

# 慢性颈内动脉闭塞的复合手术再通治疗

马琳 任贺成 魏铭 黄楹 尹龙

**【摘要】 目的** 探讨慢性颈内动脉闭塞复合手术再通治疗的有效性和安全性。**方法与结果** 对 2017 年 9 月至 2018 年 9 月行颈动脉内膜切除术联合颈动脉支架成形术的 8 例慢性颈内动脉闭塞患者的临床资料、影像学及随访资料进行回顾分析。结果显示,所有患者均实现闭塞血管再通、颅内血流改善、临床症状好转,仅 1 例术后 24 h MRI 可见点状新鲜梗死灶但无临床症状,3 例出现同侧舌下神经、喉上神经、面神经下颌缘支损伤症状,术后 2 周自行恢复。术后 3 和 6 个月影像学检查均未见明显异常。**结论** 颈动脉内膜切除术联合颈动脉支架成形术的复合手术实现闭塞的颈内动脉再通安全、有效。

**【关键词】** 动脉闭塞性疾病; 颈内动脉; 颈动脉内膜切除术; 血管成形术; 支架

## Hybrid surgery for chronic internal carotid artery occlusion

MA Lin, REN He-cheng, WEI Ming, HUANG Ying, YIN Long

Department of Neurosurgery, Tianjin Huanhu Hospital; Tianjin Key Laboratory of Cerebrovascular and Neurodegenerative Disease, Tianjin 300350, China

Corresponding author: YIN Long (Email: 345167871@qq.com)

**【Abstract】 Objective** To investigate the efficacy and safety of hybrid surgery on revascularization of chronic internal carotid artery occlusion. **Methods and Results** Eight cases of chronic internal carotid artery occlusion underwent hybrid surgery in our medical center during September 2017 to September 2018 were analyzed retrospectively. Assessment preoperative, surgical procedure, surgical complication and prognosis including clinical data, lab examination, imaging findings during the follow-up period were recorded. All 8 patients underwent hybrid surgery [carotid endarterectomy (CEA) + carotid artery stenting (CAS)]. The revascularization of 8 patients was successful. The intracranial blood flow improvement was confirmed by carotid artery ultrasound, transcranial Doppler (TCD), CTP or PWI and DSA. Brain MRI of one patient within 24 h postoperation showed visible spotted fresh infarction with no clinical symptoms, and 3 patients occurred ipsilateral cranial nerve injury symptoms (hypoglossal nerve, superior laryngeal nerve and mandibular branch of facial nerve) at postoperation, which were recovered in 2 weeks. All patients had no postoperative cerebral hyperperfusion. Imaging study showed the revascularization was successful and intracranial perfusion was improved at 3 and 6 months during the follow-up. **Conclusions** Hybrid surgery (CEA + CAS) is safe and effective for carotid artery occlusion.

**【Key words】** Arterial occlusive diseases; Carotid artery, internal; Endarterectomy, carotid; Angioplasty; Stents

**Conflicts of interest:** none declared

根据文献报道,慢性颈内动脉闭塞(CICAO)在美国白种人群的发病率约为 6/10 万人年<sup>[1-2]</sup>,目前我国尚无这方面的人群发病率统计。慢性颈内动脉闭塞是否会引引起缺血性卒中或短暂性脑缺血发作(TIA)主要取决于侧支循环代偿程度<sup>[3]</sup>,对于侧支

循环代偿不良且药物治疗无效的高危人群,外科手术不失为一种较好的替代选择<sup>[4]</sup>。然而,2011 年 JAMA 公布的颈动脉闭塞外科手术治疗随机对照临床试验结果证实,颅内外血管搭桥术对慢性颈内动脉闭塞无效<sup>[5]</sup>。鉴于此,近年来针对慢性颈内动脉闭塞的临床研究,尝试通过其他外科手术方法改善药物治疗无效患者的脑缺血和神经功能缺损程度,诸如颈动脉内膜切除术(CEA)、颈动脉支架成形术(CAS)或球囊扩张术等,但迄今尚无一种外科手术方法获得满意的治疗效果。颈动脉内膜切除术主

