

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230138

• 短篇论著 •

52例症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄患者个体化血管内治疗的回顾性分析

华敏, 王佳佳, 陈文亚, 刘志清, 马爱金, 张金, 许元丰, 毛伦林*

江苏大学附属武进医院神经内科, 徐州医科大学武进临床学院, 常州 213017

[摘要] **目的** 评估症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄 (sICAS) 患者个体化血管内治疗的安全性和有效性。**方法** 回顾性收集 2019 年 1 月至 2022 年 12 月在我院接受个体化血管内治疗的 sICAS 患者的临床资料, 分析血管重建成功率、围手术期并发症发生率和死亡情况, 以及随访期间复发性缺血性脑卒中 (IS)、短暂性脑缺血发作、死亡和血管再狭窄的发生率。**结果** 52 例 sICAS 患者共有 55 处病变, 均接受血管内治疗。患者平均年龄为 (62.94±9.04) 岁。术前病变血管狭窄程度为 90% (80%, 99%), 狭窄长度为 8 (5, 11) mm。采用的手术方式分别为球囊扩张式支架植入术 (25 例, 27 个病变)、自膨式支架植入术 (19 例, 20 个病变)、单纯球囊扩张血管成形术 (8 例, 8 个病变)。术后残余狭窄程度为 10% (0, 20%), 较术前降低且差异有统计学意义 ($P<0.001$)。血管重建成功率为 94.23% (49/52), 围手术期并发症发生率为 3.85% (2/52)。临床随访 12 (12, 18) 个月, 影像学随访 10 (6, 12) 个月, 血管再狭窄发生率为 7.69% (4/52), 复发性 IS 发生率为 1.92% (1/52), 无患者死亡。**结论** 个体化血管内治疗对 sICAS 安全、有效, 其可提高血管重建成功率, 降低围手术期并发症、远期 IS 复发和再狭窄风险。

[关键词] 颅内动脉粥样硬化性狭窄; 缺血性脑卒中; 血管内治疗; 球囊扩张血管成形术; 支架植入

[引用本文] 华敏, 王佳佳, 陈文亚, 等. 52 例症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄患者个体化血管内治疗的回顾性分析 [J]. 海军军医大学学报, 2024, 45 (4): 520-526. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230138.

Individualized endovascular treatment for 52 patients with symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis: a retrospective analysis

HUA Min, WANG Jiajia, CHEN Wenya, LIU Zhiqing, MA Aijin, ZHANG Jin, XU Yuanfeng, MAO Lunlin*

Department of Neurology, Wujin Hospital Affiliated to Jiangsu University, Wujin Clinical College of Xuzhou Medical University, Changzhou 213017, Jiangsu, China

[Abstract] **Objective** To investigate the safety and efficacy of individualized endovascular treatment in patients with symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis (sICAS). **Methods** The clinical data of sICAS patients who received individualized endovascular treatment in our hospital from Jan. 2019 to Dec. 2022 were retrospectively collected. The success rate of revascularization, the perioperative complications and death, and the incidence of recurrent ischemic stroke (IS), transient ischemic attack, death and restenosis during follow-up were analyzed. **Results** There were 55 lesions of 52 sICAS patients, and they all received endovascular treatment. The mean age was (62.94±9.04) years old. The preoperative stenosis severity was 90% (80%, 99%) and the stenosis length was 8 (5, 11) mm. The surgical methods were balloon-mounted stenting (25 cases, 27 lesions), self-expanding stenting (19 cases, 20 lesions), and simple balloon dilation angioplasty (8 cases, 8 lesions). The postoperative residual stenosis severity was 10% (0, 20%), which was significantly lower than that before surgery ($P<0.001$). The success rate of revascularization was 94.23% (49/52). The incidence of perioperative complications was 3.85% (2/52). The clinical follow-up time was 12 (12, 18) months and the imaging follow-up time was 10 (6, 12) months. During the follow-up period, the incidence of vascular restenosis was 7.69% (4/52), the incidence of recurrent IS was 1.92% (1/52), and there was no death. **Conclusion** Individualized endovascular treatment is safe and effective for sICAS patients. It can improve the success rate of revascularization and reduce perioperative complications, long-term recurrence rate of IS and risk of restenosis.

