

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.15.016
文章编号: 1005-8982 (2026) 15-0099-06

临床研究·论著

Castor单分支支架系统与烟囱支架技术治疗 累及左锁骨下动脉的B型主动脉夹层 早期疗效对比*

刘建成, 马青, 李春波

(唐山市工人医院 心外一科, 河北 唐山 063000)

摘要: **目的** 比较Castor单分支支架系统与烟囱支架技术在累及左锁骨下动脉(LSA)的Stanford B型主动脉夹层(TBAD)腔内修复术中的早期临床应用效果。**方法** 选取2021年5月—2024年5月在唐山市工人医院诊治的83例累及LSA的TBAD患者作为研究对象, 按手术方式分为对照组(42例, 接受烟囱支架技术)与观察组(41例, 接受Castor单分支支架系统)。比较两组手术相关指标、LSA通畅率、主动脉重塑效果指标及围手术期并发症。**结果** 观察组的手术时间、透视时间均长于对照组($P < 0.05$)。观察组与对照组住院时间比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组住院期间LSA通畅率均为100.00%。随访1年, 两组LSA通畅率比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。观察组与对照组夹层真腔和假腔直径比较, 结果: ①不同时间点真腔和假腔直径比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); ②观察组与对照组真腔和假腔直径比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$), 观察组术后真腔直径更大、假腔直径更小, 腔内修复效果更佳; ③两组真腔和假腔直径变化趋势比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。观察组假腔血栓化率高于对照组($P < 0.05$)。观察组I型内漏率低于对照组($P < 0.05$)。观察组与对照组脑卒中率和脊髓缺血率比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** Castor单分支支架治疗累及LSA的TBAD, 虽延长手术及透视时间, 但可显著降低I型内漏风险, 促进假腔血栓化与主动脉重塑, 且不影响LSA远期通畅率, 早期安全性和有效性均良好。

关键词: B型主动脉夹层; 左锁骨下动脉; 腔内修复术; Castor单分支支架系统; 早期疗效

中图分类号: R654.3

文献标识码: A

Early outcomes of Castor single-branch stent versus chimney technique for type B aortic dissection with left subclavian artery involvement*

Liu Jian-cheng, Ma Qing, Li Chun-bo

(Department of Cardiology, Tangshan Workers' Hospital, Tangshan, Hebei 063000, China)

Abstract: **Objective** To compare the early clinical outcomes of the Castor single-branch stent graft system and the chimney stent technique in thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) for Stanford type B aortic dissection (TBAD) involving the left subclavian artery (LSA). **Methods** A total of 83 patients with TBAD involving the LSA, admitted between May 2021 and May 2024, were included. Patients were divided according to surgical technique into the control group ($n = 42$, chimney stent technique) and the observation group ($n = 41$, Castor single-branch stent graft). Perioperative indicators, LSA patency, aortic remodeling outcomes, and complication rates were

收稿日期: 2025-12-02

* 基金项目: 河北省自然科学基金(H2024209078); 2021年度河北省医学科学研究课题项目(20211358)

[通信作者] 刘建成, E-mail: 15133969641@163.com

compared between the two groups. **Results** The operation time and fluoroscopy time in the observation group were significantly longer than those in the control group ($P < 0.05$). No statistically significant difference was found in the length of hospital stay between the two groups ($P > 0.05$). The LSA patency rate was 100.00% in both groups during hospitalization, and no significant difference was observed between the two groups at the 1-year follow-up ($P > 0.05$). Comparison of true lumen and false lumen diameters between the two groups revealed: (1) significant differences at different time points ($P < 0.05$); (2) significant differences between the observation and control groups ($P < 0.05$), with the observation group exhibiting a larger postoperative true lumen diameter and a smaller false lumen diameter, indicating superior endovascular repair outcomes; (3) significant differences in the trends of diameter changes between the two groups ($P < 0.05$). The false lumen thrombosis rate was significantly higher in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The incidence of type I endoleak was significantly lower in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). No statistically significant differences were found in the rates of stroke or spinal cord ischemia between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** The Castor single-branch stent graft, while prolonging operation and fluoroscopy time, significantly reduces the risk of type I endoleak, promotes false lumen thrombosis and favorable aortic remodeling, and maintains long-term LSA patency. It demonstrates favorable early safety and efficacy.

