

## • 临床研究 Clinical research •

急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲缺血性脑卒中  
血管内治疗

徐 川, 孙 陵, 周文杰, 李晓波, 姜 超, 吕朋华

**【摘要】 目的** 探讨血管内治疗急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲的缺血性脑卒中临床效果。**方法** 回顾性分析 2016 年 10 月至 2019 年 10 月在苏北人民医院接受血管内治疗的 17 例急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲缺血性脑卒中患者临床资料。记录手术时间(股动脉穿刺至再灌注时间)、闭塞部位。采用改良溶栓治疗脑梗死(mTICI)血流分级评估术后血管再通情况。美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分评估术前和术后 24 h 神经功能改善情况。改良 Rankin 量表(mRS)评分评估术后 90 d 预后。**结果** 17 例患者中 Metz I 级(扭曲夹角 $>60^\circ$ )、II/III 级( $\leq 60^\circ$ )者分别为 8 例、9 例,手术时间分别为(105.3 $\pm$ 44.7) min、(151.6 $\pm$ 40.9) min,差异有显著统计学意义( $P=0.004$ )。9 例患者靶血管再通,总再通率为 52.9%,其中 Metz I、II、III 级者分别为 6 例、2 例、1 例;大脑中动脉、颈内动脉闭塞者分别为 7 例(7/11)、2 例(2/6)( $P=0.232$ )。Metz I 级患者 NIHSS 评分由术前(18.8 $\pm$ 4.1)分改善为术后 24 h(14.7 $\pm$ 5.5)分( $P=0.016$ ),Metz II、III 级患者均无改善。术后头颅 CT 发现 2 例颅内出血。术后 90 d 时 8 例患者死亡(47.1%);7 例 mRS 评分 $\leq 2$  分,预后良好,其中 Metz I、II、III 级患者分别有 4、2、1 例;1 例重度残疾(mRS 4 级);1 例生活可半自理(mRS 3 级)。**结论** 血管内治疗急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲缺血性脑卒中时,患者颈内动脉扭曲程度越加大,导管到位难度越增大,手术操作时间延长,血管再通率较低,预后较差。术前评估和选择合适器械尤为重要。

**【关键词】** 前循环;大血管闭塞;颈内动脉扭曲;缺血性脑卒中;血管内治疗

中图分类号:R255.2 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2021)-05-0480-05

**Endovascular treatment for acute ischemic stroke caused by anterior circulation large vessel occlusion associated with internal carotid artery kinking** XU Chuan, SUN Ling, ZHOU Wenjie, LI Xiaobo, JIANG Chao, LÜ Penghua. Department of Interventional Radiology & Department of Neurology, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou, Jiangsu Province 225001, China

Corresponding author: LÜ Penghua, E-mail: 18051062220@163.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the clinical effect of endovascular treatment for acute ischemic stroke caused by anterior circulation large vessel occlusion associated with internal carotid artery kinking. **Methods** The clinical data of 17 patients with acute ischemic stroke caused by anterior circulation large vessel occlusion associated with internal carotid artery kinking, who were admitted to the Northern Jiangsu People's Hospital of China to receive endovascular treatment during the period from October 2016 to October 2019, were retrospectively analyzed. The time spent for operation (from puncturing femoral artery to starting reperfusion) and the occlusion site were recorded. Modified Thrombolysis in Cerebral Infarction (mTICI) was used to evaluate the postoperative vascular recanalization. The National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score was adopted to assess the preoperative and postoperative 24-hour improvement of neurological functions. Modified Rankin Scale (mRS) score was used to estimate postoperative 90-day prognosis. **Results** Of the 17 patients, Metz grade I (kinking angle of the internal carotid artery $>60^\circ$ ) was observed in 8, and Metz grade II/III (kinking angle of the internal carotid artery $\leq 60^\circ$ ) was seen in 9. The time spent for operation in Metz grade I group and Metz grade II/III group was (105.3 $\pm$ 44.7) min and (151.4 $\pm$ 40.9) min respectively, the

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.05.013

作者单位: 225001 江苏扬州 苏北人民医院介入放射科(徐 川、孙 陵、周文杰、吕朋华)、神经内科(李晓波、姜 超)

