

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2022.01.0060

· 专题报道 ·

## 阶梯式血管内治疗策略在前循环急性颅内动脉粥样硬化性大血管闭塞患者中的应用效果

刘沛<sup>△</sup>, 张磊<sup>△</sup>, 花伟龙, 张小曦, 李子付, 邢鹏飞, 张永巍, 杨鹏飞, 洪波, 刘建民<sup>\*</sup>  
海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心, 上海 200433

**[摘要]** **目的** 探讨阶梯式血管内治疗策略对前循环颅内动脉粥样硬化性大血管闭塞(ICAS-LVO)相关急性缺血性脑卒中(AIS)的疗效和安全性。**方法** 回顾性分析2018年1月1日至2019年12月31日于我中心急诊行血管内治疗的前循环ICAS-LVO相关AIS患者的临床资料,所有患者均采用阶梯式血管内治疗策略。根据阶梯式治疗策略所采取的治疗方法,将患者分为单纯糖蛋白Ⅱb/Ⅲa受体拮抗剂替罗非班输注组(GPI组)、GPI+球囊扩张术(BA)组和GPI+BA+支架成形术(RS)组。评价3组患者术后即刻血管成功再通(改良脑梗死溶栓分级 $\geq 2b$ 级)率、术后症状性颅内出血发生率和术后90d预后良好(改良Rankin量表评分 $\leq 2$ 分)率、死亡率。**结果** 共有69例患者纳入研究,男53例、女16例,年龄为30~86岁,其中GPI组20例、GPI+BA组14例、GPI+BA+RS组35例。除既往缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作史和术前美国国立卫生研究院卒中量表评分外,其他基线资料如性别、年龄、高血压史、糖尿病史、冠心病史、吸烟史、饮酒史等在3组患者之间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。68例(98.6%)患者实现术后即刻血管成功再通。术后责任血管再闭塞率为6.7%(4/60),症状性颅内出血发生率为4.3%(3/69)。67例患者接受了术后90d随访,2例失访,预后良好率为64.2%(43/67),死亡率为9.0%(6/67)。3组患者术后90d预后良好率、死亡率和术后症状性颅内出血发生率、责任血管再闭塞率差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 对于ICAS-LVO相关AIS患者,采用阶梯式血管内治疗策略具有较好的安全性和疗效。

**[关键词]** 急性缺血性脑卒中;血管内治疗;动脉粥样硬化性狭窄;大血管闭塞;阶梯式治疗

**[中图分类号]** R 743.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2022)01-0060-05

### Application of step-by-step endovascular treatment strategy in patients with acute intracranial atherosclerosis-large vessel occlusion of anterior circulation

LIU Pei<sup>△</sup>, ZHANG Lei<sup>△</sup>, HUA Wei-long, ZHANG Xiao-xi, LI Zi-fu, XING Peng-fei, ZHANG Yong-wei, YANG Peng-fei, HONG Bo, LIU Jian-min<sup>\*</sup>

Neurovascular Center, Changhai Hospital, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the efficacy and safety of step-by-step endovascular treatment strategy for patients with acute ischemic stroke (AIS) caused by intracranial atherosclerosis-large vessel occlusion (ICAS-LVO) of anterior circulation. **Methods** The clinical data of patients with anterior circulation ICAS-LVO-related AIS who underwent emergency step-by-step endovascular treatment in our center from Jan. 1, 2018 to Dec. 31, 2019 were retrospectively analyzed. According to the step-by-step treatment methods, the patients were divided into glycoprotein II b/III a inhibitor (tirofiban) infusion group (GPI group), GPI+ballon angioplasty (BA) group and GPI+BA+rescue stenting (RS) group. The rate of successful recanalization (modified thrombolysis in cerebral infarction grade $\geq 2b$ ) immediately after operation, incidence of symptomatic intracranial hemorrhage after operation, and good prognosis (modified Rankin scale score $\leq 2$ ) rate and mortality 90 d after operation were evaluated. **Results** Totally 69 patients (53 males and 16 females), aged 30-86 years, were included in this study, including 20 patients in the GPI group, 14 in the GPI+BA group and 35 in the GPI+BA+RS group. There were no significant differences in baseline data, such as gender, age, hypertension, diabetes mellitus, coronary heart disease,

