

· 论著 · 一次研究 ·

覆膜支架用于锁骨下动脉盗血综合征治疗的有效性和安全性研究



周天宝¹, 高喜翔², 宋庆鹏², 佟 铸², 郭建明², 崔世军², 张成超², 李立强², 郭连瑞², 刘亚军¹

1. 秦皇岛市第一医院心脏外科/血管(介入)外科(河北秦皇岛 066000)

2. 首都医科大学宣武医院血管外科(北京 100053)

【摘要】目的 探讨球囊扩张式覆膜支架(BECS)用于锁骨下动脉盗血综合征(SSS)治疗的有效性和安全性。**方法** 回顾性收集2022年1月至2024年12月在首都医科大学宣武医院因锁骨下动脉狭窄或闭塞引起的盗血综合征并接受BECS治疗患者的临床资料,分析病例资料的分布特征、临床疗效、围手术期并发症与不良事件发生情况。**结果** 共纳入77例患者,均为左锁骨下动脉病变,病变累及平均长度(2.4 ± 0.8) cm,病变中位直径7.4(7.2, 7.7) mm。术前双侧肱动脉收缩压中位压差30.0(26.0, 40.0) mmHg,术后压差降至6.0(4.0, 7.0) mmHg($P < 0.001$)。术后中位随访时间26.0(18.5, 37.0)个月,随访期间,3例(3.9%)患者术后出现支架内再狭窄,其余74例(96.1%)患者术后支架均通畅,术后75例患者监测双上肢动脉收缩压差 < 10 mmHg。术前71例患者有后循环或上肢缺血,术后3例仍有症状,与术前相比有症状患者比例明显下降($P < 0.001$),症状缓解率为95.8%(68/71)。围手术期并发症包括2例(2.6%)股动脉周围血肿及1例(1.3%)后循环栓塞。**结论** BECS用于SSS介入治疗具备可行性,近中期随访可见良好临床疗效,整体治疗安全,可为同类病例提供临床参考。

【关键词】 锁骨下动脉盗血综合征;球囊扩张式覆膜支架;腔内介入治疗;疗效;安全性

【中图分类号】 R654.3 **【文献标识码】** A

Study on the efficacy and safety of covered stents in the treatment of subclavian steal syndrome

ZHOU Tianbao¹, GAO Xixiang², SONG Qingpeng², TONG Zhu², GUO Jianming², CUI Shijun², ZHANG Chengchao², LI Liqiang², GUO Lianrui², LIU Yajun¹

1. Department of Cardiac Surgery/Department of Vascular (Interventional) Surgery, The First Hospital of Qinhuangdao, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

2. Department of Vascular Surgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

Corresponding author: GAO Xixiang, Email: vascsurgeon@163.com

【Abstract】Objective To investigate the safety and efficacy of balloon-expandable covered stents (BECS) in the treatment of subclavian steal syndrome (SSS). **Methods** The clinical data of patients who received BECS implantation for SSS caused by subclavian artery stenosis or occlusion at Xuanwu Hospital, Capital Medical University, from January 2022 to December 2024 were retrospectively collected. The distribution characteristics of clinical data, clinical efficacy,

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601033

基金项目: 国家重点研发计划“常见多发病防治研究”重点专项(2021YFC2500500)

通信作者: 高喜翔, 博士, 主任医师, 副教授, 硕士研究生导师, Email: vascsurgeon@163.com

yxxz.whuznhmedj.com

perioperative complications and adverse events were analyzed. **Results** A total of 77 patients with left subclavian artery lesions were enrolled. The mean lesion length was (2.4 ± 0.8) cm, and the median lesion diameter was 7.4 (7.2, 7.7) mm. The median preoperative inter-brachial systolic blood pressure difference was 30.0 (26.0, 40.0) mmHg, which decreased to 6.0 (4.0, 7.0) mmHg after surgery ($P < 0.001$). The median postoperative follow-up time was 26.0 (18.5, 37.0) months. During follow-up, in-stent restenosis occurred in 3 patients (3.9%), while stents remained patent in the remaining 74 patients (96.1%) undergoing stent implantation. An inter-arm systolic blood pressure difference < 10 mmHg was recorded in 75 patients postoperatively. Of the 71 patients with preoperative posterior circulation or upper-extremity ischemia, only 3 remained symptomatic after surgery. The proportion of symptomatic patients decreased significantly compared with baseline ($P < 0.001$), with a symptom relief rate of 95.8% (68/71). Perioperative complications included peri-femoral artery hematoma in two patients (2.6%) and posterior circulation embolism in one patient (1.3%). **Conclusion** BECS are feasible for interventional treatment of SSS. This cohort demonstrated favorable clinical efficacy and overall safety during short-to-medium term follow-up, which can provide a clinical reference for similar cases.