Keywords: Stanford type B aortic dissection; left subclavian artery; thoracic endovascular aortic repair; Castor single-branch stent graft system; early efficacy

累及左锁骨下动脉 (left subclavian artery, LSA) 的 Stanford B 型主动脉夹层 (Stanford type B aortic dissection, TBAD) 是血管外科面临的严峻挑战, 其治疗的关键是在有效封闭近端破口的同时, 确保 LSA 的血流灌注, 从而避免左上肢缺血及后循环卒中等严重并发症^[1]。随着腔内修复术 (thoracic endovascular aortic repair, TEVAR) 的普及, 如何理想地重建 LSA 已成为影响手术疗效的核心问题之一^[2]。传统技术如烟窗支架、预开窗虽广泛应用, 但存在内漏、分支支架狭窄或闭塞等风险^[3]。Castor 单分支支架系统作为一款一体化设计的腔内移植物, 其理论优势在于通过主体与分支的整合结构实现 LSA 的解剖性重建, 有望提升操作的精确性与密封效果^[4]。然而, 关于该创新系统相较于传统技术在围手术期安全性、主动脉重塑早期效果方面的系统性对比研究尚不充分。本研究旨在深入探讨 Castor 单分支支架系统在累及 LSA 的 TBAD 患者 TEVAR 术中的早期疗效, 以期临床优化治疗策略提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 5 月—2024 年 5 月在唐山市工人医院诊治的 83 例累及 LSA 的 TBAD 患者作为研究对象, 按照手术方式将其分为观察组 (41 例) 与对照组 (42 例)。观察组与对照组性别构成、年龄和发病时

间比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性 (见表 1)。本研究已获得医院医学伦理委员会审查和批准 (GRYY-LL-2024-26)。

表 1 两组一般资料比较

组别	<i>n</i>	男/女/例	年龄/ (岁, $\bar{x} \pm s$)	发病时间/ (d, $\bar{x} \pm s$)
观察组	41	28/13	62.45 $\pm$ 8.91	8.52 $\pm$ 3.67
对照组	42	30/12	63.12 $\pm$ 9.24	8.91 $\pm$ 4.13
χ^2/t 值		0.096	0.336	0.451
<i>P</i> 值		0.757	0.737	0.652

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①经计算机断层扫描血管成像技术 (computed tomography angiography, CTA) 确诊为急性或亚急性 TBAD 且破口累及 LSA^[5]; ②锚定区不足, 需重建左锁骨下动脉; ③年龄 18 ~ 75 岁; ④临床及影像学资料完整; ⑤签署手术知情同意书。

1.2.2 排除标准 ①既往有主动脉外科手术或腔内修复史; ②合并 Marfan 综合征等结缔组织病; ③存在严重心、脑、肝、肾功能不全等手术禁忌证; ④对镍钛合金支架材料过敏; ⑤诊断为感染性主动脉病变或创伤性主动脉离断; ⑥预期生存时间 < 1 年或无法配合术后随访。

1.3 方法

1.3.1 对照组 患者接受烟窗支架治疗。入院后患者统一进行内科干预, 包括降压控心、卧床休息及

对症支持。术前常规行胸腹主动脉 CTA 三维重建(德国 Siemens Healthineers 公司, SOMATOM Force CT 扫描仪),以评估破口位置、病变范围及分支受累情况。手术在局部麻醉或气管插管全身麻醉下进行。手术在麻醉达成后,经一侧股动脉及对侧肱动脉建立介入入路并置入鞘管,全身肝素化抗凝。首先进行主动脉造影,评估破口与左锁骨下动脉、颈总动脉之间的关键解剖参数。随后,导丝经股动脉及肱动脉鞘管先后超选进入升主动脉根部,为支架输送建立通路。撤出导管并完成支架系统的预冲后,主体支架经股动脉入路推送至主动脉弓部,在数字减影血管造影(荷兰 Philips 公司, Azurion 血管造影系统)监测下定位并释放。最后再次造影评估支架通畅性及有无内漏,确认正常后结束手术。

