

# 大脑中动脉急性闭塞机械取栓失败后行原位血管内成形术的疗效分析

刘俊中 时伟玉 毛立武 谢晓晓 王天玉 杨硕 郭广涛

**【摘要】 目的** 探讨大脑中动脉急性闭塞所致急性缺血性脑卒中(Acute ischemic stroke, AIS)患者机械取栓失败后行原位血管内成形术的有效性和安全性。**方法** 回顾性分析郑州大学附属郑州中心医院 2020 年 5 月-2021 年 12 月的连续 27 例接受机械取栓失败后同期行原位血管内成形术的大脑中动脉急性闭塞所致 AIS 患者,记录患者的血管再通率、围手术期并发症发生率、临床预后及随访,其中 19 例(70.37%)患者取栓失败后同期行球囊扩张联合支架成形术(支架植入组),8 例(29.63%)患者取栓失败后同期行单纯球囊扩张成形术(球囊扩张组),分析 2 组间差异。**结果** 27 例(100%)患者均血管成功再通,其中采用改良脑梗死溶栓(Modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI)分级 3 级再通 24 例(88.9%)。27 例患者血管内成形术后残余狭窄均 $\leq 50\%$ ,其中 19 例患者(70.4%)残余狭窄 $\leq 30\%$ 。患者股动脉穿刺至血管再通时间为 103 (85,145)min。围手术期 2 例(7.4%)患者死亡,1 例(3.7%)患者出现症状性颅内出血。所有患者均未发生急性再闭塞、血管穿通出血。16 例(59.3%)术后 1 周神经功能改善[美国国立卫生研究院卒中量表(National institutes of health stroke scale, NIHSS)评分改善较术前 $\geq 4$ 分],19 例(70.4%)患者术后 90 d 临床随访预后良好[改良 Rankin 量表(Modified Rankin scale, mRS)0~2 分]。术后 3~12 个月影像学检查随访血管再狭窄率为 22.2%(4/18),随访期间无死亡和缺血性脑卒中发生。支架植入组与球囊扩张组的预后良好率、病死率、症状性颅内出血发生率、再狭窄率均无明显差异( $P>0.05$ );2 组术后即刻残余狭窄程度、股动脉穿刺至血管成功再通时间及随访再狭窄率有明显差异( $P<0.05$ )。**结论** 对于大脑中动脉急性闭塞所致 AIS 患者,机械取栓失败后同期行原位血管内成形术有效且安全,球囊扩张联合支架成形术较单纯球囊扩张手术时间更长,但术后残余狭窄程度和随访再狭窄率更低。

**【关键词】** 大脑中动脉 急性闭塞 机械取栓 血管内成形术

**【中图分类号】** R743.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1007-0478(2023)03-0249-05

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1007-0478.2023.03.003

**The efficacy of in situ endovascular angioplasty after failed mechanical embolization of acute middle cerebral artery occlusion** Liu Junzhong, Shi Weiyu, Mao Liwu, et al. Department of Neurointervention, Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou 450003

**【Abstract】 Objective** To investigate the efficacy and safety of in situ endovascular angioplasty after failed mechanical embolization in patients with acute ischemic stroke (AIS) caused by acute middle cerebral artery occlusion. **Methods** A retrospective analysis of 27 consecutive patients with AIS caused by acute middle cerebral artery occlusion who underwent in situ angioplasty after failed mechanical embolization from May 2020 to December 2021 at Zhengzhou Central Hospital, Zhengzhou University, was enrolled. Among them, 19 patients (70.37%) underwent balloon dilation combined with stenting after failed embolization (stenting group) and 8 patients (29.63%) underwent balloon dilation and stenting after failed embolization (balloon dilation group). The differences between the two groups were analyzed. **Results** 27 patients (100%) had successful recanalization, including 24 patients (88.9%) with mTICI grade 3 recanalization. The residual stenosis after endovascular angioplasty was  $\leq 50\%$  in 27 patients and the residual stenosis was  $\leq 30\%$  in 19 patients (70.4%). The time from femoral artery puncture to vascular recanalization was 103 (85,145) minutes. During perioperative period, two patients (7.4%) died, and one patient (3.7%) had symptomatic intracranial

