs. 22.7%, $P=0.78$ ),而 30 d 内手术组的同侧卒中发生率为 14.4%,药物组仅 2%,两者差别 12.4%(95% CI:4.9%~19.9%),该研究得出手术治疗效果不优于单纯药物治疗的结论<sup>[37]</sup>。而随即发表的手术组结果显示:接受手术患者的桥血管通畅率良好(30 d 为 98%,随访结束为 96%),病人血流得到改善,OEF 的改善减少了缺血性卒中的复发,手术组卒中的复发率明显低于药物组(9% vs. 22.7%),围手术期同侧缺血性卒中的发生与病人、手术操作的因素无明显关系<sup>[38]</sup>。另外一项日本的颅内搭桥研究(JET)纳入伴有严重血流动力学障碍的症状性 ICAO 患者 196 例,按 1:1 随机分入外科组和药物组,平均随访 15 个月,结果示外科组的卒中发生率明显低于药物组(5.1% vs. 14.3%),生存曲线显示 30 d 内外科组的卒中率为 0,但详细的结果至今仍

未公布,因此不能从该研究得出明确的结论<sup>[39]</sup>。

推荐意见:

1.对于存在明显血流动力学障碍、药物治疗无效的 CICA0 患者,可尝试颅内外搭桥治疗,但效果不确切。

2. 颅内外搭桥治疗 CICA0 应在有搭桥资质的中心,由经验丰富的医生主持手术。

(三)血管再通治疗

1.病例筛选

血管再通可能恢复脑组织血供,存在血流动力学障碍的 CICA0 患者可能从中获益。但再通治疗往往操作困难、再通率不理想,选择合适的病例才能使患者获益更大。一项包含 41 例接受血管内闭塞开通的 CICA0 患者的研究结果显示:术前 CTA 显示返流至床突段及以上的患者,其技术成功率、主要并发症发生率、1 年再闭塞率分别是 52%、22%、91%;而返流至床突段以下患者的技术成功率、主要并发症发生率、1 年再闭塞率分别是 89%、0%、0%<sup>[40]</sup>。另一项回顾性研究显示:返流至后交通及以上者的成功率为 29%、返流至眼动脉者为 33%、返流至床突段者为 73%、返流至海绵窦段者为 80%、返流至岩骨段及以下者为 93%<sup>[41]</sup>,因此对于术前推测闭塞至床突段及以上者,其手术成功率低、风险大、远期效果不佳,手术带来的益处不多,手术适应证可能需综合其他因素决定。闭塞时间是另一个关键因素,既往研究显示闭塞时间越长开通成功率越低,真正的血管闭塞时间往往难以准确判断,目前临床多根据临床症状及影像学检查推测闭塞时间,血管闭塞后随着时间延长,血栓可能延续、血管内血流减少后血管壁塌陷、闭塞段纤维化,从而导致术中导丝通过时更难找到真腔以及更容易出现夹层。原始闭塞点也是影响开通成功的因素,闭塞点位于颈段的成功率高于远端闭塞者<sup>[40-44]</sup>。总之,对于 CICA0 患者选择血管再通前应进行多方面评估。

推荐意见:

(1)有血流动力学障碍的 CICA0 患者可能从血管再通中获益。

(2)CICA0 血管再通术前应进行包括颈动脉超声、CTA、DSA、磁共振斑块分析等综合评估,以预判手术成功率、围手术期风险及远期再闭塞率等。

(3)闭塞远端在床突段及以上的非局限闭塞者的成功率低、并发症多、远期再闭塞率高,不建议尝试血管再通。

(4)无血流动力学障碍的 CICA0 不建议尝试血

管再通。

(5) 闭塞段在床突段及以上的局限闭塞或床突段以下的长节段闭塞,经评估成功率高的可尝试血管再通治疗。

## 2. 手术方式

血管再通手术根据病变特点不同可选择不同的治疗方案。对于病变局限于颈内动脉起始段者,单纯颈动脉内膜剥脱术(CEA)是最好的选择,对于闭塞段在岩骨段以下者,CEA 联合取栓球囊导管有较高的成功率及手术安全性,有项研究回顾报道了 4 例自起始段到岩骨段闭塞的病例,经 CEA 联合 Forgaty 球囊导管均开通成功,没有发生围手术期并发症<sup>[45]</sup>。另一项研究报道了 35 例症状性的 ICAO 病例,仅 19 例(53%)成功开通,其中闭塞远端位于岩骨段及以下者的开通成功率达 87%,闭塞远端位于海绵窦段以上者的开通成功率小于 29%<sup>[46]</sup>。国内一项研究报道了 61 例颅外段闭塞经 CEA 联合 Forgaty 球囊开通,成功率达 90.2%<sup>[47]</sup>。另一项研究对 59 例 ICAO 行 CEA 开通的病例进行分析,手术成功率为 74.6%,30 d 内并发症发生率为 5.1%<sup>[49]</sup>。总之,CEA 治疗 CICA0 的开通成功率、手术安全性在可接受范围内,适用于闭塞段较短的颈动脉下端闭塞。

血管内治疗作为治疗闭塞性脑血管病变的一种新的治疗手段越来越多的应用于临床,一项回顾性研究分析了 138 例 CICA0 患者采用血管开通治疗的情况,结果显示总体成功率为 61.6%,其中返流至床突段者为 73%、返流至海绵窦段者为 80%、返流至岩骨段及以下者为 93%,30 d 内的卒中或死亡率为 4.3%<sup>[41]</sup>;另一项研究中得出血管开通的总体开通成功率为 69%,主要并发症为 12.2%,其中返流至床突段以下者的成功率为 89%、并发症为 0%、1 年再闭塞率 0%<sup>[40]</sup>。总体来说,单纯介入治疗对于对床突段以下闭塞病例的开通成功率高、安全性好,而对于床突段以上的局限闭塞,介入治疗可能是血管再通治疗的唯一选择。

单纯 CEA 很难开通血栓延长至颅内段的长节段闭塞,尽管血管内治疗为治疗颅内闭塞提供可能,但长节段闭塞血栓负荷量大,导丝通过较长的陈旧血栓到达颅内段时往往操控性下降,降低了开通率,另外较长的血栓可能需要更多的支架贴覆于血管壁,增加了术中及术后发生血栓的风险,因此对于闭塞远端在海绵窦段或更远的病例,单纯血管内治疗仍存在较大限制<sup>[40]</sup>,而联合颈动脉切开、远端拉栓、颅内支架成形术的杂交手术对于长节段闭塞

可能是一种可行的手段。目前杂交手术治疗 CICA0 仍处于探索阶段,已报道的病例数较少,2013 年一项 3 例的病例报道显示 3 例均经复合手术成功开通,术后灌注均得到明显改善,6 个月随访期内未出现卒中复发<sup>[48]</sup>。国内一项 CICA0 回顾性研究中包含 4 例超过海绵窦段的长阶段闭塞患者,其中 3 例成功<sup>[47]</sup>。尽管现有的病例显示了较理想的效果,但仍存在一些问题:(1) 手术医师技术及医疗机构条件均受限制;(2) 手术操作复杂,可能面临介入与外科手术的双重风险。因此该技术的安全性和有效性仍需更多的临床实践进行验证。

