

·临床研究 Clinical research·

急性缺血性脑卒中桥接治疗临床效果及预后影响因素探讨

陆小小, 许磊, 苏浩波, 赵伯翔, 顾建平, 缪正飞

【摘要】目的 探讨急性大动脉缺血性脑卒中静脉溶栓(IVT)后血管内取栓术(EVT)治疗(桥接治疗)的临床效果及预后影响因素。**方法** 回顾性分析 2017 年 1 月至 2019 年 9 月南京市第一医院收治的 135 例急性缺血性脑卒中患者临床资料。根据治疗方法分为桥接治疗组($n=64$)和单纯 EVT 治疗组($n=71$)。根据改良溶栓治疗脑梗死(mTICI)血流分级比较两组患者血管再通率,改良 Rankin 量表(mRS)评分比较预后。多因素 logistic 回归法分析桥接治疗预后影响因素。**结果** 桥接治疗组与单纯 EVT 治疗组相比,侧支循环更丰富[美国介入和治疗神经放射学会(ASITN)分级 3.13 ± 0.54 对 2.27 ± 1.22 , $t=4.463$, $P=0.035$];治疗后血管再通成功率(mTICI 血流分级 2b~3 级)稍高(67.2%对 52.1%)、出血转化比例稍高(42.2%对 40.9%),但差异均无统计学意义($P>0.05$)。桥接治疗组出院 mRS 评分 0~2 分比例(54.69%对 36.62%, $\chi^2=4.436$, $P=0.039$)、3 个月 mRS 评分 0~2 分比例(64.06%对 43.66%, $\chi^2=5.628$, $P=0.025$)显著高于单纯 EVT 治疗组。多因素 logistic 回归分析显示,入院 DWI 梗死体积($OR=0.723$, 95%CI=0.254~1.698, $P=0.032$)、侧支循环($OR=6.062$, 95%CI=1.563~26.971, $P=0.012$)、血管再通程度($OR=0.091$, 95%CI=0.024~0.489, $P=0.035$)和 EVT 术前 IVT($OR=9.514$, 95%CI=1.832~35.245, $P=0.008$)是急性缺血性脑卒中患者预后的独立影响因素。**结论** EVT 术前 IVT 可改善急性缺血性脑卒中患者预后。综合评估入院 DWI 梗死体积、侧支循环、血管再通程度及是否行 IVT 有助于预测 EVT 治疗预后,指导临床康复治疗。

【关键词】 急性缺血性脑卒中; 血管内取栓术; 静脉溶栓; 预后

中图分类号:R743.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2021)-06-0595-05

The curative effect of bridging therapy for acute ischemic stroke and the discussion on the prognostic factors LU Xiaoxiao, XU Lei, SU Haobo, ZHAO Boxiang, GU Jianping, MIAO Zhenfei. Department of Oncology, Lianyungang Municipal Second People's Hospital, Lianyungang, Jiangsu Province 222023, China

Corresponding author: XU Lei, E-mail: 723921187@qq.com

【Abstract】Objective To evaluate the clinical effect of intravenous thrombolysis(IVT) with subsequent endovascular thrombectomy(EVT), known as bridging therapy, for acute ischemic stroke, and to discuss the prognostic factors. **Methods** The clinical data of 135 patients with acute ischemic stroke, who were admitted to the Nanjing Municipal First Hospital of China from January 2017 to September 2019, were retrospectively analyzed. According to the treatment method, the patients were divided into bridging therapy group($n=64$) and simple EVT group($n=71$). The modified thrombolysis in cerebral infarction(mTICI) blood flow grading was used to evaluate the vascular recanalization rate, the modified Rankin scale(mRS) score was adopted to assess the prognosis, and the multivariate logistic regression method was used to analyze the prognostic factors in bridging therapy. **Results** Compared with the simple EVT group, in the bridging therapy group the collateral circulation was richer (ASITN grading: 3.13 ± 0.54 versus 2.27 ± 1.22 , $t=4.463$, $P=0.035$), the vascular recanalization rate was slightly higher (mTICI blood flow grading 2b/3: 67.18% versus 52.11%), the hemorrhage transformation rate was slightly higher(42.2% versus 40.9%), but the differences in the above 3 items between the two groups were not statistically significant($P>0.05$). In the bridging therapy group, the proportion of mRS score of 0-2 points at the time of discharge was 54.69%, which was strikingly higher than 36.62% in the simple EVT group($\chi^2=4.436$, $P=0.039$), and the proportion of patients having a 3-month mRS