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(2018020791)

作者单位:450000 郑州大学附属郑州中心医院神经介入科[刘俊中 时伟玉 毛立武 谢晓晓 王天玉(通信作者) 杨硕 郭广涛]

hemorrhage. None of the patients had acute reocclusion or vascular perforation bleeding. The neurological function of 16 patients (59.3%) improved one week after operation (NIHSS score improved by  $\geq 4$  points compared with that before operation). Nineteen patients (70.4%) had a good prognosis 90 days after operation (mRS 0~2 points). The rate of vascular restenosis was 22.2% (4/18) in 3 to 12 months after operation. There was no death or ischemic stroke during the follow-up period. There was no significant difference in the prognosis rate, mortality rate, symptomatic intracranial hemorrhage rate or restenosis rate between the stent implantation group and the balloon dilation group ( $P>0.05$ ). There were significant differences in the degree of residual stenosis immediately after surgery, the time from femoral artery puncture to successful recanalization and the restenosis rate between the two groups ( $P<0.05$ ). **Conclusion** For patients with AIS caused by acute occlusion of the middle cerebral artery, it is safe to perform in situ endovascular angioplasty after failure of mechanical thrombectomy. Compared with balloon dilation, stent angioplasty requires longer operation time, but the degree of residual stenosis after operation and the restenosis rate are lower.

**【Key words】** Middle cerebral artery Acute occlusion Mechanical thrombectomy Endovascular angioplasty

急性缺血性脑卒中(Acute ischemic stroke, AIS)的常见原因是颅内急性大血管闭塞(Large vessel occlusion, LVO)<sup>[1]</sup>,其治疗的关键是实现闭塞血管的快速有效再通。机械取栓能够实现闭塞血管快速再通,而且出血风险低<sup>[2-3]</sup>。颅内动脉粥样硬化性狭窄(Intracranial atherosclerotic stenosis, ICAS)是在亚洲人群中更常见<sup>[3]</sup>。对于颅内动脉粥样硬化性狭窄性大血管闭塞(Intracranial atherosclerotic stenosis related large vessel occlusion, ICAS-LVO)所致缺血性脑卒中患者,单纯机械取栓再通率低,首次再通数分钟或数小时内常出现再闭塞,需要球囊扩张血管成形术或支架成形术等补救性治疗措施<sup>[4]</sup>。我国的血管内治疗的EAST研究结果表明,当取栓后原位狭窄 $>70\%$ 、反复再闭塞狭窄或狭窄影响远端血流时行球囊扩张术或支架成形术能够获得较为满意的预后<sup>[5]</sup>。本研究回顾性分析本院连续27例发病24 h内接受机械取栓后同期行原位血管内成形术的大脑中动脉急性闭塞导致急性缺血性脑卒中(AIS)患者的资料,探讨该治疗的有效性和安全性,并分析球囊扩张成形术与支架成形术的差异。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

纳入标准:(1)发病至手术时间 $\leq 24$ 小时;(2)发病前改良Rankin量表(Modified Rankin scale, mRS)评分 $\leq 2$ 分;(2)术前美国国立卫生研究院卒中量表(National institutes of health stroke scale, NIHSS)评分 $\geq 6$ 分或 $<6$ 分但症状逐步进展者;(3)术前头颅(Computerized tomography, CT)排除

脑出血;(4)大脑中动脉(Middle cerebral artery, MCA)为本次发病的责任血管;(5)全脑血管数字化造影(Digital subtraction angiography, DSA)证实MCA闭塞;(6)取栓后同期行血管内成形术;(7)获得患者或家属知情同意。

回顾性分析2020年5月-2021年12月在郑州大学附属郑州中心医院神经介入科接受机械取栓后同期行原位血管内成形术的27例急性大脑中动脉闭塞性缺血性脑卒中患者的临床资料,其中取栓失败后同期支架成形术治疗(支架植入组)患者19例,取栓后同期行球囊扩张成形术治疗(球囊扩张组)患者8例(表1)。