[Key words] intracranial atherosclerotic stenosis; ischemic stroke; endovascular treatment; balloon dilatation angioplasty; stent implantation

[收稿日期] 2023-03-26 [接受日期] 2023-11-09

[基金项目] 常州市武进区科技计划(社会发展)项目(W201945), 常州市卫生健康委员会科技项目(WZ201932, QN202339). Supported by Science and Technology Project (Social Development) of Wujin District of Changzhou (W201945) and Science and Technology Project of Changzhou Health Commission (WZ201932, QN202339).

[作者简介] 华敏, 副主任医师. E-mail: huamin567@163.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 0519-85579092, E-mail: maolunlin2018@163.com

[Citation] HUA M, WANG J, CHEN W, et al. Individualized endovascular treatment for 52 patients with symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis: a retrospective analysis[J]. Acad J Naval Med Univ, 2024, 45(4): 520-526. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230138.

颅内动脉粥样硬化性狭窄 (intracranial atherosclerotic stenosis, ICAS) 是导致缺血性脑卒中 (ischemic stroke, IS) 的重要原因之一, 其在亚洲、西班牙和非洲人群中发病率最高, 约占亚裔人群短暂性脑缺血发作 (transient ischemic attack, TIA) 和 IS 的一半^[1-2]。在中国, IS 和 TIA 患者中 ICAS 发生率高达 46.6%, 伴有 ICAS 的患者症状更严重、住院时间更长、脑卒中复发率更高, 且随狭窄程度的增加复发率升高^[3]。目前对于 ICAS 的治疗存在争议, 有研究认为, 血管内治疗可能会降低 ICAS 的脑卒中复发风险, 是症状性 ICAS (symptomatic ICAS, sICAS) 的一种替代治疗方法^[4-5]。然而, SAMMPRIS 和 VISSIT 研究均没有观察到支架植入术在 ICAS 中优于药物治疗^[6-7]。但是, SAMMPRIS 和 VISSIT 这 2 项随机对照试验研究纳入病例均只使用了 1 种支架, 而不同的治疗方式适用于不同的血管病变。研究表明, 根据病变特征选择球囊扩张式支架植入术 (balloon-mounted stenting, BMS) 或自膨式支架植入术 (self-expanding stenting, SES) 可能会获得更好的临床效果^[8-9]。

随着介入材料的更新, 单纯球囊扩张血管成形术 (balloon dilation angioplasty, BDA)、BMS 和 SES 等经腔内血管成形技术被广泛用于治疗 sICAS。在手术经验丰富的中心, 通过严格的病例筛选, 根据患者的具体病变特点选择合适的血管内治疗方式和材料, 或许能使 sICAS 患者从血管内治疗获益^[10-11]。目前, 已有根据 sICAS 病变特点进行个体化血管内治疗的前瞻性队列研究, 通过观察术后 30 d 的疗效观察到个体化血管内治疗 sICAS 安全、可行^[5], 但鲜有研究关注 sICAS 个体化血管内治疗的远期疗效。本研究评估了个体化血管内治疗 sICAS 的安全性和远期临床疗效。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性选择 2019 年 1 月至 2022 年 12 月在我院高级卒中中心接受个体化血管内治疗的 sICAS 患者 52 例。病变血管包括颈内动脉颅内段 (C5~C7 段)、大脑中动脉水平段 (M1 段)、基

底动脉、椎动脉硬脑膜内段 (V4 段)。术前所有患者均签署知情同意书。纳入标准: (1) 年龄 > 18 岁; (2) 近 90 d 内发生颅内动脉严重狭窄 (狭窄程度 $\geq 70\%$) 所致的 TIA 或 IS; (3) 采用美国介入和治疗神经放射学学会 / 介入放射学学会侧支循环评估系统^[12] 评定的侧支循环分级为 0~2 级, 脑侧支循环代偿不良, 并且脑 CT 灌注成像提示责任血管供血区存在低灌注; (4) 采用高分辨率磁共振血管壁成像, 根据血管壁增厚情况和强化方式明确血管狭窄的原因为动脉粥样硬化, 且至少有 1 种动脉粥样硬化危险因素 (如高血压病、糖尿病、高脂血症、高同型半胱氨酸血症或吸烟)。排除标准: (1) IS 急性期 (发病时间 ≤ 24 h); (2) 颅内动脉非动脉粥样硬化性狭窄如动脉夹层、血管炎、肌纤维发育不良等; (3) 合并颅外动脉串联狭窄、颅内肿瘤、脑动脉瘤或动静脉畸形; (4) 有使用阿司匹林、氯吡格雷、肝素、替罗非班、造影剂等禁忌证; (5) 因其他疾病如恶性肿瘤等, 预期寿命 < 1 年; (6) 无症状性狭窄且无法随访; (7) 责任病变发生前接受过血管内治疗; (8) 完全闭塞性病变。本研究通过江苏大学附属武进医院医学研究伦理委员会审批。