通信作者: 吕朋华 E-mail: 18051062220@163.com

difference between the two groups was statistically significant ( $P=0.004$ ). Recanalization of target vessels was achieved in 9 patients, the total success rate of recanalization was 52.9%. Among the 9 patients, Metz grade I, II and III were seen in 6 patients, 2 patients and one patient respectively. The occlusion of middle cerebral artery and internal carotid artery was detected in 7(7/11) patients and 2(2/6) patients respectively ( $P=0.232$ ). In Metz grade I group the NIHSS score were decreased from preoperative ( $18.8\pm 4.1$ ) points to postoperative ( $14.7\pm 5.5$ ) points ( $P=0.016$ ), while in Metz grade II/III group the postoperative NIHSS score showed no improvement. Postoperative CT scan revealed intracranial hemorrhage in 2 patients. Eight patients (47.1%) died within 90 days after treatment. Seven patients obtained an mRS score of  $\leq 2$  points and had a good prognosis, among them Metz grade I, II and III were seen in 4 patients, 2 patients and one patient respectively. Severe disability was observed in one patient (mRS grade IV), and another patient (mRS grade III) could manage his daily life in a half self-care way. **Conclusion** In treating acute ischemic stroke caused by anterior circulation large vessel occlusion associated with internal carotid artery kinking with endovascular therapy, the sharper the internal carotid artery kinking angle is, the greater the difficulty of catheter to reach the target site would be, which will increase the operation time and lower the success rate of revascularization with a poor prognosis. Therefore, in order to ensure a satisfactory therapeutic effect the proper preoperative evaluation of lesions and selection of appropriate instruments are very important. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 480-484)

**【Key words】** anterior circulation; large vessel occlusion; carotid artery kinking; ischemic stroke; endovascular treatment

临床上血管内取栓治疗过程中导管系统到位是重要技术环节,复杂的血管解剖可能使操作时间延长并影响预后,颈动脉过于扭曲等病例再通率较低<sup>[1]</sup>。颈内动脉扭曲也称为颈内动脉冗长,指颈部动脉过度伸长扭曲,呈 S 形或 C 形甚至 O 形<sup>[2]</sup>。有研究报道颈内动脉扭曲角度 $<60^\circ$ 时,由于其血流动力学改变,影响脑血流灌注,引起脑血流量下降,是脑缺血发生的危险因素之一,同时颈动脉扭曲处易形成涡流,形成血栓,导致缺血性脑卒中发生率增高。文献报道颈内动脉扭曲发生率为 10%~25%,其中 15%~23% 患者发生缺血性脑血管病<sup>[3]</sup>。近年有多项随机对照研究证实机械取栓治疗前循环急性大血管闭塞可为缺血性脑卒中患者带来显著临床获益<sup>[4-5]</sup>。由于取栓病例逐渐增多,临床上急性大血管闭塞伴颈内动脉扭曲患者并不鲜见。本研究旨在探讨急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲脑卒中患者血管内治疗效果,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性分析 2016 年 10 月至 2019 年 10 月在苏北人民医院接受血管内治疗的 17 例急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲缺血性脑卒中患者临床资料。其中男 10 例,女 7 例;年龄 61~79 岁,平均( $67.5\pm 7.3$ )岁;颈内动脉闭塞 6 例,大脑中动脉闭塞 11 例;伴有高血压 13 例,2 型糖尿病 6 例,心房

颤动 9 例;Metz 造影侧位上颈内动脉扭曲分级 I 级 8 例,II 级 5 例,III 级 4 例。患者纳入标准:①年龄 $\geq 18$  岁;②前循环闭塞发病 6 h 内,超时间窗或发病时间不详需结合多模态影像,明确存在不匹配标准;③头颅 CT 排除出血性脑卒中;④CTA 或 MRA 证实大血管闭塞;⑤术前美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分 $\geq 6$  分;⑥病变侧颈内动脉扭曲。排除标准:①活动性出血或已知有明显出血倾向;②严重心、肝、肾功能不全;③血糖 $<2.7$  mmol/L 或 $>22.2$  mmol/L;④药物无法控制的严重高血压;⑤Alberta 卒中项目早期 CT 评分(ASPECTS) $<6$  分。本研究经医院伦理委员会批准,所有患者(或家属)均签署手术知情同意书。