**[收稿日期]** 2021-09-18 **[接受日期]** 2021-12-14

**[基金项目]** 国家自然科学基金(82071278),上海申康医院发展中心临床研究关键支撑项目(SHDC2020CR6014)。Supported by National Natural Science Foundation of China (82071278) and Key Pillar Project of Clinical Research of Shanghai Hospital Development Center (SHDC2020CR6014)。

**[作者简介]** 刘沛, 博士生, 住院医师. E-mail: 18521324783@163.com; 张磊, 博士, 副主任医师. E-mail: zhangleichns@163.com

<sup>△</sup>共同第一作者(Co-first authors)。

<sup>\*</sup>通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161794, E-mail: liu118@vip.163.com

smoking or drinking, among the 3 groups (all  $P > 0.05$ ), except for the history of ischemic stroke or transient ischemic attack and National Institutes of Health stroke scale score before operation. Sixty-eight (98.6%) patients had immediate successful recanalization. After operation, the reocclusion rate of responsible vessels was 6.7% (4/60), and the incidence of symptomatic intracranial hemorrhage was 4.3% (3/69). Sixty-seven patients were followed up 90 d after operation, and 2 were lost. The good prognosis rate was 64.2% (43/67), and the mortality was 9.0% (6/67). There were no significant differences in the 90 d good prognosis rate, 90 d mortality, incidence of symptomatic intracranial hemorrhage or reocclusion rate of responsible vessels among the 3 groups (all  $P > 0.05$ ). **Conclusion** For patients with AIS caused by ICAS-LVO, the step-by-step endovascular treatment strategy is safe and effective.

[ **Key words** ] acute ischemic stroke; endovascular treatment; atherosclerotic stenosis; large vessel occlusion; step-by-step treatment

[ Acad J Sec Mil Med Univ, 2022, 43(1): 60-64 ]

颅内动脉粥样硬化性大血管闭塞 (intracranial atherosclerosis-large vessel occlusion, ICAS-LVO) 是急性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 的常见病因, 在亚洲此类患者占有接受血管内治疗的 AIS 患者的 17%~30%<sup>[1]</sup>。Kang 等<sup>[2]</sup> 的研究结果显示, 与血栓栓塞性大血管闭塞相比, ICAS-LVO 患者机械取栓后早期责任血管再闭塞率相当高 (65% vs 3.3%,  $P < 0.01$ )。目前, 糖蛋白 II b/III a 受体拮抗剂 (glycoprotein II b/III a inhibitor, GPI) 及球囊和颅内支架血管成形术成为 ICAS-LVO 的可选治疗方法<sup>[3-4]</sup>, 但对于 ICAS-LVO 的治疗策略尚没有大规模循证医学证据支持。本研究通过对我中心收治的采用阶梯式血管内治疗策略的 ICAS-LVO 相关 AIS 患者资料进行回顾性分析, 评价此类患者行急诊血管内治疗的安全性和有效性。

## 1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2018 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日于我中心行急诊血管内治疗的大血管闭塞 AIS 患者资料。纳入标准: (1) 术前影像学检查证实颅内前循环大血管闭塞且与临床表现相符; (2) 发病 24 h 内行血管内治疗; (3) 术中证实为局部狭窄所致闭塞; (4) 患者有颅内动脉粥样硬化危险因素, 如高血压史、糖尿病史、冠心病史或吸烟史等。排除标准: (1) 临床资料缺失或不完整; (2) AIS 病因为血管夹层、烟雾病、血管炎、血栓栓塞或病因无法可靠评估的。本研究通过海军军医大学 (第二军医大学) 医学研究伦理委员会审批。

