

# 非急性症状性颅内前循环大动脉闭塞 血管内治疗的疗效观察

赵芳<sup>1</sup>, 周畅<sup>2</sup>, 李广文<sup>2</sup>, 孙玉杰<sup>2</sup>, 刘彤辉<sup>2</sup>

**摘要:** **目的** 探讨非急性症状性颅内前循环大动脉闭塞性疾病血管内治疗的安全性和有效性。**方法** 回顾性分析青岛大学附属医院2016年7月至2021年2月收治的非急性颅内前循环大动脉闭塞患者的一般资料、手术资料及随访资料,包括再通成功率、围手术期并发症发生率、影像随访资料及临床随访资料。采用脑梗死溶栓试验(TICI)分级评估是否再通成功,采用美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分评估患者治疗前后神经功能缺损程度,采用改良Rankin量表(mRS)评估术后神经功能恢复程度。**结果** 30例颅内前循环大动脉血管内治疗病例中有28例成功开通(技术成功率为93.3%),术前mTICI分级较术后mTICI分级差异有统计学意义( $P < 0.05$ );发生6例手术并发症(并发症发生率为20.0%),包括夹层2例、高灌注综合征1例、蛛网膜下腔出血3例。术后NIHSS评分较术前NIHSS评分差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。18例影像随访,示3人发生责任血管再狭窄,其中1例发生责任血管供血区TIA并表现为发作性对侧肢体无力,另外2例为无症状狭窄;30例临床随访,28例开通成功病例示随访mRS评分明显优于术前,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),2例术中并发症且未开通成功病例示临床随访mRS评分较术前无显著变化。**结论** 对于非急性症状性颅内前循环大动脉闭塞病例,血管内治疗在高度选择的病例安全且有效。

**关键词:** 颈内动脉; 颅内段; 非急性闭塞; 血管内治疗; 球囊扩张术; 支架置入术

**中图分类号:**R743 **文献标识码:**A

**Observation on the effect of endovascular treatment for non-acute symptomatic anterior intracranial circulatory artery occlusion** ZHAO Fang, ZHOU Chang, LI Guangwen, et al. (Department of Qingdao University, Qingdao 266000, China)

**Abstract:** **Objective** To investigate the safety and effectiveness of endovascular treatment for non-acute symptomatic intracranial occlusive disease of internal carotid artery. **Methods** The general data, surgical data and follow-up data of the patients with non-acute intracranial occlusion of internal carotid artery admitted to the Affiliated Hospital of Qingdao University from July 2016 to February 2021 were retrospectively analyzed, including the success rate of recanalization, the incidence of perioperative complications, imaging follow-up data and clinical follow-up data. Thrombolysis test for cerebral infarction (TICI) was used to evaluate the success of recanalization, the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score was used to evaluate the degree of neurological impairment before and after treatment, and the degree of postoperative neurological recovery was evaluated by the modified Rankin Scale (MRS). **Results** 28 of the 30 cases of intracranial internal carotid artery were successfully opened (technical success rate was 93.3%). The difference of mTICI grading before operation was statistically significant compared with that after operation ( $P < 0.05$ ). Surgical complications occurred in 6 cases (20.0%), including dissection in 2 cases, hyperperfusion syndrome in 1 case, and subarachnoid hemorrhage in 3 cases. Follow-up imaging of the 18 patients showed that 3 patients had restenosis of the offending vessels. One of them had TIA in the offending vessels and presented with paroxysmic contralateral limb weakness, and the other one had asymptomatic stenosis. In the 30 cases of clinical follow-up, there was a statistically significant difference in the MRS score between the 28 cases with successful operation and that before operation ( $P < 0.05$ ), and there was no significant change in the MRS score during clinical follow-up between the 2 cases with intraoperative complications and unsuccessful operation. **Conclusion** endovascular therapy is safe and effective in highly selected cases of non-acute symptomatic intracranial internal carotid occlusion. The long-term NIHSS score and MRS score can be used to follow up the neurological deficit and recovery, and then to evaluate the long-term efficacy of endovascular therapy.

