

不同类型支架治疗椎-基底动脉夹层动脉瘤的疗效

汪洋,孙小宇,徐佳佳,余舰,晁迎九,高歌

[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科,合肥 230001]

摘要 目的 探讨不同类型支架治疗椎-基底动脉夹层动脉瘤(VBADA)的安全性和有效性。方法 回顾性分析2018年2月至2023年11月中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)采用血管内介入治疗的80例VBADA患者临床资料。根据使用支架的类型分为激光雕刻支架组($n=34$)和编织支架组($n=46$)。采用O'Kelly-Marotta(OKM)分级评估VBADA的栓塞效果,改良Rankin量表(mRS)评分评估患者临床预后。对比两组患者的一般资料、动脉瘤特点、术中及围手术期治疗以及术后随访情况。结果 两组患者一般资料、mRS评分、术后缺血、出血并发症发生率、死亡率差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。与激光雕刻支架组相比,编织支架组动脉瘤直径更大($P<0.0001$),破裂动脉瘤($P<0.01$)、合并载瘤动脉狭窄、串珠样病变($P<0.05$)及瘤体有分支血管发出($P<0.01$)的比例更高。相反,弹簧圈辅助栓塞比例($P<0.0001$)及术后造影即刻闭塞率(OKM分级C、D)($P<0.0001$)更低。最后,通过倾向性得分匹配控制动脉瘤最大径和是否结合弹簧圈辅助栓塞后获得21对配对患者,编织支架组半年后动脉瘤闭塞率高于激光雕刻支架组($P<0.05$),而复发率低于激光雕刻支架组($P<0.05$)。值得注意的是,编织支架组中大型VBADA(最大径 >15 mm)治愈率及血管重塑率达到72.2%,整体效果较为理想。结论 编织支架治疗VBADA相对安全有效,在不增加患者术后并发症前提下,对降低动脉瘤复发、重塑病变血管的效果明显优于激光雕刻支架。

关键词 椎-基底夹层动脉瘤;激光雕刻支架;编织支架;血管内治疗;缺血并发症;出血并发症

中图分类号 R 743

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2024)12-2190-08

doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2024.12.018

自发性椎基底动脉夹层动脉瘤(vertebrobasilar artery dissecting aneurysm, VBADA)的年发病率在1~1.5/10万,80%发生在40~60岁人群^[1]。VBADA位置深,且与脑干、小脑等重要部位毗邻,传统外科手术难度大,风险高,并发症多,目前临床较少开展^[2]。近年来,随着介入技术和材料的更新,血管内介入治疗已逐渐成为治疗VBADA的主流术式,其优势包括手术时间短、围手术期并发症低、手术效果确切等^[3]。近年来,编织支架已用于治疗颅内夹层动脉瘤,兼具安全性和有效性,较传统的激光雕刻支架优势明显,但在VBADA的治疗中尚未深入探讨^[4]。该研究通过比较两类不同支架治疗VBADA的疗效和安全性,进一步探讨编织支架治疗VBADA的安全性和有效性。

1 材料与方法

1.1 临床资料 收集2018年2月至2023年11月在中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)接受血管内治疗的VBADA患者临床资料。纳入标准:①术前全脑数字减影血管造影(DSA)诊断为VBADA^[5];②术中采用支架辅助弹簧圈或单纯支架置入。排除标准:①患者术前存在介入治疗禁忌证;②术前患者生命体征不平稳;③临床资料不完整。共入组患者80例,根据使用支架的类型将患者分为激光雕刻支架组($n=34$)和编织支架组($n=46$)。收集患者年龄、性别、既往史及术前改良Rankin量表(modified Rankin scale, mRS)评分等一般临床资料、动脉瘤特点、术中动脉瘤栓塞资料及患者的随访资料,对比两组患者诊疗情况,进行分析。所有患者或家属均签署手术知情同意书。所有临床数据收集及分析、保密流程均遵循伦理相关规定,本研究已报备并获中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)伦理委员会批准(伦理批号:2024-RE-66)。

1.2 治疗过程

1.2.1 术前准备 ①根据纳入标准和排除标准选

2024-11-13 接收

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:82301471);安徽省自然科学基金项目(编号:2108085MH273);安徽省重点研发计划项目(编号:202104j07020046)

作者简介:汪洋,男,主治医师,博士研究生;

高歌,男,主任医师,硕士生导师,通信作者, E-mail: gaoge1012@163.com

择患者;②术前评估:完善影像学检查(CT、CTA、DSA等)、*CYP2C19*基因检测、血栓弹力图及其他实验室检查;③未破裂动脉瘤患者术前口服阿司匹林(100 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)3~5 d,若*CYP2C19*基因检测结果为慢代谢型改用替格瑞洛(90 mg/bid)。破裂动脉瘤患者术前2 h负荷量口服阿司匹林(300 mg)+氯吡格雷(300 mg);④根据DSA结果准备支架、微导管和弹簧圈。激光雕刻支架包括(Enterprise支架,美国强生医疗公司;Neuroform EZ支架,美国stryker公司;solitaire支架,美国Medtronic公司)和编织支架包括(LEO支架,法国Balt公司;LVIS支架,美国Microvention公司)。

