

## 急性前循环缺血性脑卒中取栓治疗患者的临床特点及预后

叶立 杨卫民 王水平

安徽医科大学第一附属医院,安徽 合肥 230022

通信作者:叶立

**【摘要】** 目的 分析急性前循环缺血性脑卒中取栓治疗患者的临床特点及预后。方法 回顾性纳入 2020-06—2021-09 安徽医科大学第一附属医院取栓治疗的急性前循环缺血性脑卒中患者,共入组 71 例患者,分别接受直接取栓或桥接治疗(静脉溶栓后桥接取栓治疗)。分析所有患者的人口学资料、脑血管病高危因素、美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、是否静脉溶栓、卒中 TOAST 分型、闭塞部位及影像学资料。患者临床预后的评估使用 90 d 改良 Rankin 量表(mRS),并发症的主要评估指标是术后 24 h 症状性颅内出血。结果 直接取栓患者 42 例,占 59.2%,桥接治疗患者 29 例,占 40.8%。大动脉粥样硬化型和心源性栓塞型是最主要的 TOAST 分型,分别占 52.1%和 35.2%。大动脉粥样硬化型患者和心源性栓塞型患者基线 NIHSS 评分、静脉溶栓比例及闭塞部位差异无统计学意义( $P>0.05$ ),术后 24 h 症状性颅内出血(SICH)发生率、预后良好比例(mRS $\leq 2$ )及 90 d 病死率(mRS=6)差异无统计学意义( $P>0.05$ )。直接取栓患者与桥接治疗患者在 SICH 发生率、预后良好比例及 90 d 病死率上差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结论 取栓治疗是急性前循环缺血性脑卒中的一项有效治疗方法,大动脉粥样硬化型及心源性栓塞型患者取栓治疗以及直接取栓与桥接治疗的有效性及安全性无差异。

**【关键词】** 缺血性脑卒中;取栓治疗;静脉溶栓;桥接治疗;临床特点

**【中图分类号】** R743.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-5110 (2022) 05-0534-06

**基金项目:** 2017 年中国脑卒中高危人群干预适宜技术研究及推广项目(编号:GN-2017R0001)

### Clinical features and prognosis of endovascular thrombectomy in patients with acute anterior circulation ischemic stroke

YE Li, YANG Weimin, WANG Shuiping

The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Corresponding author: YE Li

**【Abstract】 Objective** To evaluate the clinical features and prognosis of endovascular thrombectomy in patients with acute anterior circulation ischemic stroke. **Methods** Patients with acute precirculation ischemic stroke treated by thrombectomy in the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University from June 2020 to September 2021 were retrospectively enrolled. A total of 71 patients with acute anterior circulation ischemic stroke were enrolled, and all patients were divided into group treated with mechanical thrombectomy alone and group treated with mechanical thrombectomy after intravenous thrombolysis. Demographic and clinical information about risk factors for cerebrovascular disease, the United States National Institutes of Health stroke scale (NIHSS) score, whether or not intravenous thrombolysis, vessel occlusion location, stroke etiology classification and imaging data were evaluated. 90-day modified Rankin scale (mRS) score was used to evaluate clinical prognosis, and the symptomatic intracranial hemorrhage (SICH) within 24 hours was used as a primary index for safety assessment. **Results** Direct endovascular treatment was performed in 42 patients (59.2%) and bridging therapy was performed in 29 patients (40.8%). Large artery atherosclerosis and cardioembolism were the most TOAST types, accounting

DOI: 10.12083/SYSJ.220324

收稿日期 2022-03-16 本文编辑 夏保军

本文引用信息:叶立,杨卫民,王水平. 急性前循环缺血性脑卒中取栓治疗患者的临床特点及预后[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2022, 25(5): 534-539. DOI: 10.12083/SYSJ.220324

