

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.09.0997

• 专题报道 •

支架取栓器机械取栓治疗前循环远端血管闭塞的疗效观察

邢鹏飞, 李子付, 李强, 赵瑞, 方亦斌, 赵开军, 戴冬伟, 杨鹏飞*, 张永巍*, 刘建民
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** 评价前循环远端血管闭塞行支架取栓器机械取栓治疗的疗效。**方法** 连续回顾性纳入 2013 年 9 月至 2018 年 5 月于海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心行支架取栓器机械取栓治疗的急性前循环远端血管闭塞患者。根据是否给予静脉溶栓治疗, 将患者分为桥接组与直接取栓组。主要评价指标为支架取栓器机械取栓术后 90 d 改良 Rankin 量表(mRS)评分(mRS 评分 ≤ 2 分为预后良好), 次要评价指标为血管成功再通率[改良脑梗死溶栓(mTICI)再通等级达 2b、3 级]、术后 24 h 美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、并发症及死亡率等。**结果** 共纳入 36 例(男 22 例)患者, 年龄为 26~88(68.3 \pm 13.6)岁。大脑中动脉 M2 段闭塞 27 例、大脑前动脉 A1/A2 段闭塞 5 例、大脑中动脉 M2 段+大脑前动脉 A2 段闭塞 4 例。远端血管闭塞行支架取栓器机械取栓术后血管成功再通率达 91.7%(33/36), 术后 90 d 预后良好率为 52.8%(19/36)。血管痉挛是最常见的并发症(33.3%, 12/36), 其次为出血转化(16.7%, 6/36)。症状性颅内出血发生率为 5.6%(2/36), 死亡率为 8.3%(3/36)。桥接组患者 14 例, 直接取栓组 22 例。桥接组术前 NIHSS 评分高于直接取栓组, 差异有统计学意义($Z=3.025, P=0.002$); 而两组术后 24 h NIHSS 评分、取栓次数、血管成功再通率、术后 90 d 预后良好率、出血转化率及死亡率差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。**结论** 前循环远端血管闭塞行支架取栓器机械取栓治疗可能是安全有效的, 有利于血管再通及 90 d 良好预后。

[关键词] 急性缺血性脑卒中; 远端血管闭塞; 大脑中动脉; 大脑前动脉; 机械取栓术; 支架取栓器; 改良 Rankin 量表

[中图分类号] R 743.3

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2018)09-0997-06

Efficacy of mechanical thrombectomy with stent-retriever for anterior circulation distal vessel occlusion

XING Peng-fei, LI Zi-fu, LI Qiang, ZHAO Rui, FANG Yi-bin, ZHAO Kai-jun, DAI Dong-wei, YANG Peng-fei*, ZHANG Yong-wei*, LIU Jian-min

Stroke Center, Changhai Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To explore the therapeutic effect of mechanical thrombectomy with stent-retriever for the anterior circulation distal vessel occlusion. **Methods** Consecutive cases with anterior circulation distal vessel occlusion treated with mechanical thrombectomy in Stroke Center of Changhai Hospital of Navy Medical University (Second Military Medical University) from Sep. 2013 to May 2018 were enrolled. According to whether undergoing intravenous thrombolysis, the patients were divided into bridging group and direct thrombectomy group. The primary outcome was the neurological functional prognosis at 90 d after operation measured with modified Rankin Scale (mRS, mRS score ≤ 2 reflected good prognosis). The secondary outcomes were the rate of recanalization (modified thrombolysis in cerebral ischemia [mTICI] grade $\geq 2b$), the National Institutes of Health stroke scale (NIHSS) score at 24 h after operation, complications and mortality. **Results** Totally 36 patients aged (68.3 \pm 13.6) years (ranging from 26 to 88 years) were included. There were 27 cases with middle cerebral artery (MCA) M2 segment occlusion, 5 cases with anterior cerebral artery (ACA) A1/A2 segment occlusion and 4 cases with MCA M2 segment accompanied with ACA A2 segment occlusion. The rate of recanalization of the occluded distal vessels was 91.7% (33/36) after mechanical thrombectomy with stent-retriever. The rate of good prognosis at 90 d after operation was 52.8% (19/36). The most common complication was vasospasm (33.3%, 12/36), followed by hemorrhagic transformation (16.7%, 6/36). The incidence of symptomatic intracranial hemorrhage was 5.6% (2/36) and the mortality was

