

文章编号:1003-2754(2025)05-0434-06

doi:10.19845/j.cnki.zfysjbbzz.2025.0082



论著与经验总结

椎动脉起始处狭窄不同治疗方式 与术后再狭窄关系

李岚崎¹, 李超², 吴晓宇², 宋康佳², 蔺雨航², 王泽宁², 陈启凡², 王守春²

摘要: 目的 探讨裸金属支架、药物涂层球囊与普通球囊治疗椎动脉起始处狭窄(VAOS)与术后再狭窄的关系。方法 纳入吉林大学第一医院卒中中心接受血运重建治疗的症状性 VAOS 患者,按治疗方式分为支架组、药物球囊组和普通球囊组。主要结局为 12 个月再狭窄率(狭窄 $\geq 50\%$);次要结局包括术后残余狭窄率、3 个月及 6 个月再狭窄率和 3 个月良好功能结局(mRS ≤ 1 分)。应用二元 Logistic 回归评估治疗方式对结局的影响。结果 支架组、药物球囊组和普通球囊组 12 个月再狭窄率分别为 29.3%、24.4% 与 42.9%,组间无显著差异($P=0.234$)。术后残余狭窄分布差异显著($P<0.001$),支架组无残余狭窄率 95.9%,高于药物球囊组 37.8% 和普通球囊组 14.3%。3 个月再狭窄率中支架组为 7.5%、药物球囊组为 17.8%,二者差异无统计学意义($P=0.129$),普通球囊组 39.3%,显著高于前两者(均 $P<0.05$)。6 个月再狭窄率中支架组为 8.2%、药物球囊组为 17.8%,二者差异无统计学意义($P=0.158$),普通球囊组 39.3%,显著高于前两者(均 $P<0.05$)。支架组、药物球囊组和普通球囊组 3 个月临床结局良好率分别为 66.7%、77.8% 与 64.3%,组间差异无统计学意义($P=0.323$)。结论 3 种治疗方式在 VAOS 的 12 个月再狭窄率中差异无统计学意义,而裸金属支架与药物涂层球囊较普通球囊在短期内均可能降低 VAOS 患者的再狭窄率。裸金属支架在术后即刻血管腔恢复方面具有明显的临床优势。

关键词: 椎动脉起始部; 血管内治疗; 再狭窄; 支架; 药物涂层球囊

中图分类号:R743

文献标识码:A

Association between different treatment methods for vertebral artery origin stenosis and postoperative restenosis

Li Lanqi, Li Chao, WU Xiaoyu, et al. (Department of Neurology, The Affiliated Hospital of Beihua University, Jilin 132000, China)

Abstract: **Objective** To investigate the association of bare-metal stent (BMS), drug-coated balloon (DCB), and plain balloon (PB) with postoperative restenosis in the treatment of vertebral artery origin stenosis (VAOS). **Methods** The patients with symptomatic VAOS who underwent revascularization in our center were enrolled and divided into BMS group, DCB group, and PB group according to their treatment modality. The primary outcome was 12-month restenosis rate ($\geq 50\%$ stenosis), and secondary outcomes included postoperative residual stenosis rate, 3- and 6-month restenosis rates, and 3-month good functional outcome (modified Rankin Scale score ≤ 1). The binary logistic regression analysis was used to assess the effect of different treatment modalities on outcome. **Results** The 12-month restenosis rate was 29.3% in the BMS group, 24.4% in the DCB group, and 42.9% in the PB group, with no significant difference between the three groups ($P=0.234$). There was a significant difference in the distribution of postoperative residual stenosis between groups ($P<0.001$), and the BMS group had a significantly higher non-residual stenosis rate than the DCB group and the PB group (95.9% vs 37.8%/14.3%). There was no significant difference in 3-month restenosis rate between the BMS group and the DCB group (7.5% vs 17.8%, $P=0.129$), and the PB group had a 3-month restenosis rate of 39.3%, which was significantly higher than that in the other two groups (both $P<0.05$). There was no significant difference in 6-month restenosis rate between the BMS group and the DCB group (8.2% vs 17.8%, $P=0.158$), and the PB group had a 6-month restenosis rate of 39.3%, which was significantly higher than that in the other two groups (both $P<0.05$). The good clinical outcome rate at 3 months was 66.7% in the BMS group, 77.8% in the DCB group, and 64.3% in the PB group, with no significant difference between groups ($P=0.323$). **Conclusion** There is no significant difference in 12-month restenosis rate between the three treatment modalities for VAOS, and compared with PB, both BMS and DCB can reduce restenosis rate in patients with VAOS in the short term. BMS has significant clinical advantages in restoration of vascular lumen immediately after surgery.