### 1.2 手术治疗

全身麻醉条件下经股动脉穿刺行全脑DSA,明确血管闭塞原因和部位、MCA供血区侧支循环、是否合并狭窄等;选择8F导引导管或6F长鞘和6F中间导管建立取栓通道,微导丝引导下将微导管头端置于MCA闭塞段远端,引入取栓支架,置于微导管远端后释放支架,造影明确血管的血流情况,5 min后回撤取栓支架,回撤取栓支架的同时用50 mL注射器连接中间导管尾端三通的开放端给予持续负压抽吸;经中间导管造影明确闭塞血管血流情况,对仍闭塞者重复上述方法再次取栓。

经机械取栓后血管再通即刻行Dyna-CT,若无出血征象,给予替罗非班以 $8 \mu\text{g/kg}$ 在3 min内静脉注射;若前向血流未达到采用改良脑梗死溶栓(Modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI)分级2b/3级,或在观察30 min内出现血管再闭塞或血流减缓,考虑机械取栓失败。根据DSA

表 1 2 组患者一般资料比较

指标	支架植入组 (19 例)	球囊扩张组 (8 例)	P
男[例(%)]	16(84.2)	6(75.0)	0.472
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	55.6 $\pm$ 13.5	54.5 $\pm$ 8.8	0.830
合并高血压病[例(%)]	12(63.2)	4(50.0)	0.414
合并 2 型糖尿病[例(%)]	7(36.8)	2(25.0)	0.450
合并冠心病[例(%)]	3(15.8)	1(12.5)	0.633
合并高脂血症[例(%)]	11(57.9)	3(37.5)	0.293
合并心房颤动[例(%)]	2(10.5)	1(12.5)	0.669
合并脑梗死[例(%)]	5(26.3)	2(25.0)	0.668
吸烟史[例(%)]	6(31.6)	2(25.0)	0.558
静脉溶栓例[例(%)]	7(36.8)	3(37.5)	0.651
术前中位 NIHSS 评分 [M(P25,P75),分]	11(8,15)	11.5 (7.5,13.75)	0.957
取栓次数 [M(P25,P75),次]	1(1,2)	1(1,2)	0.950
发病至入院时间 [M(P25,P75),min]	180 (65,375)	210 (121.5,520.5)	0.750
发病至穿刺时间 [M(P25,P75),min]	252 (180,495)	367 (201,500)	0.577

造影明确闭塞或狭窄段长度、近远端血管直径,选择病变部位正常血管直径的 60%~80%的球囊直径,缓慢充盈球囊扩张病变处,即刻造影观察血管扩张情况;若大脑中动脉出现夹层或血管明显弹性回缩,根据病变特点、血管直径等选择植入自膨式支架或球扩式支架植入病变处;根据血管远端是否有栓塞及血流情况,给予替罗非班 5~8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  动脉注射。血管内成形术成功的标准:经球囊扩张或支架植入后大脑中动脉前向血流达到 mTICI 2b/3 级,且血管残余狭窄<50%。

1.3 围手术期抗栓方案

术后即刻再次行 Dyna-CT,若无出血征象,给予直接血管内治疗患者以 0.1  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  持续泵注替罗非班,桥接治疗患者以 0.08  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  持续泵注替罗非班;维持替罗非班静脉泵入至术后 24~72 h,停用替罗非班前 4 h 根据基因检测给予患者阿司匹林 300 mg 联合氯吡格雷 300 mg 或替格瑞洛 180 mg 口服或鼻饲 1 次,后给予阿司匹林 100 mg qn 联合氯吡格雷 75 mg qd 或替格瑞洛 180 mg bid 口服或鼻饲。

1.4 疗效评价及随访评估

采用改良脑梗死溶栓(Modified thrombolysis in cerebral infarction,mTICI)分级评价术后即刻血管再通程度,血管成功再通标准为 mTICI 分级 2b 或 3 级;记录围手术期并发症,包括死亡、症状性颅内出血(任何形式的颅内出血且 NIHSS 评分较术