**Key words:** Internal carotid artery; Intracranial segment; Non-acute occlusion; Endovascular treatment; Balloon dilation; Stent implantation

症状性动脉粥样硬化性非急性颅内颈内动脉闭塞性疾病所致的脑卒中/短暂性脑缺血发作复发风险高,神经功能预后差、病死率高<sup>[1]</sup>。即使给予积极内科治疗,部分患者仍症状波动或症状恶化,且长期低灌注可致脑萎缩,表现为认知功能障碍。安全、

收稿日期:2021-09-10;修订日期:2021-12-15

基金项目:国家自然科学基金(No. 81901194)

作者单位:(1. 青岛大学,山东 青岛 266000;2. 青岛大学附属医院,山东 青岛 266000)

通讯作者:张 勇,E-mail:bravezhang126.com

有效的治疗很重要,而目前该疾病有效的治疗方法不明确<sup>[2]</sup>。本研究报道30例非急性症状性颅内颈内动脉大动脉粥样硬化性闭塞患者,均行血管内治疗,以探索血管再通治疗的疗效。

## 1 方法

1.1 患者选择 选取青岛大学附属医院神经介入科2016年-2021年期间行脑动脉球囊成形术或支架置入术治疗的30例非急性症状性颅内前循环大动脉闭塞病例作为研究对象,男性13例(43.3%),女性17例(56.7%);中位年龄61岁,范围43~75岁。既往高血压病史25例,糖尿病病史14例,高脂血症病史7例,冠状动脉粥样硬化性心脏病病史6例,吸烟史5例。主要症状:左侧肢体无力12例,右侧肢体无力12例,右侧面瘫2例,视物模糊1例,言语不清9例,高级智能减退1例,头部不适3例。症状-手术中位时间36 d,范围3~360 d,影像-手术中位时间7 d,范围2~45 d。

1.1.1 纳入标准 (1) DSA检查示闭塞部位无血流通过或者CTA/MRA检查示闭塞并经DSA证实(闭塞部位位于颈内动脉C6、C7段,大脑中动脉M1、M2段);(2)存在颅内前循环大动脉供血区缺血相关症状(介入治疗前6 m内闭塞血管供血区域相关的TIA或卒中反复发作);(3)影像证实闭塞或症状发生至介入治疗时间>24 h;(4)给予双联抗血小板或抗凝和危险因素控制治疗,症状再次出现及影像仍进展;(5)头部CT、MRI示分水岭区脑梗死;或CT灌注成像、MRI灌注成像示颅内前循环大动脉供血区脑血流量减少、脑血容量正常或降低、达峰时间和平均通过时间增加;或美国介入和治疗神经放射学学会/介入放射学学会的动脉侧支循环分级标准(arterial collateral circulation grade, ACG)  $\leq 3$ 分;(6)术前mRS评分 $\leq 3$ 分;(7)至少存在1个动脉粥样硬化危险因素(高血压、糖尿病、高脂血症、吸烟)。

1.1.2 排除标准 (1)急性颅内前循环大动脉闭塞;(2)非动脉粥样硬化性闭塞(如动脉夹层、纤维肌发育不良、遗传性结缔组织病、扩张性动脉病、脑淀粉样血管病、血管炎等);(3)CT或血管造影示责任血管明显钙化(定义为钙化角 $> 180^\circ$ );(4)已知对阿司匹林、氯吡格雷、肝素、金属过敏病史或禁忌证;(5)不能纠正的出血素质;(6)因其他疾病,预期寿命 $< 1$ 年;(7)其他不宜手术情况。

1.1.3 知情同意 纳入病例术前均签署手术知情告知书。

1.2 术前准备 术前每天应用阿司匹林 $100 \text{ mg} +$ 氯吡格雷 $75 \text{ mg} \geq 3 \text{ d}$ ,控制血压(目标: $< 180/100 \text{ mmHg}$ )、血糖(目标:空腹血糖 $3.9 \sim 6.1 \text{ mmol/L}$ ,糖化血红蛋白 $< 7.0\%$ )、血脂(目标:LDL-C $< 1.8 \text{ mmol/L}$ 即 $70 \text{ mg/dl}$ 或至少降低50%)及其他相关危险因素。

1.3 手术经过 行全身麻醉及静脉注射肝素钠,维持活化凝血时间在 $250 \sim 300 \text{ S}$ 内。于右侧股动脉穿刺置入6F股动脉鞘,将6F指引导管置于闭塞段近端。在路图指引下将Excelsior SL-10微导管(Stryker, USA)配合Synchro2微导丝(Stryker, USA)小心通过闭塞段。微导管超选造影证实闭塞远端真腔,沿微导丝送入球囊由远及近进行扩张,再次造影测量残余狭窄,据情况决定是否需再次行球囊扩张术或行支架置入术。造影查看血流,TICI分级2b级及以上为再通成功。