### 1.2 研究方法

1.2.1 ICAS-LVO 判断标准 微导管首过效应为阳性<sup>[5]</sup>, 或机械取栓后闭塞部位局部狭窄或不伴血流障碍和/或再闭塞的趋势, 即判断为 ICAS-LVO。

1.2.2 治疗方法与分组 (1) 阶梯式治疗策略: 对于微导管首过效应为阴性的患者, 先进行机械取栓, 若判断为 ICAS-LVO 且残余狭窄  $< 70\%$ , 予 GPI 替罗非班 (商品名为欣维宁, 规格 5 mg/100 mL, 武汉远大制药集团有限公司) 负荷剂量  $0.4 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  静脉滴注; 若残余狭窄  $\geq 70\%$ , 直接行球囊扩张术 (ballon angioplasty, BA) 治疗, 之后持续静脉滴注替罗非班。对于微导管首过效应为阳性的患者, 直接予 BA 治疗, 之后持续静脉滴注替罗非班。所有患者均在观察前向血流 20 min 后待血流稳定则结束手术, 若前向血流无法维持则进行支架成形术 (rescue stenting, RS)。(2) 研究分组: 根据阶梯式治疗策略所采取的治疗方法, 将患者分为单纯替罗非班输注 (GPI) 组、GPI+BA 组和 GPI+BA+RS 组。

1.2.3 抗血小板药物管理 若患者没有接受静脉溶栓, 术中给予替罗非班负荷剂量  $0.4 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  持续静脉滴注 30 min (总剂量不超过 1 mg), 随后以  $0.1 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  静脉泵入维持; 若患者接受了静脉溶栓, 则在术中给予替罗非班负荷剂量  $0.4 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  持续静脉滴注 30 min 后, 静脉泵入的维持剂量为上述维持剂量的  $2/3$ <sup>[6]</sup>。所有患者在术后立即接受头颅 CT 检查, 并于术后 24 h 复查 CT。术后 3~5 d 复查头颅计算机断层扫描血管成像 (computed tomography angiography, CTA)。对于术后 24 h 复查 CT 无颅内出血的患者, 给予负荷剂量氯吡格雷和阿司匹林各 300 mg 口服, 重叠治疗 4 h 后将替罗非班剂量减半并维持至术后 36 h 停用。然后予阿司匹林 100 mg 和氯吡格雷 75 mg 每天 1 次口服治疗, 持续 3 个月后停用氯吡格雷, 阿司匹林 100 mg 每天 1 次口服, 终身服用。对于术后 24 h 复查 CT 有颅内出血的患者, 术后停用替罗非班、氯吡格雷和阿司匹林等抗血小板药物, 并根据血肿消退情况决定后续启动抗血小板治疗的时机。

1.2.4 观察指标 (1) 基线资料, 包括年龄、性别、动脉粥样硬化危险因素。(2) 术前评估指标, 包括美国国立卫生研究院卒中量表 (National Institutes of Health stroke scale, NIHSS) 评分、Alberta 脑卒中计划早期计算机断层扫描评分 (Alberta Stroke Program early computed tomography score, ASPECTS)、是否行静脉溶栓、血管闭塞部位、血管内治疗方式等。(3) 主要结局指标为治疗后 90 d 改良 Rankin 量表 (modified Rankin scale, mRS) 评分, 其中预后良好定义为术后 90 d mRS 评分 ≤ 2 分。(4) 次要结局指标包括术后即刻血管成功再通率、术后颅内出血及症状性颅内出血发生率、术后 90 d 死亡率、术后责任血管再闭塞率等。血管再通程度使用改良脑梗死溶栓 (modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI) 分级进行评价<sup>[7]</sup>, 其中血管成功再通定义为 mTICI 分级 ≥ 2b 级。使用 Heidelberg 分类标准评价颅内出血, 症状性颅内出血定义为术后 48 h 的 NIHSS 评分较基线增加 ≥ 4 分的颅内出血<sup>[8]</sup>。

1.3 统计学处理 应用 SPSS 24 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 3 组间比较采用单因素方差分析。不符合正态分布的计量资料以中位数 (下四分位数, 上四分位数) 表示, 3 组间比较采用 Kruskal-Wallis *H* 检验, 术前、术后 NIHSS 评分的比较采用 Wilcoxon 符号秩检验。计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验