1.3.2 观察组 采用 Castor 单分支支架系统。患者在全身麻醉下经气管插管,并通过右桡动脉监测动脉压力。术中左肱动脉置入 6F 鞘管,双股动脉分别置入 5F 鞘管。为明确破口位置及血管解剖特征,首先经右股动脉入路,将导丝配合黄金标记导管输送至升主动脉实施造影。依据造影图像,重点测量降主动脉近端锚定区直径、LSA 开口大小及其与左颈总动脉的相对位置。随后,自左肱动脉置入导管,导丝进入主动脉真腔并经右股动脉引出,建立贯穿导丝通路。在此基础上,经右股动脉沿超硬导丝将 Castor 分支型支架输送至胸降主动脉,支架前端预置的分支牵引导丝经右股动脉鞘管被捕获并引出至左肱动脉。支架释放过程中,导丝与导管协同牵引,依靠标记点进行位置校正,避免缠绕。待主体定位准确后,依次后撤外鞘及内芯,并将分支引入 LSA。继而经原股动脉入路置入导管至升主动脉再次造影,确认主体及分支位置无误后,依次释放主体支架及分支支架。终末造影显示破口封堵良好,LSA 血流通畅,手术顺利完成。

1.4 观察指标

1.4.1 手术相关指标 比较两组患者手术时间、透视时间、住院时间。

1.4.2 LSA 通畅率 比较两组住院期间及术后 1 年随访时的 LSA 通畅率。分别于术后 3 个月、6 个月及 1 年采用彩色多普勒超声检测 LSA 通畅率。超声检查通过实时观察 LSA 管腔内血流信号、测量血流速度及频谱形态来判断通畅性。

1.4.3 主动脉重塑效果指标 分别于术前、术后 6 个月及术后 1 年行静脉增强 CT 扫描,利用后处理工作站进行多平面重组。在垂直于主动脉夹层破口最远端(位于主动脉弓降部)的轴位图像上,测量真腔及假腔的最大内径。假腔血栓化依据增强扫描后假腔内对比剂填充情况判定:无对比剂填充为完全血栓化,部分填充为部分血栓化,完全填充则为无血栓化。

1.4.4 围手术期并发症 统计并比较两组出现 I 型内漏、脑卒中、脊髓缺血等围手术期并发症的发生率。通过主动脉 CTA 诊断 I 型内漏,依据临床症状结合头颅影像学确诊脑卒中,根据核磁共振以及临床表现确定脊髓缺血。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验或重复测量设计的方差分析;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术相关指标比较

观察组与对照组手术时间和透视时间比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);观察组患者手术时间和透视时间均长于对照组。观察组与对照组住院时间比较,经 t 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 两组手术相关指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	手术时间/min	透视时间/min	住院时间/d
观察组	41	128.75 $\pm$ 15.36	68.43 $\pm$ 7.17	10.52 $\pm$ 1.83
对照组	42	115.60 $\pm$ 12.84	54.16 $\pm$ 4.05	10.89 $\pm$ 1.62
<i>t</i> 值		4.331	11.211	0.969
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.335

2.2 两组 LSA 通畅率比较

观察组与对照组住院期间 LSA 通畅率均为 100.00%,两组比较,经 χ^2 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$)。观察组与对照组随访 1 年 LSA 通畅率比较,经 χ^2 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组随访 1 年 LSA 通畅率高于对照组。见表 3。

表 3 两组 LSA 通畅率比较 例(%)

组别	n	住院期间 LSA 通畅率	随访 1 年 LSA 通畅率
观察组	41	41(100.00)	40(97.56)
对照组	42	42(100.00)	38(90.48)
χ^2 值		0.000	0.801
P 值		1.000	0.371

2.3 两组主动脉重塑效果指标比较

观察组与对照组术前、术后 6 个月、术后 1 年的夹层真腔和假腔直径比较,采用重复测量设计的方差分析,结果:①不同时间点夹层真腔和假腔直

径比较,差异均有统计学意义($F=1\ 125.426$ 、 $1\ 482.753$,均 $P=0.000$);②观察组与对照组夹层真腔和假腔直径比较,差异均有统计学意义($F=19.842$ 、 58.926 ,均 $P=0.000$),观察组术后真腔直径更大、假腔直径更小,腔内修复效果更佳;③两组夹层真腔和假腔直径变化趋势比较,差异均有统计学意义($F=45.673$ 、 98.314 ,均 $P=0.000$)。观察组与对照组术后假腔血栓化率比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义($P<0.05$),观察组假腔血栓化率高于对照组。见表 4。