【Keywords】 Subclavian steal syndrome; Balloon-expandable covered stent; Endovascular interventional therapy; Efficacy; Safety

锁骨下动脉盗血综合征 (subclavian steal syndrome, SSS) 是锁骨下动脉 (subclavian artery, SA) 近心端出现狭窄或闭塞样病变时, 对侧椎动脉的部分血流因虹吸作用被分流至患肢, 使患者出现头晕、感觉异常、视觉障碍、晕厥及耳鸣等急慢性后循环缺血症状, 或出现患肢活动后乏力、酸胀或疼痛等上肢缺血症状^[1]。随着介入技术的发展, 目前治疗 SA 狭窄或闭塞所致 SSS 的方法主要包括介入治疗和开放手术两种。相较于开放手术, 腔内介入治疗具有创伤小、恢复快、并发症少等优势^[2-3]。常规介入术式包括经皮腔内血管成形术 (percutaneous transluminal angioplasty, PTA) 和支架植入等。裸支架 (bare metal stents, BMS) 是目前治疗 SA 病变最常用的支架类型, 但其易引发内膜增生, 从而导致支架内再狭窄 (in-stent restenosis, ISR)。覆膜支架可有效降低支架内内膜增生风险, 有助于改善远期疗效。有文献报道, 球囊扩张式覆膜支架 (balloon-expandable covered stents, BECS) 在减少合并血栓性病变、预防血管破裂、延缓 ISR 等方面具有独特优势^[4-6]。本研究旨在评估应用 BECS 治疗 SSS 的有效性和安全性, 以为临床工作实践提供更多治疗选择的依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性收集 2022 年 1 月至 2024 年 12 月在首都医科大学宣武医院因 SSS 接受 BECS 治疗患者的临

床资料。本研究为单臂设计, 未进行主观筛选或剔除病例, 同期接受 BMS 治疗或外科旁路手术的患者未被纳入。纳入标准: ①经 SA 彩超或 CT 血管造影证实 SA 狭窄程度 $> 70\%$ 或闭塞, 并存在椎动脉盗血现象; ②双上肢动脉收缩压差 > 20 mmHg, 或伴有椎基底动脉缺血、上肢缺血表现, 或患侧桡动脉搏动减弱或消失; ③病变未累及椎动脉开口。排除标准: ①6 个月内有颅内出血史或颅内手术病史, 或合并有颅内动脉瘤、动静脉畸形等增加颅内出血风险的病变; ②伴有严重的心脏、肝肾等重要脏器功能衰竭者; ③存在抗栓治疗禁忌; ④对造影剂过敏者; ⑤影像学检查提示病变累及椎动脉开口; ⑥接受球囊扩张后 BMS 植入或外科旁路手术者。本研究已获首都医科大学宣武医院伦理委员会审批 (批号: 临研 [2018] 002 号)。

1.2 术前评估与准备

术前至少连续 3 d 口服阿司匹林肠溶片 100 mg, 1 次/d; 硫酸氢氯吡格雷片 75 mg, 1 次/d, 需完善颈部动脉超声、经颅彩色多普勒超声或 CT 血管造影检查, 明确颅内血管有无狭窄、闭塞, 对 SA 病变部位、狭窄或闭塞程度、Willis 环代偿情况进行充分评估。

1.3 手术过程

术中采用经股动脉顺行开通或股、肱动脉联合双向开通。穿刺成功后, 给予肝素行全身肝素化, 行主动脉弓及脑血管造影, 导丝通过病变后, 采用合适球囊预扩张, 扩张后造影评价病变与椎动脉关系、病变近远端正常血管直径, 如病