1.2 个体化血管内治疗策略 所有患者术前经高分辨率磁共振血管壁成像评估颅内病变血管的原始管径、管壁及穿支情况, 明确病变部位斑块性质、分布方位。狭窄或闭塞处血管每段长度不超过 15 mm, 狭窄或闭塞处两端血管内径 ≥ 2 mm。每例患者的血管内治疗均由 2 名经验丰富的神经介入医师进行。所有患者采用数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 验证狭窄程度, 并以正常远端血管为参照, 按照 WASID 研究的公式计算狭窄程度^[13], 同时在血管内治疗前通过 3D-DSA 准确测量狭窄动脉的长度和内径, 再根据血管狭窄部位及特点决定血管内治疗策略。根据支架略小于正常血管内径、需完全覆盖病变处且支架两侧至少超过病变两端 3 mm 的标准选择支架类型和支架长度。个体化血管内治疗策略如下: (1) 如手术路径正常、狭窄动脉直或狭窄长

度 ≤ 10 mm, 选用规格合适的支架行BMS治疗, 主要为Apollo支架系统(上海微创医疗器械有限公司)。(2)如手术路径迂曲、狭窄动脉弯曲、成角明显、远近端血管内径差异明显或狭窄长度 > 10 mm, 则选用规格合适的支架行SES治疗, 支架包括由交换导丝导入的Wingspan支架(美国Stryker公司)或经XT-27微导管(美国Stryker公司)释放的Neuroform EZ支架(美国Stryker公司)、Enterprise支架(美国强生公司)。在支架植入前, 均先选择规格合适的球囊Gateway(美国Stryker公司)或Maverick(美国Boston Scientific公司)进行预扩张, 球囊直径为靶血管狭窄远端内径的80%, 长度完全覆盖病变且超过病变两端至少2 mm。(3)如狭窄动脉过度弯曲且手术人员认为不适合行支架植入术, 则选择BDA治疗。

1.3 围手术期管理 所有患者术前至少5 d给予阿司匹林(100 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)双联抗血小板治疗, 同时接受严格的血糖、吸烟控制及降血脂(阿托伐他汀钙片20~40 mg/d)和规范的血压管理。患者术后维持双联抗血小板治疗至少6个月, 之后每天继续单独服用阿司匹林或氯吡格雷。所有患者采用血栓弹力图检测血小板功能, 如果血栓弹力图提示患者阿司匹林抵抗(花生四烯酸抑制率 $< 50\%$)或氯吡格雷抵抗(二磷酸腺苷抑制率 $< 30\%$)^[14], 选择西洛他唑或替格瑞洛替代。从手术开始至术后72 h, 严格控制血压(收缩压120~140 mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa), 防止高灌注综合征, 并在神经ICU监护24 h。术后对有功能残疾的患者进行康复治疗, 并在出院后对高血压病、糖尿病、高脂血症、高同型半胱氨酸血症等危险因素进行长期管理。

1.4 一般资料收集 收集患者的人口学信息和基本资料, 包括性别、年龄、BMI、脑血管病危险因素(吸烟、肥胖、卒中病史、心房颤动病史、冠心病史、糖尿病史、高血压病史、高脂血症病史、高同型半胱氨酸血症病史)、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分、发病至血管内治疗时间、颅内动脉狭窄特点(主要包括狭窄部位、狭窄程度、狭窄长度和狭窄动脉曲直情况)、血管内治疗方式等。肥胖定义为BMI ≥ 28 kg/m²。