1.4 术后管理 术后若有血栓形成,可行盐酸替罗非班 $[0.15 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})]$ 静脉泵入;术后2 d行头部CT检查,排除脑出血;术后应用双联抗血小板治疗至少3 m;高血压患者降压目标是 $< 140/90 \text{ mmHg}$ ( $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$ ), $\geq 65$ 岁的老年人降压目标是 $< 150/90 \text{ mmHg}$ ,如果能耐受还可进一步降低至 $< 140/90 \text{ mmHg}$ ;糖尿病、肾脏病和冠状动脉粥样硬化性心脏病的降压目标为 $< 130/80 \text{ mmHg}$ <sup>[3]</sup>。糖尿病血糖控制目标:空腹血糖 $3.9 \sim 6.1 \text{ mmol/L}$ ,糖化血红蛋白 $< 7.0\%$ <sup>[4]</sup>。高脂血症LDL-C控制目标:LDL-C $< 1.8 \text{ mmol/L}$ 即 $70 \text{ mg/dl}$ 或至少降低50%并维持在该水平。

1.5 影像及临床随访 采用DSA或CTA随访支架内再狭窄情况,支架内再狭窄定义为经血管造影证实支架内或支架周围5 mm范围内狭窄 $> 50\%$ <sup>[5]</sup>;采用ASL、CTP或MRP随访责任血管低灌注情况,与术前该血管供血区域及对侧同名血管供血区域对比。采用术前24 h、术后24 h随访的NIHSS评分,将神经功能缺损程度分为正常或近乎正常(NIHSS评分 $0 \sim 1$ 分)、轻度卒中/小卒中(NIHSS评分 $1 \sim 4$ 分)、中度卒中(NIHSS评分 $5 \sim 15$ 分)、中-重度卒中(NIHSS评分 $15 \sim 21$ 分)、重度卒中(NIHSS评分 $21 \sim 42$ 分)<sup>[6]</sup>;采用术前24 h、术后7 d及随后门诊或电话随访mRS评分,将神经功能残障情况分为良好(mRS评分 $0 \sim 2$ 分)、中等(mRS评分 $3$ 分)、较差(mRS评分 $4 \sim 5$ 分),将术后神经功能残障变化情况分为改善(mRS评分降低 $\geq 1$ 分)、

维持(mRS 评分降低/升高 = 0 分)或恶化(mRS 评分升高 ≥ 1 分)<sup>[7]</sup>。

1.6 数据分析 采用 SPSS 21.0 软件处理数据,计量资料比较采用秩和检验,计数资料以例数(百分比)表示,比较采用卡方检验,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 基线资料 30 例患者接受血管内再通治疗,其中男性 13 例(43.3%),女性 17 例(56.7%),中位年龄 61 岁(43 ~ 75 岁)。30 例患者均具有至少 1 项大动脉粥样硬化危险因素,其中高血压 25 例(83.3%),糖尿病 14 例(46.7%),高脂血症 7 例(23.3%),吸烟史 5 例(16.7%),动脉粥样硬化性心脏病 6 例(20.0%)。所有患者均有卒中或 TIA 病史。症状包括左侧肢体无力 12 例,右侧肢体无力 12 例,右侧面部瘫痪 2 例,视物模糊 1 例,言语不清 9 例,高级智能减退 1 例,头部不适 3 例(见表 1、表 2)。

表 1 30 例患者基线资料

基线资料	N(%)	中位数(范围)
年龄		61(43 ~ 75)
性别(男性)	13(43.3)	
高血压	25(83.3)	
糖尿病	14(46.7)	
血脂异常	7(23.3)	
吸烟史	5(16.7)	
冠状动脉粥样硬化性心脏病	6(20.0)	
TIA 为症状	10(33.3)	
症状		
肢体无力(左侧/右侧)	12/12	
右侧面瘫	2	
视物模糊	1	
言语不清	9	
高级智能减退	1	
头部不适	3	
时间		
症状-手术		36(3 ~ 360)
影像闭塞-手术		7.0(2 ~ 45)
技术成功率	28(93.3)	
并发症发生率	6(20.0)	

表 2 30 例患者危险因素个数

危险因素(个)	n(%)
1	12(40.0)
≥2	18(60.0)
合计	30(100)