1.2.2 术中操作 ①气管内全麻,股动脉穿刺,置入8F动脉鞘管,全身肝素化,根据DSA结果选择合适角度仔细分析瘤体的形态、长度、最大径,瘤体近端、远端血管的直径,选择合适支架类型和尺寸,以达到术中的满意贴合;②选择合适工作角度,使用长鞘,6F NAVIEN中间导管(美国Medtronic公司)到达椎动脉V2末端,路图指引下将支架微导管置入基底动脉顶端或大脑后动脉远端;同时将弹簧圈微导管置入瘤腔内;③第一枚支架完全打开时必须完全覆盖住夹层动脉瘤近端,若需弹簧圈辅助,可于第1枚支架未完全释放时植入弹簧圈,造影证实弹簧圈在位且位于支架外,可予解脱弹簧圈;④第2枚支架可与第1枚支架部分重叠或完全重叠释放,最大可能覆盖瘤体,编织支架可在瘤体扩张最明显处推密支架;⑤术后再次行3D旋转造影及头颅CT,评价动脉瘤栓塞效果及颅内有无新发出血。

1.2.3 术后处理 ①患者术后入神经外科重症病房24 h,监测生命体征及神经功能变化;②围手术期给予规范的抗血小板治疗(阿司匹林100 mg/d和氯吡格雷75 mg/d);③若术后患者出现言语不清、肢体感觉、活动异常或其他神经功能障碍时,及时行头颅CT/CTA检查,或复查DSA,排除颅内出血及大动脉栓塞,必要时静脉使用替罗非班;④患者出院后继续予二联抗血小板治疗,激光雕刻支架组出院后口服阿司匹林(100 mg/d)6月、氯吡格雷(75 mg/d)(或替格瑞洛90 mg/bid)1.5月;编织支架组出院后口服阿司匹林(100 mg/d)1年、氯吡格雷(75 mg/d)(或替格瑞洛90 mg/bid)3月。定期监测凝血象及血小板功能,出现消化道出血、口腔鼻出血等随时医院就诊,调整抗血小板方案。

1.3 疗效评估和随访 术后6月患者进行DSA检查,观察动脉瘤闭塞程度和病变血管的修复情况。

采用O'Kelly-Marotta(OKM)分级评估DSA影像,A级为动脉瘤瘤体显影>95%,B级为5%≤瘤体显影≤95%,C级为瘤颈残余<5%,D级为动脉瘤完全愈合。动脉瘤复发定义为:夹层动脉瘤内的造影剂显影较首次术后造影明显,包括动脉瘤体积进一步增大、动脉瘤内弹簧圈被压缩以及夹层动脉瘤再通。术前在3D DSA影像上对VBADA大小进行准确测量,VBADA最大径大于15 mm被认定为中大型VBADA。采用mRS评分评估患者临床预后,0~2分为预后良好,3~6分为预后不良。

1.4 统计学处理 采用GraphPad Prism 7软件进行统计学分析。服从正态分布的连续变量以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,连续变量组间比较用 t 检验;不符合正态分布的计量资料用中位数(第一四分位数,第三四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。分类变量资料以构成比或百分比表示,组间比较用 χ^2 检验,理论频数 $T < 1$ 时,需使用Fisher确切概率法。采用倾向性得分匹配(propensity score matching, PSM)控制混杂因素(动脉瘤最大径和是否结合弹簧圈辅助治疗)后对比患者随访效果,采用最近邻法对两组倾向评分卡尺值采用多次遍历的方法,卡尺值越大越易匹配成功,卡尺值越小则损失样本量越多,最终确定的卡尺值为0.1。匹配成功后获得两组病例进一步行两组间相关资料的比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料比较 如表1所示,激光雕刻支架组中,因蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)急诊入院12例;因头晕、头痛检查发现10例,因脑梗塞检查发现3例,肢体麻木无力检查发现3例,脑出血后检查发现1例,无症状患者5例;编织支架组中,因SAH急诊入院5例,因头晕、头痛检查发现20例,因脑梗塞检查发现4例,脑出血后检查后发现1例,脑外伤检查后发现1例,无症状检查发现10例,肢体麻木或活动障碍3例,面部抽动1例,饮水呛咳1例。另外,两组患者在性别、年龄、高血压史、糖尿病史、脑梗塞病史、合并颅内血管闭塞或狭窄、术前mRS评分方面差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2 患者术前动脉瘤特点相关资料比较 如表2所示,两组患者在椎动脉瘤、动脉瘤合并子囊占比方面无明显差异($P > 0.05$)。与激光雕刻支架组相比,编织支架组中破裂动脉瘤比例(35.3% vs