表 4 两组各时间点主动脉重塑效果指标比较

组别	n	夹层真腔直径/(mm, $\bar{x} \pm s$)			夹层假腔直径/(mm, $\bar{x} \pm s$)			假腔血栓化 例(%)
		术前	术后 6 个月	术后 1 年	术前	术后 6 个月	术后 1 年	
观察组	41	12.35 $\pm$ 3.21	24.18 $\pm$ 2.67	26.92 $\pm$ 2.14	19.47 $\pm$ 2.62	6.53 $\pm$ 1.71	6.06 $\pm$ 1.15	36(87.80)
对照组	42	12.41 $\pm$ 3.08	21.75 $\pm$ 2.84	24.03 $\pm$ 2.57	20.52 $\pm$ 2.47	9.49 $\pm$ 1.95	8.87 $\pm$ 1.26	31(73.81)
t/χ^2 值		0.086	4.087	5.529	1.895	7.419	10.513	9.195
P 值		0.932	0.000	0.000	0.062	0.000	0.000	0.002

2.4 两组围手术期并发症比较

观察组与对照组 I 型内漏率比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义($P<0.05$);观察组 I 型内漏率低于对照组。观察组与对照组脑卒中和脊髓缺血率比较,经 Fisher 确切概率法检验,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

表 5 两组患者围手术期并发症比较 例(%)

组别	n	I 型内漏	脑卒中	脊髓缺血
观察组	41	1(2.44)	1(2.44)	0(0.00)
对照组	42	11(26.19)	1(2.38)	1(2.38)
χ^2 值		7.640		
P 值		0.006	0.485 [†]	0.990 [†]

注:†表示 Fisher 确切概率法。

3 讨论

累及 LSA 的 TBAD 在腔内治疗中,始终面临近端锚定区不足与重要分支血管保护的临床平衡难题^[6]。传统烟囱技术、开窗技术等虽可实现 LSA 血运重建,但存在内漏风险高、支架长期通畅性不确定及主动脉重塑效果欠佳等局限,尤其对于破口紧贴 LSA 开口、主动脉弓部解剖迂曲的复杂病

例,技术成功率和远期稳定性仍面临挑战^[7-8]。近年来,一体式分支支架系统为这一难题提供了新思路。Castor 单分支支架通过主体与分支支架的一体化设计,不仅能实现主动脉破口的精准封堵及 LSA 的解剖性重建,从而减少 I/Ⅲ型内漏的发生,还可能因其更符合血流动力学特点而促进假腔血栓化与主动脉重塑^[9-10]。另一方面,腔内治疗的成功高度依赖术前精确评估与术中精准操作,锥形束计算机断层扫描与超声融合导航等影像技术的应用可有效提升定位准确性,尤其对于锚定区受限、弓部成角较大的复杂病例更具优势^[11]。然而,目前关于 Castor 支架在真实世界应用中早期疗效的系统性评价仍显不足,本研究旨在通过与烟囱技术的对比分析,评估 Castor 单分支支架系统在累及 LSA 的 TBAD 患者腔内治疗中的早期安全性与有效性,为该技术的优化推广提供循证医学依据。

观察组手术时间和透视时间均长于对照组。其主要原因在于两种技术的内在特性差异。Castor 单分支支架系统作为一体式装置,其植入流程相较于模块化的烟囱技术更为复杂,要求术者在释放主体支架前,必须通过精确操控将分支支架的导引系统跨越主动脉弓部并插入左锁骨下动脉开