Key words: Vertebral artery origin; Endovascular treatment; Restenosis; Stent; Drug-coated balloon

虽然全球卒中的死亡率在下降,但患病总人数仍在上升,特别是缺血性卒中(ischemic stroke, IS)^[1],这始终是我们需要重视的一个健康问题。其中后循环缺血性卒中(posterior circulation ischemic stroke, PCIS)可以占到 IS 的 20%~30%^[2],而椎动脉起始部狭窄(vertebral artery origin stenosis, VAOS)又造

收稿日期:2025-01-12;修订日期:2025-04-21

基金项目:吉林省财政厅资助项目(JLSCZD2019-013);吉林省科技厅资助项目(YDZJ202202CXJD035)

作者单位:(1. 北华大学附属医院神经内科,吉林 吉林 132000;2. 吉林大学第一医院神经内科卒中中心,吉林 长春 130021)

通信作者:王守春, E-mail: wsc@jlu.edu.cn

成大约20%的PCiS^[3],是临床中PCiS的重要原因之一。

目前VAOS的治疗方法包括标准药物治疗、经皮腔内血管成形术、支架植入术及开放手术等^[4]。随着神经介入技术与器械的不断更新,以及椎动脉解剖特征,使血管内治疗具有高成功率及作用持久的特点^[5,6],已成为VAOS主要的临床治疗手段之一。研究表明VAOS血管内治疗中药物洗脱支架较裸金属支架可能显著降低了血管再狭窄率^[6,7],但金属支架的植入仍然有支架折断等风险^[8]。药物涂层球囊减少了异物植入,并且可以释放抑制血管内膜增生的药物,具有良好安全性及降低再狭窄率的作用,已经在心脏及外周血管领域广泛应用^[9-11]。但目前药物涂层球囊在脑血管领域的研究及应用并不充分,且VAOS血运重建治疗策略的选择也存在一定争议。

本研究旨在通过比较裸金属支架、药物涂层球囊和普通球囊3种治疗方式与术后再狭窄及3个月功能预后的关系,为VAOS的临床治疗提供参考意见。

1 资料和方法

1.1 研究人群 本研究为单中心观察性队列研究,研究对象为吉林大学第一医院于2020年1月—2023年9月期间收治的症状性椎动脉起始段狭窄(VAOS)患者。本研究为回顾性研究,无需通过伦理委员会批准。

1.2 纳入标准 (1)年龄 ≥ 18 岁,性别不限;(2)经数字减影血管造影(DSA)诊断为椎动脉起始部重度狭窄($\geq 70\%$);(3)经最佳药物治疗后仍出现后循环缺血症状,如头晕、复视、短暂性脑缺血发作等;(4)已同意经皮血管内治疗(包括裸金属支架置入、药物涂层球囊扩张或普通球囊扩张);(5)术前改良Rankin量表(Modified Rankin Scale, mRS)评分 ≤ 2 分。

1.3 排除标准 (1)合并严重心肺疾病或肝肾功能衰竭者;(2)存在非血管源性神经系统进行性损伤疾病(如颅内占位性病变、中枢神经系统脱髓鞘疾病);(3)基线资料或随访资料不完整者。

1.4 资料收集 记录所有纳入患者的基线资料,包括年龄、性别、高血压、糖尿病、血脂水平、短暂性缺血性卒中史、颅内出血史等;手术相关资料,包括手术方式、麻醉方式、术后责任血管管腔情况等;患者预后资料,包括血管管腔再狭窄、mRS评分等。