1.5 临床和影像学随访与观察指标 术后所有

患者由经过培训的神经科医师通过电话或门诊定期随访。采用改良Rankin量表(modified Rankin scale, mRS)评估患者的预后情况(术后90 d mRS评分 ≤ 2 分为预后良好, 3~6分为预后不良)。对于有新发神经系统症状的患者, 进行头颅MRI和CT血管成像检查。影像学资料由2名神经放射科医师解读。主要观察指标包括围手术期并发症发生率和死亡情况, 以及随访期间复发性IS和TIA发生率、全因死亡和临床预后情况。围手术期并发症是指术后1周内发生的与手术血管相关的支架内血栓形成、穿支闭塞、远端栓塞、血管穿孔、血管夹层、TIA及症状性卒中(缺血性/出血性)等。复发性IS是指任何突然发生与病变血管有关的持续至少24 h的局灶性神经症状, 且与脑CT或MRI检测到的出血无关^[4]。次要观察指标包括血管重建成功率、手术前后狭窄率的变化和随访期间血管再狭窄率。血管内治疗后血管重建成功的判定标准:

(1)术后血流通畅, 前向血流达到改良脑梗死溶栓(modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI)分级3级;(2)残余狭窄率 $\leq 30\%$;(3)远端血管未栓塞或缺失;(4)造影剂无渗漏。影像学随访时, 采用头颅CT血管成像或DSA检查评估治疗血管的再狭窄率。再狭窄定义为随访期间头颅CT血管成像或DSA检查发现狭窄程度从无狭窄或狭窄 $\leq 50\%$ 加重到狭窄 $> 50\%$, 在相应的血管区域有或无临床症状^[15]。

1.6 统计学处理 应用SPSS 19.0软件进行统计学分析。计量资料首先采用Kolmogorov-Smirnov检验评价正态性, 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 非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。计数资料以例数和百分数表示。患者治疗前后的血管狭窄率比较采用Wilcoxon符号秩检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 一般资料及颅内动脉狭窄特点 52例sICAS患者术前均有症状性脑缺血事件(IS为46例, TIA为6例), 平均年龄为(62.94 \pm 9.04)岁, 男性占多数(37例, 71.15%)。高血压病(44例, 84.62%)是最常见的脑血管病危险因素, 其他危险因素包括高脂血症(20例, 38.46%)、糖尿病(23例, 44.23%)、肥胖(22例, 42.31%)、高

同型半胱氨酸血症(17例,32.69%)、心房颤动(4例,7.69%)、冠心病(4例,7.69%)、吸烟(30例,57.69%)、卒中病史(4例,7.69%)。入院时NIHSS评分为1.5(0.0,3.0)分。发病至血管内治疗时间为19.5(6.0,26.5)d。52例患者共有55处病变,其中7个位于左侧椎动脉V4段,6个位于右侧椎动脉V4段,8个位于基底动脉,7个位于左侧颈内动脉C5~C7段,6个位于右侧颈内动脉C5~C7段,10个位于左侧大脑中动脉M1段,11个位于右侧大脑中动脉M1段。25例(48.08%)患者共27个病变(2例左侧椎动脉V4段同时存在近端及融合段重度串联狭窄)表现为动脉直、狭窄长度 ≤ 10 mm,接受了BMS治疗;19例(36.54%)患者共20个病变(1例同时存在左侧椎动脉V4段与基底动脉中段狭窄)表现为动脉弯曲伴中度成角(角度 $>45^\circ$ 但 $<90^\circ$)、狭窄长度 >10 mm,接受了SES治疗;8例(15.38%)患者病变动脉过度弯曲、极度成角($>90^\circ$)、手术路径迂曲、狭窄长度 >10 mm,接受了BDA治疗。血管内治疗前病变血管狭窄程度为90%(80%,99%),其中狭窄70%~79%的病变有7个,80%~89%有15个,90%~99%有33个。病变血管狭窄长度为

