



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250295

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250295

China Journal of General Surgery, 2025, 34(6):1130-1138.

· 专题研究 ·

Castor分支支架联合烟囱支架技术治疗近端锚定不足弓部病变的初步疗效分析

张雷^{1,2}, 夏德芳^{1,2}, 李睿^{1,2}, 郭鹏程^{1,2}, 李鑫^{1,2}, 舒畅^{1,2,3}

(1. 中南大学湘雅二医院 血管外科, 湖南 长沙 410011; 2. 中南大学血管病研究所, 湖南 长沙 410011; 3. 中国医学科学院阜外医院 血管外科, 北京 100037)

摘要

背景与目的: 主动脉弓部疾病的腔内修复需兼顾病灶有效隔绝与弓上分支血管灌注, 是当前血管外科领域的重要挑战。Castor分支型主动脉覆膜支架具备结构完整、一体化重建左锁骨下动脉(LSA)血流的优势, 联合左颈总动脉(LCCA)烟囱支架技术, 有望为近端锚定区不足的弓部病变提供微创、可行的治疗方案。本研究旨在评估该联合技术的初步可行性与安全性, 为复杂主动脉弓病变的腔内治疗提供临床参考。

方法: 回顾性纳入2023年2月—2024年12月在中南大学湘雅二医院接受Castor分支型支架联合LCCA烟囱支架技术治疗的15例主动脉弓部疾病患者, 分析其基线特征、手术过程、围手术期并发症及随访结果, 评估技术成功率、并发症发生率及分支血管通畅率。

结果: 15例患者中男性11例, 平均年龄63.8岁, 病种包括主动脉夹层(33.4%)、弓部动脉瘤(53.3%)及穿透性主动脉溃疡(13.3%)。手术技术成功率100%, 围手术期无死亡及严重并发症。随访时间4~26个月(平均12.9个月), 期间无脑卒中、瘫痪、内漏、支架移位等并发症发生, LCCA与LSA通畅率均为100%。

结论: Castor分支型主动脉覆膜支架联合LCCA烟囱支架技术在治疗近端锚定区不足的主动脉弓部病变中展现出良好的技术可行性与短期安全性, 有望成为复杂主动脉弓腔内治疗的新选择。但仍需大样本、多中心、长期随访研究进一步验证其远期疗效与安全性。

关键词

主动脉疾病; 支架; 烟囱支架技术; 血管内操作

中图分类号: R654.3

Preliminary efficacy analysis of Castor branched stent combined with chimney technique for aortic arch lesions with inadequate proximal landing zones

ZHANG Lei^{1,2}, XIA Dexiang^{1,2}, LI Rui^{1,2}, GUO Pengcheng^{1,2}, LI Xin^{1,2}, SHU Chang^{1,2,3}

(1. Department of Vascular Surgery, Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China; 2. Institute of Vascular Disease, Central South University, Changsha 410011, China; 3. Department of Vascular Surgery, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China)

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(82120108005); 中南大学研究生自主探索创新基金资助项目(2022XQLH153)。

收稿日期: 2025-05-28; **修订日期:** 2025-06-24。

作者简介: 张雷, 中南大学湘雅二医院博士研究生, 主要从事外周血管及主动脉疾病方面的研究。

通信作者: 李鑫, Email: lixin1981@csu.edu.cn; 舒畅, Email: shuchang@csu.edu.cn

Abstract

Background and Aims: Endovascular repair of aortic arch diseases poses a major challenge in vascular surgery due to the need to both effectively exclude the lesion and preserve perfusion of supra-aortic branch vessels. The Castor branched aortic covered stent, with its integrated design and ability to maintain left subclavian artery (LSA) patency, offers potential advantages. When combined with the chimney technique for the left common carotid artery (LCCA), it may provide a minimally invasive and feasible solution for patients with insufficient proximal landing zones. This study aims to evaluate the preliminary feasibility and safety of this combined approach and provide clinical reference for the endovascular management of complex aortic arch pathologies.

Methods: A retrospective analysis was conducted on 15 patients with aortic arch diseases who underwent treatment with the Castor branched stent-graft combined with LCCA chimney stenting at the Second Xiangya Hospital of Central South University between February 2023 and December 2024. Baseline characteristics, surgical procedures, perioperative complications, and follow-up outcomes were analyzed to assess technical success, complication rates, and branch vessel patency.

Results: Among the 15 patients (11 males, average age 63.8 years), primary diagnoses included aortic dissection (33.4%), aortic arch aneurysm (53.3%), and penetrating aortic ulcer (13.3%). The technical success rate was 100%, with no perioperative deaths or major complications. During the follow-up period (4–26 months, mean 12.9 months), no adverse events such as stroke, paralysis, endoleak, or stent migration occurred. The patency rate of both the LCCA and LSA remained 100%.

Conclusion: The Castor branched aortic stent-graft combined with LCCA chimney technique appears to be a technically feasible and safe short-term option for treating aortic arch diseases with insufficient proximal landing zones. It may serve as a promising alternative for complex aortic arch repair; however, large-scale, multicenter studies with long-term follow-up are needed to further validate its efficacy and safety.