### 1.2 颈动脉扭曲影像学评价

结合术前 CTA、MRA 或术中 DSA 检查,根据 Metz 影像学观测分级,将两段颈内动脉间夹角 $\leq 90^\circ$ 定义为扭曲<sup>[6]</sup>,并分为 3 级:夹角 $>60^\circ\sim 90^\circ$ 为 I 级; $\geq 30^\circ\sim 60^\circ$ 为 II 级; $<30^\circ$ 为 III 级。

### 1.3 血管内治疗

患者若发病 $<4.5$  h,在神经内科医师进行重组组织型纤溶酶原激活剂(rt-PA, 0.6 mg/kg)静脉溶栓的同时,迅速完善取栓准备工作;若发病 $>4.5$  h 则直接行取栓治疗。患者仰卧位,根据其配合程度给予局部麻醉或全身麻醉,采用改良 Seldinger 技术穿刺右股动脉,置入 8 F 动脉导管鞘(美国 Cook 公司),脑血管造影明确病变部位并评估侧支代偿情

况;8 F 导引导管(美国 Cordis 公司)送至责任颈内动脉(若遇困难则送至颈总动脉),根据造影情况和闭塞位置选择合适的中间导管(一般选择 Navien 导管或 ACE 导管),采用一次通过直接抽吸技术(a direct aspiration first pass technique, ADAPT)取栓<sup>[7]</sup>;若中间导管无法送达闭塞段或抵近血栓位置,0.014 英寸 Transcend 微导丝(美国 Boston 公司)配合下将 Rebar 18/24 微导管(美国 Covidien 公司)送至血管闭塞段远端,微导管造影确认位置、远端血管通畅后,送入 Solitaire AB 支架(美国 Covidien 公司)并打开支架于闭塞段,经中间导管造影明确闭塞段是否恢复血流,血栓是否位于支架有效段内;若位置理想,支架静置 5 min 后,负压抽吸中间导管,缓慢回拉支架,拉出微导管和支架,继续抽吸中间导管至抽出血液为止(若抽不出血液,保持负压缓慢拉出中间导管,再经导引导管用 50 mL 注射器负压抽吸,直至抽出血液),检查支架、中间导管及抽吸血液内有无血栓。每次取栓结束后复查造影观察血管是否再通,必要时多次取栓,一般不超过 5 次。如果操作时间>3 h 仍不能开通血管,则终止手术。术后 24 h 内复查头部 CT 平扫,明确有无出血转化和严重脑水肿。除脑出血患者外,术后 24 h 给予口服阿司匹林(100 mg/d)+氯吡格雷(75 mg/d),3~6 个月后改用阿司匹林(100 mg/d)。术后血压控制在 110~140 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)。

#### 1.4 疗效评估和随访

记录手术时间,即股动脉穿刺至再灌注时间(取栓 3 h 未成功,按 3 h 计算)。根据术中造影记录血栓闭塞位置及与颈内动脉扭曲位置的关系。改良溶栓治疗脑梗死(mTICI)血流分级评估术后血管再通,mTICI 分级 $\geq 2b$ 级定义为血管再通成功。NIHSS 评分评估患者术前和术后 24 h 神经功能改善情况。主要安全性结局评价指标为术后症状性脑出血,根据欧洲急性脑卒中协作研究(ECASS) II 标准予以评定,NIHSS 评分增加 $\geq 4$ 分为神经系统功能恶化。改良 Rankin 量表(mRS)评分评估术后 90 d 神经功能状态,mRS 评分 $\leq 2$ 分为预后良好, $\geq 3$ 分(包括死亡)为预后不良。

#### 1.5 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,两组间比较用独立样本  $t$  检验,计数资料以率表示, $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