**Reference information:** YE Li, YANG Weimin, WANG Shuiping. Clinical features and prognosis of endovascular thrombectomy in patients with acute anterior circulation ischemic stroke [J]. Chinese Journal of Practical Nervous Diseases, 2022, 25(5): 534-539. DOI: 10.12083/SYSJ.220324

for 52.1% and 35.2%, respectively. There were no significant differences in baseline NIHSS score, intravenous thrombolysis ratio and occlusion site between patients with large artery atherosclerosis and patients with cardioembolism ( $P>0.05$ ). There were no significant differences in the incidence of symptomatic intracranial hemorrhage (SICH) 24 hours after operation, proportion of good prognosis ( $mRS\leq 2$ ) and 90-day mortality ( $mRS=6$ ) ( $P>0.05$ ). There were no significant differences in the incidence of SICH, the proportion of good prognosis and 90-day mortality between patients with direct endovascular treatment and those with bridging therapy ( $P>0.05$ ). **Conclusion** Endovascular thrombectomy is one effective treatment for patients with acute anterior circulation ischemic stroke, and there is no difference in the safety and effectiveness between bridging therapy and direct mechanical thrombectomy as well as between large artery atherosclerosis patients and patients with cardioembolism treated with endovascular thrombectomy.

**【Key words】** Ischemic stroke; Thrombectomy; Intravenous thrombolysis; Bridging therapy; Clinical features

急性缺血性脑卒中是中老年高致残率与高致死率的疾病之一,且随着老龄化加剧,其发病率逐年攀升<sup>[1]</sup>。对于急性缺血性脑卒中,最理想的治疗是尽早实现血管再通,恢复脑灌注,拯救缺血半暗带,超急性期治疗主要有溶栓和取栓<sup>[2]</sup>。随着大量临床研究证实,血管内取栓治疗已逐渐成为急性缺血性脑卒中患者最主要的治疗方法之一<sup>[3]</sup>。缺血性脑卒中患者往往具有多种脑血管病的高危因素或基础疾病,取栓治疗的缺血性脑卒中患者有怎样的临床特点及预后,取栓治疗对于不同分型的缺血性脑卒中,如大动脉粥样硬化型及心源性栓塞型是否存在差异,都有待进一步探讨和研究。对急性前循环缺血性脑卒中患者采取静脉溶栓后机械取栓治疗(简称桥接治疗)已成为脑血管病指南推荐的一线治疗方案。2020-05 由长海医院牵头的 DIRECT-MT 研究结果发布,指出单纯动脉取栓不劣于桥接治疗,可以越过静脉溶栓行直接动脉取栓<sup>[4]</sup>。然而,欧洲卒中组织(European Stroke Organisation, ESO)2022 年最新共识指出,发病时间在 4.5 h 以内的急性前循环大血管闭塞患者,仍首推桥接治疗,而非单纯取栓<sup>[5]</sup>。桥接治疗的有效性及其安全性是否优于直接取栓仍有待进一步研究和明确<sup>[6]</sup>。因此,本研究回顾性分析急性前循环缺血性脑卒中取栓和桥接治疗患者的临床特点及预后,并对比分析大动脉粥样硬化型卒中及心源性栓塞型卒中以及直接取栓与桥接治疗有效性及安全性的差异。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 回顾性纳入 2020-06—2021-09 入住安徽医科大学第一附属医院的患者,术前经头颈 CT 血管成像(CT angiography, CTA)证实存在急性前循环大血管闭塞,符合急性缺血性脑卒中诊疗指南的诊断标准,同时符合血管内机械取栓治疗的各项要求。所有患者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,共入组 71 例患者。本研究得到安徽医科大学第一附属医院医学伦理委员会批准[批号: PJ2018-04-05(2)],患者或近亲属对研究方案签署知情同意书。

**纳入标准:**(1)年龄 $\geq 18$ 岁;(2)入院时患者 CTA 证实为大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)或颈内动脉(internal carotid artery, ICA)闭塞,且为责任血管;(3)发病时间 $\leq 6$  h;(4)发病前改良 Rankin 量表(modified Rankin Scale, mRS)评分 $\leq 2$ 分。