Key words

Aortic Diseases; Stents; Chimney Technique; Endovascular Procedures

CLC number: R654.3

胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)因其微创、效果确切和并发症发生少等优势,已成为胸主动脉疾病的重要治疗手段^[1-2]。然而主动脉弓部疾病的腔内修复一直是血管外科临床研究领域的热点和难点问题^[3-4],其难度在于既要有效地隔绝病变,避免内漏,又要保持弓上重要分支动脉的通畅,降低严重的神经系统并发症的发生率。针对紧邻左锁骨下动脉(left subclavian artery, LSA)且左颈总动脉(left common carotid artery, LCCA)后缘与LSA前缘(LCCA-LSA)间距<5 mm以及累及Z2区域的复杂病例,现行治疗策略要求将TEVAR的近端锚定区应进一步扩展至Z1区域,并行LCCA血运重建。为此,临床实践中相继发展出开窗技术(体外/原位开窗)、平行支架技术(烟囱/潜望镜技术)及主动

脉弓杂交手术等解决方案^[5-6]。

但各技术均存在固有缺陷:开窗操作会破坏支架移植物结构,平行支架技术则存在较高的内漏风险,而杂交手术存在创伤较大、围术期并发症风险增加等问题。Castor分支型主动脉覆膜支架是2017年上市的一款拥有中国自主知识产权且是目前唯一能够在排除主动脉病变的同时,保持LSA血流通畅的一体化单分支型主动脉覆膜支架^[7],合理使用Castor分支型主动脉覆膜支架,并与其他内血管技术灵活结合,理论上可以提高疗效,避免上述方法的不足之处。因此,本研究旨在探索Castor分支型主动脉覆膜支架联合LCCA烟囱支架技术治疗近端锚定区不足的主动脉弓部病变的技术可行性与早期安全性,以期丰富复杂主动脉弓部病变的临床治疗策略的选择。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2023年2月—2024年12月就诊于中南大学湘雅二医院血管外科行Castor分支型主动脉覆膜支架联合LCCA烟囱支架技术治疗主动脉弓部疾病的患者资料。纳入标准包括：(1)主动脉夹层破口或穿透性溃疡、弓部动脉瘤病变定位于Z2区或紧邻LSA开口且LCCA-LSA间距 <5 mm；(2)主动脉穿透性溃疡需满足深度 >10 mm或基底宽度 >20 mm；(3)主动脉弓部动脉瘤最大径 >50 mm；(4)临床资料完整（包括术前基线数据、手术记录、影像学资料及随访记录）。排除标准包括：(1)主动脉弓近端锚定区最大直径 >38 mm或存在重度钙化；(2)患者放弃手术治疗或在术前准备期间死亡；(3)重要临床资料缺失[如术前计算机断层扫描血管造影(computed tomography angiography, CTA)影像、术后随访信息]。按以上纳入与排除标准，最终选择15例患者为研究对象（图1）。本研究经中南大学湘雅二医院医学伦理委员会批准[审批号：2025伦审第(018)号]。

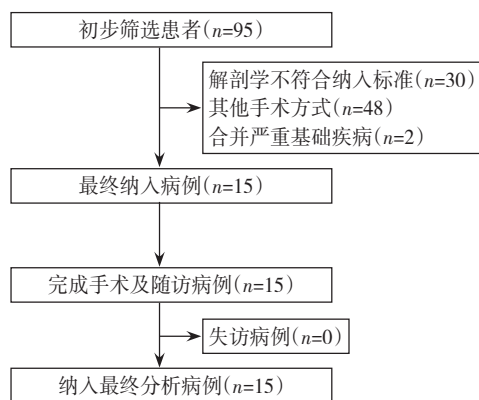


图1 患者筛选流程图

Figure 1 Patient selection flowchart

1.2 手术方法

根据术前CTA测量结果选用合适支架型号（图2A），所有患者均在全麻下于杂交手术室进行支架植入术，主要步骤如下：首先，建立血管通路。经股动脉、左肱动脉及解剖LCCA分别穿刺并建立导管通道。随后进行数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)，明确病变部位并测量拟锚定区的主动脉及LCCA直径，选取合

适型号的支架。为防止LCCA烟囱支架受压，其直径选择较LCCA本身大5%~10%（图2B）。之后，在全身肝素化（100 IU/kg）后，经左侧肱动脉送入MP导管（125 mm）及泥鳅导丝（260 mm），建立左侧肱动脉—降主动脉—股动脉之间的牵引导丝轨道（图2C）。在完成上述准备后，置入超硬导丝并建立Castor分支型主动脉覆膜支架释放轨道。与此同时，将Amplaze导丝自LCCA导入至升主动脉，作为烟囱支架导丝轨道。通过转动球管确认该导丝贴近主动脉后壁并位于超硬导丝背侧（图2D），从而实现“双导丝轨道”，可有效避免导丝缠绕，并提升支架定位的精准度。完成导丝准备后，将Castor分支型主动脉覆膜支架沿预设导丝轨道置入。采用“分步释放”策略：先释放主体支架至预定位置（保留输送器支撑），通过多角度DSA确认分支通入LSA开口无误后，完成支架释放，并行LSA分支造影评估通畅性。随后，在LCCA烟囱导丝轨道基础上植入支架，释放位置需确保其近端超出Castor支架的铂铱合金显影标记不少于10 mm。支架释放期间应保持输送器同步稳定，以减少因主动脉搏动带来的移位风险。支架释放后，应用与烟囱支架匹配的顺应性球囊，以6~8 atm（1 atm=101.325 kPa）低压扩张烟囱支架与Castor支架重叠段，确保其贴壁紧密，同时避免对Castor分支造成挤压影响。术毕再次行DSA，确认主动脉病变完全隔绝，LSA及LCCA血流通畅，无内漏、支架移位等并发症（图2E）。术后1周复查CTA，进一步评估支架定位及血管通畅率（图2F）。