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.06.016

作者单位: 222023 江苏 连云港市第二人民医院肿瘤科(陆小小)、医学影像科(许磊);南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)介入科(苏浩波、赵伯翔、顾建平、缪正飞)

通信作者: 许磊 E-mail: 723921187@qq.com

score of 0-2 points was 64.06%, which was remarkably higher than 43.66% in the simple EVT group ($\chi^2=5.628$, $P=0.025$). Multivariate logistic regression analysis indicated that the DWI infarct volume at admission ($OR=0.723$, $95\%CI=0.254-1.698$, $P=0.032$), collateral circulation ($OR=6.062$, $95\%CI=1.563-26.971$, $P=0.012$), vascular recanalization degree ($OR=0.091$, $95\%CI=0.024-0.489$, $P=0.035$) and the use of IVT treatment before EVT ($OR=9.514$, $95\%CI=1.832-35.245$, $P=0.008$) were the independent prognostic factors in patients with acute ischemic stroke. **Conclusion** The IVT treatment before EVT can improve the prognosis of patients with acute ischemic stroke. The comprehensive assessment of the DWI infarct volume at admission, the collateral circulation condition, the vascular recanalization degree and the use of IVT before EVT is helpful for predicting the prognosis of patients receiving EVT treatment as well as for guiding clinical rehabilitation treatment. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 595-599)

[Key words] acute ischemic stroke; endovascular thrombectomy; intravenous thrombolysis; prognosis

静脉溶栓(intravenous thrombolysis, IVT)是治疗急性缺血性脑卒中的有效方法,然而对于大动脉闭塞性脑卒中效果欠佳。血管内取栓术(endovascular thrombectomy, EVT)可快速再通闭塞的血管,改善预后。最新指南推荐对在发病时间窗内的前循环大动脉闭塞脑卒中患者予以 IVT 联合 EVT 治疗(即桥接治疗),有助于提高血管再通率^[1-2]。但部分研究认为与单纯 EVT 相比,桥接治疗并未表现更好的临床效果^[3]。目前关于桥接治疗对血管再通和预后影响的研究仍存在争议。本研究探讨 EVT 术前 IVT 对大动脉缺血性脑卒中患者血管再通和预后的影响。

1 材料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2017 年 1 月至 2019 年 9 月南京市第一医院收治的急性缺血性脑卒中患者临床资料。所有患者入院后均经急诊绿色通道接受头颅 CT 检查,排除出血等后行 IVT 治疗,治疗后即行多模式 MRI 检查, MRA 明确为颈内动脉或大脑中动脉严重狭窄或闭塞遂行 EVT 术。患者纳入标准:①初次急性缺血性脑卒中,或曾发生过脑卒中但未遗留影响神经功能评分的后遗症;②发病时间在 6 h 内;③接受 EVT 或桥接治疗;④EVT 术前 MRA 示颈内动脉或大脑中动脉闭塞;⑤有 3 个月改良 Rankin 量表(mRS)评分资料。排除标准:①颅内出血、肿瘤或创伤;②治疗前 MRI 存在明显伪影,无法评估;③不符合 EVT 治疗指征或拒绝 EVT 治疗;④3 个月 mRS 评分缺失。共 135 例患者符合纳入标准,其中男 73 例,女 62 例,平均年龄(69.59 ± 23.78)岁;桥接治疗组 64 例,单纯 EVT 治疗组 71 例。