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2019.10.009

作者单位: 300350 天津市环湖医院神经外科 天津市脑血管与神经变性重点实验室

通讯作者: 尹龙, Email: 345167871@qq.com

要受限于病变部位(颈内动脉起始部),故而无法解决达颈内动脉岩骨段及以上的闭塞性改变;单纯血管内治疗(支架成形术或球囊扩张术)对于闭塞远端位于海绵窦或更远的长节段闭塞,难以取得良效。2013年,Shih等<sup>[6]</sup>首次尝试复合手术治疗慢性颈内动脉闭塞病例,即首先通过颈动脉内膜切除术去除斑块、开通血流,然后再以血管内治疗(支架成形术或球囊扩张术)解决闭塞远端之病变,其结果表明这种联合手术方式对长节段闭塞患者不仅有效且安全性良好。目前,应用复合手术治疗慢性颈内动脉闭塞尚在探索之中,相关文献报道较少,天津市环湖医院神经外科自2017年以来采用颈动脉内膜切除术复合颈动脉支架成形术共治疗8例慢性颈内动脉闭塞病例,疗效良好,结果报告如下。

## 对象与方法

### 一、观察对象

1. 纳入标准 (1)诊断符合《慢性颈内动脉闭塞再通治疗中国专家共识》<sup>[7]</sup>,并经 DSA 和(或)CTA 证实为一侧颈内动脉完全闭塞。(2)临床症状和神经系统检查提示与病变血管相符。(3)经药物治疗症状与体征无改善。(4)本研究经天津市环湖医院道德伦理委员会审核批准,患者及其家属对病情严重程度和治疗风险知情,并签署知情同意书。

2. 排除标准 (1)因大动脉炎或先天性发育异常等原因引起的颈内动脉闭塞。(2)存在颈动脉内膜切除术(如严重心脏瓣膜病、房颤等)或支架成形术(肝肾功能障碍、含碘对比剂过敏)禁忌证,不能耐受手术。

3. 一般资料 选择2017年9月至2018年9月在我院神经外科住院治疗的慢性颈内动脉闭塞患者共8例,男性6例,女性2例;年龄61~72岁,平均为67岁;发病时间12天至6个月,平均2.50个月;有不良嗜好者7例,长期吸烟史(>20年)4例、长期饮酒史(>20年)3例;既往史包括高血压病(7例次)、糖尿病(5例次)、冠心病(2例次)。

### 二、治疗方法

1. 术前检查 (1)神经外科专科检查:记录与神经功能缺损有关的症状与体征,主要表现为闭塞颈内动脉对侧肢体肌力减退(7例)、伴头晕及对侧肢体麻木感(3例)。(2)实验室检查:8例患者中除5例伴糖尿病患者空腹血糖9.06~15.22 mmol/L(3.90~6.10 mmol/L),余各项指标均于正常值范围。(3)影

像学检查:MRI显示所有患者均存在陈旧性梗死,其中4例发现局灶性新鲜梗死灶;CT灌注成像(CTP)或灌注成像(PWI)提示闭塞颈内动脉同侧大脑半球呈低灌注;责任血管高分辨力MRI和DSA证实8例患者均为颈内动脉闭塞,狭窄段自颈内动脉起始部至颈动脉岩骨段,同时合并其他部位血管狭窄2例(同侧椎动脉起始部狭窄1例、对侧锁骨下动脉狭窄1例);侧支循环代偿形式为前交通动脉开放(4例次)、后交通动脉开放(6例次)和眼动脉代偿(2例次)。(4)血管超声检查:颈部血管超声和经颅多普勒超声(TCD)均显示颈内动脉闭塞(左侧4例、右侧4例),合并其他部位血管狭窄2例(同侧椎动脉起始部1例、对侧锁骨下动脉1例);TCD提示前交通动脉开放4例次、后交通动脉开放6例次。