或 Fisher 确切概率法。检验水准 ( $\alpha$ ) 为 0.05。

## 2 结果

2.1 一般资料 2018 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日于我中心行急诊血管内治疗的大血管闭塞 AIS 患者共 474 例, 其中前循环病变 389 例。本研究纳入前循环 ICAS-LVO 相关 AIS 患者 69 例, 其中男 53 例 (76.8%)、女 16 例 (23.2%), 年龄为 30~86 岁, 平均年龄为 (64.19 ± 9.99) 岁。有高血压史 47 例 (68.1%)、糖尿病史 25 例 (36.2%)、冠心病史 2 例 (2.9%)、既往缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作史 9 例 (13.0%)、吸烟史 29 例 (42.0%)、饮酒史 14 例 (20.2%)。患者术前 NIHSS 评分为 12.0 (9.0, 16.0) 分, 发病至股动脉穿刺时间为 340 (251, 465) min。14 例 (20.2%) 患者于术前接受了静脉溶栓治疗。17 例患者术中微导管首过效应阳性, 52 例患者接受了机械取栓。所有患者术中接受了 GPI, 其中 20 例仅接受了 GPI 治疗 14 例接受了 GPI+BA 治疗, 35 例患者接受了 GPI+BA+RS 治疗。3 组患者的既往缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作史和术前 NIHSS 评分差异均有统计学意义 (*P* 均 < 0.05), 其他基线资料如性别、年龄、高血压史、糖尿病史、冠心病史、吸烟史、饮酒史等差异均无统计学意义 (*P* 均 > 0.05)。见表 1。

表 1 3 组 ICAS-LVO 相关 AIS 患者的基线资料

Tab 1 Baseline characteristics of ICAS-LVO-related AIS patients in 3 groups

Characteristic	GPI group N=20	GPI+BA group N=14	GPI+BA+RS group N=35	Statistic	P value
Age/year, $\bar{x} \pm s$	64.85 ± 7.62	64.86 ± 10.25	63.54 ± 11.23	<i>F</i> = 0.145	0.866
Male, <i>n</i> (%)	17 (85.0)	9 (64.3)	27 (77.1)	$\chi^2$ = 1.965	0.415
Hypertension, <i>n</i> (%)	16 (80.0)	7 (50.0)	24 (68.6)	$\chi^2$ = 3.419	0.195
Diabetes mellitus, <i>n</i> (%)	4 (20.0)	6 (42.9)	15 (42.9)	$\chi^2$ = 3.212	0.227
Coronary heart disease, <i>n</i> (%)	0	1 (7.1)	1 (2.9)	$\chi^2$ = 1.641	0.448
History of ischemic stroke or TIA, <i>n</i> (%)	6 (30.0)	1 (7.1)	2 (5.7)	$\chi^2$ = 6.057	0.036
Smoking, <i>n</i> (%)	10 (50.0)	5 (35.7)	14 (40.0)	$\chi^2$ = 0.810	0.655
Drinking, <i>n</i> (%)	6 (30.0)	2 (14.3)	6 (17.1)	$\chi^2$ = 1.604	0.542
NIHSS score before operation, <i>M</i> ( <i>Q<sub>L</sub></i> , <i>Q<sub>U</sub></i> )	10.0 (7.0, 13.0)	16.0 (12.5, 20.5)	12.0 (9.0, 16.0)	<i>H</i> = 7.053	0.029
ASPECTS, <i>M</i> ( <i>Q<sub>L</sub></i> , <i>Q<sub>U</sub></i> )	7.50 (6.25, 100)	7.50 (4.75, 10.00)	9.00 (8.00, 10.00)	<i>H</i> = 3.208	0.201
Intravenous thrombolysis, <i>n</i> (%)	5 (25.0)	3 (21.4)	6 (17.1)	$\chi^2$ = 0.664	0.732
OPT/min, <i>M</i> ( <i>Q<sub>L</sub></i> , <i>Q<sub>U</sub></i> )	319 (246, 438)	396 (303, 599)	330 (245, 464)	<i>H</i> = 1.440	0.487

ICAS-LVO: Intracranial atherosclerosis-large vessel occlusion; AIS: Acute ischemic stroke; GPI: Glycoprotein II b/ III a inhibitor; BA: Ballon angioplasty; RS: Rescue stenting; TIA: Transient ischemic attack; NIHSS: National Institutes of Health stroke scale; ASPECTS: Alberta Stroke Program early computed tomography score; OPT: Onset-to-puncture time; *M* (*Q<sub>L</sub>*, *Q<sub>U</sub>*): Median (lower quartile, upper quartile).