10.9% , $P = 0.0083$) 较低, 相反, 动脉瘤最大径 [6.9(5.3, 9.9) mm vs 12.9(9.2, 20.2) mm, $P < 0.0001$] 更大, 同时, 编织支架组中大型夹层动脉瘤的比例(39.1% vs 8.8% , $P = 0.0023$), 合并载瘤动脉狭窄比例(30.4% vs 11.8% , $P = 0.0481$), 载瘤动脉的串珠样病变比例(21.7% vs 2.9% , $P = 0.0158$)及瘤体有分支血管发出的比例(37.0% vs 8.8% , $P = 0.0041$) 更高。

2.3 动脉瘤术中栓塞及围手术期治疗情况比较

如表 3 所示, 激光雕刻组共置入 47 枚激光雕刻支架

(Enterprise 支架 21 枚, Neuroform EZ 支架 25 枚, solitaire 支架 1 枚); 编织支架组共置入 60 枚编织支架 (LEO 支架 48 枚, LVIS 支架 12 枚)。两组患者在是否需要球囊扩张辅助、双支架置入、围手术期缺血及出血并发症发生率及围手术期病死率无明显差异 ($P > 0.05$)。与激光雕刻支架组相比, 编织支架组患者需要弹簧圈辅助治疗比例(45.7% vs 91.2% , $P < 0.0001$) 及术后造影动脉瘤即刻闭塞比例 (OKM 分级 C、D) 较低 (32.6% vs 67.4% , $P < 0.0001$)。

表 1 两组患者术前一般基线资料对比 [$n(\%)$, $M(Q_1, Q_3)$]

Tab. 1 Comparison of preoperative general baseline data between the two groups [$n(\%)$, $M(Q_1, Q_3)$]

Item	Laser engraved stent group($n = 34$)	Braided stent group($n = 46$)	t/χ^2 value	P value
Male	22(64.7)	32(69.6)	0.2104	0.6464
Age	60(54.0, 68.0)	58(50.7, 64.2)		0.1322 ^a
Hypertension history	21(61.8)	32(69.6)	0.5320	0.4658
Diabete history	4(11.8)	4(8.7)	0.2046	0.6510
Cerebral infarction history	11(32.4)	16(34.8)	0.0520	0.8203
Intracranial vascular occlusion or stenosis	7(20.1)	18(39.1)	3.1290	0.0769
Preoperative mRs Score(0~2)	29(85.3)	42(91.3)	0.7073	0.4003
Preoperative mRs Score(3~6)	5(14.7)	4(8.7)		

^a: Mann-Whitney U test.

表 2 两组患者术前动脉瘤特点资料对比 [$n(\%)$, $M(Q_1, Q_3)$]

Tab. 2 Comparison of preoperative aneurysm characteristics between the two groups [$n(\%)$, $M(Q_1, Q_3)$]

Item	Laser engraved stent group($n = 34$)	Braided stent group($n = 46$)	t/χ^2 value	P value
Vertebral aneurysm	25(73.5)	29(63.0)	0.9799	0.3222
Middle-large size dissected aneurysms	3(8.8)	18(39.1)	9.2760	0.0023
Ruptured aneurysm	12(35.3)	5(10.9)	6.9690	0.0083
Multiple aneurysm	6(17.7)	7(15.2)	0.0850	0.7709
Aneurysmal ascus	6(17.7)	12(26.1)	0.7986	0.3715
Parent artery beaded vascular lesions	1(2.9)	10(21.7)	5.8250	0.0158
Parent artery stenosis	4(11.8)	14(30.4)	3.9080	0.0481
Branch artery dissecting aneurysm	3(8.8)	17(37.0)	8.2520	0.0041
Maximum aneurysm diameter(mm)	6.9(5.3, 9.9)	12.9(9.2, 20.2)		<0.0001 ^a

^a: Mann-Whitney U test.

表 3 两组患者动脉瘤术中栓塞及围手术期情况对比 [$n(\%)$]

Tab. 3 Comparison of intraoperative aneurysms embolization and perioperative treatment between the two groups [$n(\%)$]

Item	Laser engraved stent group ($n = 34$)	Braided stent group ($n = 46$)	t/χ^2 value	P value
Coil-assisted embolization	31(91.2)	21(45.7)	17.8100	<0.0001
Balloon dilation	1(2.9)	4(8.7)	1.1050	0.2932
Double stent placement	11(32.4)	28(39.1)	0.3886	0.5330
Immediate postoperative angiography (OKM grade A and B)	6(17.7)	28(82.3)	19.4600	<0.0001
Immediate postoperative angiography (OKM grade C and D)	31(67.4)	15(32.6)		
Perioperative ischemia	1(2.9)	2(4.4)	0.1072	0.7434
Perioperative hemorrhage	0(0.0)	0(0.0)		>0.9999 ^a
Perioperative death	1(2.9)	0(0.0)		0.4250 ^a

^a: Fisher's precision probability test.