1.5 VAOS及术后再狭窄评定 全部患者通过数字减影血管造影(DSA)评估VAOS程度;通过彩超或DSA进行术后和定期复查,评估处理血管管腔

再狭窄情况。

1.6 结局事件及分组方法 主要结局定义为术后12个月再狭窄率。次要结局定义为术后残余狭窄率(3 d内行脑彩超复查)、术后3个月再狭窄率、术后6个月再狭窄率及3个月良好功能结局率。复查时根据残余狭窄程度分为无狭窄、轻度狭窄($< 50\%$)、中度狭窄($50\% \sim 69\%$)、重度狭窄($70\% \sim 99\%$)、闭塞。责任血管狭窄程度 $\geq 50\%$ 定义为再狭窄。术后3个月以患者门诊就诊或电话联系的方式进行随访,并评估mRS得分,以3个月mRS评分 ≤ 1 分为良好功能结局。根据患者最终接受VAOS血管内治疗方案,分为支架组、药物球囊组和普通球囊组。

1.7 统计学分析 使用SPSS 29.0软件进行统计分析。采用Shapiro-Wilk检验对数值变量资料进行了正态性检验,对于符合正态分布的数值变量资料,采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,并采用方差分析比较总体差异。对于不符合正态分布的数值变量资料,采用中位数(四分位数间距) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 进行表示,并采用Kruskal-Wallis秩和检验比较总体差异。对于分类变量资料使用频数及百分比(%)进行表示,并采用卡方检验或Fisher精确检验进行总体比较。使用二元Logistic回归进行分析不同手术方式对结局的影响。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料 本研究初步纳入223例患者,3例患者重要数据缺失,最终纳入220例患者:支架组147例,药物球囊组45例,普通球囊组28例。最终纳入所有患者中男性188(85.5%)例,平均年龄64(58~70)岁,共66(30.0%)例患者出现12个月时再狭窄。支架组与药物球囊组的高血压比例比普通球囊组更低[57.8%(85/147)比57.8%(26/45)比82.1%(23/28), $P=0.048$]、支架组与药物球囊组的颅内出血病史比例比普通球囊组更高[1.4%(2/147)比11.1%(5/45)比0%(0/28), $P=0.014$]、支架组与药物球囊组的局麻方式比例比普通球囊组更高[78.9%(116/147)比86.7%(39/45)比60.7%(17/28), $P=0.031$]。其余基线资料差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)(见表1)。

2.2 主要结局 支架组、药物球囊组与普通球囊组的12个月再狭窄率为29.3%(43/147)、24.4%(11/45)与42.9%(12/28),差异无统计学意义($P=0.234$)(见表2),但支架组与药物球囊组比普通球囊组在临床中可能具有更有利于患者的趋势(见图1)。

表1 支架组、药物球囊组与普通球囊组纳入患者基线资料

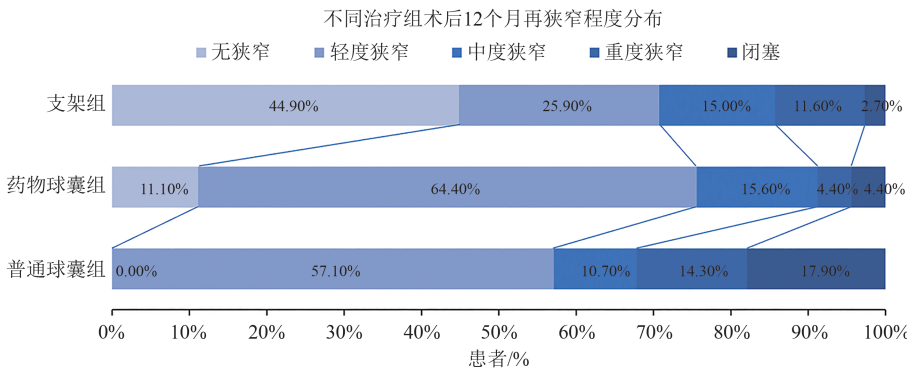
变量	支架组(n=147)	药物球囊组(n=45)	普通球囊组(n=28)	P值
男性[n(%)]	127(86.4)	37(82.2)	24(85.7)	0.785
年龄[M(P ₂₅ ,P ₇₅)]	64(58.0,70.0)	63(58.0,68.0)	65(57.3,71.0)	0.709
高血压史[n(%)]	85(57.8)	26(57.8)	23(82.1)	0.048*
糖尿病史[n(%)]	44(29.9)	17(37.8)	12(42.9)	0.315
冠心病史[n(%)]	29(19.7)	10(22.2)	10(35.7)	0.176
房颤史[n(%)]	4(2.7)	0(0)	0(0)	0.754+
瓣膜病史[n(%)]	10(6.8)	7(15.6)	1(3.6)	0.137+
血脂异常史[n(%)]	20(13.6)	9(20.0)	5(17.9)	0.543
TIA史[n(%)]	11(7.5)	7(15.6)	3(10.7)	0.229+
颅内出血史[n(%)]	2(1.4)	5(11.1)	0(0)	0.014*+
吸烟史[n(%)]	73(49.7)	18(40.0)	15(53.6)	0.436
饮酒史[n(%)]	54(36.7)	15(33.3)	12(42.9)	0.714
基线NIHSS[M(P ₂₅ ,P ₇₅)]	0(0,2.0)	0(0,1.0)	0(0,0.8)	0.473
从发病到手术时间[M(P ₂₅ ,P ₇₅),d]	22(12.0,45.0)	21(13.0,42.0)	29(17.0,82.5)	0.543
局麻[n(%)]	116(78.9)	39(86.7)	17(60.7)	0.031*