[收稿日期] 2018-07-14 **[接受日期]** 2018-08-23

[基金项目] 上海市卫生系统优秀人才培养计划(2017YQ034), 上海市浦江人才计划项目(16PJD003). Supported by Outstanding Talent Training Plan of Health System of Shanghai (2017YQ034) and Shanghai Pujiang Talent Program (16PJD003).

[作者简介] 邢鹏飞, 硕士, 主治医师. E-mail: weixpfsmmu@163.com

*通信作者(Corresponding authors). Tel: 021-31161784, E-mail: 15921196312@163.com; Tel: 021-31161940, E-mail: zhangyongwei@163.com

8.3% (3/36). There were 14 cases in the bridging group and 22 cases in the direct thrombectomy group. The preoperative NIHSS score of the bridging group was significantly higher than that of the direct thrombectomy group ($Z=3.025, P=0.002$). While there were no significant differences in the NIHSS score at 24 h after operation, times of thrombectomy, the rate of recanalization, the rate of good prognosis at 90 d after operation, the incidence of hemorrhagic transformation or mortality between the bridging group and the direct thrombectomy group (all $P>0.05$). **Conclusion** The mechanical thrombectomy with stent-retriever for the anterior circulation distal vessel occlusion is likely safe and effective, and it is beneficial for vascular recanalization and good outcomes at 90 d.

[Key words] acute ischemic stroke; distal vessel occlusion; middle cerebral artery; anterior cerebral artery; mechanical thrombectomy; stent-retriever; modified Rankin scale

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(9): 997-1002]

机械取栓已经成为前循环大血管闭塞性急性缺血性脑卒中的首选治疗方法,其能够明显提高血管再通率、改善术后 90 d 预后^[1-2],并得到多项指南的一致推荐^[3-4]。但对于远端血管闭塞(包括大脑中动脉 M2 段、大脑前动脉 A1 段等)是否需要行机械取栓治疗目前仍没有统一观点。有研究认为远端血管闭塞发生率低、症状轻、预后好,且静脉溶栓血管再通率高达 40.0%~47.1%^[5-6],因此不需要行机械取栓等血管内治疗。也有研究认为远端血管闭塞症状重,残疾率高,需及时干预^[7]。因此,本研究回顾性纳入了海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心 2013 年 9 月至 2018 年 5 月收治的前循环远端血管闭塞行机械取栓治疗的急性缺血性脑卒中患者,分析远端血管闭塞行机械取栓治疗的可行性、疗效及安全性。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2013 年 9 月至 2018 年 5 月海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心收治的前循环大血管闭塞行机械取栓治疗患者的病历资料。纳入标准:(1)发病 8 h 内的前循环急性缺血性脑卒中;(2)年龄>18 周岁;(3)经数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查明确存在大脑中动脉 M2 段和(或)大脑前动脉 A1/A2 段闭塞;(4)所有病例均采用经国家食品药品监督管理局审批的支架取栓器行机械取栓治疗。排除颈内动脉或大脑中动脉 M1 段闭塞机械取栓过程中血栓脱落导致的大脑中动脉 M2 段或大脑前动脉 A1/A2 段继发闭塞病例。本研究通过海军军医大学(第二军医大学)长海医院医学伦理委员会审批。