2.4 两组患者的随访资料比较 如表4所示,两组患者在复查造影时间、随访期缺血、出血并发症、随访期死亡、随访 mRs 评分方面无明显差异($P > 0.05$)。激光雕刻支架组中,2例因基底动脉闭塞死亡,1例因肺部感染死亡。编织支架组中,1例因基底动脉血栓形成死亡,1例因肺部感染死亡。编织支架组半年后动脉瘤闭塞率(OKM 分级 C、D)明显高于激光雕刻支架组(87.8% vs 63.3%, $P = 0.0148$),而术后动脉瘤复发率明显低于激光雕刻支架组(4.4% vs 23.5%, $P = 0.0103$)。值得注意的是,在编织支架组中,中大型夹层动脉瘤患者为18例,治愈率及病变血管的重塑率(OKM 分级 C、D 13例)达到72.2%,尽管病死率达到5.6%(1例死亡),略高于全组的病死率(4.4%),但整体效果仍较为理想。

2.5 PSM 后两组患者栓塞效果及并发症比较 目前临床上已经证实动脉瘤最大径及是否合并弹簧圈辅助栓塞是影响动脉瘤最终愈合的重要指标。如表5所示,通过PSM控制两组间差异存在统计学意

义的动脉瘤最大径和是否结合弹簧圈辅助治疗,匹配后共获得21对配对患者。匹配后编织支架组半年后闭塞率为95.0%,明显高于激光雕刻支架组(61.1%)($P = 0.0105$),且复发率低于激光雕刻支架组($P = 0.0478$),总缺血、出血并发症、病死率及随访 mRs 评分差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.6 典型病例情况 患者女,68岁,因“脑出血2月余,检查发现颅内动脉瘤3d”入院,诊断:基底动脉中下段夹层动脉瘤、脑出血恢复期、多发性脑梗死、肺炎。DSA提示基底动脉中下段夹层动脉瘤,大小22×10mm(右椎)。术前3D提示基底动脉中下段夹层动脉瘤,载瘤动脉近端3.7mm,远端4.4mm,瘤体最大径9.5mm,瘤体长度22mm。术前抗血小板治疗5d,术中重叠释放2枚4.5mm×50mm LEO 支架,造影示贴壁满意,瘤内造影剂部分滞留,载瘤动脉通畅。半年后复查DSA提示基底动脉夹层动脉瘤不显影,支架稳定,瘤体基本不显影,载瘤动脉通畅并基本恢复到正常形态。如图1所示。

表4 两组患者术后随访资料对比 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

Tab. 4 Comparison of postoperative follow-up data between the two groups [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

Item	Laser engraved stent group($n=34$)	Braided stent group($n=46$)	t/χ^2 value	P value
Reexamination angiography time	6.5±2.8	6.4±2.5	0.177 2	0.859 8
Follow-up angiography (OKM grade A and B)	11(36.7)	5(12.2)	5.943 0	0.014 8
Follow-up angiography (OKM grade C and D)	19(63.3)	36(87.8)		
Recurrence	8(23.5)	2(4.4)	6.577 0	0.010 3
Follow-up ischemia	4(11.8)	3(6.5)	0.673 1	0.412 0
Follow-up hemorrhage	0(0.0)	1(2.2)		>0.999 9 ^a
Death during follow-up	2(5.9)	2(4.4)	0.097 0	0.755 6
Total ischemia	5(14.7)	5(11.4)	0.191 7	0.661 5
Total death	3(8.8)	2(4.4)	0.668 4	0.413 6
Follow-up period mRs Score (0~2)	30(96.8)	40(91.0)	1.005 0	0.316 0
Follow-up period mRs Score (3~6)	1(3.2)	4(9.1)		

^a: Fisher's precision probability test.

表5 倾向性得分匹配后两组患者栓塞效果及并发症对比 [$n(\%)$, $M(Q_1, Q_3)$]

Tab. 5 Comparison of embolization effect and complications between the two groups after propensity score matching [$n(\%)$, $M(Q_1, Q_3)$]

Item	Laser engraved stent group($n=21$)	Braided stent group($n=21$)	t/χ^2 value	P value
Coil-assisted embolization	20(95.2)	19(90.5)	0.359 0	0.549 1
Maximum aneurysm diameter(mm)	8.1(5.1,10.4)	10.1(5.6,12.9)	1.286 0	0.205 8
Follow-up angiography (OKM grade A and B)	7(38.9)	1(5.0)	6.546 0	0.010 5
Follow-up angiography (OKM grade C and D)	11(61.1)	19(95.0)		
Recurrence	5(23.8)	0(0.0)		0.047 8 ^a
Total ischemia	2(10.0)	1(4.8)	0.414 5	0.519 7
Total hemorrhage	0(0.0)	0(0.0)		>0.999 9 ^a
Total death	2(9.5)	1(4.8)	0.359 0	0.549 1
Follow-up period mRs Score (0~2)	18(94.7)	20(100.0)		0.487 2 ^a
Follow-up period mRs Score (3~6)	1(5.3)	0(0.0)		

^a: Fisher's precision probability test.