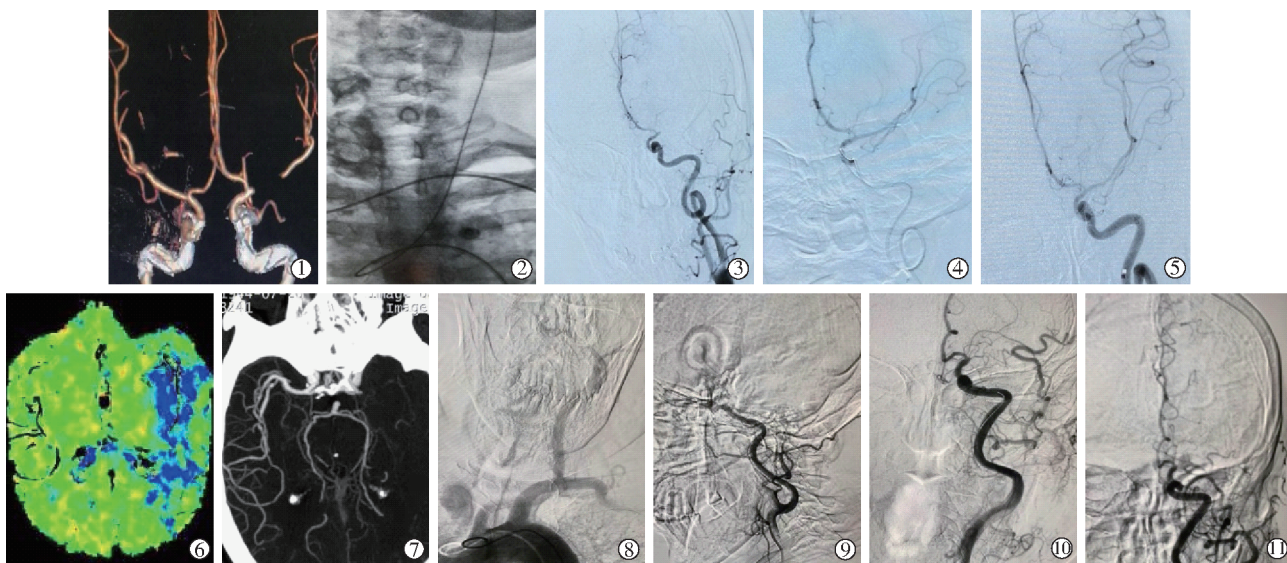
## 2 结果

17 例患者一般临床资料见表 1。11 例大脑中动脉闭塞患者中 Metz I 级 5 例,II 级 4 例,III 级 2 例。6 例颈内动脉闭塞患者中 Metz I 级 3 例,闭塞部位分别位于 C7、C6、C4 段;II 级 1 例,闭塞部位位于 C5 段;III 级 2 例,闭塞部位分别位于 C7、C1 段。仅 1 例 Metz III 级患者闭塞部位位于扭曲的颈内动脉,其余均位于扭曲的颈内动脉位置以上。Metz I 级患者中 5 例接受支架联合中间导管取栓,3 例中间导管取栓;II 级患者中 3 例接受支架联合中间导管取栓,1 例中间导管取栓,1 例血管扭曲中间导管和微导管不能到位而放弃;III 级患者中 1 例接受支架联合中间导管取栓,1 例抽吸取栓,2 例血管扭曲中间导管和微导管不能到位而放弃。Metz 分级 I 级、II 级、III 级患者股动脉穿刺至再灌注时间分别为( $105.3\pm 44.7$ ) min、( $141.4\pm 48.9$ ) min、( $171.5\pm 17.0$ ) min;颈内动脉扭曲角度 $>60^\circ$ 、 $\leq 60^\circ$ 患者分别为( $105.3\pm 44.7$ ) min、( $151.6\pm 40.9$ ) min,差异有显著统计学意义( $P=0.004$ )。典型病例治疗过程影像见图 1。