变不累及椎动脉开口, 则行 BECS 植入, 要求所选用支架直径约为病变远端正常血管直径的 110%。支架需完全覆盖病变, 且不累及椎动脉开口, 典型左 SA 不稳定病变的 BECS 植入过程见附件图 1。对于 SA 闭塞且无残桩病变, 支架近端需突入主动脉弓 1~2 mm, 闭塞病变经股、肱动脉联合入路开通及 BECS 植入的典型过程见附件图 2。支架释放后再次行 SA 及脑血管造影明确支架形态是否满意、椎动脉及上肢远端有无栓塞、椎动脉是否恢复正向血流、有无残余狭窄。必要时行球囊后扩张覆膜支架得到满意有效管腔。术毕使用 ProGlide 缝合器缝合股动脉穿刺点, 封堵器封堵上肢动脉穿刺点, 查无出血后穿刺部位局部加压包扎处理。

1.4 观察指标

1.4.1 效果评价指标

效果评价指标包括手术技术成功率、双侧肱动脉收缩压差、随访期通畅率、随访期再干预率、症状缓解率。其中, 手术技术成功的判定标准: ①支架完全覆盖病变部位; ②支架后再次造影无残余狭窄或狭窄 < 30%; ③支架后造影提示患侧椎动脉恢复正向血流; ④术后双上肢动脉收缩压差缩小至 10 mmHg 内或术前相关症状得到改善。在术后 24~72 h 测量双侧肱动脉收缩压, 并计算压差。随访于术后 1、3、6、12 个月 (随访一期) 及此后每 6 个月进行。随访期通畅的判定标准: ①随访期间双上肢收缩压差 < 10 mmHg; ②复查 SA 彩超明确支架无狭窄 (支架内狭窄 < 50%)。随访期再干预指随访期间患者因靶血管再狭窄、闭塞等病变, 再次行球囊扩张、支架植入等介入治疗。术后症状缓解的判定标准: 无后循环缺血 (无头晕、视物模糊、耳鸣、晕厥等任何后循环相关症状) 和上肢缺血 (双上肢活动耐力一致, 无乏力、酸胀、疼痛等缺血) 表现^[7]。

1.4.2 安全性指标

安全性指标包括后循环栓塞、术中迷走神经反射、病变血管破裂或夹层、心脑血管意外、穿刺部位血肿、假性动脉瘤等围手术期并发症的发生率, 以及支架断裂、移位等器械相关严重不良事件的发生率。本研究设立独立临床事件判定小组, 由不参与本研究的血管外科、影像、神经内科医师盲态复核全部不良事件, 判定记录完整存档。

1.5 术后治疗

术后继续口服双联抗血小板治疗、降脂治疗, 3 个月后改为单独抗血小板治疗、降脂治疗。伴高血压、糖尿病患者继续口服相关药物, 要求患者糖化血红蛋白 (glycated hemoglobin, HbA1c) < 7%, 控制血压使收缩压目标 < 140 mmHg、舒张压 < 90 mmHg。于术后 1、3、6、12 个月随访, 使低密度脂蛋白降至 < 1.4 mmol/L (< 55 mg/dL), 若基线值 55~110 mg/dL, 则将其降低约 50%。1、3、6、12 个月分别复查 SA 彩超, 监测双上肢收缩压差, 观察术后循环缺血或上肢缺血症状改善情况。

1.6 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 手术前后比较采用配对 t 检验; 不符合正态分布的计量资料以中位数和四分位数 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示, 手术前后比较采用 Wilcoxon 符号秩检验。计数资料以频数和百分数 ($n, \%$) 表示, 手术前后比较采用 McNemar 配对 χ^2 检验。血管随访一期通畅率采用 Kaplan-Meier 法估算, 所有失访、随访截止时血管仍通畅的患者统一作为右删失数据纳入模型, 不剔除任何样本, 绘制生存曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 77 例患者, 其中男性居多, 构成比为 62.3%。病变部位均为左侧, 年龄 40~85 岁, 平均年龄 (63.6 ± 8.5) 岁, 病变血管长度 0.9~4.7 cm, 平均长度 (2.4 ± 0.8) cm, 靶血管直径 5.3~8.6 mm, 中位直径 7.4 (7.2, 7.7) mm, 术前双侧肱动脉收缩压差 20~69 mmHg, 中位压差 30.0 (26.0, 40.0) mmHg。6 例患者表现为无症状; 余 71 例患者中, 57 例患者 (74.0%) 伴随有不同程度的头晕、视力障碍等椎基底动脉缺血症状, 神经内科会诊证实为后循环缺血, 8 例患者 (10.4%) 合并患侧上肢缺血表现, 6 例患者 (7.8%) 兼有 2 种症状。吸烟者 25 例 (32.5%), 较多患者合并高血压、高脂血症, 分别为 44 例 (57.1%)、43 例 (55.8%), 见表 1。