口,这一精细定位过程显著增加了在 X 射线透视引导下的精细操作步骤与耗时,直接导致了透视时间和手术时间的延长^[12-13]。至于住院时间无差异,则提示该指标可能更多受围手术期整体管理方案、患者基础状况及出院标准等共性因素影响,而并非由术式选择本身的差异所决定。两组住院期间左锁骨下动脉通畅率均达到极高水平,印证了两种技术在实现血运重建初始目标上的可靠性。然而,在远期通畅性方面出现趋势性差异,其根本原因源于两种支架结构的力学稳定性不同^[14]。Castor 支架的一体化设计使其分支与主体之间形成稳固的力学连接,有效避免了因主动脉搏动及血流冲击导致的支架间相对位移、摩擦或压迫,从而为长期通畅提供了坚实的结构保障^[15-16]。反观烟囱技术,其“支架并行”的构型本质上存在间隙,且烟囱支架长期承受来自主动脉主体支架的径向挤压应力,这种持续的机械相互作用易导致支架结构变形、内膜增生,进而引起狭窄甚至闭塞,从而可能影响其远期通畅性^[17-18]。

观察组在主动脉重塑与并发症控制方面展现出显著优势,其根本原因在于 Castor 单分支支架系统的一体化设计相较于烟囱技术实现了更优的解剖学重建与力学稳定性。在主动脉重塑方面, Castor 支架通过主体与分支支架的无缝连接,为近端锚定区提供了连续、完整的径向支撑力,这种均匀的贴壁效果能够更有效地促进夹层破口的封闭,引导血流完全汇入真腔,从而为真腔的持续扩张和假腔的萎缩塌陷创造了有利的血流动力学环境^[19-20]。反观烟囱技术,其“支架并行”的构型在主体支架与烟囱支架之间形成了固有的结构性缝隙,该间隙不仅可能持续灌注假腔,阻碍其血栓化进程,更因并行支架间的力学干扰而难以实现锚定区的绝对密封,导致真腔恢复不完全、假腔残留^[21-22]。在并发症方面,上述结构性缝隙正是导致烟囱技术 I 型内漏发生率显著增高的直接解剖学基础,血液经此通道持续冲击假腔,破坏了近端密封的完整性。而 Castor 支架的一体化结构从设计上消除了这一薄弱环节,从根本上杜绝了因组件间缝隙导致的内漏风险^[23-25]。至于脑卒中与脊髓缺血等神经系统并发症,其发生主要与主动脉弓上分支的血流动力学整体改变、术中栓塞事件

及脊髓血供的个体化变异相关,这些因素受特定技术构型的影响相对间接,因此两组间未见差异。

本研究基于单中心、非随机对照数据,结果显示出一定的临床参考价值,为累及 LSA 的 TBAD 提供了一种可能优于烟囱技术的一体化解决方案。然而,研究的局限性在于样本量有限、随访时间较短,且为非随机分组,不可避免地存在选择偏倚风险,其长期耐久性及对复杂解剖形态的普适性有待验证。未来研究方向应包括开展多中心、大样本量的长期随访研究,并进一步探讨该技术在不同主动脉弓解剖分型、急性与慢性期夹层中的疗效差异,以及其促进主动脉重塑的深层血流动力学机制。

参 考 文 献:

- [1] 黄璐捷, 张小英, 俞莎莎. 急性主动脉夹层合并 2 型糖尿病患者危险因素、预后及快速筛查研究[J]. 中国全科医学, 2025, 28(9): 1100-1105.
- [2] 宋庆鹏, 王茂华, 吴学君. 预开窗与左颈动脉-锁骨下动脉转流术在 Stanford B 型主动脉夹层腔内修复中重建左锁骨下动脉疗效的对比分析[J]. 中华普通外科杂志, 2025, 40(5): 381-385.
- [3] 陈松伟, 林少芒, 张智辉, 等. "烟囱"支架在急性期锚定区不足的 Stanford B 型主动脉夹层中的应用体会[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37(2): 113-117.
- [4] Wu Q S, Xie L F, Li H W, et al. Mid-term efficacy of castor stent and in situ fenestration stent in the treatment of type B aortic dissection involving the left subclavian artery: a retrospective single-center study[J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2024, 26(1): 63-70.
- [5] 中国医师协会心血管外科分会大血管外科专业委员会. 主动脉夹层诊断与治疗规范中国专家共识[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2017, 33(11): 641-654.
- [6] Natour A K, Shepard A, Onofrey K, et al. Left subclavian artery revascularization is associated with less neurologic injury after endovascular repair of acute type B aortic dissection[J]. J Vasc Surg, 2023, 78(5): 1170-1179.e2.
- [7] Shu C, Wan Z C, Luo M Y, et al. Mid-term results of a prospective study for aortic dissection with a gutter-plugging chimney stent graft[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2024, 65(5): ezae135.
- [8] Szentiványi A, Borzsák S, Hüttl A, et al. Twenty-year results of open surgical suprarenal aortic fenestration for acute complicated type B aortic dissection[J]. Ann Vasc Surg, 2025, 112: 325-332.
- [9] 庄家祥, 王韧, 马宪鲁, 等. Castor 支架在主动脉病变中的临床应用及疗效分析[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2024, 40(2): 79-84.
- [10] 张雷, 夏德芴, 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.
- [11] Ren J L, Chen Y H, E E, et al. Midterm outcomes of multicenter