9 例患者靶血管再通,其中大脑中动脉、颈内动脉闭塞患者分别有 7 例(7/11)、2 例(2/6)( $P=0.232$ ),总再通率为 52.9%。 $>180$  min 未开通患者中 Metz I 级、II 级、III 级分别有 1 例、2 例、3 例。术后头颅 CT 发现 2 例颅内出血,其余未见出血。Metz I 级患者 NIHSS 评分由术前( $18.8\pm 4.1$ )分改善为术后 24 h ( $14.7\pm 5.5$ )分( $P=0.016$ ),Metz II、III 级患者均无改善(表 1)。术后 90 d 时 8 例患者死亡(47.1%),其中 Metz I、II、III 级患者分别有 2、3、3 例;7 例患者 mRS 评分 $\leq 2$ 分,预后良好,其中 Metz I、II、III 级患者分别有 4、2、1 例;1 例重度残疾(mRS 4 级);1 例生活可半自理(mRS 3 级)(表 1)。

表 1 17 例患者一般临床资料

Metz 分级	患者/n	穿刺至再灌注时间/min	mTICI 血流分级/n		NIHSS 评分			90 d mRS 评分/n	
			$\geq 2b$	$< 2b$	术前	术后 24 h	P 值	$\leq 2$ 分	$\geq 3$ 分
I 级	8	105.3 $\pm$ 44.7	6	2	18.8 $\pm$ 4.1	14.7 $\pm$ 5.5	0.016	4	4
II 级	5	141.4 $\pm$ 48.9	2	3	14.0 $\pm$ 4.7	14.4 $\pm$ 7.6	0.749	2	3
III 级	4	171.5 $\pm$ 17.0	1	3	16.3 $\pm$ 3.4	17.3 $\pm$ 6.2	0.546	1	3



▲患者男,62岁,突发右侧肢体无力4h,既往高血压、糖尿病史,有心房颤动病史:①术前头颅CTA示左大脑中闭塞;②DSA造影显示左颈总动脉和主动脉弓成角锐利;③左颈内动脉扭曲(Metz III级),M1段闭塞;④ACE中间导管到达颈内动脉C1段,经微导管置入Solitaire AB支架(6 mm×30 mm);⑤取栓成功后造影,M1段血流完全通畅,mTICI血流3级 ▲患者男,75岁,突发右侧肢体无力3h,外院阿替普酶50 mg静脉溶栓,症状好转;6h后症状加重,再次出现右侧肢体无力,伴意识障碍;既往高血压、糖尿病史:⑥术前CT灌注(CTP)成像显示左颞叶低灌注;⑦CTA示左大脑中动脉闭塞;⑧DSA造影显示左颈总动脉和主动脉夹角锐利;⑨左颈内动脉 Metz II级;⑩5 F Navien 中间导管只能进入颈内动脉开口处,支架取出颈内动脉大量血栓后造影左大脑中动脉 M1 段闭塞;⑪由于微导管微导丝不能进入左大脑中动脉,操作时间3 h,未能取出血栓,结束手术

图1 典型病例治疗过程影像

### 3 讨论

文献报道颈内动脉扭曲发生率为10%~25%,一般随着年龄增长,颈内动脉会变得冗长和曲折,以适应其解剖变化,同时血管壁弹性下降,但并非同步,其肌层延长与外膜相比更为明显,从而导致扭曲<sup>[8]</sup>。有研究报道颈内动脉扭曲达到 Metz II 级时,由于颈内动脉血流动力学改变,影响脑血流灌注,引起脑血流量下降,是脑缺血发生的危险因素之一,同时颈内动脉扭曲处易形成涡流,形成血栓,导致缺血性脑卒中发生率增高<sup>[9-10]</sup>。目前国内外文献一般支持血管重建术是治疗颈动脉重度狭窄伴颈内动脉扭曲、预防脑卒中的方法之一。有学者报道一项共纳入182例患者的随机对照研究,其中外科治疗组92例,药物治疗组90例,结果显示症状性颈动脉扭曲手术治疗预防脑卒中的效果优于药物治疗<sup>[11]</sup>。

相关文献报道症状性缺血性脑卒中患者4%~25%存在颈动脉扭曲,同时伴有狭窄也不鲜见<sup>[12]</sup>。随着取栓病例增多,前循环急性大血管闭塞伴有颈内动脉扭曲的缺血性脑卒中患者也逐渐增多。由于此类患者一般同时伴有颈总动脉扭曲,而扭曲的颈动脉可降低血管顺应性,使得导管系统到位困难,延长手术时间及取栓效果,并进一步影响预后。对此类患者行血管内治疗的技术难点,在于主动脉弓和颈总