**排除标准:**(1)CT 证实存在颅内出血或近 3 周有颅内出血史者;(2)夹层动脉瘤所致急性前循环大血管闭塞者;(3)后循环大血管闭塞或同时存在前后循环大血管闭塞者;(4)存在其他脏器的严重疾病或预期寿命不超过半年的患者。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 人口学及临床资料:**根据病例资料,记录所有入组患者的人口学信息,评估患者存在的脑血管病高危因素,包括糖尿病、原发性高血压、高脂血症、房颤、脑卒中史及吸烟史等,记录患者入院时 NIHSS 评分、是否接受溶栓治疗、血管闭塞部位及卒中 TOAST (Trial of ORG 10172 in acute stroke treatment)分型。

NIHSS 是目前广泛使用的评估卒中患者病情严重程度他评问卷,NIHSS 共包含 15 个子项目,总分 42 分,得分越高,表明患者病情越严重。TOAST 分型是目前最常使用的缺血性脑卒中的病因学分型,TOAST 将缺血性脑卒中病因分型分为大动脉粥样硬化型、心源性栓塞型、小动脉闭塞型、有其他明确病因型及不明原因型。

**1.2.2 静脉溶栓和血管内治疗:**对术前经 CTA 证实存在急性颈内动脉或大脑中动脉闭塞的患者,同时符合血管内取栓(包括直接取栓和桥接治疗取栓)治疗要求的患者采取取栓治疗,影像学表现见图 1。对于发病在阿替普酶(rt-PA)静脉溶栓时间窗内患者,排除禁忌证和家属签字同意后给予 rt-PA 静脉溶栓治疗(0.9 mg/kg,最大剂量 90 mg),根据取栓前是否

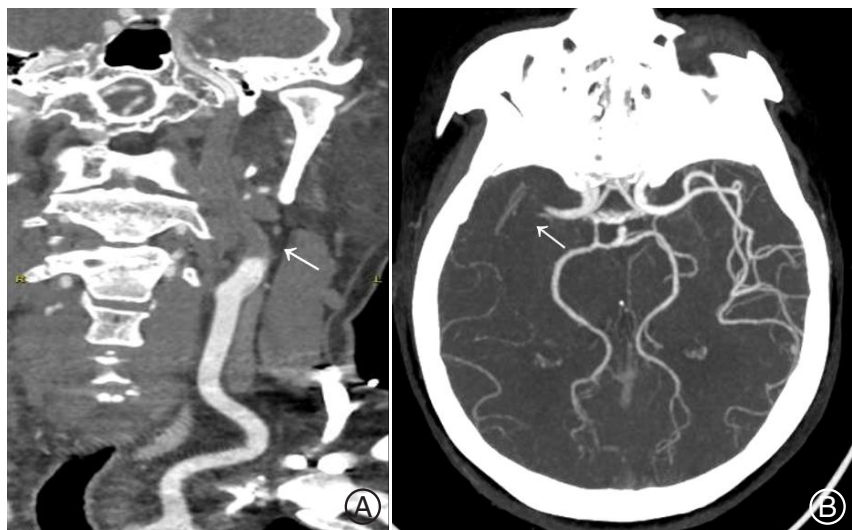


图1 急性颈内动脉或大脑中动脉闭塞(图中箭头标记处) A:急性左侧颈内动脉闭塞;B:急性右侧大脑中动脉闭塞

Figure 1 Acute internal carotid artery or middle cerebral artery occlusion (arrow position in figure). A: Acute left internal carotid artery occlusion; B: Acute occlusion of right middle cerebral artery

接受静脉溶栓分为直接取栓组(42例)与桥接治疗组(静脉溶栓后桥接取栓治疗,29例)。

1.2.3 有效性及安全性评估:3个月mRS评分作为主要疗效结局指标,mRS是目前广泛使用的用于评估卒中患者功能恢复情况的他评问卷,mRS共分为7个(0~6分)不同的等级,等级越高,表明患者恢复情况越差。mRS评分 $\leq 2$ 分定义为功能预后良好,其中mRS=6分为患者死亡。术后24h症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, SICH)和非症状性颅内出血(asymptomatic intracranial hemorrhage, aSICH)为安全性结局指标。症状性颅内出血定义:术后头颅CT显示任何类型的颅内出血,且术后NIHSS评分较术前增加 $\geq 4$ 分。