2.2 治疗结局及并发症 69 例前循环 ICAS-LVO 相关 AIS 患者中共有 68 例 (98.6%) 实现了术后

即刻血管成功再通, 1 例患者术后即刻 mTICI 分级为 2a 级。69 例患者术后 24 h 的 NIHSS 评分与术

前相比有所改善 [6.0 (2.0, 13.0) 分 vs 12.0 (9.0, 16.0) 分], 差异有统计学意义 ( $Z = -4.186$ ,  $P < 0.01$ )。术后 3~5 d, 60 例患者复查了头颅 CTA, 其中责任血管再闭塞 4 例 (6.7%)。责任血管再闭塞患者中 2 例行 BA+RS 治疗, 1 例行 GPI+BA 治疗, 1 例仅接受了 GPI 治疗。12 例 (17.4%) 患者术后发生颅内出血, 其中症状性颅内出血 3 例

(4.3%)。67 例患者接受了术后 90 d 随访, 预后良好率为 64.2% (43/67)、死亡率为 9.0% (6/67), 2 例失访。6 例死亡患者中, 5 例因术后出血相关并发症死亡, 1 例因恶性肿瘤死亡。3 组 ICAS-LVO 相关 AIS 患者术后 90 d 预后良好率、死亡率和术后症状性颅内出血发生率、责任血管再闭塞率差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表 2)。

表 2 3 组 ICAS-LVO 相关 AIS 患者的临床结局

Tab 2 Clinical outcomes of ICAS-LVO-related AIS patients in 3 groups

Index	GPI group	GPI+BA group	GPI+BA+RS group	Statistic	% (n/N)	P value
sICH	0 (0/20)	7.1 (1/14)	5.7 (2/35)	Fisher exact test		0.586
Reocclusion	5.6 (1/18)	9.1 (1/11)	6.5 (2/31)	Fisher exact test		1.000
90 d good prognosis	80.0 (16/20)	61.5 (8/13)	55.9 (19/34)	$\chi^2 = 3.235$		0.193
90 d mortality	0 (0/20)	15.4 (2/13)	11.8 (4/34)	Fisher exact test		0.258

ICAS-LVO: Intracranial atherosclerosis-large vessel occlusion; AIS: Acute ischemic stroke; GPI: Glycoprotein II b/III a inhibitor; BA: Ballon angioplasty; RS: Rescue stenting; sICH: Symptomatic intracranial hemorrhage.

### 3 讨论

目前, 血管内治疗已成为大血管闭塞 AIS 的标准治疗方式<sup>[6]</sup>。然而, 对于 ICAS-LVO 相关 AIS 的最佳治疗策略仍存在争议。虽然 GPI 的使用可以降低 ICAS-LVO 相关 AIS 机械取栓术后责任血管再闭塞的发生率, 但 Kang 等<sup>[2]</sup>研究显示有 14.3% 的患者在使用替罗非班后需要行 RS 治疗。而且在早期针对慢性颅内动脉狭窄患者的随机临床试验中, 颅内 BA 和 RS 治疗后围手术期并发症发生率较高<sup>[9]</sup>, 这些技术在 AIS 患者中应用的安全性和有效性还需要进一步评估。因此目前针对 ICAS-LVO 相关 AIS 尚无统一的治疗策略。本研究中对于 ICAS-LVO 相关 AIS 患者采用了阶梯式治疗策略, 98.6% 的患者实现术后即刻血管成功再通, 术后 90 d 预后良好率达到 64.2%, 术后 90 d 死亡率为 9.0%, 均不劣于既往临床研究结果 (术后 90 d 预后良好率为 39.6%~62.5%, 术后 30 d 死亡率为 8.3%~19.6%)<sup>[10-15]</sup>。此外, 本研究中术后责任血管再闭塞率仅为 6.7%, 也低于既往报道的 10.4%~13%<sup>[14-15]</sup>。尽管采用阶梯式治疗策略 3 种治疗方式的患者在既往缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作史和术前 NIHSS 评分方面存在差异, 但 3 组都表现出了较好的术后 90 d 预后良好率 (分别为 80.0%、61.5%、55.9%) 和较低的责任血管再闭塞率 (分别为 5.6%、9.1%、6.5%)。以上结果初步表明, 对于 ICAS-