1.2 疗效评价 机械取栓术后血管再通等级按改良脑梗死溶栓(modified thrombolysis in cerebral ischemia, mTICI)再通等级评价:0 级为闭塞血管未再通,1 级为闭塞血管以远有少量前向血流但远端血管造影剂充盈缓慢,2a 级为闭塞血管以远有前向血流但灌注面积小于正常的 50%,2b 级为闭塞血管以远有前向血流且灌注面积>50%但仍不完全,3 级为远端血管完全充盈且显影与正常一致;其中 mTICI 2b、3 级定义为血管成功再通。术后出血转化分型按欧洲急性卒中协作研究(European Cooperative Acute Stroke Study, ECASS)-2 分型标准分为出血性脑梗死(hemorrhagic infarct, HI)型和脑实质出血(parenchymal hemorrhage, PH)型。HI 型为梗死部位出血但无占位效应,包括 HI-1 型(梗死部位点状出血)和 HI-2 型(梗死部位片状出血);PH 型为梗死部位出现血肿且有占位效应,包括 PH-1 型(血肿体积≤30%的梗死区域,有轻度占位效应)和 PH-2 型(血肿体积>30%的梗死区域,有明显占位效应)。因出血转化导致的美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分较基线增加≥4 分,定义为症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, SICH)^[8]。

1.3 观察指标与随访 主要观察指标为术后 90 d 改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS)评分,mRS 评分≤2 分定义为预后良好。次要观察指标:血管成功再通率(mTICI 2b、3 级的比例)、术后 24 h NIHSS 评分、并发症及静脉溶栓对血管再通率及预后的影响等。术后 90 d 随访通过门诊复诊或电话询问等方式进行。

1.4 亚组研究与治疗方法 根据是否给予静脉溶

栓治疗, 将患者分为桥接组与直接取栓组。机械取栓手术方式均为采用 Solumbra 技术的支架取栓器取栓, 基本操作方式与大脑中动脉近端闭塞机械取栓方法^[9]类似, 区别在于: 大脑前动脉 A1、A2 段闭塞机械取栓时, 微导管在微导丝辅助下超选至 A3 段并置入取栓支架 (图 1A~1E); 大脑中

动脉 M2 段闭塞机械取栓时超选至 M3 段及以远并置入取栓支架 (图 1F~1J)。采用的支架取栓器为 Solitaire AB 支架 (4/20 mm, 美国 EV3 公司) 和 ReVive SE 支架 (4.5/22 mm, 美国 Codman 公司)。闭塞血管局部狭窄反复取栓操作失败时, 作为挽救策略可予以支架置入。