1.3 统计学方法 统计分析采用SPSS 20.0软件,计数资料使用率(%)表示,组间比较使用 $\chi^2$ 检验。计量资料符合正态分布的用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,不符合正态分布的数据使用中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。采用多因素Logistic回归分析不同因素与患者预后的关系。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 基线资料 急性前循环缺血性脑卒中机械取栓治疗患者特点:共纳入男性患者44例,女性患者27例,平均年龄68.5岁;几乎所有患者都具有原发性高血压(44例,占62.0%)、糖尿病(14例,占19.7%)、房颤(25例,占35.2%)、高脂血症(13例,占18.3%)或吸

烟(26例,占36.6%)中的一种或几种脑血管病高危因素,其中部分患者既往有脑卒中史(14例,占19.7%)。

2.2 临床资料 急性前循环缺血性脑卒中机械取栓治疗患者入院时基线NIHSS评分 $[14.0(12.0, 16.0)]$ 分,其中轻度卒中患者(NIHSS评分 $< 8$ 分)2例,占2.8%;中重度卒中患者(NIHSS评分 $\geq 8$ 分)69例,占97.2%。直接取栓患者42例,占59.2%;桥接治疗患者29例,占40.8%。大动脉粥样硬化型卒中是最主要的TOAST分型,共37例,占52.1%;心源性栓塞型共25例,占35.2%;其他分型9例,占12.7%。按照闭塞部位分为大脑中

动脉闭塞和颈内动脉闭塞,其中大脑中动脉闭塞患者44例,占62.0%;颈内动脉闭塞患者27例,占38.0%。

2.3 临床预后和并发症 术后24h SICH患者7例(9.9%),术后24h aSICH患者17例(23.9%)。术后90d,机械取栓治疗患者预后良好17例(23.9%),预后一般39例(54.9%),死亡15例(21.1%)。经综合评估,其中7例患者死亡与血管内治疗有关,4例为术后脑出血诱发脑疝死亡,3例为术后高灌注死亡。脑出血死亡指的是患者术中血管受损,术后即刻头颅CT发现术区有出血,后出血诱发脑疝死亡。高灌注指的是术后(通常为12~24h)复查头颅CT示术区出现弥漫性的脑白质水肿,可伴出血。

2.4 大动脉粥样硬化型与心源性栓塞型卒中患者临床资料、预后和并发症比较 2组患者术前NIHSS评分、闭塞部位及静脉溶栓比例差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。心源性栓塞患者术后24h SICH的发生率、术后90d病死率(mRS=6)均高于大动脉粥样硬化型患者,差异无统计学意义(分别为 $P=0.059$ 、 $P=0.079$ )。2组患者预后良好比例(mRS $\leq 2$ )及预后一般比例( $3 \leq mRS \leq 5$ )差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ )。见表1。

2.5 直接取栓治疗与桥接治疗患者的基线资料、临床资料、预后及并发症比较 2组患者的性别构成、年龄及脑血管病高危因素差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。直接取栓组患者脑卒中史比例高于桥接治疗组,差异有统计学意义( $P=0.024$ )。见表2。2组患者

术前 NIHSS 评分及闭塞部位差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 2 组患者术后 24 h SICH 发生率、90 d 预后良好比例 ( $mRS \leq 2$ ) 及病死率差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 3。

表 1 大动脉粥样硬化型与心源性栓塞型卒中患者临床资料、预后和并发症比较

Table 1 Comparison of clinical data, prognosis and complications of patients with major atherosclerotic stroke and cardiogenic embolic stroke

组别	<i>n</i>	NIHSS 评分/[分, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	ICA 闭塞 [n(%)]	静脉溶栓 [n(%)]	mRS 0~2 分[n(%)]	mRS 3~5 分[n(%)]	mRS 6分 [n(%)]	SICH [n(%)]	aSICH [n(%)]
大动脉粥样硬化型	37	13.0(12.0, 15.0)	15(40.5)	17(45.9)	10(27.0)	22(59.5)	5(13.5)	1(2.7)	13(35.1)
心源性栓塞型	25	15.0(12.0, 17.0)	9(36.0)	10(40.0)	6(25.0)	11(44.0)	8(32.0)	4(16.0)	4(16.0)
$\chi^2/Z$ 值		-1.113 <sup>a</sup>	0.130	0.215	0.071	1.432	3.077	3.558	2.745
<i>P</i> 值		0.266	0.719	0.643	0.789	0.231	0.079	0.059	0.098