*P≤0.05;+表示经Fisher检验得出P值。

表2 椎动脉起始处不同治疗方式与再狭窄及功能结局的关系

结局	支架治疗组(n=147)	药物球囊治疗组(n=45)	普通球囊治疗组(n=28)	P _总
主要结局				
12个月再狭窄[n(%)]	43(29.3)	11(24.4)	12(42.9)	0.234
次要结局				
术后残余狭窄[n(%)]				<0.001*+
无狭窄	141(95.9)	17(37.8)	4(14.3)	
轻度狭窄	6(4.1)	21(46.7)	14(50.0)	
中度狭窄	0(0)	5(11.1)	6(21.4)	
重度狭窄	0(0)	2(4.4)	1(3.6)	
闭塞	0(0)	0(0.0)	3(10.7)	
3个月再狭窄[n(%)]	11(7.5)	8(17.8)	11(39.3)	<0.001*
6个月再狭窄[n(%)]	12(8.2)	8(17.8)	11(39.3)	<0.001*
3个月良好功能结局[n(%)]	98(66.7)	35(77.8)	18(64.3)	0.323

P_总3组间整体差异性;*P≤0.05;+表示经Fisher检验得出P值。



无狭窄:0%;轻度狭窄:0%~49%;中度狭窄:50%~69%;重度狭窄:70%~99%;闭塞:100%。

图1 椎动脉起始处狭窄不同治疗方式12个月再狭窄程度分布

2.3 次要结局 椎动脉起始处 3 种不同治疗方式在术后残余狭窄率中存在显著差异($P<0.001$)。支架组术后责任血管无狭窄率高于药物球囊组和普通球囊组[95.9%(141/147)比 37.8%(17/45)比 14.3%(4/28)],同时支架组与药物球囊组均未出现术后责任血管闭塞(见表 2)。

支架组、药物球囊组与普通球囊组的 3 个月再狭窄率为 7.5%(11/147)、17.8%(8/45)与 39.3%(11/28),

存在差异有统计学意义($P<0.001$)(见表 2)。与支架组比较,普通球囊组 3 个月再狭窄风险更高($OR=10.771,95\%CI\ 3.635\sim31.921,P<0.001$),而药物球囊组相比于普通球囊组的 3 个月再狭窄风险显著降低($OR=0.210,95\%CI\ 0.060\sim0.730,P=0.014$)。同时该结局中支架组与药物球囊组差异无统计学意义($OR=2.259,95\%CI\ 0.788\sim6.481,P=0.129$)(见表 3)。