2. 手术方法 (1)手术设备:8F动脉鞘由美国 Cordis 公司提供,6F导引导管购自美国 Johnson&Johnson 公司,Echelon-10微导管购自美国 Micro Therapeutic 公司,Transend 导丝和 Transend 300微导丝均购自美国 Boston Scientific 公司。Apollo 支架(3.50 mm×13.00 mm 和 4 mm×18 mm)由上海微创医疗器械有限公司提供。(2)术前准备:患者术前分别接受颈部血管超声和 TCD 检查,并通过责任血管高分辨力 MRI 和 DSA 了解远端血管条件、侧支循环代偿程度和同侧颈内动脉远端反流节段。术前3~5 d 连续口服阿司匹林 100 mg/d 和氯吡格雷 75 mg/d。(3)颈动脉内膜切除术联合支架成形术:患者仰卧位,全身麻醉,术中通过 TCD 全程监测双侧大脑中动脉血流变化。首先,经右侧股动脉穿刺置入 8F 动脉鞘,然后沿颈部胸锁乳突肌前缘切口,显露颈动脉鞘并切开,逐一游离颈总动脉、颈内动脉、颈外动脉和甲状腺上动脉;全身肝素化,6F 导引导管自右侧股动脉穿刺点到达颈总动脉末端,止血带固定导引导管于颈总动脉近端,阻断甲状腺上动脉和颈外动脉,纵行切开颈内动脉近端和颈总动脉远端,剥离斑块,Echelon-10 微导管在 Transend 导丝引导下,经 6F 导引导管到达颈内动脉切开处,沿颈内动脉斑块与管壁之间直视下将微导丝和微导管推送至颈内动脉床突上段,经微导管造影检查颈内动脉远端、大脑中动脉和大脑前动脉均显影清晰,确认微导管位于真腔内,切除斑块,直至血管腔内无残留斑块和血栓碎屑,缝合动脉切口。交换 Transend 300 微导丝推送至颈内动脉床突上段,顺序植入与颈内动脉管径相匹配的支架于长段闭塞

处, DSA 显示血流通畅, 缝合颈部切口, 血管封堵器封堵右侧股动脉穿刺点。术后即刻 TCD 监测大脑中动脉血流, 并根据术中监测数据制定标准血压参考值以决定术后血压控制范围, 避免血压过高或过低引起高灌注或梗死。(4) 术后辅助药物治疗: 术后继续口服阿司匹林 100 mg/d 和氯吡格雷 75 mg/d, 治疗 3 个月后停用氯吡格雷, 改为阿司匹林 100 mg/d 长期维持治疗。

3. 术后监测与随访 术后 < 24 h 行 MRI 检查了解有无手术相关新鲜梗死灶, CTP 或 PWI 了解血流灌注改善情况; 术后 3 个月通过颈部血管超声和 TCD 进行随访, 术后 6 个月住院复查头颈部 CTA, 术后 1 年住院复查 DSA, 明确再通血管是否存在再狭窄或闭塞, 计算血管再狭窄率。

## 结 果

本组患者手术过程顺利, 术后 24 h 颈部血管超声、TCD 证实闭塞的颈内动脉再通成功, 血流 CTP + PWI 灌注改善。所有患者术后临床症状均明显改善, 住院期间无缺血或出血性并发症发生, 共住院 12 ~ 15 d, 平均 13.63 d。8 例患者中仅 1 例术后 24 h 头部 MRI 显示顶枕叶点状新鲜梗死灶, 但无临床症状, 未予特殊处理; 3 例术后出现同侧舌下神经、喉上神经、面神经下颌缘支损伤症状与体征(伸舌向对侧偏、声音嘶哑、口角上提), 未予特殊处理, 术后 2 周自行恢复; 本组患者术后无一例发生过度血流灌注现象。术后 3 个月或 1 年随访时, 影像学检查均显示责任血管血流通畅, 血流灌注改善。