2.2 主要手术结果 30 例行血管内再通手术患者中 28 例成功开通闭塞血管,1 例术中发生脑血管破裂出血,另 1 例术中发生夹层而未成功开通闭塞血管。成功开通的 28 例患者中单纯球囊扩张手术患者 9 例,行球囊扩张加支架置入手术者 19 例,其中行分期手术者 4 例。使用支架的类型包括 Neuroform (9 例, 47.4%)、Apollo (4 例, 21.1%)、ENTERPRISE (3 例, 15.8%)、Solitair (2 例, 10.5%)、Wingspan (1 例, 5.3%)。28 例成功开通患者术中出现并发症 4 例,其中术中并发症 3 例,包括脑血管破裂出血 2 例及脑血管夹层 1 例;术后并发症 1 例,即脑高灌注综合征 1 例。28 例手术成功患者术后 1 w 症状改善,2 例手术未成功患者术后 1 w 症状较术前无变化(见表 3)。

表 3 28 例手术患者手术相关资料

手术变量	病例数(%)	平均数
手术方式		
单纯球囊扩张术	9(32.1)	
支架置入术	19(67.9)	
两者都有(分期手术)	4(14.3)	
支架类型		
Neuroform	9(47.4)	
Apollo	4(21.1)	
ENTERPRISE	3(15.8)	
Solitair	2(10.5)	
Wingspan	1(5.3)	
支架数量		
0	9(32.1)	
1	19(67.9)	
术前灌注情况		
TICI 评分 = 0	15(53.6)	
TICI 评分 = 1	13(46.4)	
术后灌注情况		
TICI 评分 = 2b	2(7.1)	
TICI 评分 = 3	26(92.9)	
NIHSS 评分		
入院		1.8
离院		1.1
mRS 评分		
入院		1.2
离院		1
随访		0.5
再狭窄	3(10.7)	
再发症状	1(3.6)	

2.3 造影及临床随访结果 18 例患者行 CTA/MRA/DSA 进行影像随访,随访平均时间 427 d,随访中

位时间 371 d,其中再狭窄 3 例,1 例再狭窄达 50%,术后复发 2 次责任血管供血区 TIA,余 2 例再狭窄达 80% 和 60%,术后无再发症状,为无症状狭窄;其余 15 例未见支架内再狭窄或闭塞。30 例患者门诊或通过电话进行临床随访,平均随访时间 698 d,中位随访时间 709 d。28 例血管内治疗成功患者临床随访 1 例再发 TIA,余 27 例患者未再发 TIA 或脑卒中,术后随访 mRS 评分均  $\leq 2$  分,神经功能残障情况为良好,随访 mRS 评分较术前改善,差异有统计学意义;2 例血管内治疗未成功患者临床随访均再发 TIA 或脑梗死(见表 4)。

表 4 28 例手术病例随访评分资料

	NIHSS 评分	mRS 评分	TICI 评分
入院	1.8(0~6)	1.2(0~3)	0.5(0~1)
离院/随访	1.1(0~5)	0.5(0~2)	3.0(3.0)
P 值	0.04	0.001	0

### 3 讨论

在危险因素、遗传和环境等因素作用下内膜下纤维及平滑肌组织过度增生,并且脂质物质沉积形成斑块侵犯管腔,斑块溃疡、血小板颗粒及血栓黏附在斑块裂口、斑块内出血导致血管管腔逐渐变小直至闭塞是粥样硬化性颅内颈内动脉闭塞的基础病理变化。当颈内动脉次全或完全闭塞时,由于血容量减少导致血流减少,因此流速减低,灌注和压力降低导致微栓子清除能力下降,特别在动脉交界区,因此分水岭及皮质下梗死由于低灌注合并微栓子栓塞引起<sup>[8]</sup>。

非急性颅内大动脉闭塞病例侧支代偿程度与其缺血性卒中复发和死亡有关,侧支代偿丰富病例,缺血性卒中复发率低,预后好,而侧支代偿贫乏患者,即使进行双联抗血小板并控制危险因素治疗,缺血性卒中复发率高,死亡率高<sup>[9]</sup>。对于脑卒中患者给予强化药物治疗与血管内治疗比较,前者更安全有效,而对于给予双联抗血小板并控制危险因素治疗的存在非急性颅内大动脉闭塞的缺血性卒中患者,若仍反复出现缺血性卒中症状,血管内介入开通闭塞的血管联合术后药物治疗可作为一种治疗方法<sup>[10]</sup>。因此本研究纳入经强化药物治疗仍反复发作 TIA 或脑卒中,并经影像学证实存在因侧支代偿不良所致的脑灌注不足。病例均存在至少一项大动脉粥样硬化的危险因素,具危险因素定义为:高血压/糖尿病/高脂血症为既往病史,长期口服