收集患者性别、年龄、伴高血压、伴糖尿病、伴高血脂、伴高同型半胱氨酸血症、伴心房颤动、入院美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、入院

mRS 评分和 mRS 评分评估患者 3 个月预后(0~2 分为预后良好,3~6 分为预后不良)。本研究经南京市第一医院伦理委员会批准,患者均签署知情同意书。

1.2 治疗方法

IVT 治疗:患者发病 4.5 h 内,符合 IVT 适应证^[4],重组组织型纤溶酶原激活剂(rt-PA,德国 Boehringer-Ingelheim 公司)按 0.9 mg/kg 剂量标准给药,其中 10%药物在 1 min 内静脉推注,余 90%持续静脉滴注 1 h,最高剂量不超过 90 mg。

EVT 治疗:局部麻醉下, Seldinger 技术行右股动脉穿刺,置入 6 F/8 F 动脉鞘,指引导管到位后微导丝携微导管送入血管闭塞段远端,造影明确远端血管情况后退出微导丝; Solitaire AB 支架(4 mm×20 mm, 美国 ev3 公司)沿微导管送入闭塞段释放,原位保持约 5 min 使支架与血栓紧密结合后,缓慢撤出微导管和支架,同时可行负压抽吸避免栓子逃逸;立刻复查造影,血管开通达到改良溶栓治疗脑梗死(mTICI)血流分级 2b/3 级视为手术成功。术中根据患者情况可结合其他辅助措施(球囊扩张、动脉溶栓、支架植入等)多次取栓,最多不超过 4 次。血管再通后继续观察约 30 min,评估责任血管再闭塞风险,以指导后续治疗方案。

术后即刻复查患者头颅 CT,并转入卒中单元病房,按照《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》^[4]给予监护和治疗,根据病情和病灶变化调整抗栓治疗。

1.3 多模式 MRI 检查

所有患者均于 EVT 术前接受多模式 MRI 检查。采用 Ingenia 3.0T MR 机(荷兰 Philips 公司),扫描序列包括液体衰减反转回复(FLAIR)、弥散加权成像(DWI)、MRA、灌注加权成像(PWI),扫描参数包括 FLAIR:TR 7 000 ms, TE 120 ms, 矩阵 356×151, 视野(FOV)230 mm×230 mm, 翻转角(FA)90°, 层数

18, 层厚 6 mm, 层间距 1.3 mm; DWI(自旋回波序列): TR 2 501 ms, TE 98 ms, 矩阵 152×122 3 个方向, FOV 230 mm×230 mm, FA 90°, 层数 18, 层厚 6 mm, 层间距 1.3 mm, b=0 and 1 000 s/mm²; MRA(快速场回波序列): TR 4.9 ms, TE 1.82 ms, 矩阵 528×531, FOV 330 mm×330 mm, 层厚 1.2 mm; 动态磁敏感对比增强(DSC)-PWI; 重复时间 2 000 ms/回波时间 30 ms, 矩阵 96×93, FOV 224 mm×224 mm, FA 90°, 层厚 4 mm, 持续时间 88 s。

1.4 影像学分析

2 名有经验的神经放射学诊断医师通过双盲法分析所有影像学资料, 结果不一致时经协商达成一致。EVT 术血管再通时, 根据首次血管造影图像, 记录发病至 MRI 检查时间、发病至开始取栓时间及发病至血管再通时间。通过 MR 机自带后处理工作站测量 DWI 体积, 并对 DWI 图像上梗死高信号区进行感兴趣区勾画, 工作站自动计算 DWI 梗死体积。采用美国介入和治疗神经放射学会(ASITN)分级系统评估侧支循环: 0 级, 无侧支循环血流到达缺血区域; 4 级, 血流快速而完全灌注到整个梗死区域, 3~4 级定义为侧支循环丰富。采用 mTICI 血流分级评估责任血管再通程度, 2b~3 级为血管成功再通。记录术中动脉取栓次数。术后 24 h 内头颅 CT 或 MRI 复查颅内出血转化情况(脑实质出血或蛛网膜下腔出血), 由 Heidelberg 分型进行评估^[5], 部分患者对比剂渗出评估较困难时, 由 2 位有经验的诊断医师根据术前和术后 3~7 d MRI 进行综合评估。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件对所有数据进行统计学处理。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 采用独立 *t* 检验; 计数资料以例(%)表示, 采用卡方检验。多因素 logistic 回归法分析脑卒中治疗预后影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者性别、年龄、发病至 MRI 检查时间、入院 NIHSS 评分、入院 mRS 评分、入院 DWI 梗死体积、发病至开始取栓时间、血管闭塞部位差异均无统计学差异($P > 0.05$), 桥接治疗组 ASITN 侧支循环分级高于 EVT 治疗组(3.13±0.54 对 2.27±1.22, $P=0.035$), 见表 1。