## 推荐意见:

(1) 颈内动脉岩骨段以下的 CICA0 首选 CEA,术中可联合使用取栓球囊导管拉栓。

(2) 术前影像学评估考虑原始闭塞段在岩骨段以上的,无论闭塞长短均建议行单纯介入治疗。

(3) CICA0 闭塞段自起始段至岩骨段以上的长节段闭塞可考虑杂交手术或单纯介入治疗。

(4) 术前评估认为原始闭塞段在颈动脉起始段的 CICA0,手术均建议安排在复合手术室。

## 3. 围手术期管理及随访管理

CICA0 血管再通手术常见的并发症有术中血栓脱落、术后高灌注出血、手术相关的低灌注梗塞等<sup>[41]</sup>。术后严格控制血压可能降低高灌注出血的风险;术后闭塞血管侧低灌注梗塞是慢性闭塞患者行全麻手术后的另一个风险。有项研究回顾性分析了 30 例 CICA0 患者,有 1 例(3.3%)出现围手术期致死性脑干梗死,分析可能与合并椎动脉严重狭窄,术后后循环灌注不足有关<sup>[49]</sup>。COSS 研究结果显示围手术期同侧缺血性卒中的发生与病人、手术操作的因素无明显关系,可能与术中麻醉后低灌注有关<sup>[38]</sup>。因此对 CICA0 患者行再通手术对术中麻醉要求较高,维持稳定的血压、专业的神经科麻醉可能会降低全麻手术相关的低灌注梗塞。

目前对于 CICA0 血管再通的研究不多,随访时间较短,患者远期通畅率尚不清楚,目前的研究显示闭塞至床突段及以上患者的再闭塞率高,而至床突段以下者再闭塞率低<sup>[40]</sup>。但目前没有更长时间的随访研究结果,因此对 CICA0 再通术后病例应进行规律的影像学随访。

## 推荐意见:

(1) 血管开通手术建议在全麻下进行,由神经专科麻醉医师负责麻醉监护。

(2) 术中成功开通前血压不应低于患者术前基

础血压。

(3)成功开通后应严格控制血压,若不合并其他脑血管狭窄,可将血压降至患者基础血压的 20%或收缩压于 120 mmHg 以下。

(4)若术后出现严重高灌注烦躁,应给予镇静治疗。

(5)长节段闭塞开通术中若使用支架较多或术后即刻管壁不光滑,术后建议静脉应用替罗非班 1~2d。

(6)开通成功的患者建议出院前复查颈动脉超声,出院后 3 个月建议复查 CTA,CTA 无法判断时可行 DSA 复查,以后每隔半年复查颈动脉超声。

#### 4. 手术资质

CICAO 血管再通非常规手术,手术难度大、术中发生不可预知情况多、手术风险高,因此对术中资质、手术室配置要求高。

推荐意见:

(1)建议在配备复合手术室的中心开展。

(2)术者熟练掌握神经介入技术,并有神经外科或血管外科经验。

本共识专家组组长:姜卫剑

副组长:焦力群,李天晓

执笔人:薛绛宇,蔡栋阳,刘傲飞

专家组组员:姜卫剑(火箭军总医院);李天晓(河南省人民医院);焦力群(北京宣武医院);薛绛宇(河南省人民医院);万杰清(上海交通大学仁济医院);王东海(山东大学齐鲁医院);顾宇翔(复旦大学华山医院);洪波(上海长海医院);徐斌(复旦大学华山医院);李聪慧(河北医科大学第一附属医院);刘一之(苏州大学一附院);郭再玉(天津泰达医院);张合亮(天津泰达医院);刘傲飞(火箭军总医院);张帆(海南省人民医院);常斌鸽(天津第一中心医院);黄理金(南方医科大学第三附属医院);黄亚波(苏州大学一附院);赵同源(河南省人民医院)。

#### 参 考 文 献

[1] 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.

[2] Vernieri F, Pasqualetti P, Passarelli F, et al. Outcome of carotid artery occlusion is predicted by cerebrovascular reactivity [J]. Stroke, 1999, 30(3):593-598.

[3] Bornstein NM, Norris JW. Benign outcome of carotid occlusion[J]. Neurology, 1989, 39(1):6-8.

[4] Klijn CJ, Kappelle LJ, Algra A, et al. Outcome in patients with symptomatic occlusion of the internal carotid artery or intracranial

arterial lesions: a meta-analysis of the role of baseline characteristics and type of antithrombotic treatment[J]. Cerebrovasc Dis, 2001, 12(3):228-234.