8(5,11) mm。

2.2 血管内治疗后围手术期结果 血管内治疗后残余狭窄程度为10%(0,20%),较术前降低且差异有统计学意义($P<0.001$)。血管重建成功率为94.23%(49/52)。3例(1例颈内动脉颅内段和2例大脑中动脉病变且均行BDA治疗)血管重建不成功的患者术后DSA检查示残余狭窄 $>30%$,但远端血流通畅,前向血流均达到mTICI分级3级。术中1例左侧椎动脉V4段近端与融合段重度串联狭窄且右侧椎动脉V4段慢性闭塞的患者,后循环主要依靠左侧椎动脉供血,在球囊扩张过程中出现短暂的眩晕、恶心呕吐,术后复查头颅MRI排除新发IS(图1)。有2例(3.85%)患者在围手术期出现并发症,其中1例右侧大脑中动脉病变患者接受BMS治疗后,由于支架内血栓形成导致血管闭塞,引起严重IS,经急诊采用BMS补救性再治疗,闭塞血管成功再通,残余狭窄为20%,血栓弹力图检查排除阿司匹林、氯吡格雷抵抗;另1例左侧大脑中动脉病变患者接受SES治疗后发生轻微出血性脑卒中。最终该2例患者均康复出院,出院时mRS评分为1分。围手术期无患者死亡。

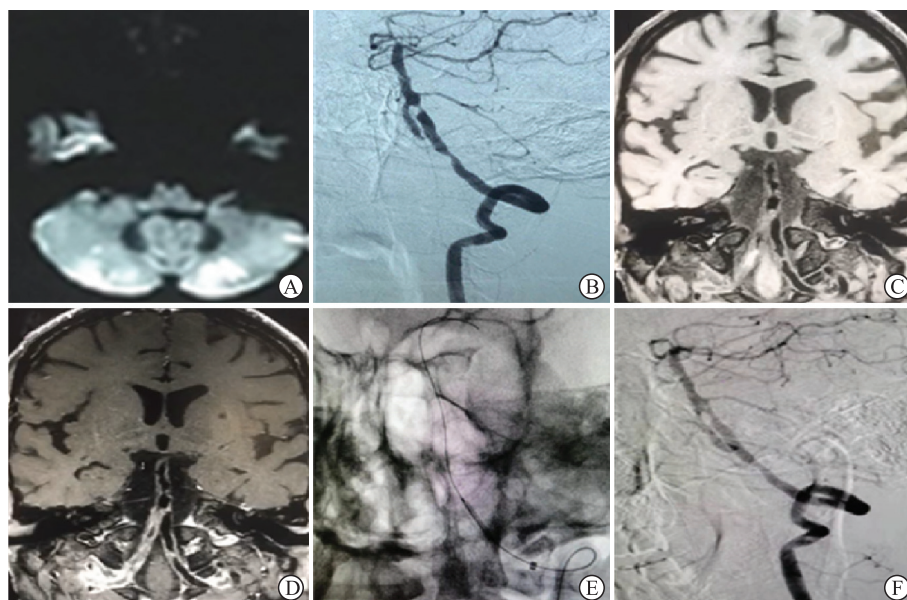


图1 症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄典型病例血管内治疗前后的影像学检查资料

男,50岁,因“头晕、行走不稳1个月”入院。既往有高血压、卒中病史,已接受抗血小板和降脂治疗。有吸烟史。A:头颅磁共振弥散加权成像见双侧小脑半球多发点、片状高信号;B:脑血管造影见右侧椎动脉V4段闭塞,左侧椎动脉V4段近端狭窄70%,远端近融合段狭窄90%;C、D:高分辨率磁共振血管壁成像见左侧椎动脉V4段偏心、局灶性增厚,局部有斑块内出血、斑块强化;E、F:左侧椎动脉V4段串联狭窄病变处采用2.0 mm \times 15 mm的球囊依次进行预扩张,近端狭窄处置入1枚3 mm \times 13 mm球囊扩张式支架,远端狭窄处置入1枚2.5 mm \times 10 mm球囊扩张式支架,术后造影见左侧椎动脉V4段串联狭窄改善(残余狭窄 $\leq 30%$)。

2.3 随访结果 52例患者术后均接受临床和影像学随访,临床随访12(12,18)个月,所有患者随访时长均超过6个月,mRS评分为1(0,2)分。影像学随访10(6,12)个月,40例患者行CT血管成像复查,12例行DSA复查,其中24例(46.15%)患者无狭窄征象,24例(46.15%)患者狭窄 $\leq 50\%$,4例(7.69%)患者出现再狭窄(均有高血压、2型糖尿病,且病变节段长、血管弯曲)。4例再狭窄患者中,3例为无症状性再狭窄,1例(1.92%)发生同侧轻型IS。随访期间无患者死亡。