两组患者发病至血管再通时间差异无统计学意义($P=0.213$); 桥接治疗组与 EVT 治疗组相比血管再通成功率(mTICI 血流分级 2b~3 级)稍高(67.2%对

表 1 两组患者临床和影像学资料比较

参数	桥接治疗组 (n=64)	EVT 治疗组 (n=71)	t/χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄/岁	69.08±12.26	70.10±11.52	-0.498	0.619
男性/n(%)	38(59.38)	35(49.30)	1.377	0.300
入院 NIHSS 评分	14.69±3.55	13.23±4.38	2.116	0.063
入院 mRS 评分	3.41±2.20	3.04±2.49	1.569	0.119
吸烟史/n(%)	14(21.88)	11(15.49)	0.909	0.380
饮酒史/n(%)	9(14.06)	8(11.27)	0.239	0.796
伴糖尿病/n(%)	13(20.31)	24(33.80)	3.079	0.086
伴高血压/n(%)	57(89.06)	65(91.55)	0.239	0.772
伴心房颤动/n(%)	16(25.00)	21(29.58)	0.354	0.569
伴高脂血症/n(%)	6(9.34)	5(7.04)	0.245	0.756
伴高同型半胱氨酸血症/n(%)	5(7.81)	13(18.31)	3.210	0.082
发病至 MRI 检查时间/min	157.84±36.75	175.85±85.21	1.049	0.443
发病至开始取栓时间, min	196.38±39.75	213.15±89.76	1.774	0.365
入院 DWI 梗死体积/mL	20.75±18.88	23.34±18.25	-0.809	0.420
血管闭塞部位/n(%)			1.271	0.530
颈内动脉	13(20.31)	14(19.72)		
大脑中动脉 M1 段	39(60.94)	38(53.52)		
大脑中动脉 M2 段	12(18.75)	19(26.76)		
ASITN 分级	3.13±0.54	2.27±1.22	4.463	0.035

52.1%)、取栓次数稍低(2.05±0.70 对 2.73±0.68)、术后出血转化比例稍高(42.2%对 40.9%)、治疗后 DWI 梗死体积稍低[(29.50±19.31) mL 对 (32.87±18.50) mL], 但差异均无统计学意义($P > 0.05$); 两组 Heidelberg 分型均为 2 型比例最高, 治疗后血压和围手术期抗凝药、抗血小板药治疗差异均无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

表 2 两组患者治疗后情况比较

参数	桥接治疗组 (n=64)	EVT 治疗组 (n=71)	t/χ^2 值	<i>P</i> 值
发病至血管再通时间/min	207.19±23.60	239.78±90.32	1.105	0.213
mTICI 2b~3 级/n(%)	43(67.18)	37(52.11)	3.168	0.082
取栓次数	2.05±0.70	2.73±0.68	0.158	0.875
术后出血转化/n(%)	27(42.19)	29(40.85)	0.025	1.000
Heidelberg 分型/n(%)			0.380	0.999
1a 型	3(4.69)	4(5.63)		
1b 型	5(7.81)	5(7.04)		
1c 型	9(14.06)	10(14.08)		
2 型	33(51.56)	35(49.30)		
3a 型	1(1.56)	2(2.82)		
3b 型	0	0		
3c 型	12(18.75)	14(19.72)		
3d 型	1(1.56)	1(1.41)		
治疗后 DWI 梗死体积/mL	29.50±19.31	32.87±18.50	-1.033	0.304
治疗后收缩压/mmHg*	140.50±21.63	145.81±19.15	1.158	0.757
治疗后舒张压/mmHg*	92.71±15.89	97.29±11.45	4.330	1.668
围术期抗凝药治疗/n(%)	34(53.13)	46(64.79)	1.897	0.220
围术期抗血小板治疗/n(%)	33(51.56)	42(59.15)	0.786	0.391