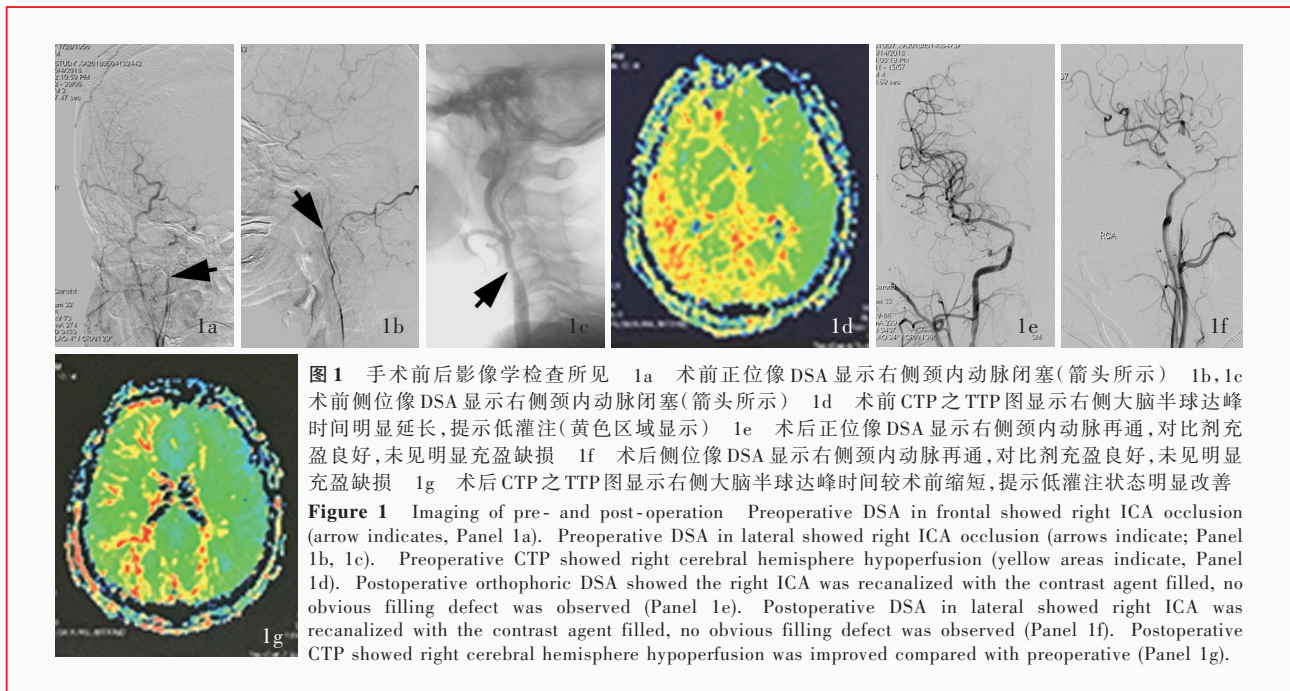
## 典型病例

患者 男性, 66 岁。因间断性头晕 6 月余, 于 2018 年 5 月 4 日入院。患者 6 个月前无明显诱因出现间断性头晕、头痛, 发作时伴双侧耳鸣及左下肢麻木感, 以劳累后或睡前症状明显, 发作过程中无畏光、眼痛, 无双睑下垂, 无恶心、呕吐, 无意识障碍, 无多汗、肢体抽搐等症状与体征。当地医院头部 CTA、颈部血管超声显示, 右侧颈内动脉起始部粥样硬化斑块形成并狭窄, 右侧颈内动脉纤细、椎动脉纤细, 拟诊“右侧颈内动脉闭塞, 亚急性缺血性卒中”。经药物对症治疗(具体方案不详)症状无明显改善, 为进一步治疗至我院就诊。患者既往有高血压病史 8 年, 长期规律服用氯沙坦 50 mg/d, 血压控制效果不详; 糖尿病史 6 年, 长期服用格列喹酮