表 3 椎动脉起始处狭窄不同治疗方式与再狭窄及功能结局关系的两两比较

结局	支架组		药物球囊组		普通球囊组	
	OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值
主要结局						
12 个月再狭窄	Ref.	Ref.	0.767(0.342~1.718)	0.519	1.941(0.813~4.633)	0.135
12 个月再狭窄			0.395(0.133~1.170)	0.094	Ref.	Ref.
次要结局						
3 个月再狭窄	Ref.	Ref.	2.259(0.788~6.481)	0.129	10.771(3.635~31.921)	<0.001*
3 个月再狭窄			0.210(0.060~0.730)	0.014*	Ref.	Ref.
6 个月再狭窄	Ref.	Ref.	2.137(0.744~6.136)	0.158	10.122(3.408~30.066)	<0.001*
6 个月再狭窄			0.211(0.060~0.747)	0.016*	Ref.	Ref.
3 个月良好功能结局	Ref.	Ref.	0.573(0.255~1.292)	0.180	1.082(0.452~2.588)	0.859
3 个月良好功能结局			0.530(0.176~1.592)	0.258	Ref.	Ref.

Ref 参考值:根据年龄、性别、高血压史、颅内出血史及麻醉方式进行了调整。

支架组、药物球囊组与普通球囊组的 6 个月再狭窄率为 8.2%(12/147)、17.8%(8/45)与 39.3%(11/28),差异有统计学意义($P<0.001$)(见表 2)。与支架组比较,普通球囊组 6 个月再狭窄风险更高($OR=10.122,95\%CI\ 3.408\sim30.066,P<0.001$),药物球囊组相比于普通球囊治疗组的 6 个月再狭窄风险显著降低($OR=0.211,95\%CI\ 0.060\sim0.747,P=0.016$)。支架组与药物球囊组差异无统计学意义($OR=2.137,95\%CI\ 0.744\sim6.136,P=0.158$)(见表 3)。

支架组、药物球囊组与普通球囊组 3 个月 mRS 评分 ≤ 1 分的良好率分别为 66.7%(98/147)、77.8%(35/45)与 64.3%(18/28),差异无统计学意义($P=0.323$),但药物球囊组比普通球囊组可能具有更有利于患者的倾向(见表 2)。

3 讨论

研究结果显示,裸金属支架、药物球囊与普通球囊治疗均能在一定程度上改善 VAOS 患者血管的管腔通畅性,裸金属支架对术后即刻血管管腔恢复方面具有明显的临床优势。裸金属支架与药物涂层球囊

在 VAOS 的治疗中,对患者责任血管的再狭窄和预后没有显著影响,但是在短期(3 个月、6 个月)内,相较于普通球囊组,裸金属支架与药物涂层球囊均显著降低了再狭窄率。然而,3 种治疗方式在 12 个月再狭窄率及 3 个月良好功能结局方面均未见明显差异。

VAOS 是临床中常见的症状性缺血性卒中的责任血管之一^[12],治疗目标在于恢复狭窄部位血流,避免远端灌注不足。2024 版椎动脉起始处狭窄血管内介入治疗中国专家共识和 2017 年 ESC 外周动脉疾病诊断和治疗指南指出:经过单纯最佳药物治疗后仍不能控制 VAOS 患者的缺血性症状发作且 VAOS 狭窄 $\geq 50\%$ 时,血管内治疗便成为主要的治疗方案^[4,13]。但对 VAOS 患者进行血管内治疗与单纯药物治疗的疗效对比中并没有观察到明显差异^[14-17],如 Annette Compter 教授指出支架植入术联合最佳药物治疗与单纯最佳药物治疗两组的 1 年卒中事件发生率为 9%(CI 2~16):7%(CI 0~13)^[15],提示 VAOS 血管内治疗的有效性仍不确定。

支架植入在目前临床中仍是 VAOS 血管内治疗的主要方法,通过支架的物理支撑作用可以有效的改善患者的血管管腔情况^[18]。本研究术中使用的支架绝大多数为球扩式支架(apollo、express vascular SD、RX herculink elite),在术后即刻几乎实现了完全的血管无狭窄开通(95.9%),并且在12个月再狭窄分布中支架组无狭窄比例为44.9%明显高于药物球囊组11.1%和普通球囊组0%,提示支架通过物理支撑作用在VAOS血管管腔改善中存在明显优势。