2.2 手术效果

手术均采用介入方式, 经股动脉或股、肱动

表 1 77 例 SSS 患者的临床资料 (n, %)

Table 1. The clinical data of 77 cases with SSS (n, %)

项目	统计量	项目	统计量
年龄 (岁) *	63.6 ± 8.5	病变部位 (左)	77 (100.0)
性别		病变血管长度 (cm) *	2.4 ± 0.8
男	48 (62.3)	病变血管直径 (mm) #	7.4 (7.2, 7.7)
女	29 (37.7)	合并疾病	
吸烟	25 (32.5)	高血压	44 (57.1)
症状		冠心病	18 (23.4)
无症状	6 (7.8)	糖尿病	22 (28.6)
后循环缺血症状	57 (74.0)	高脂血症	43 (55.8)
上肢缺血	8 (10.4)	术前压差 (mmHg) #	30.0 (26.0, 40.0)
后循环缺血+上肢缺血	6 (7.8)	术后压差 (mmHg) #	6.0 (4.0, 7.0)

注: *符合正态分布的计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示; #不符合正态分布的计量资料以中位数和四分位数 [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示。

脉联合穿刺, 导管导丝配合通过病变, 常规用合适球囊预扩张后放置 BECS, 必要时后扩张以获得满意有效管腔, 术中放置支架后复查造影残余均狭窄小于 30%, 且患侧椎动脉恢复正向血流, 术后患者双上肢动脉收缩压差缩小至 10 mmHg 以内, 手术技术成功率为 100%。

术后双侧肱动脉收缩压差较术前明显降低 [术前 30.0 (26.0, 40.0) mmHg vs. 术后 6.0 (4.0, 7.0) mmHg], 差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。随访期间, 75 例患者 (97.4%) 双侧上肢收缩压差 < 10 mmHg, 2 例患者 (2.6%) 术后双侧上肢收缩压差 ≥ 10 mmHg。

术后中位随访时间 26.0 (18.5, 37.0) 个月, 3 例患者出现 ISR (均接受再次介入干预), 狭窄位置位于支架中段 2 例, 支架边缘 1 例, 余 74 例患者支架内血流通畅, 随访 12 个月通畅率为 96.1%, 再干预率为 3.9%。采用 Kaplan-Meier 法估算靶血管累计通畅率并绘制生存曲线 (图 1), 结果显示, 术后 1 个月累计通畅率为 100.0%, 6 个月为 98.7%, 12 个月为 96.1%。77 例患者中, 术前 71 例有后循环或上肢缺血症状、6 例无症状; 术后 3 例仍有症状、74 例无症状, 症状缓解率为 95.8% (68/71)。术后有症状患者比例较术前明显降低 ($P < 0.001$), 见表 2。

2.3 术后并发症

2 例患者 (2.6%) 出现股动脉周围血肿, 1 例患者 (1.3%) 出现后循环栓塞, 该患者为无症状性脑微栓塞, 在术后常规头颅弥散加权成像检查偶然发现, 患者无神经功能缺损表现。所有并发症经保守治疗后均痊愈, 无支架断裂、移位等器

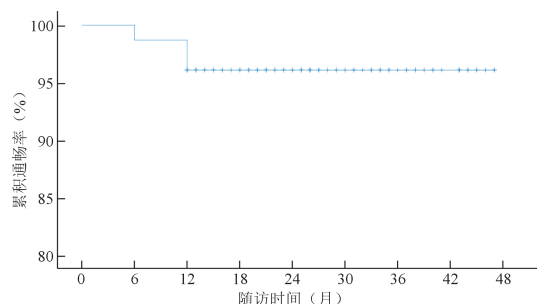


图 1 BECS 治疗 SSS 的通畅率生存曲线

Figure 1. Survival curve of patency rate in SSS treated with BECS

注: 曲线阶梯下降点代表 ISR 终点事件; 全组共 3 例失访病例统一行右删失处理, 失访时间分布为术后 6 个月 1 例、术后 12 个月 2 例, 总体失访率 3.9%; 术后 1、6、12 个月随访一期通畅率分别为 100.0%、98.7%、96.1%。