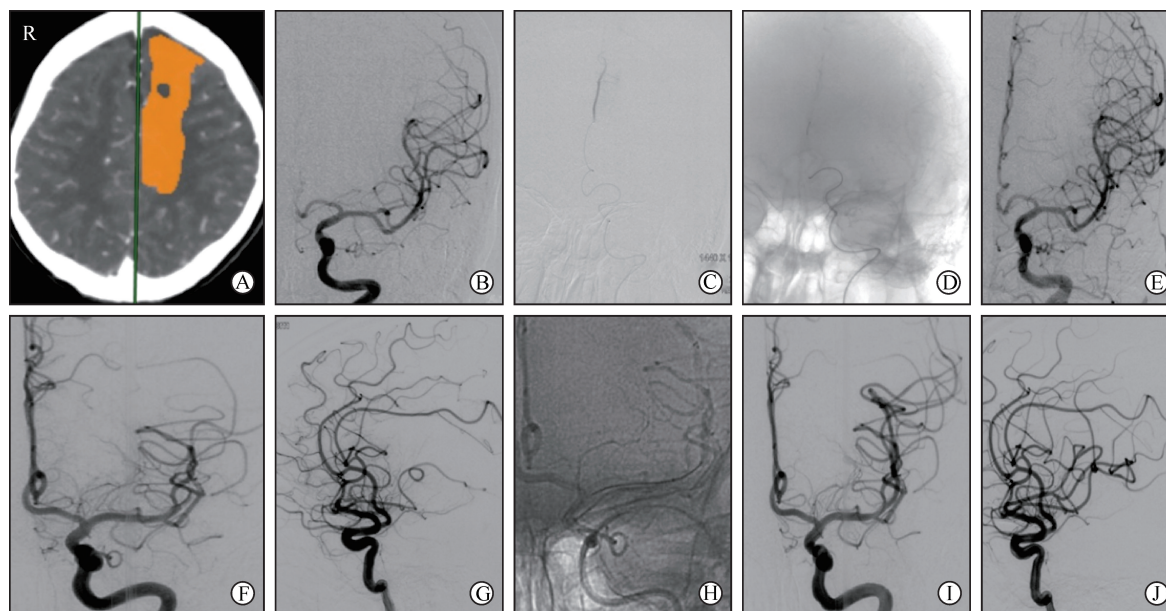


图1 大脑前动脉 A2 段闭塞 (A~E) 和大脑中动脉 M2 段闭塞 (F~J) 机械取栓

Fig 1 Thrombectomy for occlusion of anterior cerebral artery A2 segment (A-E) and middle cerebral artery M2 segment (F-J)

A: Cerebral CTP showing ischemia region of left anterior cerebral artery (the orange area was the ischemic area and the green line was the dividing line of hemisphere); B: DSA showing occlusion of left anterior cerebral artery A2 segment; C: The distal of the occluded segment was patent; D: The forward blood was recovered after opening the ReVive SE stent; E: The occluded segment was recanalized; F, G: Orthotopic (F) and lateral (G) DSA showing occlusion of branch vessel of M2 segment; H: The forward blood was recovered after opening the Solitaire AB stent; I, J: The occluded branch vessel of M2 segment was recanalized in orthotopic (I) and lateral (J) DSA. CTP: Computed tomography perfusion; DSA: Digital subtraction angiography

静脉溶栓时间窗内 (发病 0~4.5 h) 的患者均给予阿替普酶标准剂量 (0.9 mg/kg) 静脉溶栓治疗。桥接组患者术中不予肝素化; 直接取栓组患者于股动脉穿刺成功后即给予全身肝素化 (0.67 mg/kg), 此后每 30 min 给药 1 次。其余围手术期用药均参照《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014》^[10] 执行。

1.5 统计学处理 采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 *t* 检验; 非正态分布计量资料以中位数 (下四分位数, 上四分位数) 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验, 术前、术后数据的比较采用配对样本秩和检验; 计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用 Fisher 确切概率

法。检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 一般资料 2013 年 9 月至 2018 年 5 月海军军医大学 (第二军医大学) 长海医院脑血管病中心收治前循环大血管闭塞行机械取栓患者共 422 例, 其中远端血管闭塞 40 例 (9.5%)。4 例术前影像学检查明确为大脑中动脉 M2 段闭塞, 给予静脉溶栓治疗后血管再通仅单纯造影, 其余 36 例 (男 22 例) 纳入研究。36 例患者年龄为 26~88 岁, 平均年龄为 (68.3±13.6) 岁。闭塞部位: 大脑中动脉 M2 段 27 例, 大脑前动脉 A1/A2 段 5 例, 大脑中动脉 M2 段+大脑前动脉 A2 段 4 例。急性脑卒中 Org 10172 治疗试验 (Trial of Org 10172 in Acute

Stroke Treatment, TOAST) 分型: 心源性栓塞 32 例, 大动脉粥样硬化 4 例。4.5 h 静脉溶栓时间窗内就诊 14 例, 均给予静脉溶栓治疗。术前 (DSA 检查前) 中位 NIHSS 评分为 16 (10, 22) 分。