注:<sup>a</sup>为 *Z* 值

表 2 直接取栓与桥接治疗患者基线资料比较 [n(%)]

Table 2 Comparison of baseline data between direct endovascular treatment versus bridging therapy [n(%)]

组别	<i>n</i>	男性	年龄/岁 <sup>a</sup>	原发性高血压	糖尿病	房颤	高脂血症	吸烟史	脑卒中史
直接取栓组	42	24(57.1)	69.7±15.7	23(54.8)	9(21.4)	15(35.7)	7(16.7)	13(31.0)	12(28.6)
桥接治疗组	29	20(69.0)	66.8±11.0	21(72.4)	5(17.2)	10(34.5)	6(20.7)	13(44.8)	2(6.9)
$\chi^2/t$ 值		1.017	0.866 <sup>b</sup>	2.268	0.190	0.011	0.186	1.423	5.091
<i>P</i> 值		0.313	0.389	0.132	0.663	0.915	0.667	0.233	0.024 <sup>*</sup>

注:<sup>a</sup>以  $\bar{x} \pm s$  表示, <sup>b</sup>为 *t* 值, <sup>\*</sup> $P < 0.05$

表 3 直接取栓与桥接治疗患者临床症状、预后和并发症比较

Table 3 Comparison of clinical symptoms, prognosis and complications between direct endovascular treatment versus bridging therapy

组别	<i>n</i>	NIHSS 评分/[分, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	ICA 闭塞 [n(%)]	mRS 0~2 分 [n(%)]	mRS 3~5 分 [n(%)]	mRS 6分 [n(%)]	SICH [n(%)]	aSICH [n(%)]
直接取栓组	42	15.0(12.0, 16.0)	15(35.7)	9(21.4)	24(57.1)	9(21.4)	4(9.5)	11(26.2)
桥接治疗组	29	14.0(12.0, 16.5)	12(41.7)	9(31.0)	14(48.3)	6(20.7)	3(10.3)	6(20.7)
$\chi^2/Z$ 值		-0.018 <sup>a</sup>	0.234	0.836	0.542	0.006	0.013	0.285
<i>P</i> 值		0.986	0.629	0.360	0.462	0.940	0.909	0.593

注:<sup>a</sup>为 *Z* 值

**2.6 预后影响因素的多因素回归分析** 采用多因素 Logistic 回归分析患者预后的影响因素。对因变量进行赋值:良好预后=1,不良预后=0;对自变量进行赋值:大动脉粥样硬化型=1,心源性栓塞=0;桥接治疗=1,直接取栓=0;男性=1,女性=0;高龄(年龄>65岁)=1,低龄(年龄≤65岁)=0;重症患者(基线 NIHSS>15分)=1,非重症患者(基线 NIHSS≤15分)=0;ICA 闭塞=1, MCA 闭塞=0。采用直接进入法将变量纳入回归方程,首先对 TOAST 分型进行分析,在调整性别、年龄、基线 NIHSS 及闭塞部位后,TOAST 分型与良好预后无相关 ( $B = -0.195, SE = 0.686, Wald = 0.081, P = 0.776, 95\% CI = 0.215 \sim 3.155$ )。此外,进一步分析手术方式与良好预后的关系,在调整相同的变量后,发

现手术方式与良好预后无相关 ( $B = 0.452, SE = 0.619, Wald = 0.532, P = 0.466, 95\% CI = 0.467 \sim 5.283$ )。

### 3 讨论

急性缺血性脑卒中缺少及时有效的治疗方法,而急性大血管闭塞性脑卒中患者治疗方法更有限,很多患者因未在时间窗内到达医院而错过溶栓。2015年,《新英格兰》杂志公布了具有划时代意义的5项大型研究结果<sup>[7-11]</sup>,使急性前循环缺血性脑卒中取栓治疗的优势得以逐渐显现,现已被各国卒中指南推荐为主要治疗方法之一<sup>[3]</sup>。同样,本研究也显示,取栓治疗是急性前循环缺血性脑卒中中的一项有效治疗方法,取栓治疗大脉粥样硬化型及心源性栓塞型