表 2 患者术后症状改善情况 (n, %)

Table 2. Postoperative symptom improvement in patients (n, %)

术前	术后		χ^2 值	P值
	有症状	无症状		
有症状 (n=71)	3 (3.9)	68 (88.3)	68.00	< 0.001
无症状 (n=6)	0 (0.0)	6 (7.8)		

注: 采用 McNemar 配对 χ^2 检验。

械相关严重不良事件。

3 讨论

覆膜支架目前主要用于动脉瘤或动脉损伤的治疗, 尚缺乏充分证据支持其作为 SA 狭窄或闭塞病变的首选治疗方案 [8]。本研究使用的支架为 BECS, 现有文献提示, 由于其特殊材质 (支架为 316L 不锈钢, 双侧膨体为聚四氟乙烯结构), 在准确定位、良好支撑力、抑制内膜增生及降低栓塞风险等方面具有理论优势 [9]。本研究为单中

心、回顾性单臂队列研究，旨在通过积累真实临床病例数据，客观评估 BECS 用于 SSS 介入治疗的安全性、可行性与近中期临床表现。

本研究共纳入 77 例患者，均采用合适球囊充分预扩张后覆膜支架置入。对于 SA 闭塞患者，因开通难度较大且内膜下通过病变的概率较高，应用 BECS 有助于降低术中病变血管破裂及夹层风险。对于 SA 狭窄合并血栓的患者，相较于 BMS，BECS 可减少远端血管栓塞风险，降低后循环及上肢缺血的发生率^[10]。此外，相较于相同直径的自膨覆膜支架（如 Viabahn），BECS 术中可选择更小的穿刺鞘管，理论上可减轻动脉损伤，降低穿刺点并发症的发生风险^[11]。本研究中 2 例高龄、穿刺动脉钙化严重的患者术后出现穿刺动脉周围血肿，经保守治疗后好转；另有 1 例患者术后检查偶然发现后循环栓塞并发症，经保守治疗无后遗症。后续随访检查未见支架断裂、移位等器械相关不良事件。BECS 应用于 SSS 介入治疗具备可行性；本队列近中期随访结果提示该方案整体安全性可控，血管通畅性良好，缺血症状改善明显，可为临床处理复杂 SA 病变病例提供参考依据。

多项研究证实，支架植入后平滑肌持续增殖是导致 ISR 的根本原因^[12-13]。该过程受多种因素影响，包括病变血管的长度与直径、支架类型选择、术后残余狭窄程度等^[14-15]；同时，术后血糖及血压控制不佳、吸烟、高脂血症也可增加血管再狭窄发生风险^[16-17]。近年来，覆膜支架在动脉硬化所致外周动脉血管狭窄或闭塞病变中的应用日益增多，主要因其在预防复杂病变术后 ISR 方面较金属 BMS 具有更多优势：首先，其特有的材质和结构组成的机械性屏障能在一定程度上抑制平滑肌细胞及内膜的增殖生长；其次，覆膜支架有助于血流趋于层流状态，从而预防 ISR 的发生^[18-21]。研究显示，在左侧 SA 病变中，覆膜支架的通畅率优于金属 BMS；覆膜支架治疗 SSS 的中期原发性通畅率显著高于 BMS，在完全闭塞病变中优势更明显；其 5 年累积通畅率分别为 74.6% 和 78.8%，但仍需随机对照试验进一步验证上述结果^[10, 22]。Patel 等^[23]在 13 年间分析了 170 例 SSS 病例，结果显示，1 年通畅率为 93%，5 年通畅率达 84%。本研究中，仅 3 例患者术后发生 ISR，并再次行手术干预，其余患者术后复查

SA 彩超未见 ISR；71 例合并不同程度后循环或上肢缺血的患者中，仅 3 例患者术后因 ISR 仍有间断头晕，其余患者症状均得到不同程度缓解，97.4% 的患者双侧肱动脉收缩压差 < 10 mmHg。经过中位随访时间 26.0（18.5，37.0）个月，74 例患者术后检查显示一期通畅率良好，上述结果为本研究的近中期随访发现，仅提示在经严格筛选的 SSS 人群中，BECS 可获得良好的一期通畅率及临床症状改善效果。