2.2 治疗结果 36 例远端血管闭塞行机械取栓的中位次数为 1 (1, 2)。33 例 (91.7%) 患者机械取栓术后血管再通达 mTICI 2b、3 级, 3 例 (8.3%) 未成功再通, 其中 1 例大脑中动脉 M2 段闭塞取栓治疗 3 次后血管再通达 mTICI 2a 级, 因距离发病已 8 h 而停止进一步操作; 1 例 Solitaire AB 支架在大脑前动脉 A1 段自动解脱, mTICI 1 级再通; 1 例大脑中动脉 M2 段闭塞行取栓治疗 4 次后仅少量前向血流, mTICI 1 级再通。术后 24 h 中位 NIHSS 评分为 6 (3, 14) 分, 较术前降低 ($Z = -3.434, P = 0.001$)。

2.3 术后并发症与随访 住院期间 3 例患者死亡 (1 例术后 1 h 突发心跳呼吸骤停、1 例术后第 7 天死于多器官功能衰竭、1 例术后第 7 天死于急

性心肌梗死), 其余 33 例患者均完成门诊复诊或电话随访, 随访时间为 (90±7) d。术后 90 d mRS 评分: 0 分 4 例、1 分 11 例、2 分 4 例、3 分 5 例、4 分 6 例、5 分 3 例、6 分 3 例 (死亡); 术后 90 d 中位 mRS 评分为 2 (1, 4) 分, 优于术前的 4 (3, 5) 分, 差异有统计学意义 ($Z = -3.568, P = 0.001$); 术后 90 d 预后良好率为 52.7% (19/36)。血管痉挛是最常见的并发症, 发生率为 33.3% (12/36); 其次为出血转化 (16.7%, 6/36), 其中 SICH 发生率为 5.6% (2/36)。

2.4 亚组分析结果 桥接组患者 14 例, 直接取栓组 22 例。两组年龄、性别、闭塞部位差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。桥接组术前 NIHSS 评分高于直接取栓组, 差异有统计学意义 ($Z = 3.025, P = 0.002$); 而两组术后 24 h NIHSS 评分、取栓次数、血管成功再通率、术后 90 d 预后良好率、出血转化率及死亡率差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。见表 1。

表 1 桥接组与直接取栓组治疗结果比较

Tab 1 Comparison of treatment results between bridging and direct thrombectomy groups

Index	Bridging $N=14$	Direct thrombectomy $N=22$	Statistic	P value
Age (year), $\bar{x} \pm s$	69.7±17.7	67.4±10.6	$t=0.430$	0.672
Male/female n/n	10/4	12/10	Fisher	0.485
Segment of occluded vessel n (%)				
MCA M2	13 (92.9)	14 (63.6)	Fisher	0.062
ACA A2	0 (0.0)	5 (22.7)	Fisher	0.062
MCA M2+ACA A2	1 (7.1)	3 (13.6)	Fisher	1.000
NIHSS score $M(Q_L, Q_U)$				
Preprocedure	22 (17, 23)	11 (8, 19)	$Z=3.025$	0.002
24 h of postprocedure	12 (3, 16)	6 (4, 13)	$Z=0.538$	0.591
Times of thrombectomy $M(Q_L, Q_U)$	1 (1, 2)	2 (1, 3)	$Z=-1.216$	0.224
mTICI 2b/3 n (%)	13 (92.9)	20 (90.9)	Fisher	1.000
Follow up at 90 d n (%)				
mRS score ≤ 2	8 (57.1)	11 (50.0)	Fisher	0.742
Mortality	1 (7.1)	2 (9.1)	Fisher	1.000
Hemorrhagic transformation n (%)	3 (21.4)	3 (13.6)	Fisher	0.658
HI-1	3 (21.4)	1 (4.5)	Fisher	0.277
HI-2	0 (0.0)	1 (4.5)	Fisher	1.000
PH-1	0 (0.0)	1 (4.5)	Fisher	1.000
SICH n (%)	0 (0.0)	2 (9.1)	Fisher	0.511
Vasospasm n (%)	4 (28.6)	8 (36.4)	Fisher	0.727