3 讨论

目前,sICAS已成为中国IS的重要原因,经药物治疗后仍有较高的卒中复发率,给患者家庭和社会带来了沉重负担^[16]。而由于SAMMPRIS和VISSIT研究的围手术期高并发症发生率及随访期间高IS复发率^[6-7],血管内治疗sICAS的安全性和有效性一直受到质疑,对于重度狭窄($\geq 70\%$)的sICAS患者血管内治疗仍然具有挑战性。近年来,本中心根据sICAS的不同特点采用个体化血管内治疗方案,取得较满意的临床效果,但目前关于sICAS个体化血管内治疗的研究数据仍然有限。

在SAMMPRIS研究中,采用SES治疗组30d并发症发生率为14.7%,1年复发性IS和死亡发生率达20%^[6]。在VISSIT研究中,采用BMS治疗组的30d并发症发生率为24.1%,1年IS和TIA发生率达36.2%^[7]。然而,WEAVE及WOVEN等试验结果有所不同,WEAVE研究中,采用Wingspan支架治疗sICAS后72h内IS、出血和死亡发生率仅2.6%^[17];WOVEN研究中,术后1年IS和死亡发生率为8.5%^[18]。此外,Cui等^[19]在高级卒中中心采用Enterprise支架治疗sICAS的远期疗效研究中也发现,通过严格的患者选择、谨慎的围手术期管理和由经验丰富的操作人员进行手术,血管内支架植入术治疗严重sICAS的短期或长期安全性和有效性都可接受,技术成功率为100%,围手术期(术后72h内)并发症发生率为3.8%,随访期间(中位数为24个月)有4.8%的患者出现脑卒中或死亡,与WEAVE、WOVEN研究的结果相近,在纳入标准中狭窄程度、患者年龄和末次发病后血管内治疗时间方面也与WEAVE、WOVEN研究相似。这些研究结果表明,颅内动脉支架植入术可改

善ICAS,降低IS复发率。因此,血管内治疗仍是预防严重ICAS患者卒中的重要手段。

国内一项针对sICAS伴侧支循环不良患者个体化支架植入术的多中心前瞻性研究共纳入300例患者,其中159例采用BMS治疗,141例采用SES治疗。研究结果显示支架植入术后30d主要终点事件(脑卒中、TIA和死亡)的发生率为4.3%(13/300),其中缺血性脑卒中7例(2.3%)、脑出血1例(0.3%)、TIA5例(1.7%),无死亡病例;随访1年的主要终点事件发生率为8.1%。该研究结果表明对于伴侧支循环不良的重度sICAS患者,个体化支架植入术的短期安全性和有效性可以接受,并且1年的主要终点事件发生率仍较低^[9,20]。

本研究通过回顾性分析52例sICAS患者的临床资料评价个体化血管内治疗的有效性和安全性,结果显示,个体化血管内治疗sICAS的围手术期并发症发生率为3.85%,中位随访12个月的复发性IS发生率仅为1.92%,说明个体化血管内治疗sICAS具有较好的安全性和有效性,这可能得益于根据sICAS的具体类型个体化选用合适的血管内治疗方案。因为颅内狭窄动脉管壁较薄、易破裂、穿支较多且易闭塞、路径迂曲复杂,血管内治疗时支架不易到位。对病变较长、位置特殊、路径迂曲的ICAS,只选用单一类型的支架治疗手术难度大、风险高。而ICAS血管内治疗的一个最大问题就是围手术期并发症发生率过高^[7,21],其安全性是目前亟待解决的问题。神经介入医师已逐渐认识到个体化选用适合ICAS病变特点的血管内治疗方案对围手术期并发症有着重要影响^[17,22]。SAMMPRIS和VISSIT研究都因限定使用单一支架治疗不同类型ICAS而受到质疑(SAMMPRIS研究限定只采用自膨式Wingspan支架,VISSIT研究限定只采用球囊扩张式Vitesse支架)。Miao等^[5]通过借鉴SAMMPRIS研究的经验并根据血管路径及病变形态修改血管内治疗策略,前瞻性评估个体化血管内治疗ICAS患者的可行性和安全性,结果显示其技术成功率达96.3%,术后30d脑卒中、心肌梗死或死亡的复合终点发生率为4.4%,本研究结果与该研究相当。然而,ICAS个体化血管内治疗的远期疗效尚未见报道。