前增加 $\geq 4$ 分)、血管穿孔、血管夹层以及血管急性再闭塞、穿支闭塞、血栓逃逸、支架植入失败等情况;术后 1 周进行 NIHSS 评分,评价患者术后早期神经功能改善情况;术后 90 d 通过门诊或电话进行随访,应用 mRS 评分评估患者预后,mRS 评分 0~2 分定义为预后良好,mRS 评分 3~6 分定义为预后不良;观察并记录术后 90 d 内所有死亡、缺血性脑卒中等发生情况;术后 6 个月复查 DSA,无法行 DSA 或拒绝行 DSA 患者行头颈部 CT 血管造影(Computerized tomography angiography,CTA)、头颅磁共振血管成像(Magnetic resonance angiography,MRA)或经颅多普勒超声(Transcranial doppler,TCD)检查,大脑中动脉再狭窄的标准为狭窄率>50%。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 24.0 软件。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较应用两独立样本 *t* 检验;符合偏态分布的计量资料用中位数(四分位数间距)[M(P25,P75)]表示,组间比较应用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(百分比)[*n*(%)]表示,2 组比较采用 Fisher 精确概率法。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

27 例(100%)患者获得血管成功再通,其中 mTICI 3 级再通 24 例(88.9%)。患者手术时间(股动脉穿刺到 MCA 成功再通时间)中位数为 103(65,167)min。17 例(63.0%)患者接受直接血管内治疗,10 例(37.0%)接受桥接治疗。19 例(70.4%)患者术后即刻残余狭窄 $\leq 30\%$ 。2 例患者术后大面积脑梗死,术后 72 h 因脑疝死亡;围手术期病死率为 7.4%。1 例患者术后 24 h 内出现脑实质出血 2 型(Parenchymal hematoma type 2,PH-2),合并脑水肿,接受去骨瓣减压;围手术期症状性颅内出血发生率为 3.7%。1 例患者术后 48 h 内出现出血性脑梗死 2 型(Hemorrhagic infarction type 2,HI-2)出血转化。所有患者术中均未发生血管穿孔出血、无血管急性再闭塞发生等。早期神经功能改善患者 16 例(59.3%),术后 90 d 随访预后良好患者有 19 例(70.4%)。术后 3~12 个月随访 18 例中有 4 例再狭窄,血管再狭窄率为 22.2%(4/18),随访期间无死亡和缺血性脑卒中发生。

27 例患者中有 19 例(70.37%)患者取栓失败

后同期行支架成形术(支架植入组),8例(29.63%)患者取栓失败后同期行单纯球囊扩张成形术(球囊扩张组)。支架植入组与球囊扩张组成功再通率(100% vs 100%)、病死率(5.3% vs 12.5%)、症状性颅内出血发生率(5.3% vs 0)、预后良好率(72.2% vs 75%)均无明显差异( $P>0.05$ );支架植入组与球囊扩张组术后低残余狭窄程度(84.2% vs 37.5%)、手术时间[124(90,150)min vs 85(75,98)min]和随访再狭窄率(7.7% vs 60%)有明显差异( $P<0.05$ )(表2)。

表2 2组手术效果比较

指标	支架植入组	球囊扩张组	<i>P</i>
成功再通[例(%)]			0.136
mTICI 分级<2b级	0	0	
mTICI 分级 2b级	2(10.5)	3(37.5)	
mTICI 分级 3级	17(89.5)	5(62.5)	
残余狭窄程度[例(%)]			0.027
30%~50%	3(15.8)	5(62.5)	
0~30%	16(84.2)	3(37.5)	
手术时间 [ <i>M</i> ( <i>P</i> 25, <i>P</i> 75),min]	124(90,150)	85(75,98)	0.024
死亡[例(%)]	1(5.3)	1(12.5)	0.513
症状性颅内出血[例(%)]	1(5.3)	0	0.704
术后1周NIHSS评分较 基线降低≥4分[例(%)]	11(61.1%)	5(62.5%)	0.648
术后90天 mRS评分[例(%)]			0.663
0~2分	13(72.2)	6(75.0)	
3~6分	5(27.8)	2(25.0)	
随访再狭窄[例(%)]			0.044
狭窄>50%	1(7.7)	3(60)	
狭窄≤50%	12(92.3)	2(40)	