1.3 围手术期处理及随访

术后患者均安返普通病房，给予广谱抗生素预防性抗感染治疗，同时应用低分子肝素4 000 IU（1次/d）皮下注射行抗凝治疗。术后5~7 d行全主动脉CTA复查评估支架位置、内漏发生情况以及分支血管通畅率。出院后继续给予阿司匹林肠溶片100 mg（1次/d）及氯吡格雷75 mg（1次/d）双联口服抗血小板治疗，疗程6个月。术后建立标准化随访体系，分别于1、3、6、12个月进行门诊复查全主动脉CTA，评估支架位置形态及分支血管通畅率。

1.4 数据采集

(1) 基线特征：人口学资料（年龄、性别）、合并症（高血压、糖尿病、脑梗死病史、冠心病、

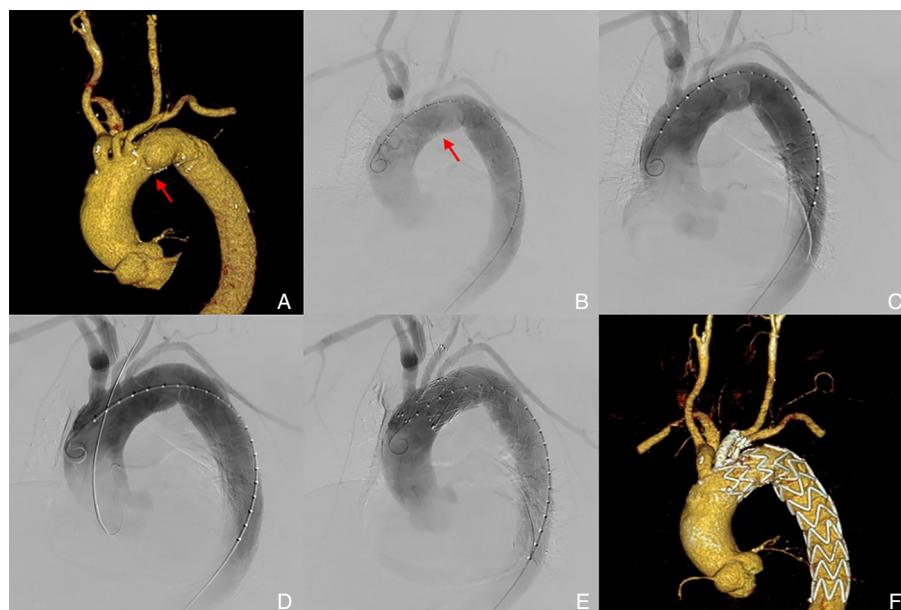


图2 手术相关图片 A: 术前CTA; B: 造影明确病变情况; C: 建立左侧肱动脉-降主动脉-股动脉牵引导丝轨道; D: 建立主体支架释放轨道及烟囱支架导丝轨道; E: 植入支架及术后评估; F: 术后1周CTA

Figure 2 Surgery-related images A: Preoperative CTA; B: Angiography to confirm lesion characteristics; C: Establishment of the left brachial artery-descending aorta-femoral artery pull-through wire pathway; D: Establishment of the main stent-graft delivery pathway and chimney stent guidewire track; E: Stent implantation and intraoperative assessment; F: CTA at 1 week after operation

肾功能不全)、吸烟史、主动脉病变类型及主动脉弓解剖形态特征;(2)手术相关指标:支架系统型号(Castor分支型主动脉覆膜支架及LCCA烟囱支架)、技术成功率(定义为支架系统成功输送至目标锚定区,主支架及分支支架精确定位释放,术中造影证实弓上分支血管血流通畅,无I型和III型内漏,同时完全隔绝病变)、手术时间、术中并发症发生情况;(3)随访指标(随访方式采用门诊影像学复查结合电话随访):生存状态、严重并发症发生率(包括心脑血管不良事件、偏瘫、支架内漏及移位、支架近远端新发破口、上肢缺血、分支血管狭窄或闭塞、切口感染及出血)、弓部分支血管通畅率。

2 结果

2.1 患者的基线资料

15例患者的平均年龄为(63.8 ± 10.0)岁,其中男性11例(73.3%);合并症包括高血压13例(86.7%)、糖尿病2例(13.3%)、脑梗死病史1例(6.7%)、冠心病2例(13.3%)、肾功能不全2例(13.3%),有吸烟史者8例(53.3%)。病变