目前,球囊扩张或支架植入过程中机械性微损伤引起的内膜增生继发再狭窄是ICAS已知的一个

血管内治疗远期并发症。如果管腔再狭窄 $\geq 50\%$ 可能再次引发脑缺血事件^[23]。因此,预防治疗后再次狭窄至关重要。本研究52例患者术后均获得临床和影像学随访,其中4例(7.69%)患者出现病变血管再狭窄,均为病变节段长且迂曲的血管,治疗时为降低围手术期并发症风险,只采取了“亚满意”的BDA方法,这可能是再狭窄的重要因素。有研究表明,利用包被抗增殖药物的药物涂层球囊治疗sICAS安全、可行,能降低颅内并发症发生率及再狭窄率^[4,19,24-26],然而血管再狭窄率均高于本研究结果,如一项采用单纯药物涂层球囊扩张血管成形术治疗sICAS的回顾性研究显示中位随访9个月的再狭窄率为15%^[26];Cui等^[19]的研究也显示1年内有14.4%的患者出现支架内再狭窄(狭窄程度 $> 70\%$)。这说明个体化血管内治疗sICAS更能降低血管再狭窄率。

综上所述,采用个体化血管内治疗策略治疗sICAS有较高的安全性和有效性,可能更有利于降低围手术期并发症、远期IS复发及血管再狭窄风险。本研究存在以下局限性:(1)是一项单中心回顾性研究,纳入患者仅为本地区的中国人,不具有代表性,且样本量较小;(2)患者术前NIHSS评分较低,并且在采用SES治疗的患者中对支架的选择也可能存在部分人为因素影响,不免存在选择偏倚、回顾性偏倚等缺陷。本研究的结果仍需多中心大样本随机对照试验研究进一步证实。

[参考文献]

- [1] PADALIA A, SAMBURSKY J A, SKINNER C, et al. Percutaneous transluminal angioplasty with stent placement versus best medical therapy alone in symptomatic intracranial arterial stenosis: a best evidence review[J]. *Cureus*, 2018, 10(7): e2988. DOI: 10.7759/cureus.2988.
- [2] KRASTEVA M P, LAU K K, MORDASINI P, et al. Intracranial atherosclerotic stenoses: pathophysiology, epidemiology, risk factors and current therapy options[J]. *Adv Ther*, 2020, 37(5): 1829-1865. DOI: 10.1007/s12325-020-01291-4.
- [3] WANG Y, ZHAO X, LIU L, et al. Prevalence and outcomes of symptomatic intracranial large artery stenoses and occlusions in China: the Chinese Intracranial Atherosclerosis (CICAS) Study[J]. *Stroke*, 2014, 45(3): 663-669. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003508.
- [4] GRUBER P, GARCIA-ESPERON C, BERBERAT J, et al. Neuro Elutax SV drug-eluting balloon versus Wingspan stent system in symptomatic intracranial high-grade stenosis: a single-center experience[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(12): e32. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013699.
- [5] MIAO Z, SONG L, LIEBESKIND D S, et al. Outcomes of tailored angioplasty and/or stenting for symptomatic intracranial atherosclerosis: a prospective cohort study after SAMMPRIS[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7(5): 331-335. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011109.
- [6] CHIMOWITZ M I, LYNN M J, DERDEYN C P, et al. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis[J]. *N Engl J Med*, 2011, 365(11): 993-1003. DOI: 10.1056/NEJMoa1105335.
- [7] ZAIDAT O O, FITZSIMMONS B F, WOODWARD B K, et al. Effect of a balloon-expandable intracranial stent vs medical therapy on risk of stroke in patients with symptomatic intracranial stenosis: the VISSIT randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 313(12): 1240-1248. DOI: 10.1001/jama.2015.1693.
- [8] ZHANG Y, SUN Y, LI X, et al. Early versus delayed stenting for intracranial atherosclerotic artery stenosis with ischemic stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(3): 274-278. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015035.
- [9] MIAO Z, ZHANG Y, SHUAI J, et al. Thirty-day outcome of a multicenter registry study of stenting for symptomatic intracranial artery stenosis in China[J]. *Stroke*, 2015, 46(10): 2822-2829. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010549.
- [10] JIANG W J, YU W, DU B, et al. Outcome of patients with $\geq 70\%$ symptomatic intracranial stenosis after Wingspan stenting[J]. *Stroke*, 2011, 42(7): 1971-1975. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.595926.
- [11] JIANG W J, XU X T, JIN M, et al. Apollo stent for symptomatic atherosclerotic intracranial stenosis: study results[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007, 28(5): 830-834.
- [12] HIGASHIDA R T, FURLAN A J, ROBERTS H, et al. Trial design and reporting standards for intra-arterial cerebral thrombolysis for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2003, 34(8): e109-e137. DOI: 10.1161/01.STR.0000082721.62796.09.
- [13] CHIMOWITZ M I, LYNN M J, HOWLETT-SMITH H, et al. Comparison of warfarin and aspirin for symptomatic intracranial arterial stenosis[J]. *N Engl J Med*, 2005, 352(13): 1305-1316. DOI: 10.1056/NEJMoa043033.
- [14] LI X, WANG Z, WANG Q, et al. Clopidogrel-associated genetic variants on inhibition of platelet activity and clinical outcome for acute coronary syndrome patients[J]. *Basic Clin Pharma Tox*, 2019, 124(1): 84-93. DOI:

- 10.1111/bcpt.13110.
- [15] SHEN S, WANG Y, HE X, et al. Thirty-day and one-year outcomes of endovascular treatments for severe atherosclerotic stenosis of intracranial ICA: results from a single center[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 668868. DOI: 10.3389/fneur.2021.668868.
- [16] SUN P, LIU L, PAN Y, et al. Intracranial atherosclerosis burden and stroke recurrence for symptomatic intracranial artery stenosis (sICAS)[J]. *Aging Dis*, 2018, 9(6): 1096. DOI: 10.14336/ad.2018.0301.
- [17] ALEXANDER M J, ZAUNER A, CHALOUPKA J C, et al. WEAVE trial: final results in 152 on-label patients[J]. *Stroke*, 2019, 50(4): 889-894. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.023996.
- [18] ALEXANDER M J, ZAUNER A, GUPTA R, et al. The WOVEN trial: wingspan one-year vascular events and neurologic outcomes[J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(4): 307-310. DOI: 10.1136/neurintsurg-2020-016208.
- [19] CUI R, YAN L, KANG K, et al. Long-term outcome of Enterprise stenting for symptomatic ICAS in a high-volume stroke center[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 672662. DOI: 10.3389/fneur.2021.672662.
- [20] MA N, ZHANG Y, SHUAI J, et al. Stenting for symptomatic intracranial arterial stenosis in China: 1-year outcome of a multicentre registry study[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2018, 3(3): 176-184. DOI: 10.1136/svn-2017-000137.
- [21] KIM J S, BANG O Y. Medical treatment of intracranial atherosclerosis: an update[J]. *J Stroke*, 2017, 19(3): 261-270. DOI: 10.5853/jos.2017.01830.
- [22] DUAN G, FENG Z, ZHANG L, et al. Solitaire stents for the treatment of complex symptomatic intracranial stenosis after antithrombotic failure: safety and efficacy evaluation[J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8(7): 680-684. DOI: 10.1136/neurintsurg-2015-011734.
- [23] VAJDA Z, GÜTHE T, PEREZ M A, et al. Neurovascular in-stent stenoses: treatment with conventional and drug-eluting balloons[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(10): 1942-1947. DOI: 10.3174/ajnr.A2644.
- [24] GRUBER P, BRAUN C, KAHLES T, et al. Percutaneous transluminal angioplasty using the novel drug-coated balloon catheter SeQuent Please NEO for the treatment of symptomatic intracranial severe stenosis: feasibility and safety study[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(7): 719-722. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014378.
- [25] HAN J, ZHANG J, ZHANG X, et al. Drug-coated balloons for the treatment of symptomatic intracranial atherosclerosis: initial experience and follow-up outcome[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(6): 569-573. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014237.
- [26] REMONDA L, DIEPERS M, BERBERAT J, et al. Drug-coated balloon treatment in symptomatic intracranial high grade stenosis: a retrospective study of 33 patients[J]. *Clin Neuroradiol*, 2021, 31(1): 45-49. DOI: 10.1007/s00062-020-00936-9.

[本文编辑] 杨亚红