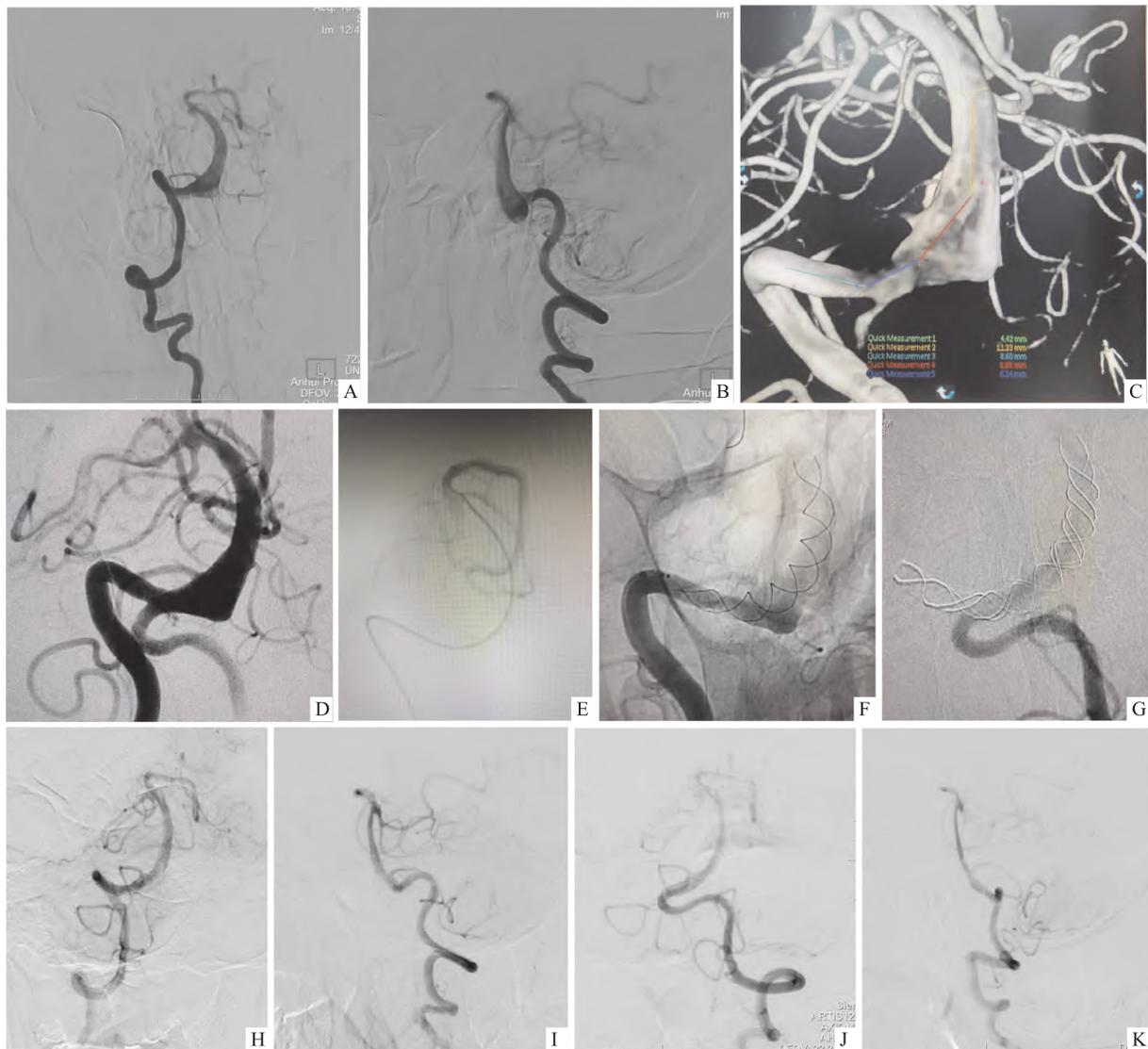


图1 基底动脉中下段夹层动脉瘤患者介入治疗前后影像学资料

Fig. 1 Imaging data of a patient with medial and inferior basilar artery dissection aneurysm before and after interventional therapy

A, B: Preoperative DSA indicated dissected aneurysm was in the middle and lower basilar arteries, with a size of 22 × 10 mm (anterior position + lateral position); C: The length and diameter of the aneurysm body and the proximal and distal end of parent artery accurately measured before surgery, and the optimal size stent (4.5 mm × 50 mm LEO) was selected; D: The working position imaging determined the specific position of the stent; E: Microcatheter angiography confirmed that the stent catheter was in the true lumen of the blood vessel; F: The first LEO stent was fully released, and completely covered the aneurysm body; G: The second LEO stent and the first stent overlapped and release; H - K: Bilateral vertebral arteriography showed that the aneurysm body disappeared, and the shape of the parent artery returned to normal six months after surgery.