本研究中普通球囊术后无残余狭窄率最低,仅为14.3%,甚至术后超声检查有10.7%出现再闭塞,这可能与以下原因有关:(1)本文为真实世界的研究,当血管直径<3.0 mm或血管高度迂曲时,支架植入可能面临较高的并发症风险时,多首先选择普通球囊扩张治疗。(2)为防止动脉夹层等急性并发症,多选择小于血管直径的球囊,所以术后即刻多残余明显狭窄。但普通球囊组与另外两组3个月良好预后的比较中并没有显示出显著差异,我们认为这一结果可能与颈部椎动脉存在丰富的侧支代偿有关^[19],同时普通球囊组血管多较细、或为非优势侧血管,即使再闭塞往往症状较轻或没有症状。

药物球囊通常是在普通球囊扩张后,未见明显残余狭窄或影响血流的夹层改变等基础上进一步被使用,术后无狭窄率37.8%明显高于普通球囊组的14.3%,同时显著降低3个月与6个月再狭窄风险(3个月:OR=0.210,95%CI 0.060~0.730,P=0.014;6个月:OR=0.211,95%CI 0.060~0.747,P=0.016),并且药物球囊与支架治疗的再狭窄发生率及3个月良好功能结局比例没有见到显著差异,这可能与药物涂层对血管管腔平滑肌细胞的增殖和迁移具有抑制作用相关^[20]。

12个月再狭窄率中支架组29.3%与药物球囊组24.4%可能优于普通球囊组42.9%,但未能充分显现出统计学差异,可能与我们的样本量不足有关。支架在术后恢复较完美的血管管腔状态具有明显优势,但随着时间延长,异物植入后长期内膜增生和血管重塑仍可能引起血管管腔再狭窄。药物球囊通过局部释放的药物作用于血管管腔表面,随着血流冲刷,局部浓度和作用效果可能会逐渐衰减,但药物球囊作为一种非植入性治疗,减少了异物植入带来的

并发症风险^[21,22],体内没有支架异物,也为血管再次病变预留更多处理空间,具有明显临床优势。

本研究仍存在一定的局限性。(1)我们本次研究为单中心队列研究,纳入患者及收集数据时可能存在一些偏倚。(2)纳入样本量相对不足,药物球囊组与普通球囊组人数较少,可能影响统计学结果。未来还需要更多大型前瞻性RCT研究进一步验证VAOS不同治疗方式的长期效果。

4 结 论

裸金属支架、药物涂层球囊与普通球囊在治疗VAOS的12个月再狭窄发生率未见显著差异,而裸金属支架与药物涂层球囊在短期内相较于普通球囊均可能降低VAOS患者的再狭窄率。裸金属支架在术后即刻血管管腔恢复方面具有明确的临床优势。

伦理学声明: 本研究已获得患者及患者家属知情同意。

利益冲突声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明: 李岚崎、李超、吴晓宇负责实施研究、撰写论文;宋康佳、蔺雨航、王泽宁、陈启凡负责采集数据分析、王守春负责指导撰写论文、修改论文并最后定稿。

[参考文献]

- [1] Feigin VL, Krishnamurthi RV, Parmar P, et al. Update on the global burden of ischemic and hemorrhagic stroke in 1990-2013: the GBD 2013 study [J]. *Neuroepidemiology*, 2015, 45 (3): 161-176.
- [2] Frid P, Drake M, Giese AK, et al. Detailed phenotyping of posterior vs anterior circulation ischemic stroke: a multi-center MRI study [J]. *J Neurol*, 2020, 267(3): 649-658.
- [3] Borhani Haghighi A, Edgell RC, Cruz-Flores S, et al. Vertebral artery origin stenosis and its treatment [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2011, 20(4): 369-376.
- [4] 中国医师协会介入医师分会,中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会,中国卒中学会神经介入分会. 椎动脉起始部狭窄血管内介入治疗中国专家共识(2024版)[J]. *中华神经医学杂志*, 2024, 23(10): 973-982.
- [5] 刘 勇, 帅 杰, 郑 健, 等. 症状性颈、椎动脉狭窄的临床诊断与血管内介入治疗[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2006, 23(6): 696-698, 769.
- [6] Stephen J, Stewart M. Endovascular treatment of vertebral artery ste-