30 mg/次(3 次/d)和二甲双胍 500 mg/次(2 次/d), 血糖控制良好, 餐前与餐后血糖维持在 5 ~ 7 mmol/L; 吸烟史 50 年(20 支/d), 间断饮酒(100 g/次)。入院后体格检查: 神志清楚, 对答切题, 言语迟缓; 四肢从嘱活动, 四肢肌力 5 级、肌张力正常; 左侧肢体浅感觉减退, 右侧浅感觉及本体感觉无明显异常; 双侧 Babinski 征阴性, 生理反射对称存在, 脑膜刺激征阴性。实验室检查: 空腹血糖 13.44 mmol/L(3.60 ~ 6.10 mmol/L), 其余各项指标均于正常值范围。影像学检查: 术前 DSA 显示右侧颈内动脉完全闭塞(图 1a ~ 1c), CTP 观察右侧大脑半球呈低灌注(图 1d)。颈动脉超声呈动脉粥样硬化性改变, 多发附壁斑块, 右侧颈内动脉完全闭塞; TCD 提示右侧颈内动脉虹吸段呈狭窄或闭塞改变, 右侧眼动脉反向向颅内供血。临床诊断: 右侧颈内动脉闭塞; 2 型糖尿病; 原发性高血压(2 级, 中危)。遂于 2018 年 5 月 14 日行右侧颈动脉内膜切除术联合右侧颈内动脉 Apollo 球囊扩张支架(3.50 mm × 13.00 mm)成形术, 术后即刻 DSA 显示右侧颈内动脉再通成功(图 1e, 1f), 术后 24 h CTP 提示右侧大脑半球低灌注改善(图 1g)。患者共住院 12 d, 出院时头晕、左下肢麻木感明显改善。出院后 3 个月随访, 一般状况良好, 无明显新发神经系统阳性体征; CTA 显示右侧颈内动脉充盈良好, 未见明显充盈缺损。

## 讨 论

目前, 针对慢性颈内动脉闭塞的治疗方法包括药物治疗、颈动脉内膜切除术、血管内治疗、颅内外血管搭桥术或复合手术<sup>[8-9]</sup>。其中, 药物治疗仅适用于血流动力学稳定、侧支循环代偿良好<sup>[10]</sup>并拒绝手术的患者, 就临床治疗效果而言, 只能降低脑卒中风险, 但不能治愈<sup>[7]</sup>; 颈动脉内膜切除术以反流血到达颅底的慢性颈内动脉闭塞为适应证<sup>[11]</sup>, 但长期随访结果表明术后闭塞血管再通率仅为 40.71%(46/113)<sup>[12]</sup>, 尤其对于复杂或血栓向颅内延伸的慢性颈内动脉闭塞病例, 无法解决其颅内段闭塞的问题; 血管内治疗包括支架成形术或球囊扩张术, 据文献报道, 术后再通率较高, 可达 64.81%(35/54)<sup>[13]</sup>, 但在球囊扩张和支架释放过程中, 若微栓子脱落掉入远端细小动脉, 阻塞颅内血管则可造成严重的缺血事件<sup>[14]</sup>。此外, 颅内外血管搭桥术也常作为治疗慢性颈内动脉闭塞的一种外科手术, 但与单纯药物治疗相比, 该手术对降低 2 年内同侧缺血性卒中发生



**图 1** 手术前后影像学检查所见 1a 术前正位像 DSA 显示右侧颈内动脉闭塞(箭头所示) 1b, 1c 术前侧位像 DSA 显示右侧颈内动脉闭塞(箭头所示) 1d 术前 CTP 之 TTP 图显示右侧大脑半球达峰时间明显延长, 提示低灌注(黄色区域显示) 1e 术后正位像 DSA 显示右侧颈内动脉再通, 对比剂充盈良好, 未见明显充盈缺损 1f 术后侧位像 DSA 显示右侧颈内动脉再通, 对比剂充盈良好, 未见明显充盈缺损 1g 术后 CTP 之 TTP 图显示右侧大脑半球达峰时间较术前缩短, 提示低灌注状态明显改善