或未服药物,控制好或差;或者新近确证的高血压/糖尿病/高脂血症<sup>[11]</sup>。除前述危险因素外,既往或现存的冠状动脉粥样硬化性心脏病被认为多与脑血管粥样硬化并存<sup>[12]</sup>。

非急性颅内前循环大动脉粥样硬化性闭塞的血管内治疗技术成功率、并发症发生率与病变部位、血管直径、闭塞长度、角度、局部钙化程度及术者经验等因素有关。前循环大动脉颅内段较颅外段有更多的分支,管径更小,走行更迂曲,因此病变位于前循环大动脉越远端,手术难度越大,并发症发生率越高。就颅内前循环大动脉而言,目前认为适合手术部位为:颈内动脉 6-7 段(C6-7 段),大脑中动脉 1-2 段(M1-2 段)。与大脑中动脉远端闭塞相比,颈内动脉远端和大脑中动脉近端闭塞血管内再灌注治疗与良好的临床预后更相关<sup>[13]</sup>。目前认为适合手术的闭塞处血管直径和闭塞长度为:直径  $> 2$  mm,闭塞长度  $< 15$  mm。CTA 及 DSA 可明确病变部位、闭塞处血管直径和闭塞长度。严重成角及钙化严重血管,再通成功率会下降,血管超声可明确血管病变性质、有无溃疡及血流情况,手术成功率还与术者经验有关<sup>[14,15]</sup>。本研究中 30 例均为严格按照纳排标准筛选病例,28 例术后 TICI 分级  $\geq 2b$  级,获得技术成功,2 例因术中分别并发动脉夹层和血管破裂出血而再通失败。技术成功率 93.3%,并发症发生率 20.0%,无死亡病例,对存在术中或术后并发症的病例随访显示:影像随访中,并发症并未遗留影像学病灶,临床随访中,并发症也未遗留临床症状。本研究纳入闭塞部位位于 C6-7 段或 M1-2 段,闭塞处血管直径  $> 2$  mm 或闭塞长度  $< 15$  mm 的病例;排除成角、钙化严重病例。术中先由微导丝通过闭塞部位,经造影剂显影远端血管形态、走向,再在路图引导下行血管再通,使手术者更有预见性行血管内再通治疗,提高手术成功率,降低并发症发生率<sup>[16]</sup>。

非急性颅内前循环大动脉粥样硬化性闭塞的血管内治疗的术中、术后并发症如:动脉夹层、动脉破裂出血、高灌注综合征、血栓形成、远端血管栓塞、迷走反射等<sup>[17]</sup>。本研究中有并发症 6 例,其中术中并发症 3 例,包括动脉破裂出血 3 例和动脉夹层 2 例;术后并发症 1 例,即脑高灌注综合征 1 例。1 例动脉破裂出血及 1 例动脉夹层致手术失败,并发症均未遗留严重后遗症。据研究术中最多见并发症为动脉夹层,本研究中动脉

夹层2例,对于术中出现动脉夹层给予放置支架或终止手术处理。动脉破裂出血作为出血性并发症在介入手术中多见,与介入治疗血管内狭窄不同,治疗血管闭塞不能明确闭塞部位解剖及路径,因此导丝易穿出血管导致血管破裂出血,对于血管破裂出血,术中置入支架或终止手术处理。高灌注综合征与侧支代偿不良有关,表现为术后影像学检查示脑出血,并表现相应症状,对于高灌注综合征,分期支架置入术且术后严格控制血压可降低术后高灌注发生率。血栓栓塞多发生在导丝通过闭塞段时操作中断或球囊扩张时,病变部位血栓脱落,阻塞远端穿支动脉,对于该并发症有研究发现置入远、近端保护装置与不放置保护装置血栓栓塞风险相当,对于此种并发症多术中溶栓。穿支闭塞易发生在球囊扩张闭塞处,使载体动脉斑块压扁堵塞穿支开口,导致术后穿支供血区缺血症状。术后出现血压、心率为迷走反射所致,属良性手术并发症,经补液、升压治疗,血压心率多于术后24h恢复正常<sup>[18]</sup>。颅内前循环大动脉解剖结构的分支、小管径和形状迂曲决定其行血管内治疗难度大,并发症多。术前严格按照纳排标准筛选病例,术中遇到微导丝难以通过的复杂部位,适时结束手术,并严格进行围手术期和术后危险因素控制,以减少严重并发症的发生。