- nosis [J]. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2017, 59 (6) : 619-625.
- [7] Langwieser N, Prothmann S, Buyer D, et al. Safety and efficacy of different stent types for the endovascular therapy of extracranial vertebral artery disease [J]. *Clin Res Cardiol*, 2014, 103 (5) : 353-362.
- [8] Werner M, Bräunlich S, Ulrich M, et al. Drug-eluting stents for the treatment of vertebral artery origin stenosis [J]. *J Endovasc Ther*, 2010, 17(2): 232-240.
- [9] Cortese B, Di Palma G, Guimaraes MG, et al. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent for small coronary vessel disease: PICCOLETO II randomized clinical trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(24): 2840-2849.
- [10] Caradu C, Lakhli E, Colacchio EC, et al. Systematic review and updated meta-analysis of the use of drug-coated balloon angioplasty versus plain old balloon angioplasty for femoropopliteal arterial disease [J]. *J Vasc Surg*, 2019, 70(3): 981-995. e10.
- [11] Cortese B, Testa G, Rivero F, et al. Long-term outcome of drug-coated balloon vs drug-eluting stent for small coronary vessels: PICCOLETO-II 3-year follow-up [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2023, 16(9): 1054-1061.
- [12] Gordon Perue GL, Narayan R, Zangiabadi AH, et al. Prevalence of vertebral artery origin stenosis in a multirace-ethnic posterior circulation stroke cohort: Miami Stroke Registry (MIAMISR) [J]. *Int J Stroke*, 2015, 10(2): 185-187.
- [13] Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, et al. 2017 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European society for vascular surgery (ESVS): document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European stroke organization (ESO) the task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European society of cardiology (ESC) and of the European society for vascular surgery (ESVS) [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(9): 763-816.
- [14] Xu R, Zhang X, Liu S, et al. Percutaneous transluminal angioplasty and stenting for vertebral artery stenosis [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2022, 5(5): CD013692.
- [15] Compter A, van der Worp HB, Schonewille WJ, et al. Stenting versus medical treatment in patients with symptomatic vertebral artery stenosis: a randomised open-label phase 2 trial [J]. *Lancet Neurol*, 2015, 14(6): 606-614.
- [16] Coward LJ, McCabe DJH, Ederle J, et al. Long-term outcome after angioplasty and stenting for symptomatic vertebral artery stenosis compared with medical treatment in the Carotid And Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomized trial [J]. *Stroke*, 2007, 38(5): 1526-1530.
- [17] Markus HS, Larsson SC, Dennis J, et al. Vertebral artery stenting to prevent recurrent stroke in symptomatic vertebral artery stenosis: the VIST RCT [J]. *Health Technol Assess*, 2019, 23(41): 1-30.
- [18] Shao JX, Ling YA, Du HP, et al. Comparison of hemodynamic changes and prognosis between stenting and standardized medical treatment in patients with symptomatic moderate to severe vertebral artery origin stenosis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(13): e14899.
- [19] 边 洋, 苗 妍, 王鲲鹏, 等. 双侧椎动脉重度狭窄/闭塞导致头晕患者的侧支循环代偿途径特点分析 [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(39): 3244-3247.
- [20] Axel DI, Kunert W, Göggelmann C, et al. Paclitaxel inhibits arterial smooth muscle cell proliferation and migration *in vitro* and *in vivo* using local drug delivery [J]. *Circulation*, 1997, 96 (2) : 636-645.
- [21] Mahmoud KD, Sanon S, Habermann EB, et al. Perioperative cardiovascular risk of prior coronary stent implantation among patients undergoing noncardiac surgery [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(9): 1038-1049.
- [22] Wang Z, Wang C, Li C, et al. Stenting for symptomatic intracranial vertebrobasilar artery stenosis in northeast of China: a single-center study [J]. *Front Neurol*, 2021, 11: 609286.

引证本文:李岚崎,李 超,吴晓宇,等. 椎动脉起始处狭窄不同治疗方式与术后再狭窄关系[J]. 中风与神经疾病杂志,2025,42(5): 434-439.