MCA: Middle cerebral artery; ACA: Anterior cerebral artery; NIHSS: National Institutes of Health stroke scale; mTICI: Modified thrombolysis in cerebral ischemia; mRS: Modified Rankin scale; HI: Hemorrhagic infarct; PH: Parenchymal hemorrhage; SICH: Symptomatic intracranial hemorrhage; $M(Q_L, Q_U)$: Median (lower quartile, upper quartile)

3 讨论

本研究表明, 远端血管闭塞行机械取栓

治疗操作可行, 血管成功再通率 (mTICI 2b、3 级比例) 高, 术后 90 d 预后良好率增加, 且严重不良事件发生率未见明显增多, 因此机械取栓治疗远

端血管闭塞可能是安全有效的。

本研究显示,远端血管闭塞行机械取栓治疗后血管成功再通率达 91.7% (33/36),明显高于文献报道结果(大脑中动脉 M2 段闭塞血管再通率为 40%、M3 段为 47.1%^[6])。同时,由于国内静脉溶栓率(2.4%^[11])普遍低于发达国家(瑞典最高为 24%^[12])且静脉溶栓有严格的时间窗,溶栓获益的人群比例相对较低。虽然动脉溶栓间接扩大了静脉溶栓治疗时间窗(发病 6 h 内),但研究表明与静脉溶栓相比,动脉溶栓的 SICH 发生风险增加了 4 倍[相对危险度(relative risk, RR) = 3.90, 95% 置信区间(confidence interval, CI): 1.41~10.76],并且未明显改善预后(RR=0.68, 95% CI: 0.46~1.00)^[13]。因此对于发病时间超过静脉溶栓治疗时间窗的患者,机械取栓或许是最合理的选择。一项纳入了 630 例大脑中动脉 M2 段闭塞行机械取栓病例的系统评价结果表明,大脑中动脉 M2 段闭塞机械取栓血管再通率高达 78%^[14]。有文献报道 3MAX、4MAX 抽吸导管及 Trevo XP 取栓支架(Baby Trevo)应用于大脑中动脉 M2、M3、M4 段和大脑前动脉 A1、A2、A3 段闭塞机械取栓,血管再通率高达 84%~100%^[15-17]。随着新材料的不断出现,远端血管闭塞机械取栓的技术门槛不断降低。

本研究病例术后 24 h NIHSS 评分和术后 90 d mRS 评分均较术前改善,且 52.8% (19/36) 的患者获得良好预后;但该结果略低于既往一项大脑中动脉 M2 段闭塞行机械取栓的系统评价研究结果(62%^[14])。文献报道大脑中动脉 M2 段闭塞患者术前中位 NIHSS 评分为 14.5 分^[7],本研究中术前中位 NIHSS 评分为 16 (10, 22) 分。虽然有研究认为大脑中动脉远端(M2、M3、M4 段)闭塞行机械取栓治疗恢复再灌注后预后良好率未明显增加^[1,18],但对于语言障碍或肢体瘫痪明显(高 NIHSS 评分)、静脉溶栓无效或存在静脉溶栓禁忌证(包括超时间窗)的远端血管闭塞患者,行机械取栓治疗是急性期最合理的选择,尤其是优势半球血管闭塞。但对于语言或肢体功能障碍不严重(低 NIHSS 评分)的远端血管闭塞患者,行机械取栓是否确切获益仍需进一步研究证实。

本组机械取栓术后出血转化率为 16.7% (6/36)、SICH 发生率为 5.6% (2/36),略高于近端大血管闭塞机械取栓 SICH 发生率(5.1%^[1])和文献报道的大脑中动脉 M2 段闭塞机械取栓出血转化率和 SICH 发生率(分别为 14% 和 5%^[14])。