患者以及直接取栓与桥接治疗的有效性及安全性无差异。

本研究发现,取栓治疗患者具有较多的脑血管病高危因素,这些高危因素促使动脉粥样硬化的产生,在动脉粥样硬化引发的血管狭窄病变基础上原位血栓形成,或动脉粥样硬化斑块脱落导致的动脉-动脉栓塞是大血管闭塞形成的重要机制<sup>[12-14]</sup>。既往关于亚洲人群的研究显示,糖尿病、原发性高血压是颅内大血管狭窄或闭塞的独立危险因素,最常见的受累血管为大脑中动脉,且糖尿病性脑梗死患者血管病变范围广泛,中重度狭窄比例更高<sup>[15-20]</sup>。也有研究证实,吸烟、高糖化血红蛋白是患者发生脑动脉狭窄的独立影响因素<sup>[21]</sup>,其中高血糖是急性缺血性脑卒中取栓术后发生脑出血及不良预后的独立危险因素<sup>[22]</sup>。

心源性栓塞是急性缺血性脑卒中的又一重要类型,而房颤诱发的心源性栓塞是最主要类型之一,房颤也是影响卒中预后的独立危险因素<sup>[23]</sup>。研究证实,取栓治疗对于急性前循环大血管闭塞性脑卒中安全有效,但对于不同的 TOAST 分型(大动脉粥样硬化型 vs 心源性栓塞型)取栓效果尚无统一结论。有研究显示,两种亚型取栓治疗的安全性及有效性无差异,同时也有研究证实房颤患者取栓较大动脉粥样硬化型取栓的远期预后差。本研究发现,术后 24 h SICH 发生率、90 d 病死率差异无统计学意义,但心源性栓塞型患者高于大动脉粥样硬化型患者,主要原因可能是心源性栓塞患者尚未形成良好的侧支循环。大动脉粥样硬化型卒中通常是在血管进行性狭窄的基础上突发的血管闭塞,充足的时间允许侧支循环的形成,而心源性栓塞型患者发病突然,良好的侧支循环尚未建立。良好的侧支循环可改善缺血脑组织的血流灌注,延缓神经损伤的发生,减小神经损伤的范围<sup>[24]</sup>。因此,心源性栓塞诱发的急性大血管闭塞患者侧支循环差,梗死面积大,神经功能受损更严重<sup>[25-26]</sup>。上述研究结果具有一定的临床意义,为将来手术病人的选择及制定合适的治疗策略提供了参考。

最新的多中心、大样本研究显示,直接取栓治疗与桥接治疗在术后预后良好率、病死率及症状性颅内出血等指标上无差异<sup>[4,27]</sup>,与本研究结果一致,但也有大样本的荟萃分析显示桥接治疗的疗效优于直接取栓治疗<sup>[28]</sup>。支持桥接治疗的学者认为溶栓可在取栓前改善患者血流情况,软化血栓提高血管再通率,溶解远端血管血栓减少缺血区域等。而支持直接取栓的学者则认为,溶栓延长血管内介入治疗时

间,引起栓子破碎造成二次栓塞事件,增加出血转化发生率<sup>[29]</sup>。直接取栓治疗与桥接治疗相比,有效性及安全性孰优孰劣,尚需临床研究进一步验证。虽然长海医院牵头 DIRECT-MT 研究指出可以越过溶栓行直接取栓术<sup>[4]</sup>,然而 2022 年 ESO 最新共识指出,对于发病时间 <4.5 h 的急性前循环大血管闭塞患者,仍首推桥接治疗,而非单纯取栓<sup>[5]</sup>。将来的研究主要聚焦在以下几个方面:桥接治疗是否会延迟血管再通时间,能否会提高血管成功再通率,是否会增加术后颅内出血发生率等<sup>[30-31]</sup>。