3 讨论

颅内急性LVO是导致AIS的常见原因<sup>[1,6]</sup>,常病情严重,致死、致残率高<sup>[6-7]</sup>。机械取栓是LVO所致AIS血管内治疗的首选方案<sup>[2]</sup>。然而,机械取栓术中约1/3患者会发生即刻再闭塞<sup>[8]</sup>,血管再闭塞与AIS患者预后不良率独立相关。对机械取栓失败的患者同期血管内成形术,一方面能够重建血管腔,维持mTICI分级2b/3级的血流再灌注,避免血管再次闭塞,提高良好预后率<sup>[9]</sup>;另一方面能够快速恢复颅内血流灌注,延缓脑梗死的进展,同时避免了二次手术。

对于动脉粥样硬化性大血管急性闭塞患者可进行紧急血管成形术和(或)支架植入术,可能降低再

闭塞的风险和早期神经系统恶化的风险,且不会增加颅内出血和死亡的风险<sup>[10]</sup>。本研究纳入27例接受机械取栓后同期行原位血管内成形术的急性大脑中动脉闭塞性缺血性脑卒中患者,患者成功再通率为100%,术后90d预后良好率为70.4%。Chang等<sup>[4]</sup>的研究纳入148例机械取栓失败的颈内动脉(Internal carotid artery, ICA)或M1-MCA闭塞的患者,支架成形组(48例)患者中再通成功率为64.6%,预后良好率为39.6%。Goyal等<sup>[11]</sup>的研究显示,在颈内动脉(ICA)远端或M1-MCA闭塞的患者中机械取栓后未实现血管再通者术后90d预后良好率低于15%。Pérez等<sup>[12]</sup>的研究纳入60例ICA远端或M1-MCA机械取栓失败的患者,支架成形组(20例)与非支架成形组(40例)患者90d的良好预后率分别为45%和2.5%,2组的差异有统计学意义。

机械取栓后同期行血管内成形术的潜在风险是一方面可能导致颅内出血的潜在风险,严重者可导致死亡。本研究的病死率和围手术期症状性颅内出血发生率分别为3.7%和7.4%,未高于前循环急性缺血性脑卒中随机对照试验的机械取栓患者的病死率(10.4%~20.0%)和症状性颅内出血发生率(0~7.7%)<sup>[13-17]</sup>。Chang等<sup>[4]</sup>的研究显示,支架成形术并不增加机械取栓失败的ICA或M1-MCA闭塞患者的病死率和症状性颅内出血发生率,该研究中支架成形术组的病死率和症状性颅内出血发生率分别为12.5%和16.7%,非支架成形术组分别为19.0%和20.0%,2组的病死率和症状性颅内出血率均无统计学差异。此外,Wang等<sup>[18]</sup>的研究纳入了196例狭窄程度>70%的症状性MCA狭窄患者,在药物治疗的基础上接受自膨式支架植入,围手术期死亡发生率为2.6%。Jiang等<sup>[19]</sup>的研究纳入40例症状性大脑中动脉狭窄患者,所有患者接受球扩支架植入术治疗,围手术期病死率为2.5%。本组患者病死率亦未明显高于症状性大脑中动脉支架成形术患者;另一方面可能出现血管急性再闭塞以及穿支动脉闭塞导致AIS发生。球囊扩张前动脉内应用替罗非班能明显减少栓子逃逸和原位血栓形成<sup>[20]</sup>。本研究亦未发生该类并发症。

对于大脑中动脉急性闭塞的AIS患者,取栓失败后同期行原位球囊扩张术和/或支架植入术是改善患者预后的有效方法。球囊扩张成形术通过球囊充盈达到斑块断裂、血管壁延伸以及管腔扩大的作

用,是血管内治疗的重要部分,其一方面可以减少补救性支架的植入;另一方面可为后期的支架植入获得足够的管腔,同时避免与斑块挤压和摩擦,利于支架的贴壁。此外,大脑中动脉 M1 段穿支血管丰富,若单纯球囊扩张术可降低雪犁效应<sup>[21]</sup>和穿支动脉闭塞的风险。然而,单纯球囊扩张术的血管弹性回缩发生率高,且扩张后残余较重,有血管夹层的发生风险,往往需要支架补救。本研究 8 例患者机械取栓失败后行单纯球囊扩张成形术,19 例患者行球囊扩张联合支架植入术,2 组的成功再通率、病死率、症状性颅内出血发生率、预后良好率的差异均无统计学意义。支架植入组与球囊扩张组术后低残余狭窄程度分别为 84.2% 和 37.5%,手术时间分别为 124(90,150)min 和 85(75,98)min,随访再狭窄率分别为 7.7% 和 60%,组间差异有统计学意义。