LVO 相关 AIS 患者, 阶梯式治疗策略具有较好的疗效和安全性。

替罗非班作为一种 GPI, 可直接抑制血小板聚集和血栓形成, 被广泛应用于临床。已有多项研究结果证明, 接受静脉溶栓治疗的患者机械取栓术中应用替罗非班并不会增加围手术期症状性颅内出血的发生风险<sup>[16-17]</sup>, 且其对于预防术中及术后责任血管再闭塞有一定效果<sup>[18]</sup>。本研究中症状性颅内出血发生率为 4.3%, 不劣于既往研究报道 (4.3%~12.5%)<sup>[10-15]</sup>, 进一步证明了替罗非班作为 ICAS-LVO 相关 AIS 患者术中预防责任血管再闭塞的抗血小板聚集药物具有一定的安全性。

ICAS-LVO 相关 AIS 患者在行机械取栓术后责任血管再闭塞率较高, 其可能主要是血小板活化及较为严重的残余狭窄共同作用的结果。临床上可以用 GPI 直接抑制血小板聚集和血栓形成, 同时通过 RS 或 BA 治疗减轻残余狭窄。虽然研究表明, 对于 ICAS-LVO 相关 AIS 患者, 血管成形术结合 GPI 治疗显示出较高的血管成功再通率和预后良好率<sup>[19]</sup>, 但术后责任血管再闭塞风险仍然不容忽视。术前患者没有行正规抗血小板治疗, 以及局部金属覆盖率增加导致的支架内急性血栓形成可能是术后责任血管再闭塞的主要原因<sup>[20]</sup>。本研究采取阶梯式治疗策略, 术后责任血管再闭塞率在采用 3 种治疗方式的患者之间差异无统计学意义。有 2 例责任血管再闭塞是因为患者术后发生颅内出血停用抗血小板聚集

药物导致。这提示阶梯式治疗在保证前向血流稳定的同时,急性期减少了支架植入,降低了局部再闭塞风险。

综上所述,本研究结果提示对于ICAS-LVO相关AIS患者,采用阶梯式治疗策略具有较好的安全性和疗效,且对降低术后责任血管再闭塞率可能有更好的效果。但本研究为单中心、回顾性研究,样本量小,研究结果仍需要多中心、大样本量的研究进一步验证。此外,采用颅内自膨胀式支架对于采用BA+RS治疗ICAS-LVO相关AIS的安全性和有效性还需要进一步研究。