动脉夹角、颈内动脉过度扭曲。因此,本中心通常采用支撑力较强导丝,使导引导管尽可能接近颈内动脉扭曲处,利用导引导管径向支撑力暂时降低中间导管输送阻力。本组中颈内动脉扭曲夹角 $>60^\circ$ (Metz I 级)、 $\leq 60^\circ$ (Metz II、III级)患者股动脉穿刺至再灌注时间分别为 $(105.3 \pm 44.7)$  min、 $(151.6 \pm 40.9)$  min( $P=0.004$ ),有6例 $>180$  min患者靶血管未开通,可见随着扭曲角度越小,操作难度越大,所需操作时间越长。由于病灶侧颈内动脉扭曲通常伴有颈总动脉扭曲,这也会增加导引导管置管难度,尤其在左颈总动脉和主动脉弓呈锐角时,顺利置入左颈总动脉需要花费较长时间。本研究中12例患者置入导引导管时使用 Simmons 导管和交换导丝。颈内动脉扭曲会影响导引导管置入深度,而中间导管缺少导引导管支撑,在经过扭曲的颈内动脉时往往很难送至闭塞血管,同时颈内动脉冗长,使得中间导管长度难以接近闭塞血管,甚至影响微导管置入,使得抽吸或支架取栓难以完成。本组9例患者获得血管再通,其中 Metz 分级 I 级、II 级、III 级患者分别有6例、2例、1例,表明颈内动脉扭曲程度越大,血管再通率越低。本组中仅1例 Metz III 级患者闭塞部位位于扭曲的颈内动脉,其余患者闭塞部位均位于扭曲的颈内动脉位置以上。9例血管再通患者中大脑中动

脉、颈内动脉闭塞患者分别有 7 例(7/11)、2 例(2/6) ( $P=0.232$ ), 说明血管再通与闭塞位置关系不大, 主要可能与颈内动脉扭曲角度有关。

颅内大血管急性闭塞分为心源性、动脉源性栓塞及动脉粥样硬化性原位血栓形成等<sup>[13-14]</sup>。本研究 17 例患者中有 9 例伴发心房颤动, 考虑为心房颤动栓子脱落导致前循环大血管闭塞。对于心源性栓塞, 往往血栓负荷量较大, 而抽吸导管因颈内动脉重度扭曲却难以到位, 导致抽吸困难, 即使结合支架辅助, 开通血管也很困难。也有研究发现动脉粥样硬化性原位狭窄, 是前循环急性大血管闭塞血管内治疗预后不良的危险因素<sup>[15]</sup>。对于动脉粥样硬化性原位血栓, 支架取栓很难完全去除斑块, 甚至导致血管内膜损伤, 时常支架打开时血流通畅, 回收后原位闭塞处再次闭塞, 手术时间和血管再通时间因而延长, 影响预后<sup>[16-17]</sup>。原位狭窄慢性闭塞患者中部分患者侧支代偿较好, 若能针对原位狭窄进行治疗, 往往能获得不错的临床疗效<sup>[18]</sup>。

本研究结果显示 Metz I 级患者术后 24 h NIHSS 评分较术前显著改善, II、III 级患者 NIHSS 评分手术前后未见明显差异, 可能说明 I 级患者手术操作难度相对较小, 手术时间短, 血管再通率较高; 术后 90 d 随访时 8 例死亡, 其中 Metz I、II、III 级患者分别为 2 例(2/8)、3 例(3/5)、3 例(3/4), 表明颈内动脉扭曲越大, 死亡率越高。虽然相关文献报道颈内动脉扭曲是影响脑卒中预后的危险因素之一<sup>[8]</sup>, 但影响患者死亡的因素较多, 是否与血管扭曲有关尚需进一步研究证实。