**Figure 1** Imaging of pre- and post-operation Preoperative DSA in frontal showed right ICA occlusion (arrow indicates, Panel 1a). Preoperative DSA in lateral showed right ICA occlusion (arrows indicate; Panel 1b, 1c). Preoperative CTP showed right cerebral hemisphere hypoperfusion (yellow areas indicate, Panel 1d). Postoperative orthophoric DSA showed the right ICA was recanalized with the contrast agent filled, no obvious filling defect was observed (Panel 1e). Postoperative DSA in lateral showed right ICA was recanalized with the contrast agent filled, no obvious filling defect was observed (Panel 1f). Postoperative CTP showed right cerebral hemisphere hypoperfusion was improved compared with preoperative (Panel 1g).

的风险无益<sup>[5]</sup>。鉴于单一疗法的局限性,近年来越来越多的临床研究开始探索不同机制、不同治疗方式联合治疗慢性颈内动脉闭塞的可能性,即利用颈动脉内膜切除术去除造成颈内动脉近端闭塞的斑块,直接开通近端血流,然后再利用支架或球囊扩张处理远端闭塞<sup>[15]</sup>,如此既可解决长节段狭窄又可降低微栓子脱落所诱发的严重缺血事件的风险,从而实现提高手术成功率、改善远期预后之目标。2013年,Shih等<sup>[6]</sup>采用复合手术治疗3例慢性颈内动脉闭塞患者,血管再通均获成功,术后CTP提示患侧大脑半球血流灌注明显改善、临床症状缓解,在术后随访的6个月过程中无相关脑缺血事件发生。我院自2017年开始尝试复合手术治疗慢性颈内动脉闭塞病例,所选择的病例均符合以下条件:颈内动脉闭塞时间>4周且伴有新发缺血性卒中事件,经DSA或CTA证实闭塞长度为自起始部达颈内动脉岩骨段以上、床突段。我们的初步经验是,术前通过DSA、CTA、MRI,以及颈部血管超声和TCD等影像学检查对闭塞血管长度、侧支循环代偿能力、血流动力学改变情况进行详细评估,术中采用TCD对颅内血流动力学改变和微栓子脱落情况行全程实时监测,避免患者术后发生严重的神经功能缺损,同时可降低严重缺血性事件的风险,本组8例患者术后闭塞的血管全部再通。笔者认为复合手术的最大优势在于:内膜切除使闭塞近端的颈内动脉开放,手术过程中散落的微小栓子或碎片可随血

流冲出手术区域,从而降低远端缺血事件的风险、手术安全性增加,本组仅1例患者术后MRI显示点状新鲜梗死灶但无临床症状与体征。

影响慢性颈内动脉闭塞再通成功的因素有多种,包括闭塞时间、闭塞长度及闭塞原因,斑块类型(是否钙化),血流反流速度、流量或治疗方式的选择<sup>[16]</sup>,其中以闭塞时间为主要影响因素。随着颈内动脉闭塞时间的延长,动脉内血栓完全纤维化,手术时可阻碍微导管通过闭塞血管,增加再通难度和并发症风险<sup>[17-18]</sup>,本组患者发病时间均<6个月,故术后闭塞血管均获再通。虽然发病时间并不能等同于颈动脉闭塞时间,但尽早手术有益于提高血管再通率。此外,闭塞节段越长,再通成功率越低<sup>[6]</sup>,因为闭塞节段过长,再通过程中微导丝通过相对困难并易进入假腔而形成动脉夹层。一般而言,远端颈内动脉反流达岩骨段或以下或海绵窦段、床突上段、眼动脉段、交通段及以上,血管再通成功率分别为93%、80%、73%、33%和29%<sup>[19]</sup>。本组8例患者颈内动脉远端反流均到达海绵窦段或以下,术中全部再通成功,由此可见,闭塞节段越低、血管再通成功率越高。

慢性颈内动脉闭塞不仅处理困难,而且手术病死率和术后发生脑卒中的风险亦较高<sup>[20]</sup>。由于,颈内动脉闭塞可使同侧大脑半球的脑血管反应性(CVR)和储备能力下降,当闭塞同侧的脑组织血流再通后极易发生高灌注损伤,表现为头痛、癫痫发