类型包括主动脉夹层5例(33.4%)、主动脉弓部动脉瘤8例(53.3%)、穿透性主动脉溃疡2例(13.3%)。主动脉弓分型结果显示,7例(46.7%)为I型主动脉弓,其弓上三分支动脉均起源于主动脉弓大弯侧水平面;8例(53.3%)为II型主动脉弓,无名动脉起源于主动脉弓大弯侧与小弯侧移行区。椎动脉优势型分析表明,7例(46.7%)存在左侧椎动脉优势供血现象,余8例(53.3%)表现为双侧椎动脉均衡型供血,本组无单发左椎动脉解剖变异病例(表1)。

2.2 手术相关资料

所有15例患者均在全身麻醉状态下接受了Castor分支型主动脉覆膜支架联合LCCA烟囱支架植入手术治疗,手术总时间70~135 min,平均103 min。技术成功率为100%。Castor分支型主动脉覆膜支架及烟囱支架型号、相关的血管直径[包括LCCA前缘及后缘的主动脉直径(A1、A2)、LSA直径(A3)、LCCA前缘至LSA前缘距离(L1)、LCCA后缘至LSA距(L2)]、每例患者总手术时间等参数见表2。

术后造影评估发现1例(6.7%)烟囱支架相关内漏,表现为LCCA烟囱支架近心端造影剂渗漏,

成因在于主动脉弓成角过大导致支架释放后近端贴壁不充分而形成缝隙。术中因顾虑挤压 Castor 分支支架，未对重叠段行球囊后扩张，致使密封不足，经植入 Viabahn 9 mm × 50 mm 覆膜支架后内漏征象消失。所有病例围手术期无死亡，未发生脑卒中、截瘫、内漏、逆撕 A 型夹层、支架移位及上肢缺血等严重并发症。

2.3 随访结果

所有 15 例患者均完成系统随访，随访时间 4~26 个月，平均 (12.9 ± 5.3) 个月。患者严格按标准化方案于术后 1、3、6、12、24 个月接受门诊随访并行全主动脉 CTA 检查（执行率 100%）。影像学评估由 2 名副高以上血管外科医师独立阅片。随访期间，未出现心脑血管不良事件、偏瘫、支架内漏及移位、支架近远端新发破口、上肢缺血、切口感染及出血等并发症，LCCA 及 LSA 未见狭窄或闭塞，分支血管通畅率保持 100%。

表 1 15 例患者的基线资料
Table 1 Baseline data of the 15 patients

资料	数值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	63.8±10.0
男性[n(%)]	11(73.3)
合并症[n(%)]	
高血压	13(86.7)
糖尿病	2(13.3)
脑梗死病史	1(6.7)
冠心病	2(13.3)
肾功能不全	2(13.3)
吸烟史[n(%)]	8(53.3)
主动脉疾病类型[n(%)]	
主动脉夹层	5(33.4)
主动脉弓部动脉瘤	8(53.3)
穿透性主动脉溃疡	2(13.3)
主动脉弓类型[n(%)]	
I型	7(46.7)
II型	8(53.3)
左椎动脉[n(%)]	
左椎动脉优势	7(46.7)
左椎动脉均衡	8(53.3)
单发左椎动脉	0(0.0)

表 2 15 例患者手术相关资料
Table 2 Surgical data of the 15 patients

患者 编号	病变类型	A1 (mm)	L1 (mm)	A2 (mm)	L2 (mm)	A3 (mm)	Castor 分支型主动脉 覆膜支架型号	LCCA 支架型号	手术总时间 (min)
1	动脉瘤	35.5	11.8	34.2	6.0	8.4	38-32-12-200-25-20	Fluency Plus 8-60	105
2	动脉瘤	30.8	11.2	30.4	5.0	8.8	34-28-10-200-25-15	Fluency Plus 8-60	75
3	夹层	34.7	13.0	34.2	4.4	7.0	38-32-08-200-25-20	Fluency Plus 8-60	90
4	夹层	32.4	16.1	31.5	5.6	9.2	36-30-10-200-25-20	Fluency Plus 6-60	80
5	动脉瘤	34.3	20.0	34.0	10.0	8.0	38-32-10-200-25-25	Fluency Plus 8-60	110
6	穿透性溃疡	26.9	14.7	24.0	4.3	8.0	30-24-40-200-25-05	Omnilink Elite 裸支架 8-29	120
7	动脉瘤	32.3	23.5	28.5	14.4	10.7	36-30-12-200-25-20	Fluency Plus 8-60	70
8	动脉瘤	35.2	20.2	34.5	9.5	9.0	40-34-10-200-25-25	Omnilink Elite 10-39	115
9	动脉瘤	31.9	15.7	31.5	6.9	7.6	36-30-10-200-25-15	Fluency Plus 8-40	125
10	穿透性溃疡	32.0	13.7	32.0	5.7	8.3	36-30-10-200-25-10	Omnilink Elie 裸支架 8-29	130
11	动脉瘤	32.4	18.9	32.0	8.3	8.3	36-30-10-200-25-25	Fluency Plus 8-60	110
12	动脉瘤	34.0	16.9	33.3	8.5	8.8	38-32-10-200-25-25	Fluency Plus 8-60	100
13	夹层	30.5	18.7	30.0	8.3	11.0	34-28-12-200-25-20	Fluency Plus 12-60	90
14	夹层	31.5	11.6	31.0	4.5	8.9	36-30-10-200-25-10	Omnilink Elite 裸支架 9-29	95
15	夹层	32.4	12.3	32.0	4.0	8.0	38-32-10-200-25-15	Fluency Plus 8-60	130