- [5] Klijn CJ, Kappelle LJ, van Huffelen AC, et al. Recurrent ischemia in symptomatic carotid occlusion: prognostic value of hemodynamic factors[J]. Neurology, 2000, 55(12):1806-1812.
- [6] Adams HP Jr, Powers WJ, Grubb RL Jr, et al. Preview of a new trial of extracranial-to-intracranial arterial anastomosis: the carotid occlusion surgery study [J]. Neurosurg Clin N Am, 2001, 12(3):613-624, ix-x.
- [7] 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.
- [8] Mead GE, Shingler H, Farrell A, et al. Carotid disease in acute stroke[J]. Age Ageing, 1998, 27(6):677-682.
- [9] Thiele BL, Young JV, Chikos PM, et al. Correlation of arteriographic findings and symptoms in cerebrovascular disease[J]. Neurology, 1980, 30(10):1041-1046.
- [10] Verlato 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.
- [11] 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.
- [12] Ducrocq X, Lacour JC, Debouverie M, et al. Cerebral ischemic accidents in young subjects. A prospective study of 296 patients aged 16 to 45 years[J]. Rev Neurol (Paris), 1999, 155(8):575-582.
- [13] Alexander JJ, Moawad J, Super D. Outcome analysis of carotid artery occlusion[J]. Vasc Endovascular Surg, 2007, 41(5):409-416.
- [14] Weimar C, Miesck T, Buchthal J, et al. Neurologic worsening during the acute phase of ischemic stroke [J]. Arch Neurol, 2005, 62(3):393-397.
- [15] Yanagihara T, Piepgras DG, Klass DW. Repetitive involuntary movement associated with episodic cerebral ischemia [J]. Ann Neurol, 1985, 18(2):244-250.
- [16] Furlan AJ, Whisnant JP, Kearns TP. Unilateral visual loss in bright light. An unusual symptom of carotid artery occlusive disease[J]. Arch Neurol, 1979, 36(11):675-676.
- [17] Fisher CM. Facial pulses in internal carotid artery occlusion [J]. Neurology, 1970, 20(5):476-478.
- [18] Kashiwazaki D, Kuroda S, Terasaka S, et al. Carotid occlusive disease presenting with loss of consciousness [J]. No Shinkei Geka, 2005, 33(1):29-34.
- [19] Liu Y, Jia L, Liu B, et al. Evaluation of endarterectomy recanalization under ultrasound guidance in symptomatic patients with carotid artery occlusion [J]. PloS ONE, 2015, 10(12):e0144381.
- [20] Yamauchi H, Fukuyama H, Nagahama Y, et al. Significance of increased oxygen extraction fraction in five-year prognosis of major cerebral arterial occlusive diseases [J]. J Nucl Med, 1999, 40(12):1992-1998.
- [21] 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.