*1 mmHg=0.133 kPa

桥接治疗组入院至出院 NIHSS 评分变化(6.22±2.06 对 3.68±2.05)、入院至出院 mRS 评分变化(0.95±

1.01 对 0.44 ± 0.77)、出院 mRS 评分 0~2 分比例 (54.69% 对 36.62%)、3 个月 mRS 评分 0~2 分比例 (64.1% 对 43.7%) 均高于 EVT 治疗组 ($P < 0.05$)，两组间死亡率 (10.9% 对 7.0%) 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，见表 3、图 1~2。

表 3 两组患者预后比较

参数	桥接治疗组 (n=64)	EVT 治疗组 (n=71)	t/χ^2 值	P 值
入院至出院 NIHSS 评分变化	6.22 ± 2.06	3.68 ± 2.05	7.173	<0.001
入院至出院 mRS 评分变化	0.95 ± 1.01	0.44 ± 0.77	3.351	0.001
出院 mRS 评分 0~2 分/n(%)	35(54.69)	26(36.62)	4.436	0.039
3 个月 mRS 评分 0~2 分/n(%)	41(64.06)	31(43.66)	5.628	0.025
死亡/n(%)	7(10.94)	5(7.04)	0.631	0.549

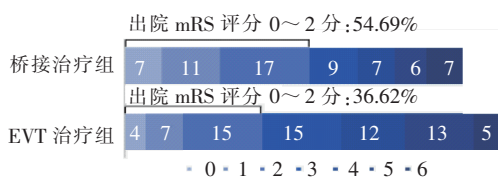


图 1 两组患者出院 mRS 评分分布



图 2 两组患者 3 个月 mRS 评分分布

以患者是否预后良好为因变量、表 1、表 2 中参数及 EVT 治疗前是否行 IVT 治疗为自变量进行二分类多因素 logistic 回归分析 (向前法)，结果显示入院 DWI 梗死体积 ($OR=0.723$, $95\%CI=0.254 \sim 1.698$, $P=0.032$)、侧支循环 ($OR=6.062$, $95\%CI=1.563 \sim 26.971$, $P=0.012$)、血管再通程度 ($OR=0.091$, $95\%CI=0.024 \sim 0.489$, $P=0.035$) 和 EVT 术前 IVT ($OR=9.514$, $95\%CI=1.832 \sim 35.245$, $P=0.008$) 是急性缺血性脑卒中患者预后的独立影响因素。

3 讨论

急性缺血性脑卒中治疗关键是尽早开通闭塞血管、恢复血流、挽救缺血半暗带组织，超早期 IVT 治疗和 EVT 术是恢复梗死区血流灌注的重要措施。目前有较多研究显示 EVT 治疗大动脉闭塞性脑卒中与 IVT 相比，具有明显效果^[6-8]。这些研究中有 5/6 患者在急诊治疗中接受 EVT 术前 IVT 治疗，结果显示桥接治疗不会引起干预期间或之后颅内出血风险增加，但桥接治疗对比单纯 EVT 术是否有助于促进更好的血管再通和预后并未进一步研究。关于急