3 讨论

VBADA 也称为颅内椎 - 基底动脉剥离, 占有颅内动脉瘤的 3%, VBADA 的发病机制复杂, 包括动脉瘤相关的氧化应激、炎症等^[6]。VBADA 较少引起脑卒中, 但占 35 岁以下人群脑卒中病因的 6% ~ 8%^[7]。VBADA 最常见的症状是头颈部疼痛, 眩晕、行走不稳, VBADA 一旦破裂出血, 表现为 SAH

或脑室内出血^[8]。VBADA 内科治疗包括控制血压、血脂及抗血小板治疗^[9]。VBADA 不同于前循环动脉瘤的治疗方式, 大部分很难行开颅夹闭^[10], 目前, 对于药物治疗失败的 VBADA 患者, 可考虑介入治疗, 开放手术目前仅适用于少数特殊患者^[11]。

随着介入材料的更新, 目前处理 VBADA 的手术方式主要通过支架重建载瘤动脉, 支架不仅隔离弹簧圈, 同时可以修复载瘤动脉的破损病变部

位^[12]。因此,支架的作用变得尤为关键,而编织支架具备高金属覆盖率、合适的柔软性、足够的支撑性、足够的长度等特点^[13]。LEO 支架作为临床上最常见的编织支架,金属覆盖率为 12% ~ 25%,明显高于激光雕刻支架(3% ~ 5%),宽度以及长度上可选择性高,且全程显影可视,释放过程中可反复调整,操控性好,在面对血管迂曲扩张及病变长度较长时具有更好的贴壁性,通常作为首选^[14]。LVIS 支架在长度选择上有一些限制,适合一些小型 VBADA 或作为双支架中第二枚支架,着重对病变部位的覆盖^[15]。目前研究^[16]表明双支架套叠置入较单支架置入对 VBADA 治疗有更好的临床效果,双支架置入能显著改变动脉瘤内的血液流入量,加快动脉瘤的栓塞及病变血管内皮修复。因此,本研究选择传统的激光雕刻支架及编织支架(LEO 及 LVIS 支架)作为治疗 VBADA 的主要支架,对比两者的临床疗效,临床意义显著。

在本研究中,激光雕刻支架组中的椎动脉瘤占比要略高于编织支架组,在椎动脉夹层动脉瘤中,若瘤体形态规则,且瘤体上无分支血管发出时,一般选择激光雕刻支架辅助弹簧圈栓塞,也能获得满意效果。早期由于术者对编织支架的认识不够,过分担心其术后缺血事件的发生,对编织支架的使用较为谨慎。在激光雕刻支架组的一例复发的 VBADA 中,患者瘤体长径为 15.3 mm,形态为梭形,小脑后下动脉从瘤体中发出,当时选择两枚 Enterprise 支架辅助弹簧圈疏松填塞,虽术后无并发症出现,但半年后出现了复发,二次手术加用了编织支架的贴覆,随访效果令人满意,瘤体基本闭塞,载瘤动脉通畅,管腔无狭窄。在破裂 VBADA 支架的选择上,目前仍有一定的争议,本研究中,激光雕刻支架组动脉瘤破裂的比例要高于编织支架组,原因为急诊患者往往术前不能足疗程地进行抗血小板治疗,为了降低支架内血栓的形成风险,术者一般倾向于选择激光雕刻支架,即使选择编织支架,也为单个编织支架置入。本研究中编织支架组的破裂动脉瘤患者均为单个支架置入,这也间接降低了支架内血栓形成的风险,但仍需要考虑其他方面因素,如载瘤动脉的血管条件,瘤体是否有重要的分支血管发出等。与激光雕刻支架组相比,编织支架组载瘤动脉的血管条件较差,载瘤动脉往往合并串珠样病变,且动脉瘤体上常有分支血管发出,这也证实了在支架的选择上,术者在术前需要充分考虑以上几点。总之,编织支架极大发挥了对病变血管的修复作用。大部分激光雕

刻支架都需要弹簧圈辅助栓塞,正常情况下,即刻栓塞的效果至少要达到 OKM C 级才能被认为栓塞有效。在本研究中,激光雕刻支架组中弹簧圈的辅助比例远高于编织支架组,术后造影动脉瘤即刻闭塞率也高于编织支架组,但就动脉瘤半年后闭塞率而言,编织支架效果明显优于激光雕刻支架,表明编织支架在随访期间发挥了重要作用,它使动脉瘤体中血流速度逐渐降低形成血栓,最终使动脉瘤完全闭塞。因编织支架具有较高的金属覆盖率,理论上形成血栓及出现缺血性并发症的几率是高于激光雕刻支架,但在本研究中,两者术后缺血并发症发生率并无显著差异,得益于规范的抗血小板治疗及术者娴熟的支架释放技术。最后,通过 PSM 控制两组间差异存在统计学意义的动脉瘤最大径和是否结合弹簧圈辅助治疗,结果也表明编织支架在随访期的效果优于激光雕刻支架。

本研究回顾性分析了 80 例 VBADA 患者的临床资料及诊疗过程,通过与激光雕刻支架相比,编织支架治疗 VBADA 相对安全有效,同时具备独特的优势,尤其是降低动脉瘤复发、重塑病变血管的效果明显优于激光雕刻支架,值得临床推广。本研究仍有一些不足之处,首先,评估编织支架的随访时间应适当延长;其次,编织支架对血管的修复作用的评价指标应进一步量化。因此,后续的研究应强化上述两方面内容。