- castor single-branch stent graft use in the treatment of thoracic aortic diseases[J]. *J Endovasc Ther*, 2025, 32(6): 2105-2114.
- [12] Yokawa K, Hoshino M, Yagi N, et al. Synchrotron radiation-based x-ray phase-contrast imaging of the aortic walls in acute aortic dissection[J]. *JVS Vasc Sci*, 2020, 1: 81-91.
- [13] Mohl L, Karl R, Hagedorn M N, et al. Simulation of thoracic endovascular aortic repair in a perfused patient-specific model of type B aortic dissection[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2025, 20(2): 391-404.
- [14] 戴一笑, 史书茗, 戎建杰. 胸腔血管内主动脉修复术治疗急性 Stanford B 型主动脉夹层的单中心治疗经验[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2025, 11(3): 319-322.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 崔元生, 李龙彪, 杨智洪, 等. 分支型主动脉覆膜支架与烟囱支架技术在 Stanford B 型主动脉夹层患者中的应用价值[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2024, 10(3): 332-337.
- [18] Zhao Y X, Feng J X, Yan X N, et al. Outcomes of the chimney technique for endovascular repair of aortic dissection involving the arch branches[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 58: 238-247.e3.
- [19] 宋威, 王砚亮, 张小涛, 等. Castor 支架及体外预开窗 Ankura 支架用于近端锚定区不足 Stanford B 型主动脉夹层胸主动脉腔内修复术[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2022, 19(10): 629-632.
- [20] 孙玉桂, 张显岚, 孙江滨. "单向"导丝技术结合新型 Castor 分支支架植入在 Stanford B 型主动脉夹层患者胸主动脉腔内修复术中的应用效果及体会[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2020, 28(6): 68-73.
- [21] Sakatsume K, Kudo Y, Yanagiya K, et al. Chimney thoracic endovascular repair for anastomotic leakage after ascending aortic replacement for acute type A aortic dissection: a case report[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg Cases*, 2023, 2(1): 13.
- [22] 张远浩, 马心健, 赵昌学, 等. 烟囱技术重建与单纯封闭左锁骨下动脉在主动脉夹层腔内治疗中的疗效比较[J]. *中国临床研究*, 2021, 34(3): 319-322.
- [23] Faure E M, El Batti S, Sutter W, et al. Stent-assisted balloon dilatation of chronic aortic dissection[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 162(5): 1467-1473.
- [24] Fanelli F, Cannavale A, O'sullivan G J, et al. Endovascular repair of acute and chronic aortic type B dissections: main factors affecting aortic remodeling and clinical outcome[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(2): 183-191.
- [25] 裴长安, 胡潍青, 尚遂源, 等. Castor 单分支支架治疗近端锚定区不足的 Stanford B 型主动脉夹层[J]. *中华普通外科杂志*, 2022, 37(10): 766-769.
- [26] Dou B Y, La Combe de Villers V G, Boukhatem A, et al. Use of the Endoleak-to-Aortic density ratio to distinguish direct endoleaks from indirect endoleaks after endovascular aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2023, 34(10): 1698-1706.e1.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 刘建成, 马青, 李春波. Castor 单分支支架系统与烟囱支架技术治疗累及左锁骨下动脉的 B 型主动脉夹层早期疗效对比[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(15): 99-104.

Cite this article as: Liu J C, Ma Q, Li C B. Early outcomes of Castor single-branch stent versus chimney technique for type B aortic dissection with left subclavian artery involvement[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(15): 99-104.