性缺血性脑卒中桥接治疗与单纯 EVT 治疗的临床效果比较，目前仍存争议。

本研究中除两组患者间入院 NIHSS 评分、入院 mRS 评分、入院 DWI 梗死体积等差异均无统计学意义外，所有治疗时间均在 6 h 内，且发病至 MRI 检查时间、发病至开始取栓时间差异亦无统计学意义，治疗结果显示桥接治疗组与 EVT 治疗组相比侧支循环较丰富，血管再通成功率 (mTICI 血流 2b/3 级) 稍高，取栓次数稍低。有研究认为 EVT 术前 IVT 可促进纤维蛋白溶解过程，减少取栓支架应用数量和微血管血栓再生频率，从而提高血管再通率^[9-10]。本研究中桥接治疗组患者侧支循环评估基于 DSA 造影下 ASITN 分级，且在 IVT 治疗后评估，因此侧支循环情况可能受 IVT 药物影响，这也可能是桥接治疗组与单纯 EVT 治疗组侧支循环存在差异的原因。本研究还提示，尽管桥接治疗组患者术后出血转化比例稍高于单纯 IVT 治疗组，但差异无统计学意义。这与近期报道^[1,11]结果一致。

本研究通过对出院和 3 个月预后评估发现，桥接治疗组患者出院和 3 个月预后均显著好于单纯 EVT 治疗组，多因素 logistic 回归分析发现 EVT 术前行 IVT 是急性缺血性脑卒中患者预后独立预测因子。Behme 等^[12]研究发现大脑中动脉闭塞的急性脑卒中患者接受桥接治疗能促进更好的血管再通率并改善预后。Merlino 等^[13]研究显示桥接治疗与单纯 EVT 治疗相比，可显著改善患者近期临床症状和远期预后。这些结果可部分解释 IVT 对脑缺血再灌注时血栓溶解的影响。组织纤溶酶因子通过将纤溶酶原转化为纤溶酶在凝血级联反应中发挥作用。因此，IVT 似乎在一定程度上诱导了 EVT 术前的溶栓效果。然而，有部分研究报道认为急性缺血性脑卒中患者桥接治疗与单纯 EVT 治疗效果大致相仿^[14-15]。产生这种差异可能是样本异质性、样本量大小以及 EVT 时间、血管再通时间等不同的缘故。本研究所有患者均为急性前循环大动脉闭塞性脑卒中，且发病时间为 6 h 内，经卒中绿色通道接受治疗。以往已有较多研究探讨急性缺血性脑卒中 EVT 术后预后的影响因素，本研究将桥接治疗和单纯 EVT 治疗患者共同纳入并通过临床和影像学资料分析预后影响因素，结果显示入院 DWI 梗死体积、侧支循环、血管再通程度和 EVT 术前 IVT 治疗是急性缺血性脑卒中患者预后的独立影响因素。以往研究表明急性脑卒中梗死体积可决定患者最终预后^[16]。DWI 梗死体积 70~100 mL 显露恶性特征，具

有较高的不良预后风险^[17],而入院梗死体积 <40 mL 时患者预后通常较好^[18]。以往研究表明良好的侧支循环是急性闭塞性脑卒中治疗预后的重要因素。丰富的侧支循环可改善血管血流,拯救缺血半暗带,对 EVT 治疗患者预后具有较好的预测价值^[19]。目前主要通过 mTICI 血流评分评估 EVT 术后再灌注状态,尽管多数研究将 mTICI 血流 3 级和 2b 级定义为血管成功再通,但与 2b 级相比,3 级血流灌注与住院期间更大的神经功能改善及 3 个月更佳功能预后相关^[20]。

本研究为回顾性分析,存在一定局限性,有潜在的样本选择性偏差可能;出于伦理考虑,所有入院 MRI 检查均在 IVT 治疗后进行,IVT 可能对入院 DWI 梗死体积有影响。因此为了降低其影响,所有患者均经绿色通道治疗,IVT 治疗后立即行 MRI 检查。

综上所述,EVT 术前 IVT 可改善急性缺血性脑卒中患者预后,入院 DWI 梗死体积、侧支循环、血管再通程度及是否行 IVT 有助于综合评估预后,指导临床康复治疗。