作,甚至脑实质或蛛网膜下腔出血。本组 8 例患者术中均以 TCD 全程实时监测大脑中动脉血流变化,术后根据术中监测获得的血流动力学变化信息将患者血压控制在合理范围内,无一例发生血压过高导致的颅内高灌注。

由于颅内外血管搭桥术已被证实治疗颈内动脉闭塞无效,因此对于具有明确手术适应证的患者,血管再通应作为主要外科治疗策略。随着外科手术技术和材料的不断进步与发展,血管再通成功率逐渐提高,与单纯颈动脉内膜切除术和血管内治疗相比,复合手术具有降低远期缺血事件风险、改善患者预后之优势,代表当今慢性颈内动脉闭塞治疗的发展趋势。

利益冲突 无

### 参 考 文 献

- [1] Otite FO, Khandelwal P, Malik AM, Chaturvedi S. National patterns of carotid revascularization before and after the carotid revascularization endarterectomy vs stenting trial (CREST) [J]. *JAMA Neurol*, 2018, 75:51-57.
- [2] Lichtman JH, Jones MR, Leifheit EC, Sheffet AJ, Howard G, Lal BK, Howard VJ, Wang Y, Curtis J, Brott TG. Carotid endarterectomy and carotid artery stenting in the US medicare population, 1999-2014 [J]. *JAMA*, 2017, 318:1035-1046.
- [3] Xu B, Li C, Guo Y, Xu K, Yang Y, Yu J. Current understanding of chronic total occlusion of the internal carotid artery [J]. *Biomed Rep*, 2018, 8:117-125.
- [4] Usachev DY, Lukshin VA, Shmigel'skiy AV, Akhmedov AD. An anastomosis between the internal carotid and vertebral arteries in the treatment of a patient with bilateral carotid arteries occlusions [J]. *Zh Vopr Neurokhir Im NN Burdenko*, 2016, 80:72-77.
- [5] Powers WJ, Clarke WR, Grubb RL Jr, Videen TO, Adams HP Jr, Derdeyn CP, COSS Investigators. Extracranial-intracranial bypass surgery for stroke prevention in hemodynamic cerebral ischemia: the carotid occlusion surgery study randomized trial [J]. *JAMA*, 2011, 306:1983-1992.
- [6] Shih YT, Chen WH, Lee WL, Lee HT, Shen CC, Tsuei YS. Hybrid surgery for symptomatic chronic total occlusion of carotid artery: a technical note [J]. *Neurosurgery*, 2013, 73 (1 Suppl Operative):117-123.
- [7] Neurological Intervention Committee, Interventional Medicine Branch, Chinese Medical Doctor Association; Interventional Radiology Group, Chinese Society of Radiology, Chinese Medical Association; Compound Interventional Neurosurgery Branch, Chinese Stroke Association; Ischemic Stroke Intervention Professional Committee, National Stroke Prevention and Treatment Engineering Committee. Chinese expert consensus of recanalization treatment of chronic internal carotid artery occlusion [J]. *Zhonghua Jie Ru Fang She Xue Dian Zi Za Zhi*, 2019, 7:1-6. [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]. *中华介入放射学电子杂志*, 2019, 7:1-6.]
- [8] Radak DJ, Tanaskovic S, Ilijevski NS, Davidovic L, Kolar J, Radak S, Otasevic P. Eversion carotid endarterectomy versus best medical treatment in symptomatic patients with near total internal carotid occlusion: a prospective nonrandomized trial [J]. *Ann Vasc Surg*, 2010, 24:185-189.
- [9] Huang QH, Liu JM. Evaluation of intravascular recanalization for chronic carotid occlusion [J]. *Zhonghua Nao Xue Guan Bing Za Zhi (Dian Zi Ban)*, 2012, 6:44-46. [黄清海, 刘建民. 慢性颈动脉闭塞血管内再通治疗评估与技术 [J]. *中华脑血管病杂志 (电子版)*, 2012, 6:44-46.]