- [22] Koenig M, Kraus M, Theek C, et al. Quantitative assessment of the ischemic brain by means of perfusion-related parameters derived from perfusion CT[J]. *Stroke*, 2001, 32(2):431-437.
- [23] Pollock JM, Tan H, Kraft RA, et al. Arterial spin-labeled MR perfusion imaging: clinical applications [J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2009, 17(2):315-338.
- [24] Ito H, Ibaraki M, Kanno I, et al. Changes in the arterial fraction of human cerebral blood volume during hypercapnia and hypocapnia measured by positron emission tomography [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2005, 25(7):852-857.
- [25] Furlan AJ, Whisnant JP, Baker HL Jr. Long-term prognosis after carotid artery occlusion[J]. *Neurology*, 1980, 30(9):986-988.
- [26] Faught WE, van Bemmelen PS, Mattos MA, et al. Presentation and natural history of internal carotid artery occlusion [J]. *J Vasc Surg*, 1993, 18(3):512-523.
- [27] 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.
- [28] Ogasawara K, Ogawa A, Terasaki K, et al. Use of cerebrovascular reactivity in patients with symptomatic major cerebral artery occlusion to predict 5-year outcome: comparison of xenon-133 and iodine-123-IMP single-photon emission computed tomography[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2002, 22(9):1142-1148.
- [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.
- [30] Collaboration AT. Collaborative meta-analysis of randomised trials of antiplatelet therapy for prevention of death, myocardial infarction, and stroke in high risk patients [J]. *BMJ*, 2002, 324(7329):71-86.
- [31] van Gijn J, Algra A, Kappelle J, et al. A comparison of two doses of aspirin (30 mg vs. 283 mg a day) in patients after a transient ischemic attack or minor ischemic stroke [J]. *N Engl J Med*, 1991, 325(18):1261-1266.
- [32] Markus HS, Droste DW, Kaps M, et al. Dual antiplatelet therapy with clopidogrel and aspirin in symptomatic carotid stenosis evaluated using doppler embolic signal detection: the Clopidogrel and Aspirin for Reduction of Emboli in Symptomatic Carotid Stenosis (CARESS) trial[J]. *Circulation*, 2005, 111(17):2233-2240.
- [33] Wang Y, Wang Y, Zhao X, et al. Clopidogrel with aspirin in acute minor stroke or transient ischemic attack [J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(1):11-19.
- [34] Diener HC, Bogousslavsky J, Brass LM, et al. Aspirin and clopidogrel compared with clopidogrel alone after recent ischaemic stroke or transient ischaemic attack in high-risk patients (MATCH): randomised, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *Lancet*, 2004, 364(9431):331-337.
- [35] Forteza A, Romano JG, Campo-Bustillo I, et al. High-dose atorvastatin enhances impaired cerebral vasomotor reactivity [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2012, 21(6):487-492.
- [36] Hegland O, Kurz MW, Munk PS, et al. The effect of statin therapy on the progression of carotid artery stenosis in relation to stenosis severity[J]. *Acta Neurol Scand*, 2010, 121(1):11-15.
- [37] 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.
- [38] Grubb RL Jr, Powers WJ, Clarke WR, et al. Surgical results of the Carotid Occlusion Surgery Study [J]. *J Neurosurg*, 2013, 118(1):25-33.
- [39] Kuroda S, Kawabori M, Hirata K, et al. Clinical significance of STA-MCA double anastomosis for hemodynamic compromise in post-JET/COSS era[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2014, 156(1):77-83.
- [40] Lee CW, Lin YH, Liu HM, et al. Predicting procedure successful rate and 1-year patency after endovascular recanalization for chronic carotid artery occlusion by CT angiography[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 221:772-776.
- [41] 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.
- [42] Namba K, Shojima M, Nemoto S. Wire-probing technique to revascularize subacute or chronic internal carotid artery occlusion [J]. *Interv Neuroradiol*, 2012, 18(3):288-296.
- [43] Terada T, Okada H, Nanto M, et al. Endovascular recanalization of the completely occluded internal carotid artery using a flow reversal system at the subacute to chronic stage [J]. *J Neurosurg*, 2010, 112(3):563-571.
- [44] Yue X, Xu G, Liu W, et al. Angioplasty and stenting for the occluded internal carotid artery [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2011, 31(1):64-70.
- [45] Shucart WA, Garrido E. Reopening some occluded carotid arteries. Report of four cases[J]. *J Neurosurg*, 1976, 45(4):442-446.
- [46] Hugenholtz H, Elgie RG. Carotid thromboendarterectomy: a reappraisal. Criteria for patient selection[J]. *J Neurosurg*, 1980, 53(6):776-783.
- [47] 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.
- [48] 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):onsE117-123.
- [49] Lin MS, Lin LC, Li HY, et al. Procedural safety and potential vascular complication of endovascular recanalization for chronic cervical internal carotid artery occlusion[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2008, 1(2):119-125.

(收稿日期:2018-11-12)

(本文编辑:闫娟)

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,国家脑卒中防治工程委员会缺血性卒中介入治疗专业委员会.慢性颈内动脉闭塞再通治疗中国专家共识[J/CD].中华介入放射学电子杂志,2019,7(1):1-6.