本研究存在一定的局限性。首先，由于本研究未设立同期 BMS、外科手术对照组，尚无法定量比较该器械相对于其他治疗方案的疗效优势，其远期获益仍需前瞻性对照研究进一步验证。其次，手术方式的选择通常基于外科医生经验性决策，因此不可避免地存在选择偏倚，可能对结果产生影响，从而限制本研究结论的外推性。

综上，BECS 用于左侧 SA 病变合并 SSS 的介入治疗具备技术可行性，手术技术成功率高，术后双侧肱动脉收缩压差明显下降，症状缓解率和近中期血管通畅率高，再干预率低，围手术期并发症发生率低且经保守治疗后恢复良好。因此，对于病变位于左侧、未累及椎动脉开口且长度 < 5 cm 的特定 SSS 人群应用 BECS，具有一定参考价值。但当前证据尚属探索性假设生成阶段，不宜对临床决策形成引导。未来，随着特殊球囊（如冲击波球囊）的推广及生物可降解覆膜支架等新材料的研发日益成熟，结合手术技术与支架材质的持续迭代，临床医生可能有更多的治疗选择。本团队已设计并启动针对 BECS 与 BMS 治疗 SSS 的随机对照试验，现已通过伦理初审，后续将开展前瞻性研究，进一步量化不同器械的疗效差异。

附件见《医学新知》官网附录 (<https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202601033.pdf>)

伦理声明：本研究已获首都医科大学宣武医院伦理委员会审批（批号：临研[2018] 002 号）

作者贡献：研究设计：周天宝、高喜翔、郭连瑞；数据采集：佟铸、郭建明、崔世军、张成超；数据分析：周天宝、李立强、宋庆鹏；论文撰写：周天宝；论文审定：高喜翔、刘亚军、郭连瑞