参考文献

- [1] Xie D, Zhao L, Liu H, et al. Tubridge flow diverter for the treatment of unruptured dissecting cerebral aneurysms[J]. *World Neurosurg*, 2023, 172: e343 - 8. doi:10.1016/j.wneu.2023.01.024.
- [2] 张鹏, 孙红卫, 王蒙蒙, 等. 颅内后循环动脉瘤的临床特征及显微外科手术策略[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(20): 1558 - 61. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.20.008.
- [2] Zhang P, Sun H W, Wang M M, et al. Clinical characteristics and microsurgical strategy of intracranial posterior circulation aneurysms[J]. *Natl Med J China*, 2019, 99(20): 1558 - 61. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.20.008.
- [3] 马宁, 张宝瑞, 冯欣, 等. 血管内治疗未破裂椎-基底动脉夹层动脉瘤的疗效分析[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(27): 2176 - 9. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.27.010.
- [3] Ma N, Zhang B R, Feng X, et al. Efficacy analysis of the endovascular treatment for 175 unruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms[J]. *Natl Med J China*, 2018, 98(27): 2176 - 9. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.27.010.

- [4] 常晗晓, 路华, 林超, 等. 编织支架在颅内未破裂椎-基底动脉夹层动脉瘤中的应用[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2020, 25(7): 295-8. doi:10.11850/j.issn.1009-122X.2020.07.003.
- [4] Chang H X, Lu H, Lin C, et al. Application of braided stent in unruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms[J]. Chin J Minim Invasive Neurosurg, 2020, 25(7): 295-8. doi:10.11850/j.issn.1009-122X.2020.07.003.
- [5] 杨新健. 规范颅内夹层动脉瘤的诊断和治疗[J]. 中华神经外科杂志, 2018, 34(8): 764-6. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2018.08.002.
- [5] Yang X J. Standardize the diagnosis and treatment of intracranial dissecting aneurysm[J]. Chin J Neurosurg, 2018, 34(8): 764-6. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2018.08.002.
- [6] 艾奇渊, 王勇, 徐瑞春, 等. 灯盏花素通过调节 Nrf2 途径抑制大鼠颅内动脉瘤的形成和机制[J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57(4): 579-85. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.04.014.
- [6] Ai Q Y, Wang Y, Xu R C, et al. Breviscapine inhibits the formation and mechanism of intracranial aneurysms by regulating the Nrf2 pathway[J]. Acta Univ Med Anhui, 2022, 57(4): 579-85. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.04.014.
- [7] 方兴根, 程少文, 吴丹, 等. 保持载瘤动脉通畅的椎动脉夹层动脉瘤治疗: 附 28 例报告[J]. 中国普通外科杂志, 2019, 28(6): 731-6. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.06.013.
- [7] Fang X G, Cheng S W, Wu D, et al. Treatment of vertebral artery dissection aneurysm keeping parent artery patent; a report of 28 cases[J]. Chin J Gen Surg, 2019, 28(6): 731-6. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.06.013.
- [8] 熊康, 尤劲松. 椎-基底动脉夹层致缺血性卒中 31 例临床分析[J]. 中风与神经疾病杂志, 2018, 35(5): 446-9. doi:10.19845/j.cnki.zfysjbjzz.2018.05.013.
- [8] Xiong K, You J S. Comprehensive analysis of 31 cases of ischemic stroke due to vertebrobasilar artery dissection[J]. J Apoplexy Nerv Dis, 2018, 35(5): 446-9. doi:10.19845/j.cnki.zfysjbjzz.2018.05.013.
- [9] 郭乐恒. 椎基底动脉夹层动脉瘤的诊治进展[J]. 中风与神经疾病杂志, 2021, 38(1): 80-3. doi:10.19845/j.cnki.zfysjbjzz.2021.0020.
- [9] Guo L H. Progress in diagnosis and treatment of vertebrobasilar dissecting aneurysm[J]. J Apoplexy Nerv Dis, 2021, 38(1): 80-3. doi:10.19845/j.cnki.zfysjbjzz.2021.0020.
- [10] 高歌, 张扬, 晁迎九, 等. 眶上外侧入路显微手术夹闭颅内前循环动脉瘤[J]. 安徽医科大学学报, 2016, 51(9): 1381-3. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2016.09.035.
- [10] Gao G, Zhang Y, Chao Y J, et al. Lateral supraorbital approach microsurgical clipping of intracranial anterior circulation aneurysms[J]. Acta Univ Med Anhui, 2016, 51(9): 1381-3. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2016.09.035.
- [11] Balik V, Yamada Y, Talari S, et al. State-of-art in surgical treatment of dissecting posterior circulation intracranial aneurysms[J]. Neurosurg Rev, 2018, 41(1): 31-45. doi:10.1007/s10143-016-0749-0.
- [12] 张庆荣, 张鑫, 吴琪, 等. 支架辅助技术在出血性椎动脉夹层动脉瘤治疗中的应用[J]. 医学研究生学报, 2018, 31(3): 249-53. doi:10.16571/j.cnki.1008-8199.2018.03.006.
- [12] Zhang Q R, Zhang X, Wu Q, et al. Stent-assisted technique for the management of subarachnoid hemorrhage caused by ruptured vertebral artery dissecting aneurysm[J]. J Med Postgrad, 2018, 31(3): 249-53. doi:10.16571/j.cnki.1008-8199.2018.03.006.
- [13] Cheung N K, Chiu A H, Cheung A K, et al. Long-term follow-up of aneurysms treated electively with woven stent-assisted coiling[J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10(7): 669-74. doi:10.1136/neurintsurg-2017-013402.
- [14] 徐斌斌, 陈立军, 曹浪, 等. Leo 支架治疗颅内动脉瘤的多中心疗效分析[J]. 中华神经外科杂志, 2022, 38(12): 1209-14. doi:10.3760/cma.j.cn112050-20211010-00496.
- [14] Xu B B, Chen L J, Cao L, et al. Efficacy of Leo stents in the treatment of intracranial aneurysms; a multicentric study[J]. Chin J Neurosurg, 2022, 38(12): 1209-14. doi:10.3760/cma.j.cn112050-20211010-00496.
- [15] Gross B A, Ares W J, Ducruet A F, et al. A clinical comparison of Atlas and LVIS Jr stent-assisted aneurysm coiling[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(2): 171-4. doi:10.1136/neurintsurg-2018-014208.
- [16] 梁永平, 王君, 曹向宇, 等. 多支架并行置放和重塑形治疗椎-基底动脉巨大夹层动脉瘤的中长期疗效[J]. 中华神经外科杂志, 2018, 34(8): 778-81. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2018.08.005.
- [16] Liang Y P, Wang J, Cao X Y, et al. Parallel placement of multiple stents and reconstruction technique for the treatment of giant vertebrobasilar dissecting aneurysms; a medium and long-term follow-up study[J]. Chin J Neurosurg, 2018, 34(8): 778-81. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2018.08.005.
- [17] Qi P, Tong X, Liang X, et al. Flow diversion for posterior circulation aneurysms: a multicenter retrospective study[J]. Ther Adv Neurol Disord, 2023, 16: 17562864231176187. doi:10.1177/17562864231176187.