本研究发现, 血管内治疗急性前循环大血管闭塞伴颈内动脉扭曲缺血性脑卒中时患者颈内动脉扭曲程度越加大, 导管到位难度越增大, 手术时间延长, 血管再通率较低, 预后较差。因此, 临床上遇到此类患者需行血管内治疗时, 要做好术前影像学评估, 由有经验丰富的神经介入医师进行操作, 术中选择合适器械尤为重要。结合相关研究报道, 对老年伴颈内动脉迂曲患者, 可尝试应用近端支撑力较强的长鞘提供支撑力, 同时用更软和到位率更高的 Sofia 导管迅速送达病变部位, 以减少血管内皮损伤<sup>[19]</sup>。总之, 影响取栓和患者预后的因素较多, 仅关注颈内动脉扭曲可能会有偏倚。有必要进行大样本、多中心研究进一步提供更有力的结论。

#### [参 考 文 献]

[1] 黄亚波, 周 鹏, 韩庆东, 等. 颈内动脉内膜切除术治疗颈内动

脉扭曲合并颈动脉重度狭窄[J]. 中国脑血管病杂志, 2018, 15:592-597.

- [2] 王利军, 王大明, 刘加春, 等. 颈动脉扭曲的血管内治疗[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2013, 13:232-236.
- [3] Kamenskiy AV, Pipinos II, Carson JS, et al. Age and disease-related geometric and structural remodeling of the carotid artery[J]. J Vasc Surg, 2015, 62: 1521-1528.
- [4] Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372:11-20.
- [5] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372: 1019-1030.
- [6] Metz H, Bannister RG, Murray-Leslie RM, et al. Kinking of the internal carotid artery: in relation to cerebrovascular disease[J]. Lancet, 1961, 277: 424-426.
- [7] Phan K, Dmytriw AA, Teng I, et al. A direct aspiration first pass technique vs standard endovascular therapy for acute stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Neurosurgery, 2018, 83: 19-28.
- [8] Kazakov I, Ivanova OV, Pospelova AM, et al. Diagnostic peculiarities, surgical policy, and efficacy of reconstructive operations in pathological tortuosity of internal carotid arteries[J]. Angiol Sosud Khir, 2015, 21: 153-157.
- [9] 易 兰, 倪健强, 董万利. 颈内动脉迂曲的研究进展[J]. 临床神经病学杂志, 2018, 31:476-478.
- [10] Wang LJ, Wang DM, Liu JC, et al. Pressure drop in tortuosity/kinking of the internal carotid artery: simulation and clinical investigation[J]. Biomed Res Int, 2016, 2016:2428970.
- [11] Ballotta E, Thiene G, Baracchini C, et al. Surgical vs medical treatment for isolated internal carotid artery elongation with coiling or kinking in symptomatic patients: a prospective randomized clinical study[J]. J Vasc Surg, 2005, 42: 838-846.
- [12] Saba L, Mallarini G. Correlation between kinking and coiling of the carotid arteries as assessed using MDCTA with symptoms and degree of stenosis[J]. Clin Radiol, 2010, 65: 729-734.
- [13] Yi TY, Chen WH, Wu YM, et al. Microcatheter "first-pass effect" predicts acute intracranial artery atherosclerotic disease-related occlusion[J]. Neurosurgery, 2019, 84: 1296-1305.
- [14] 陈付文, 刘金朝, 康孝理, 等. Solumbra 技术在急性大动脉闭塞性脑梗死机械取栓中的初步应用观察[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28:515-520.
- [15] 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.
- [16] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct[J]. N Engl J Med, 2018, 378: 11-21.
- [17] 张 萌, 崔庆轲, 林 凯, 等. 前循环急性大血管闭塞行机械取栓预后不良的因素分析[J]. 中华医学杂志, 2019, 99:1976-1980.
- [18] Caranfa JT, Nguyen E, Ali R, et al. Mechanical endovascular therapy for acute ischemic stroke: an indirect treatment comparison between solitaire and penumbra thrombectomy devices[J]. PLoS One, 2018, 13: e0191657.
- [19] 韩宗利, 杜艳丽, 万仁宽, 等. Sofia 远端通路导管在急性前循环动脉闭塞取栓治疗中的初步应用[J]. 中国脑血管病杂志, 2019, 16:368-372.

(收稿日期:2020-03-08)

(本文编辑:边 倩)