[参 考 文 献]

- [1] Pan X, Liu G, Wu B, et al. Comparative efficacy and safety of bridging strategies with direct mechanical thrombectomy in large vessel occlusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine*, 2019, 98: e14956.
- [2] 杨建道,周永明,孟令磊,等. 静脉溶栓桥接机械取栓治疗急性脑梗死临床效果[J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28:786-789.
- [3] 黄文立,宫淑杰,吴志生,等. 急性脑梗死合并前循环大血管闭塞患者桥接治疗和机械取栓临床效果分析[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2019, 36:147-149.
- [4] 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 2018[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51:666-682.
- [5] von Kummer R, Broderick JP, Campbell BC, et al. The Heidelberg bleeding classification: classification of bleeding events after ischemic stroke and reperfusion therapy[J]. *Stroke*, 2015, 46: 2981-2986.
- [6] Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378: 708-718.
- [7] Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial[J]. *Lancet Neurol*, 2016, 15: 1138-1147.
- [8] van den Berg LA, Dijkgraaf MG, Berkhemer OA, et al. Two-year outcome after endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376: 1341-1349.
- [9] Esilles JP, Loyau S, Syvannarath V, et al. Alteplase reduces downstream microvascular thrombosis and improves the benefit of large artery recanalization in stroke[J]. *Stroke*, 2015, 46: 3241-3248.
- [10] Guedin P, Larcher A, Decroix JP, et al. Prior IV thrombolysis facilitates mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2015, 24: 952-957.
- [11] Katsanos AH, Malhotra K, Goyal N, et al. Intravenous thrombolysis prior to mechanical thrombectomy in large vessel occlusions[J]. *Ann Neurol*, 2019, 86: 395-406.
- [12] Behme D, Kabbasch C, Kowoll A, et al. Intravenous thrombolysis facilitates successful recanalization with stent-retriever mechanical thrombectomy in middle cerebral artery occlusions[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25: 954-959.
- [13] Merlino G, Sponza M, Petralia B, et al. Short and long-term outcomes after combined intravenous thrombolysis and mechanical thrombectomy versus direct mechanical thrombectomy: a prospective single-center study [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2017, 44: 203-209.
- [14] Abilleira S, Ribera A, Cardona P, et al. Outcomes after direct thrombectomy or combined intravenous and endovascular treatment are not different[J]. *Stroke*, 2017, 48: 375-378.
- [15] Broeg - Morvay A, Mordasini P, Bernasconi C, et al. Direct mechanical intervention versus combined intravenous and mechanical intervention in large artery anterior circulation stroke: a matched-pairs analysis[J]. *Stroke*, 2016, 47: 1037-1044.
- [16] Yoo AJ, Chaudhry ZA, Nogueira RG, et al. Infarct volume is a pivotal biomarker after intra-arterial stroke therapy[J]. *Stroke*, 2012, 43: 1323-1330.
- [17] Lansberg MG, Straka M, Kemp S, et al. MRI profile and response to endovascular reperfusion after stroke(DEFUSE 2): a prospective cohort study[J]. *Lancet Neurol*, 2012, 11: 860-867.
- [18] Ribo M, Tomasello A, Lemus M, et al. Maximal admission core lesion compatible with favorable outcome in acute stroke patients undergoing endovascular procedures[J]. *Stroke*, 2015, 46: 2849-2852.
- [19] Piedade GS, Schirmer CM, Goren O, et al. Cerebral collateral circulation: a review in the context of ischemic stroke and mechanical thrombectomy[J]. *World Neurosurg*, 2019, 122: 33-42.
- [20] Goyal N, Tsivgoulis G, Frei D, et al. Comparative safety and efficacy of modified TICI 2b and TICI 3 reperfusion in acute ischemic strokes treated with mechanical thrombectomy[J]. *Neurosurgery*, 2018, 83: 593.

(收稿日期:2020-03-25)

(本文编辑:边 佑)