- [10] Damania D, Kung NT, Jain M, Jain AR, Liew JA, Mangla R, Koch GE, Sahin B, Miranpuri AS, Holmquist TM. Factors associated with recurrent stroke and recanalization in patients presenting with isolated symptomatic carotid occlusion [J]. *Eur J Neurol*, 2016, 23:127-132.
- [11] Liu GW, Tang X, Yan D, Guo DQ. The treatment for chronic atherosclerotic occlusion of carotid: research progress [J]. *Zhongguo Lin Chuang Yi Xue*, 2017, 24:974-977. [刘国伟, 唐晓, 严栋, 郭大乔. 慢性颈动脉粥样硬化闭塞治疗的研究进展 [J]. *中国临床医学*, 2017, 24:974-977.]
- [12] Thompson JE, Austin DJ, Patman RD. Carotid endarterectomy for cerebrovascular insufficiency: long-term results in 592 patients followed up to thirteen years [J]. *Surg Clin North Am*, 1986, 66:233-253.
- [13] Lin MS, Lin LC, Li HY, Lin CH, Chao CC, Hsu CN, Lin YH, Chen SC, Wu YW, Kao HL. Procedural safety and potential vascular complication of endovascular recanalization for chronic cervical internal carotid artery occlusion [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2008, 1:119-125.
- [14] Dalyai RT, Chalouhi N, Singhal S, Jabbour P, Gonzalez LF, Dumont AS, Rosenwasser R, Ghorbali G, Tjoumakaris SI. Stent-assisted endovascular recanalization of extracranial internal carotid artery occlusion in acute ischemic stroke [J]. *World Neurosurg*, 2013, 79:143-148.
- [15] Marino M, Kasemi H, Di Angelo CL, Fadda GF. Hybrid treatment of symptomatic chronic isolated carotid bifurcation [J]. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28:E1795.
- [16] Fan WJ, Li B, Qu XF, Deng XW, Jiang BX, Liu YZ. Hybrid operation for the treatment of chronic internal carotid artery occlusion: preliminary applica [J]. *Jie Ru Fang She Xue Dian Zi Za Zhi*, 2019, 28:49-52. [范伟健, 李波, 瞿小锋, 邓小文, 蒋冰歆, 刘一之. 复合手术治疗慢性颈内动脉闭塞初步应用及临床效果 [J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28:49-52.]
- [17] Xu B, Liu R, Jiao L, Yu J. Carotid endarterectomy for in-stent restenosis: a case report and literature review [J]. *Biomed Rep*, 2017, 7:128-132.
- [18] Wang MY, Wang B, Wu F, Lu WL, Pan JX, Xu H. Combined operative treatment for chronic symptomatic carotid artery occlusion [J]. *Zhongguo Pu Tong Wai Ke Za Zhi*, 2018, 27:126-131. [王梦宇, 王兵, 吴斐, 卢维龙, 潘锦轩, 许恒. 复合手术治疗慢性症状性颈内动脉闭塞 [J]. *中国普通外科杂志*, 2018, 27:126-131.]
- [19] Chen YH, Leong WS, Lin MS, Huang CC, Hung CS, Li HY, Chan KK, Yeh CF, Chiu MJ, Kao HL. Predictors for successful endovascular intervention in chronic carotid artery total occlusion [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9:1825-1832.
- [20] Zhang XJ, Maimaitili A, Kaheerman K, Liu C, Zhang J, Cheng XJ. Efficacy of endovascular treatment for high-risk patients with chronic carotid artery occlusion [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2017, 33:45-48. [张晓杰, 买买提力·艾沙, 卡合尔曼·卡德尔, 柳琛, 张杰, 成晓江. 高危颈动脉慢性闭塞患者血管内治疗的疗效分析 [J]. *中华神经外科杂志*, 2017, 33:45-48.]

(收稿日期:2019-09-20)