本研究入组患者中 15 例术后 90 d 死亡,其中 4 例术后出血诱发脑疝死亡,3 例术后高灌注死亡,这些患者死亡与血管内治疗相关。因此,是否行取栓术以及取栓术式的选择需要更充分的术前评估,特别是更精细的影像学评估,同时建立预测模型,提高手术效果的同时降低病死率。

本研究主要有以下两点有待改进:首先,尽管本研究为连续性入组病例,但为单中心回顾性研究,而非前瞻性多中心研究,结果有待更大样本量研究的进一步验证;其次,预后评估中主要考察患者运动功能的恢复,将来的研究应综合评估患者的恢复情况。

#### 4 参考文献

- [1] WANG W, JIANG B, SUN H, et al. Prevalence, Incidence, and Mortality of Stroke in China: Results from a Nationwide Population-Based Survey of 480-687 Adults [J]. *Circulation*, 2017, 135 (8) : 759-771. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025250.
- [2] SARDANA V, SHRINGI P. Neurological Manifestations of Scrub Typhus: A Case Series from Tertiary Care Hospital in Southern East Rajasthan [J]. *Ann Indian Acad Neurol*, 2020, 23 (6) : 808-811. DOI:10.4103/aian.AIAN\_97\_19.
- [3] POWERS W J, RABINSTEIN A A, ACKERSON T, et al. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association [J]. *Stroke*, 2019, 50 (12) : e344-e418. DOI:10.1161/STR.0000000000000211.
- [4] YANG P, ZHANG Y, ZHANG L, et al. Endovascular Thrombectomy with or without Intravenous Alteplase in Acute Stroke [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382 (21) : 1981-1993. DOI: 10.1056/NEJMoa2001123.
- [5] TURC G, TSIVGOULIS G, AUDEBERT H J, et al. European Stroke Organisation (ESO) -European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) expedited recommendation on indication for intravenous thrombolysis before mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke and anterior circulation large vessel occlusion [J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(3):209. DOI:10.1136/neurintsurg-2021-018589.
- [6] BRACARD S, DUCROCQ X, MAS J L, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial [J]. *Lancet*