3 讨论

累及主动脉弓部病变的腔内修复面临的关键问题在于实现近端锚定区有效扩展与维持弓上分支动脉灌注的平衡^[8]。随着介入技术的革新及器械研发的突破,目前针对锚定区不足的病变已形成三大治疗策略:杂交手术、平行支架技术(烟囱/潜望镜技术)及开窗技术,多项临床研究^[9-11]证实这些方法可有效解决近端锚定区不足的解剖学难题。然而,各类技术仍存在亟待解决的局限性。

杂交技术通过结合开放手术与腔内治疗,相较于传统开放手术显著降低了操作复杂度与组织创伤,但其围手术期病死率及并发症发生率仍居高不下^[12]。烟囱支架技术自Hiramoto等^[13]于2006年首次成功应用于主动脉弓部病变以来,凭借操作简便、微创性强、支架结构完整性好及器械成熟度高等显著优势,在临床上得到快速推广。但该技术因不同直径支架的平行植入必然产生间隙,导致Ia型内漏成为其不可避免的局限性^[14]。潜望镜技术通过将分支支架开口置于主体支架远端以增强贴壁性,虽可一定程度地降低内漏的发生率,但其远期通畅率显著低于常规烟囱支架技术。基于内漏风险控制的需求,开窗技术(包括体外预开窗与术中原位开窗)的应用日益广泛。该技术通过解剖适配性重建有效规避了内漏风险,但机械应力改变导致的支架结构失稳是开窗技术无法忽视的缺点^[15-16]。

Castor分支型主动脉覆膜支架作为目前唯一实现主动脉病变修复与LSA血流通畅一体化重建的腔内器械,其临床应用价值已获得国内外多项循证医学证据支持:技术成功率达97%~100%,分支支架中长期通畅率维持在93%以上,内漏等主要并发症发生率低,且能有效保障主动脉弓上分支血管血供,改善患者中长期预后^[17-23]。而对于烟囱支架技术,如前所述,具有操作简洁、快捷、微创、无须破坏支架结构、产品成熟等优点,在临床中被广泛使用,并且其安全有效性已经得到证实。

基于上述技术特点,本研究结合Castor分支型主动脉覆膜支架与LCCA烟囱支架技术,成功治疗15例近端锚定区需延伸至Z1区的主动脉弓部病变。该技术最多只需要3个外周切口(至少需要颈部1个切口)完成双分支血管重建,避免传统开胸

或胸骨正中切口,显著促进术后恢复。全组15例患者平均手术时间103 min,较常规杂交手术显著缩短,与其他腔内治疗方式相比未显著延长手术时间。术后即刻拔管率达100%,所有患者均在术后1周内顺利出院。该技术通过同步重建LSA和LCCA保障颅内灌注:Castor分支型主动脉覆膜支架实现LSA血运即时重建规避左椎动脉缺血风险,LCCA烟囱支架植入维持颅内灌注,最终实现全组患者围手术期零脑卒中发生率,中位随访12个月期间无迟发性神经系统并发症发生。

内漏作为TEVAR术后最常见的并发症,其发生率直接影响手术预后。而本研究中采用的手术方式,LCCA烟囱支架与Castor分支型主动脉覆膜支架近端可构成轻度受压的“日偏食样”结构,该形态学特征可有效维持LCCA及主动脉血流动力学稳定。相较于传统平行支架技术,本研究中采用的手术方式通过优化支架-自体血管结构空间关系,显著减少支架与动脉壁间的无效腔,可显著降低I型内漏发生率;同时规避了平行支架技术中常见的支架间应力性压迫所致的靶血管闭塞风险。本团队研发的Longuette(烟囱型裙边支架系统)是一款专用于烟囱支架技术的分支支架。其在临床研究中3年内漏发生率低于2%^[24-27]。因此,本研究中采用的手术方式未来如结合Longuette支架进行LCCA的烟囱支架技术其内漏发生风险可能降至更低。近期临床研究数据验证了本研究中采用的手术方式相比于传统平行支架技术降低内漏发生率的优越性。单中心队列研究^[28]显示($n=5$),应用该技术治疗的主动脉弓部动脉瘤患者在中位随访17个月期间,无支架移位、内漏等并发症发生,二次手术率及TEVAR相关病死率均为0,仅1例出现术后脑梗死。另一项单中心回顾性研究($n=20$)^[29]证实,Z2区主动脉疾病患者术后6个月随访中,不仅完全规避I/II型内漏及支架源性新发破口,更实现分支血管100%通畅率及90%手术成功率,且无神经系统并发症。但需指出,上述研究均未涉及主动脉夹层病例,且支架近端锚定区的“鸟嘴”现象(bird-beak征,CT测量角度 $>30^\circ$ 视为阳性)仍是亟待解决的技术难点^[30]。本研究的创新点在于纳入主动脉夹层病例(占比33.4%),在中位随访12.9(4~26)个月期间,所有患者均未发生心脑血管不良事件、偏瘫、支架内漏及移位、支架近远端新发破口、切口感染及