出血转化不仅与再灌注损伤有关,而且与支架取栓器械机械损伤相关。动物实验结果表明,所有取栓器均会造成不同程度血管内皮损伤,如内膜剥脱、水肿、内弹性膜断裂和平滑肌层中膜水肿等^[19]。从解剖结构看,大脑中动脉 M2 段及以远血管具有管壁薄、管腔直径小、缺少外弹力层等特点,决定了同一型号的支架取栓器应用于远端血管时,取栓器对血管壁的径向力更大、牵拉作用更强,因而更易导致内皮损伤。本研究中机械取栓术后血管痉挛发生率达 33.3% (12/36),直接反映了支架取栓器对远端血管的作用力。此外,样本量小也可能是导致出血转化率高的原因。Lemmens 等^[18]对多项研究的 710 例病例数据进行汇总分析结果表明,大脑中动脉 M2 段及以远血管闭塞机械取栓术后 SICH 发生率与近端大血管(颈内动脉、大脑中动脉 M1 段)闭塞机械取栓术后相仿[6.3% (10/160 vs 6.2% (34/550))]。

亚组分析结果表明,除桥接组术前 NIHSS 评分高于直接取栓组外,两组的术后 24 h NIHSS 评分、取栓次数、血管成功再通率、术后 90 d 预后良好率、出血转化率及死亡率差异均无统计学意义。这一结果并不能说明静脉溶栓治疗远端血管闭塞无效,是因为本研究中 61.1% (22/36) 的患者发病至入院时间超过静脉溶栓时间窗而未给予静脉溶栓治疗;并且在早期未进行多模态影像学检查评估时,是否行 DSA 检查是以 NIHSS 评分>8 分为标准的,低 NIHSS 评分的远端血管闭塞患者可能被遗漏。有文献报道大脑中动脉 M2 段闭塞阿替普酶静脉溶栓治疗的血管再通率高达 40%^[6],因而静脉溶栓治疗仍然是远端血管闭塞的首选治疗。

本研究亦有不足之处。(1) 样本量小,未进行多因素预后相关分析。(2) 未纳入静脉溶栓后血栓向远端移位且未行血管内治疗的病例,存在一定选择偏移。(3) 由于早期救治流程的差异,部分病例术前未行脑 CT 灌注成像检查评估梗死核心区及缺血半暗带,可能对结果造成影响。

总之,远端血管闭塞行机械取栓治疗可以提高闭塞血管成功再通率、改善术后 90 d 预后,且未明显增加出血风险。对于静脉溶栓无效、存在静脉溶栓禁忌证(包括超静脉溶栓治疗时间窗)或语言及肢体功能障碍明显的远端血管闭塞患者,机械取栓治疗可能是安全有效的。

[参 考 文 献]