数据获取：本研究中使用和（或）分析的数据可联系通信作者获取

利益冲突声明：无

致谢：不适用

参考文献

- 1 Niu G, Yan Z, Zhang B, et al. Endovascular treatment of chronic total occlusion in the subclavian artery: a review of 23 cases[J]. *Front Neurol*, 2020, 11: 264.
- 2 Galyfos GC, Kakisis I, Maltezos C, et al. Open versus endovascular treatment of subclavian artery atherosclerotic disease[J]. *J Vasc Surg*, 2019, 69(1): 269–279.
- 3 杨森, 何菊, 李晓峰, 等. 锁骨下动脉盗血综合征腔内治疗和手术疗效的临床分析[J]. *中华普通外科杂志*, 2016, 31(10): 812–815. [Yang S, He J, Li XF, et al. Endovascular management versus open surgery for subclavian steal syndrome[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2016, 31(10): 812–815.]
- 4 张东宾, 杜建时, 赵世光, 等. 髂动脉闭塞合并股动脉长段狭窄或闭塞的腔内治疗效果分析[J]. *中国全科医学*, 2014, 17(20): 2399–2402. [Zhang DB, Du JS, Zhao SG, et al. Endovascular treatment for iliac artery occlusion combined with long-segment stenosis or occlusion of the femoral artery[J]. *Chinese General Practice*, 2014, 17(20): 2399–2402.]
- 5 舒畅, 王墩. 血管外科疾病腔内治疗现状与展望[J]. *中国实用外科杂志*, 2017, 37(12): 1331–1334. [Shu C, Wang T. Endovascular technique for vascular surgery diseases: present situation and prospect[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2017, 37(12): 1331–1334.]
- 6 Fatima J, Correa MP, Mendes BC, et al. Pelvic revascularization during endovascular aortic aneurysm repair[J]. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther*, 2012, 24(2): 55–62.
- 7 Li Y, Yin Q, Zhu W, et al. Endovascular stenting for atherosclerotic subclavian artery stenosis in patients with other craniocervical artery stenosis[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2013, 35(1): 107–114.
- 8 Galland B. Rutherford's vascular surgery, 7th edn[J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2011, 93(2): 176.
- 9 邹凌威, 刘浩, 陈斌, 等. Lifestream 支架在外周动脉疾病中的应用及短期疗效研究[J]. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(12): 1372–1375. [Zou LW, Liu H, Chen B, et al. Treatment strategy and short-term outcome of peripheral arterial diseases with lifestream[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2022, 42(12): 1372–1375.]
- 10 Wei L, Gao X, Tong Z, et al. Outcomes of covered stents versus bare-metal stents for subclavian artery occlusive disease[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10: 1194043.
- 11 Laird JR, Zeller T, Holden A, et al. Balloon-expandable vascular covered stent in the treatment of iliac artery occlusive disease: 9-month results from the BOLSTER multicenter study[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2019, 30: 836–844.e1.
- 12 Ferns GA, Avades TY. The mechanisms of coronary restenosis: insights from experimental models[J]. *Int J Exp Pathol*, 2000, 81(2): 63–88.
- 13 Ishihara T, Inoue K, Iida O, et al. Pathological evaluation 18 years after bare-metal stent implantation in the superficial femoral artery[J]. *J Cardiol Cases*, 2020, 23(2): 94–97.
- 14 王力力, 华扬, 贾凌云, 等. 锁骨下动脉支架置入术后再次狭窄的发生率及其影响因素分析[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2019, 16(10): 762–767. [Wang LL, Hua Y, Jia LY, et al. Incidence and influencing factors of restenosis after subclavian artery stent implantation[J]. *Chinese Journal of Medical Ultrasound (Electronic Edition)*, 2019, 16(10): 762–767.]
- 15 Kasaoka S, Tobis JM, Akiyama T, et al. Angiographic and intravascular ultrasound predictors of in-stent restenosis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1998, 32(6): 1630–1635.
- 16 Schillinger M, Haumer M, Schillinger S, et al. Risk stratification for subclavian artery angioplasty: is there an increased rate of restenosis after stent implantation?[J]. *J Endovasc Ther*, 2001, 8(6): 550–557.
- 17 郭海峰, 李韶, 李晓凤, 等. 锁骨下动脉支架植入术后支架内再狭窄的相关因素分析[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2017, 34(8): 711–713. [Guo HF, Li S, Li XF, et al. The analysis of correlative factors of in-stent restenosis after subclavian artery stent implantation[J]. *Journal of Apoplexy and Nervous Diseases*, 2017, 34(8): 711–713.]
- 18 Kim DH, Ko YG, Ahn CM, et al. Immediate and late outcomes of endovascular therapy for lower extremity arteries in Buerger disease[J]. *J Vasc Surg*, 2018, 67(6): 1769–1777.
- 19 Dawson DL, Sandri GA, Tenorio E, et al. Up-and-over technique for implantation of iliac branch devices after prior aortic endograft repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(1): 21–27.
- 20 魏美娇, 杜果城. 覆膜支架与裸支架在主髂动脉闭塞症中的疗效分析[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2024, 10(1): 76–79, 102. [Wei MJ, Du GC. Analysis of therapeutic effect of covered stent and bare stent in aortoiliac occlusive disease[J]. *Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2024, 10(1): 76–79, 102.]
- 21 Piazza M, Squizzato F, Spolverato G, et al. Outcomes of polytetrafluoroethylene-covered stent versus bare-metal stent in the primary treatment of severe iliac artery obstructive lesions[J]. *J Vasc Surg*, 2015, 62(5): 1210–1218.e1.
- 22 Yang SJ, Gu YQ, Luo T, et al. Left subclavian artery stenosis treated with covered stent[J]. *J Biol Regul Homeost Agents*, 2019, 33(6): 1875–1878.
- 23 Patel SN, White CJ, Collins TJ, et al. Catheter based treatment of the subclavian and innominate arteries[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2008, 71(7): 963–968.

收稿日期: 2026 年 01 月 07 日 修回日期: 2026 年 08 月 19 日

本文编辑: 杨燕 曹越

引用本文: 周天宝, 高喜翔, 宋庆鹏, 等. 覆膜支架用于锁骨下动脉盗血综合征治疗的有效性和安全性研究[J]. 医学新知, 2026, 36(9): 989–994. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601033.
Zhou TB, Gao XX, Song QP, et al. Study on the efficacy and safety of covered stents in the treatment of subclavian steal syndrome[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2026, 36(9): 989–994. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601033.