出血等并发症。影像学评估显示 LCCA 及 LSA 管腔未见狭窄或闭塞, 分支血管通畅率保持 100%。这些初步研究数据显示, Castor 分支型支架联合 LCCA 烟囱支架技术为近端锚定区不足的主动脉弓部病变提供了一种技术可行的治疗选择, 并在本组患者中展现出可接受的早期安全性(围术期无内漏/分支闭塞/神经系统并发症)及分支通畅性维持效果(随访期 100% 通畅率)。

本研究存在以下重要局限性: (1) 样本量过小且为单中心回顾性设计: 仅纳入 15 例患者, 样本量显著不足导致统计效力极低。这使得难以对手术的安全性(特别是罕见但严重的并发症, 如卒中、脊髓缺血)和长期有效性进行可靠评估。观察到的“100% 成功率”和“零并发症”很可能反映了样本量不足的局限性, 而非该技术在广泛应用中的真实表现。(2) 缺乏对照组及非随机化设计: 研究未设置对照组, 且病例选择非随机化(可能存在术者偏好), 因此难以完全排除混杂因素对预后的影响, 并增加了选择偏倚的风险, 从而限制了结果因果关系的推断和普遍适用性。(3) 随访时间相对较短: 目前的随访时间不足以充分评估该技术的长期耐久性、并发症发生率和远期疗效。

综上所述, 本初步研究表明, Castor 分支型主动脉覆膜支架联合 LCCA 烟囱支架技术为治疗近端锚定区不足的主动脉弓部病变提供了一种技术可行的方案, 并在早期应用中展现了良好的近期疗效和初步安全性。然而, 必须强调的是, 本研究样本量过小、设计为单中心回顾性且随访时间有限, 这些关键局限显著制约了对该技术安全性和有效性的可靠评估, 尤其对于罕见严重并发症和长期结果的判断。因此, 该技术的广泛应用价值和远期稳定性仍需通过大规模、多中心、前瞻性随机对照研究, 结合长期随访数据来进一步严格验证。

作者贡献声明: 张雷负责论文设计、论文撰写; 夏德芎负责数据分析、论文撰写; 李睿、郭鹏程负责数据分析; 李鑫、舒畅负责论文指导、论文修改及论文最终审阅。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Yuan X, Mitsis A, Tang YD, et al. The IRAD and beyond: what have we unravelled so far?[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 67(1):146–153. doi:10.1007/s11748-017-0817-6.
- [2] Upchurch GR Jr, Escobar GA, Azizzadeh A, et al. Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines of thoracic endovascular aortic repair for descending thoracic aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 73(1): 55S–83S. doi: 10.1016/j.jvs.2020.05.076.
- [3] 蔡宇宸, 陈鑫, 王晓棣. 主动脉弓部病变的外科治疗现状[J]. *医学研究杂志*, 2021, 50(8): 162–165. doi: 10.11969/j.issn.1673-548X.2021.08.037.
Cai YC, Chen X, Wang XD. The current status of surgical treatment for aortic arch lesions[J]. *Journal of Medical Research*, 2021, 50(8):162–165. doi:10.11969/j.issn.1673-548X.2021.08.037.
- [4] Shu C, Li JH, Luo MY, et al. Endovascular Management of Aortic Arch Diseases: Current Status and Future Trends[J]. *Cardiol Discov*, 2022, 2(4):263–268. doi:10.1097/CD9.000000000000080.
- [5] Czerny M, Schmidli J, Adler S, et al. Editor's choice - current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European association for cardio-thoracic surgery (EACTS) & the European society for vascular surgery (ESVS)[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2019, 57(2): 165–198. doi: 10.1016/j.ejvs.2018.09.016.
- [6] 王嘉宾, 郭伟. 主动脉弓腔内修复技术研究现状与展望[J]. *中华血管外科杂志*, 2022, 7(1): 7–11. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20220214-00018.
Wang JB, Guo W. Status quo and future of thoracic endovascular aortic repair in treatment of aortic arch pathologies[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery*, 2022, 7(1): 7–11. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20220214-00018.
- [7] 季海艳, 陆清声. 主动脉弓 Castor 单分支支架诞生记[J]. *张江科技评论*, 2020, (2):54–56.
Ji HY, Lu QS. Birth of aortic arch Castor single-branch stent[J]. *Zhangjiang Technology Review*, 2020, (2):54–56.
- [8] Mesar T, Alie-Cusson FS, Rathore A, et al. A more proximal landing zone is preferred for thoracic endovascular repair of acute type B aortic dissections[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(1):38–46. doi: 10.1016/j.jvs.2021.06.036.
- [9] 张远浩, 马心健. 烟囱技术腔内治疗近端锚定区不足主动脉疾病的近中期疗效分析[J]. *中国医药科学*, 2020, 10(20):30–34. doi: 10.3969/j.issn.2095-0616.2020.20.007.
Zheng YH, Ma XJ. Short and medium-term efficacy analysis of endovascular treatment with chimney technique in treating aortic