Curative effect of different types of stents treating vertebrobasilar dissection aneurysms

Wang Yang, Sun Xiaoyu, Xu Jiajia, Yu Jian, Chao Yingjiu, Gao Ge

[*Dept of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of University of
Science and Technology of China (Anhui Provincial Hospital), Hefei 230001*]

Abstract *Objective* To analyze the safety and effectiveness of different types of stents with the treatment of vertebrobasilar artery dissection aneurysms (VBADA). *Methods* The clinical data of 80 patients with VBADA treated by intravascular intervention in the First Hospital of University of Science and Technology of China (Anhui Provincial Hospital) from February 2018 to November 2023 were retrospectively analyzed. Patients were divided into laser engraved stent group ($n=34$) and braided stent group ($n=46$) based on the type of stent used. O'Kelly-Marotta (OKM) grade was used to evaluate the embolization effect of aneurysms in DSA images, and a modified Rankin Scale (mRS) score was used to evaluate the clinical prognosis of patients. The baseline data, aneurysm characteristics, intraoperative and perioperative treatment details and postoperative follow-up details between the two groups were compared. *Results* There was no significant difference in baseline data, mRS score, ischemic and hemorrhage complications and mortality between the two groups (all $P>0.05$). Compared with the laser engraved stent group, the mean diameter of aneurysms was larger ($P<0.0001$) and the proportion of ruptured aneurysm ($P<0.01$), parent artery stenosis and beaded vascular lesions ($P<0.05$) and branch artery dissecting aneurysm were higher ($P<0.01$) in the braided stent group. Conversely, the proportion of coil-assisted embolization ($P<0.0001$) and the immediate aneurysm occlusion rate (OKM C and D) ($P<0.0001$) were lower. Finally, 21 patients were obtained by controlling for maximum diameter of aneurysms and whether coil-assisted embolization, the aneurysm occlusion rate half a year later in the braided stent group was higher than that in the laser engraved stent group ($P<0.05$), but the recurrence rate of postoperative aneurysm was lower than that of laser engraved stent group ($P<0.05$). It was worth noting that the cure rate and vascular remodeling rate of middle-large size VBADA which the maximum diameter being over 15 mm in the braided stent group reached 72.2%, and the whole effect was ideal. *Conclusion* Braided stents are relatively safe and effective in the treatment of VBADA and are significantly better than laser engraved stents in reducing VBADA recurrence and remodeling lesion vessels without increasing postoperative complication.

Key words vertebrobasilar artery dissecting aneurysm; laser engraved stent; braided stent; endovascular therapy; ischemia complication; hemorrhage complication

Fund programs National Natural Science Foundation of China (No. 82301471); Natural Science Foundation of Anhui Province (No. 2108085MH273); Key Research and Development Program of Anhui Province (No. 202104j07020046)

Corresponding author Gao Ge, E-mail: gaoge1012@163.com