#### 4 结论

对于经纳入和排除标准严格筛选的非急性症状性颅内前循环大动脉闭塞病例,行血管内治疗可促进神经功能恢复,并可降低责任血管供血区相关的TIA或脑卒中再发率,具有安全性和有效性。因此,对于强化药物治疗无效的符合纳入标准的病例,血管内治疗联合药物治疗可作为一个选择。

#### [参考文献]

- [1] Yu D, Pu Y, Pan Y, et al. High blood pressure increases the risk of poor outcome at discharge and 12-month follow-up in patients with symptomatic intracranial large artery stenosis and occlusions: subgroup analysis of the CICAS study[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2015, 21(6): 530-535.
- [2] 中国卒中学会, 中国卒中学会神经介入分会. 2018 症状性动脉粥样硬化性非急性颅内大动脉闭塞血管内治疗中国专家共识[J]. *中国卒中杂志*, 2018, 13(11): 1166-1181.
- [3] Emrich I, Bhm M, Mahfoud F. The 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: A German point of view[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(23): 1830-1831.
- [4] CDC. Diagnosis and classification of diabetes mellitus[J]. *Diabetes Care*, 2012, 35: S64-71.
- [5] Samuels O, Joseph G, Lynn M, et al. A standardized method for measuring intracranial arterial stenosis[J]. *AJNR*, 2000, 21(4): 643-646.
- [6] Heldner M, Zubler C, Mattle H, et al. National institutes of health stroke scale score and vessel occlusion in 2152 patients with acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2013, 44(4): 1153-1157.
- [7] Marks M, Lansberg M, Mlynash M, et al. Correlation of AOL recanalization, TIMI reperfusion and TIC1 reperfusion with infarct growth and clinical outcome[J]. *J Neurointerventional Surg*, 2014, 6(10): 724-728.
- [8] Amin-Hanjani S, Pandey D, Rose-Finnell L, et al. Effect of hemodynamics on stroke risk in symptomatic atherosclerotic vertebrobasilar occlusive disease[J]. *JAMA Neurol*, 2016, 73(2): 178-185.
- [9] Caplan L, Wong K, Gao S, et al. Is hypoperfusion an important cause of strokes? If so, how? [J]. *Cerebrovasc Dis (Basel, Switzerland)*, 2006, 21(3): 145-153.
- [10] Wang T, Luo J, Wang X, et al. Endovascular therapy versus medical treatment for symptomatic intracranial artery stenosis[J]. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020, 8: CD013267.
- [11] 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.
- [12] Mo L, Ma G, Dai C, et al. Endovascular recanalization for symptomatic subacute and chronically occluded internal carotid artery: feasibility, safety, a modified radiographic classification system, and clinical outcomes[J]. *Neuroradiology*, 2020, 62(10): 1323-1334.
- [13] Lemmens R, Hamilton S, Liebeskind D, et al. Effect of endovascular reperfusion in relation to site of arterial occlusion[J]. *Neurology*, 2016, 86(8): 762-770.
- [14] Gao F, Sun X, Guo X, et al. Endovascular recanalization of symptomatic nonacute intracranial internal carotid artery occlusion: proposal of a new angiographic classification[J]. *AJNR*, 2021, 42(2): 299-305.
- [15] Gao F, Sun X, Zhang H, et al. Endovascular recanalization for nonacute intracranial vertebral artery occlusion according to a new classification [J]. *Stroke*, 2020, 51(11): 3340-3343.
- [16] 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组, 中国医师协会神经内科医师分会神经介入专业委员会, 中国研究型医院学会介入神经病学专业委员会. 中国颅内外大动脉非急性闭塞血管内介入治疗专家共识[J]. *中华内科杂志*, 2020, 59(12): 932-941.
- [17] Lu C, Kao H, Sun Y, et al. Postprocedural complications after angioplasty with stenting of the internal carotid artery[J]. *Cerebrovasc Dis (Basel, Switzerland)*, 2003, 16(3): 308-310.
- [18] He Y, Bai W, Li T, et al. Perioperative complications of recanalization and stenting for symptomatic nonacute vertebrobasilar artery occlusion [J]. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28(2): 386-393.