- diseases with insufficient proximal landing zone[J]. China Medicine and Pharmacy, 2020, 10(20): 30–34. doi: 10.3969/j.issn.2095-0616.2020.20.007.
- [10] 井业翔. 不同腔内手术方案治疗近端锚定区不足的Stanford B型主动脉夹层的临床效果分析[D]. 济南: 山东第一医科大学, 2020. Jing YX. Analysis of clinical effects of different endovascular treatments in treating stanford type b aortic dissection with insufficient proximal anchoring area[D]. Jinan: Shandong First Medical University, 2020.
- [11] 王平. 锚定区不足B型主动脉夹层不同方式重建左锁骨下动脉中远期效果比较[D]. 青岛: 青岛大学, 2023. doi: 10.27262/d.cnki.gqdau.2023.000134. Wang P. Comparison of long-term effects of left subclavian artery reconstruction in different ways with anchorage area deficient B-type aortic dissection[D]. Qingdao: Qingdao University, 2023. doi: 10.27262/d.cnki.gqdau.2023.000134.
- [12] Yoshitake A, Hachiya T, Okamoto K, et al. Postoperative stroke after debranching with thoracic endovascular aortic repair[J]. Ann Vasc Surg, 2016, 36:132–138. doi: 10.1016/j.avsg.2016.02.039.
- [13] Hiramoto JS, Schneider DB, Reilly LM, et al. A double-barrel stent-graft for endovascular repair of the aortic arch[J]. J Endovasc Ther, 2006, 13(1):72–76. doi: 10.1583/04-1711r.1.
- [14] 罗明尧, 方坤, 舒畅. 烟囱技术在主动脉弓部疾病应用20年[J]. 中华血管外科杂志: 中英文, 2025, 10(1):14–17. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20250213-00010. Luo MY, Fang K, Shu C. Twenty-year summary of chimney technique application in aortic arch diseases[J]. Chinese Journal of Vascular Surgery, 2025, 10(1):14–17. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20250213-00010.
- [15] 曹龙, 葛阳阳, 郭伟. 复杂主动脉疾病中分支与开窗型腔内支架的创新进展与应用[J]. 中华外科杂志, 2025, 63(1):45–50. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20240922-00436. Cao L, Ge YY, Guo W. Branched and fenestrated endovascular aortic repair in complex aortic diseases: innovative progress and clinical application[J]. Chinese Journal of Surgery, 2025, 63(1):45–50. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20240922-00436.
- [16] 周保宁, 化召辉, 张帅, 等. 原位开窗与体外预开窗技术重建左锁骨下动脉治疗不良近端锚定区主动脉弓部病变的疗效分析[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(12): 1892–1900. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.008. Zhou BN, Hua ZH, Zhang S, et al. Efficacy of in situ fenestration versus in vitro pre-fenestration for reconstruction of left subclavian artery in the treatment of aortic arch lesions with unfavorable proximal landing zone[J]. China Journal of General Surgery, 2023, 32(12):1892–1900. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.008.
- [17] 朱凡, 郭媛媛, 李慧, 等. 单分支主动脉覆膜支架修复伴锚定区不足的急性Stanford B型夹层: 附8例报告[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(12): 1403–1410. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.003. Zhu F, Guo YY, Li H, et al. Single-branched stent graft for repair of Stanford B aortic dissections with inadequate landing zone: a report of 8 cases[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(12): 1403–1410. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.003.
- [18] 张楠, 曹辉, 秦晶, 等. Castor分支一体化支架治疗主动脉夹层及动脉瘤的临床分析[J]. 实用癌症杂志, 2023, 38(3):454–457. doi: 10.3969/j.issn.1001-5930.2023.03.026. Zhang N, Cao H, Qin J, et al. Clinical Analysis of Castor Branch Integrated Stent in the Treatment of Aortic Dissection and Aneurysm[J]. The Practical Journal of Cancer, 2023, 38(3): 454–457. doi: 10.3969/j.issn.1001-5930.2023.03.026.
- [19] 孙文超, 刘涛, 裴长安, 等. Castor支架在主动脉弓病变中重建左颈总动脉的可行性和有效性研究[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(6):909–917. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.006. Sun WC, Liu T, Pei CA, et al. Feasibility and efficacy of using Castor stent for reconstruction of the left common carotid artery in aortic arch lesions[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(6):909–917. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.006.
- [20] 方敏, 张昊, 张雷, 等. Castor单分支支架腔内治疗Stanford B型主动脉夹层单中心回顾性研究[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(6):901–908. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.005. Fang M, Zhang H, Zhang L, et al. Endovascular treatment of type B aortic dissection with the Castor single-branched stent: a single-center retrospective study[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(6):901–908. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.005.
- [21] Żołnierczuk M, Rynio P, Rybicka A, et al. Initial multicenter experience with the new Castor arch branched device in Europe: a middle-term results study[J]. J Endovasc Ther, 2024: 15266028241304307. doi: 10.1177/15266028241304307.
- [22] Jing ZP, Lu QS, Feng JX, et al. Endovascular repair of aortic dissection involving the left subclavian artery by Castor stent graft: a multicentre prospective trial[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2020, 60(6):854–861. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.08.022.
- [23] Li X, Zhou Q, Li C, et al. Thoracic endovascular aortic repair with unibody single-branched stent-graft for type B aortic dissection: a real-world multicenter study[J]. Int J Surg, 2025, 111(1): 941–949. doi: 10.1097/js9.0000000000002029.
- [24] Shu C, Li X, Dardik A, et al. Early Results of a Novel Gutter-Free Chimney Stent-Graft System to Treat Aortic Arch Dissection: Single-Center Data from a Prospective Clinical Trial[J]. J Endovasc Ther, 2022, 29(2):258–265. doi: 10.1177/15266028211045699.
- [25] Liu Y, Fang K, Luo MY, et al. Single-center preliminary experience with gutter-plugging chimney stent-graft for aortic dissection[J].