- Neurol, 2016, 15 (11) : 1138–1147. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)30177-6.
- [7] BERKHEMER O A, FRANSEN P S, BEUMER D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(1) : 11–20. DOI: 10.1056/NEJMoa1411587.
- [8] GOYAL M, DEMCHUK A M, MENON B K, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372 (11) : 1019–1030. DOI: 10.1056/NEJMoa1414905.
- [9] SAVER J L, GOYAL M, BONAFE A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372 (24) : 2285–2295. DOI: 10.1056/NEJMoa1415061.
- [10] JOVIN T G, 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. DOI: 10.1056/NEJMoa1503780.
- [11] CAMPBELL B C, MITCHELL P J, KLEINIG T J, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(11) : 1009–1018. DOI: 10.1056/NEJMoa1414792.
- [12] DEMPSEY R J, VARGHESE T, JACKSON D C, et al. Carotid atherosclerotic plaque instability and cognition determined by ultrasound-measured plaque strain in asymptomatic patients with significant stenosis [J]. *J Neurosurg*, 2018, 128 (1) : 111–119. DOI: 10.3171/2016.10.JNS161299.
- [13] TSANTILAS P, KUEHNL A, BRENNER E, et al. Anatomic criteria determining high-risk carotid surgery patients [J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2017, 58(2) : 152–160. DOI: 10.2373/6/S0021-9509.17.09882-2.
- [14] YUAN J, MAKRI S G, PATTERSON A, et al. Relationship between carotid plaque surface morphology and perfusion: a 3D DCE-MRI study [J]. *MAGMA*, 2018, 31 (1) : 191–199. DOI: 10.1007/s10334-017-0621-4.
- [15] BORHANI-HAGHIGHI A, EMAMI M, VASAKSI A S, et al. Large-vessel stenosis in the patients with ischemic stroke in Iran: Prevalence, pattern, and risk factors [J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2015, 8(1) : 11–16.
- [16] QURESHI A I, CAPLAN L R. Intracranial atherosclerosis [J]. *Lancet*, 2014, 383 (9921) : 984–998. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61088-0.
- [17] LEI C, WU B, LIU M, et al. Risk factors and clinical outcomes associated with intracranial and extracranial atherosclerotic stenosis acute ischemic stroke [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2014, 23(5) : 1112–1117. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.09.024.
- [18] SUNG Y F, LEE J T, TSAI C L, et al. Risk Factor Stratification for Intracranial Stenosis in Taiwanese Patients With Cervicocerebral Stenosis [J]. *J Am Heart Assoc*, 2015, 4 (12) : e002692. DOI: 10.1161/JAHA.115.002692.
- [19] KIM J S, NAH H W, PARK S M, et al. Risk factors and stroke mechanisms in atherosclerotic stroke: intracranial compared with extracranial and anterior compared with posterior circulation disease [J]. *Stroke*, 2012, 43 (12) : 3313–3318. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.658500.
- [20] APPELROS P, STEGMAYR B, TERÉNT A. Sex differences in stroke epidemiology: a systematic review [J]. *Stroke*, 2009, 40(4) : 1082–1090. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.540781.
- [21] MIZUMA A, YENARI M A. Clinical perspectives on ischemic stroke [J]. *Exp Neurol*, 2021, 338 : 113599. DOI: 10.1016/j.expneurol.2021.113599.
- [22] 汪玲, 白永杰, 资文杰, 等. 高血糖对糖尿病与非糖尿病患者前循环取栓预后的影响研究 [J]. *中国卒中杂志*, 2018, 13(4) : 311–316. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2018.04.004.
- [23] 张宝瑞, 刘爱华, 莫大鹏, 等. 房颤合并急性颅内大动脉闭塞患者的临床特点及机械取栓疗效分析 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99 (39) : 3068–3072. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.39.005.
- [24] GUGLIELMI V, LECOUFFE N E, ZINKSTOK S M, et al. Collateral Circulation and Outcome in Atherosclerotic Versus Cardioembolic Cerebral Large Vessel Occlusion [J]. *Stroke*, 2019, 50 (12) : 3360–3368. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.026299.
- [25] AKBIK F, ALAWIEH A, CAWLEY C M, et al. Differential effect of mechanical thrombectomy and intravenous thrombolysis in atrial fibrillation associated stroke [J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(10) : 883–888. DOI: 10.1136/neurintsurg-2020-016720.
- [26] FREEMAN W D, AGUILAR M I. Prevention of cardioembolic stroke [J]. *Neurotherapeutics*, 2011, 8 (3) : 488–502. DOI: 10.1007/s13311-011-0048-y.
- [27] COUTINHO J M, LIEBESKIND D S, SLATER L A, et al. Combined Intravenous Thrombolysis and Thrombectomy vs Thrombectomy Alone for Acute Ischemic Stroke: A Pooled Analysis of the SWIFT and STAR Studies [J]. *JAMA Neurol*, 2017, 74(3) : 268–274. DOI: 10.1001/jamaneurol.2016.5374.
- [28] TSVIGOULIS G, KATSANOS A H, MAVRIDIS D, et al. Endovascular thrombectomy with or without systemic thrombolysis? [J]. *Ther Adv Neurol Disord*, 2017, 10 (3) : 151–160. DOI: 10.1177/1756285616680549.
- [29] ZHANG J, CHEN S, SHI S, et al. Direct endovascular treatment versus bridging therapy in patients with acute ischemic stroke eligible for intravenous thrombolysis: systematic review and meta-analysis [J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14 (4) : 321–325. DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-017928.
- [30] 谢凯凯, 曹文锋, 项正兵, 等. 桥接治疗和单纯机械取栓治疗在前循环大血管闭塞中的应用研究 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2020, 23(5) : 391–395. DOI: 10.12083/SYSJ.2020.05.197.
- [31] 郭耀强, 白宏英, 录海斌, 等. 单纯机械取栓与联合静脉溶栓治疗前循环颅内大动脉闭塞急性脑梗死患者临床观察 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2021, 24(14) : 1239–1245. DOI: 10.12083/SYSJ.2021.15.022.