### [参考文献]

- [1] BAEK J H, KIM B M. Angiographical identification of intracranial, atherosclerosis-related, large vessel occlusion in endovascular treatment[J/OL]. *Front Neurol*, 2019, 10: 298. DOI: 10.3389/fneur.2019.00298.
- [2] KANG D H, KIM Y W, HWANG Y H, PARK S P, KIM Y S, BAIK S K. Instant reocclusion following mechanical thrombectomy of in situ thromboocclusion and the role of low-dose intra-arterial tirofiban[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2014, 37: 350-355.
- [3] KANG D H, YOON W. Current opinion on endovascular therapy for emergent large vessel occlusion due to underlying intracranial atherosclerotic stenosis[J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20: 739-748.
- [4] PARK H, BAEK J H, KIM B M. Endovascular treatment of acute stroke due to intracranial atherosclerotic stenosis-related large vessel occlusion[J/OL]. *Front Neurol*, 2019, 10: 308. DOI: 10.3389/fneur.2019.00308.
- [5] YI T Y, CHEN W H, WU Y M, ZHANG M F, ZHAN A L, CHEN Y H, et al. Microcatheter “first-pass effect” predicts acute intracranial artery atherosclerotic disease-related occlusion[J]. *Neurosurgery*, 2019, 84: 1296-1305.
- [6] 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*, 2019, 14: 1034-1044.
- [7] YOO A J, SIMONSEN C Z, PRABHAKARAN S, CHAUDHRY Z A, ISSA M A, FUGATE J E, et al. Refining angiographic biomarkers of revascularization: improving outcome prediction after intra-arterial therapy[J]. *Stroke*, 2013, 44: 2509-2512.
- [8] VON KUMMER R, BRODERICK J P, CAMPBELL B C, DEMCHUK A, GOYAL M, HILL M D, et al. The Heidelberg bleeding classification: classification of bleeding events after ischemic stroke and reperfusion therapy[J]. *Stroke*, 2015, 46: 2981-2986.
- [9] CHIMOWITZ M I, LYNN M J, DERDEYN C P, TURAN T N, FIORELLA D, LANE B F, et al. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis[J]. *N Engl J Med*, 2011, 365: 993-1003.
- [10] BAEK J H, KIM B M, HEO J H, KIM D J, NAM H S, KIM Y D. Outcomes of endovascular treatment for acute intracranial atherosclerosis-related large vessel occlusion[J]. *Stroke*, 2018, 49: 2699-2705.
- [11] YOON W, KIM S K, PARK M S, KIM B C, KANG H K. Endovascular treatment and the outcomes of atherosclerotic intracranial stenosis in patients with hyperacute stroke[J]. *Neurosurgery*, 2015, 76: 680-686.
- [12] JIA B X, FENG L, LIEBESKIND D S, HUO X C, GAO F, MA N, et al. Mechanical thrombectomy and rescue therapy for intracranial large artery occlusion with underlying atherosclerosis[J]. *J Neurointerventional Surg*, 2018, 10: 746-750.
- [13] LEE J S, LEE S J, YOO J S, HONG J H, KIM C H, KIM Y W, et al. Prognosis of acute intracranial atherosclerosis-related occlusion after endovascular treatment[J]. *J Stroke*, 2018, 20: 394-403.
- [14] YAN Z, SHI Z, WANG Y, ZHANG C, CAO J, DING C, et al. Efficacy and safety of low-dose tirofiban for acute intracranial atherosclerotic stenosis related occlusion with residual stenosis after endovascular treatment[J/OL]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29: 104619. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104619.
- [15] CHANG Y, KIM B M, BANG O Y, BAEK J H, HEO J H, NAM H S, et al. Rescue stenting for failed mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: a multicenter experience[J]. *Stroke*, 2018, 49: 958-964.
- [16] WU C J, SUN C H, WANG L J, LIAN Y J, XIE N C, HUANG S M, et al. Low-dose tirofiban treatment improves neurological deterioration outcome after intravenous thrombolysis[J]. *Stroke*, 2019, 50: 3481-3487.
- [17] LI W, LIN L, ZHANG M, WU Y, LIU C C, LI X S, et al. Safety and preliminary efficacy of early tirofiban treatment after alteplase in acute ischemic stroke patients[J]. *Stroke*, 2016, 47: 2649-2651.
- [18] KANG D H, KIM Y W, HWANG Y H, PARK S P, KIM Y S, BAIK S K. Instant reocclusion following mechanical thrombectomy of in situ thromboocclusion and the role of low-dose intra-arterial tirofiban[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2014, 37: 350-355.
- [19] BAEK J H, JUNG C, KIM B M, HEO J H, KIM D J, NAM H S, et al. Combination of rescue stenting and antiplatelet infusion improved outcomes for acute intracranial atherosclerosis-related large-vessel occlusion[J/OL]. *Front Neurol*, 2021, 12: 608270. DOI: 10.3389/fneur.2021.608270.
- [20] SCHAMPAERT E, MOSES J W, SCHOFER J, SCHLÜTER M, GERSHLICK A H, COHEN E A, et al. Sirolimus-eluting stents at two years: a pooled analysis of SIRIUS, E-SIRIUS, and C-SIRIUS with emphasis on late revascularizations and stent thromboses[J]. *Am J Cardiol*, 2006, 98: 36-41.