- Cardiovasc Intervent Radiol, 2023, 46(6): 703–712. doi: 10.1007/s00270-023-03444-8.
- [26] Shu C, Wan ZC, Luo MY, et al. Mid-term results of a prospective study for aortic dissection with a gutter-plugging chimney stent graft[J]. Eur J Cardio Thorac Surg, 2024, 65(5): ezae135. doi: 10.1093/ejcts/ezae135.
- [27] 贺飞, 舒畅, 罗明尧, 等. 胸主动脉腔内修复术采用裙边型烟囱支架(Longuette™)的PATENCY临床试验研究结果[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(6): 885–893. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.2024.06.003.
- He F, Shu C, Luo MY, et al. Results of the PATENCY clinical trial using the Longuette™ chimney stent-graft in thoracic endovascular aortic repair[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(6):885–893. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.003.
- [28] 叶小强, 冯钢, 黄磊, 等. Castor 支架联合左颈总动脉烟囱支架技术治疗主动脉弓部动脉瘤的效果[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(9): 113–117, 123. doi: 10.12114/j. issn. 1008-5971.2022.00.204.
- Ye XQ, Feng G, Huang L, et al. Effect of Castor Stent Combined with Left Common Carotid Artery Chimney Stent Technology in the Treatment of Aortic Arch Aneurysm[J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30(9): 113–117, 123. doi:10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.204.
- [29] Fang J, Tian C, Chen D, et al. Efficacy of endovascular repair using single left common carotid artery stent combined with Castor single-branched stent-graft in the treatment of regional diseases of zone 2 of the aorta[J]. J Endovasc Ther, 2024: 15266028231224249. doi: 10.1177/15266028231224249.
- [30] De León Ayala IA, Cheng YT, Chen SW, et al. Outcomes of type Ia endoleaks after endovascular repair of the proximal aorta[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2022, 163(6): 2012–2021. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.06.026.
- (本文编辑 宋涛)
- 本文引用格式:** 张雷, 夏德芳, 李睿, 等. Castor 分支支架联合烟囱支架技术治疗近端锚定不足弓部病变的初步疗效分析[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(6): 1130–1138. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.250295
- Cite this article as:** Zhang L, Xia DX, Li R, et al. Preliminary efficacy analysis of Castor branched stent combined with chimney technique for aortic arch lesions with inadequate proximal landing zones[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(6): 1130–1138. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.250295

关于一稿两投和一稿两用问题处理的声明

本刊编辑部发现仍有个别作者一稿两投和一稿两用, 为了维护本刊的声誉和广大读者的利益, 本刊就一稿两投和一稿两用问题的处理声明如下。

1. 一稿两投和一稿两用的认定: 凡属原始研究的报告, 同语种一式两份投寄不同的杂志, 或主要数据和图表相同、只是文字表述可能存在某些不同之处的两篇文稿, 分别投寄不同的杂志, 属一稿两投; 一经为两杂志刊用, 则为一稿两用。会议纪要、疾病的诊断标准和防治指南、有关组织达成的共识性文件、新闻报道类文稿分别投寄不同的杂志, 以及在一种杂志发表过摘要而将全文投向另一杂志, 不属一稿两投。但作者若要重复投稿, 应向有关杂志编辑部作出说明。

2. 作者在接到收稿回执后满3个月未接到退稿通知, 表明稿件仍在处理中, 若欲投他刊, 应先与本刊编辑部联系。

3. 编辑部认为文稿有一稿两投或两用嫌疑时, 应认真收集有关资料并仔细核对后再通知作者, 在作出处理决定前请作者就此问题作出解释。编辑部与作者双方意见发生分歧时, 由上级主管部门或有关权威机构进行最后仲裁。

4. 一稿两投一经证实, 则立即退稿, 对该作者作为第一作者所撰写的论文, 2年内将拒绝在本刊发表; 一稿两用一经证实, 将择期在杂志中刊出作者姓名、单位以及该论文系重复发表的通告, 对该作者作为第一作者所撰写的论文, 2年内拒绝在本刊杂志发表。本刊将就此事向作者所在单位和该领域内的其他科技期刊进行通报。

中国普通外科杂志编辑部