- [1] GOYAL M, MENON B K, VAN ZWAM W H, DIPPEL

- D W, MITCHELL P J, DEMCHUK A M, et al; HERMES collaborators. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials[J]. *Lancet*, 2016, 387: 1723-1731.
- [2] BRACARD S, DUCROCQ X, MAS J L, SOUDANT M, OPPENHEIM C, MOULIN T, et al; THRACE investigators. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial[J]. *Lancet Neurol*, 2016, 15: 1138-1147.
- [3] POWERS W J, DERDEYN C P, BILLER J, COFFEY C S, HOH B L, JAUCH E C, et al; American Heart Association Stroke Council. 2015 American Heart Association/American Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2015, 46: 3020-3035.
- [4] 国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会,中华医学会神经外科学分会神经介入学组,中华医学会放射学分会介入学组,中国医师协会介入医师分会神经介入专业委员会,中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会,中国卒中学会神经介入分会. 急性大血管闭塞性缺血性卒中血管内治疗中国专家共识(2017)[J]. *中华神经外科杂志*, 2017, 33: 869-877.
- [5] SILLANPÄÄ N, SAARINEN J T, RUSANEN H, ELOVAARA I, DASTIDAR P, SOIMAKALLIO S. Location of the clot and outcome of perfusion defects in acute anterior circulation stroke treated with intravenous thrombolysis[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 100-106.
- [6] WOLPERT S M, BRUCKMANN H, GREENLEE R, WECHSLER L, PESSIN M S, DEL ZOPPO G J. Neuroradiologic evaluation of patients with acute stroke treated with recombinant tissue plasminogen activator. The rt-PA Acute Stroke Study Group[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1993, 14: 3-13.
- [7] FLORES A, TOMASELLO A, CARDONA P, DE MIQUEL M A, GOMIS M, GARCIA BERMEJO P, et al; Catalan Stroke Code and Reperfusion Consortium Cat-SCR. Endovascular treatment for M2 occlusions in the era of stentrievers: a descriptive multicenter experience[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7: 234-237.
- [8] HACKE W, KASTE M, FIESCHI C, VON KUMMER R, DAVALOS A, MEIER D, et al. Randomised double-blind placebo-controlled trial of thrombolytic therapy with intravenous alteplase in acute ischaemic stroke (ECASS II). Second European-Australasian Acute Stroke Study Investigators[J]. *Lancet*, 1998, 352: 1245-1251.
- [9] 邢鹏飞,张永巍,杨鹏飞,方亦斌,文婉玲,李子付,等. Solumbra 技术在急性大脑中动脉闭塞机械取栓中的应用[J]. *中华神经科杂志*, 2017, 50: 184-189.
- [10] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014[J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48: 246-257.
- [11] WANG Y, LIAO X, ZHAO X, WANG D Z, WANG C, NGUYEN-HUYNH M N, et al; China National Stroke Registry Investigators. Using recombinant tissue plasminogen activator to treat acute ischemic stroke in China: analysis of the results from the Chinese National Stroke Registry (CNSR)[J]. *Stroke*, 2011, 42: 1658-1664.
- [12] BERGLUND A, SVENSSON L, SJÖSTRAND C, VON ARBIN M, VON EULER M, WAHLGREN N, et al. Higher prehospital priority level of stroke improves thrombolysis frequency and time to stroke unit: the Hyper Acute STroke Alarm (HASTA) study[J]. *Stroke*, 2012, 43: 2666-2670.
- [13] NAM J, JING H, O'REILLY D. Intra-arterial thrombolysis vs. standard treatment or intravenous thrombolysis in adults with acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Stroke*, 2015, 10: 13-22.
- [14] CHEN C J, WANG C, BUELL T J, DING D, RAPER D M, IRONSIDE N, et al. Endovascular mechanical thrombectomy for acute middle cerebral artery M2 segment occlusion: a systematic review[J]. *World Neurosurg*, 2017, 107: 684-691.
- [15] PARK J S, KWAK H S. Manual aspiration thrombectomy using penumbra catheter in patients with acute M2 occlusion: a single-center analysis[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2016, 59: 352-356.
- [16] NAVIA P, LARREA J A, PARDO E, ARCE A, MARTÍNEZ-ZABALETA M, DÍEZ-GONZÁLEZ N, et al. Initial experience using the 3MAX cerebral reperfusion catheter in the endovascular treatment of acute ischemic stroke of distal arteries[J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8: 787-790.
- [17] HAUSSEN D C, LIMA A, NOGUEIRA R G. The Trevo XP 3×20 mm retriever ('Baby Trevo') for the treatment of distal intracranial occlusions[J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8: 295-299.
- [18] LEMMENS R, HAMILTON S A, LIEBESKIND D S, TOMSICK T A, DEMCHUK A M, NOGUEIRA R G, et al; DEFUSE 2, IMS III, STAR, and SWIFT trialists; DEFUSE 2 IMS III STAR and SWIFT trialists. Effect of endovascular reperfusion in relation to site of arterial occlusion [J]. *Neurology*, 2016, 86: 762-770.
- [19] GORY B, BRESSON D, KESSLER I, PERRIN M L, GUILLAUDEAU A, DURAND K, et al. Histopathologic evaluation of arterial wall response to 5 neurovascular mechanical thrombectomy devices in a swine model[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 2192-2198.

[本文编辑] 杨亚红