综上所述,对于机械取栓失败的急性大脑中动脉闭塞所致 AIS 患者,同期行血管内成形术不仅具有良好的再通率和良好的预后率,而且并未增加患者死亡、症状性颅内出血和急性血管再闭塞等风险,该治疗有效且安全。支架成形较球囊扩张手术长,但术后残余狭窄程度、随访再狭窄率更低。本研究为单中心、小样本、回顾性病例研究,缺乏对照组,随访时间短,未来需要开展多中心、大样本、前瞻性、对照及长期随访研究。

## 参 考 文 献

- [1] Wang YJ, Zhao XQ, Liu LP, et al. Prevalence and outcomes of symptomatic intracranial large artery stenoses and occlusions in China: the Chinese Intracranial Atherosclerosis (CICAS) Study[J]. *Stroke*, 2014, 45(3): 663-669.
- [2] Powers. 2018 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke: A Journal of Cerebral Circulation*, 2018, 49(6): 46.
- [3] 霍晓川,高峰. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2018[J]. *中国卒中杂志*, 2018, 13(7): 706-729.
- [4] Chang Y, Kim BM, Bang OY, et al. Rescue stenting for failed mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: a multi-center experience[J]. *Stroke*, 2018, 49(4): 958-964.
- [5] Jia BX, Feng L, Liebeskind DS, et al. Mechanical thrombectomy and rescue therapy for intracranial large artery occlusion with underlying atherosclerosis[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(8): 746-750.
- [6] 韩楠楠,常明则,张格娟,等. 前循环大血管闭塞患者预后不良的危险因素分析[J]. *卒中与神经疾病*, 2020, 27(4): 440-443.
- [7] Smith WS, Lev MH, English JD, et al. Significance of large vessel intracranial occlusion causing acute ischemic stroke and TIA[J]. *Stroke*, 2009, 40(12): 3834-3840.
- [8] Tsang ACO, Orru E, Klostrianec JM, et al. Thrombectomy outcomes of intracranial Atherosclerosis-Related occlusions[J]. *Stroke*, 2019, 50(6): 1460-1466.
- [9] 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. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2018[J]. *中国卒中杂志*, 2018, 13(7): 706-729.
- [10] Wu CJ, Chang WS, Wu D, et al. Angioplasty and/or stenting after thrombectomy in patients with underlying intracranial atherosclerotic stenosis[J]. *Neuroradiology*, 2019, 61(9): 1073-1081.
- [11] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials[J]. *Lancet*, 2016, 387(10029): 1723-1731.
- [12] Pérez-García C, Gómez-Escalonilla C, Rosati S, et al. Use of intracranial stent as rescue therapy after mechanical thrombectomy failure-9-year experience in a comprehensive stroke centre[J]. *Neuroradiology*, 2020, 62(11): 1475-1483.
- [13] Berkhemer OA, Fransen PSS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(1): 11-20.
- [14] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(11): 1019-1030.
- [15] Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs[J]. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*, 2015, 372(24): 2285-2295.
- [16] Campbell BCV, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(11): 1009-1018.
- [17] Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(24): 2296-2306.
- [18] Wang ZL, Gao BL, Li TX, et al. Outcomes of middle cerebral artery angioplasty and stenting with Wingspan at a high-volume center[J]. *Neuroradiology*, 2016, 58(2): 161-169.
- [19] Jiang WJ, Wang YJ, Du B, et al. Stenting of symptomatic M1 stenosis of middle cerebral artery: an initial experience of 40 patients[J]. *Stroke*, 2004, 35(6): 1375-1380.
- [20] 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. 替罗非班在动脉粥样硬化性脑血管疾病中的临床应用专家共识[J]. *中国卒中杂志*, 14(10): 11.
- [21] 端光鑫,罗云,李敬伟,等. 边支保护技术在颅内动脉粥样硬化性狭窄介入治疗中的应用[J]. *中国医师杂志*, 2022, 24(2): 201-205.

(2022-11-01 收稿)