



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.020
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.020
China Journal of General Surgery, 2024, 33(12):2099-2104.

· 简要论著 ·

顺行针刺原位开窗重建左锁骨下动脉4例报告并文献复习

尹孝亮^{1,2}, 吕涛涛², 欧吉³, 丁云鹏¹, 郎德海¹, 胡松杰^{1,2}

(1.浙江省宁波市第二医院 血管外科, 浙江 宁波 315010; 2.浙江省宁海县第一医院 介入血管外科, 浙江 宁波 315600; 3.浙江省象山县中医医院 外科, 浙江 宁波 315700)

摘要

背景与目的: 胸主动脉腔内修复术 (TEVAR) 中通常选择经肱动脉逆行入路行原位开窗重建左锁骨下动脉, 但左锁骨下动脉起始角度与主动脉弓部形态变化较大, 部分患者选择经肱动脉入路可能无法满足置鞘要求, 造成开窗困难。本文报告笔者近期采用经股动脉入路顺行针刺原位开窗重建左锁骨下动脉的初步结果。

方法: 回顾性分析 2022 年 7 月—2022 年 11 月浙江省宁波市第二医院血管外科采用经股动脉顺行入路针刺原位开窗技术重建左锁骨下动脉用于 TEVAR 的 4 例患者的病历资料, 记录手术操作过程、技术成功率、并发症发生情况及近期血管通畅情况, 并复习相关文献。

结果: 4 例患者采用经股动脉入路行锁骨下动脉顺行针刺原位开窗均取得成功, 分支支架贴合满意, 无内漏及血管损伤发生; 经过短期随访, 未见内漏发生且分支支架内血流通畅。

结论: 顺行针刺原位开窗技术在 TEVAR 中重建左锁骨下动脉安全可行, 导管引导定位下穿刺, 有助于提高穿刺的成功率。

关键词

主动脉瘤; 夹层; 原位开窗术; 锁骨下动脉; 血管内操作

中图分类号: R654.3

胸主动脉腔内修复术 (thoracic endovascular aneurysm repair, TEVAR) 已广泛应用于胸主动脉夹层的治疗^[1], 但累及主动脉弓上分支血管的病变限制了 TEVAR 的应用。据文献^[2]报道, 夹层内膜第一破口距离左锁骨下动脉较近患者占比达 54%, 使 TEVAR 需要 15~25 mm 近端锚定区的要求受限。为了获得充分的近端锚定区, 左锁骨下动脉可能需要被覆盖。随着器械的发展和手术技术的进步, 重建弓上分支血管拓宽了 TEVAR 的应用场景^[3-4]。目前采用原位开窗技术重建左锁骨下动脉的应用

越来越广泛, 其安全性和有效性已得到文献支持^[5-6]。实施原位开窗重建左锁骨下动脉, 常规选择经肱动脉逆行入路^[7], 然而由于左锁骨下动脉起始角度与主动脉弓部形态变化较大^[8], 部分患者选择经肱动脉入路可能无法满足置鞘要求, 造成开窗困难。笔者近期尝试采用经股动脉入路顺行针刺原位开窗重建左锁骨下动脉取得成功, 现将新近开展的 4 例患者报告如下, 并结合相关文献加以讨论, 以为临床工作提供参考。本研究经宁波市第二医院伦理委员会批准并严格遵守赫尔辛基宣言的伦理原则。

基金项目: 浙江省卫生健康科技计划基金资助项目 (2021KY299、2021KY293、2024KY1559、2024KY1558、2024KY1549); 浙江省宁波市医学重点学科建设基金资助项目 (2022-F21);

收稿日期: 2024-06-27; **修订日期:** 2024-12-13。

作者简介: 尹孝亮, 浙江省宁波市第二医院主治医师, 主要从事主动脉及颈动脉狭窄疾病临床与基础方面的研究。

通信作者: 胡松杰, Email: songjie606@yeah.net

1 病例资料

患者 1 女, 61 岁, 以“胸背部疼痛 10 h”入院。主动脉计算机体层成像血管造影 (computed tomography angiography, CTA) 检查提示: 胸主动脉壁间血肿, 右位迷走锁骨下动脉; 既往有高血压病史。完善术前准备后于 2022 年 10 月 20 日

在全麻下行“胸主动脉覆膜支架置入+左锁骨下动脉烟囱支架置入+右锁骨下动脉逆行原位开窗支架置入术”。手术步骤：经右股动脉入路，置入先建 Ankura 胸主动脉覆膜支架（型号：XJZDZ34160）；经左肱动脉穿刺入路，左锁骨下动脉逆行烟囱支架置入（Cordis smart 8 mm×60 mm）（图1A）。右侧肱动脉穿刺置鞘，经鞘置入5.5 F Forgaty 取栓导管于右锁骨下动脉开口定位，经右股动脉置入70 cm 8 F Fustar 可调弯鞘，经 Fustar 鞘置入先建破膜针及

V18 导丝（图1B）。调整 Fustar 角度，透视下顺行破膜，跟进 V18 导丝推送至右锁骨下动脉远端，依次予以直径4 mm、6 mm、8 mm 球囊递增扩张（图1C），撤出8 F Fustar 长鞘，交换置入80 cm 12 F 长鞘，于右锁骨下动脉置入 Abbott 10 mm×60 mm Absolute 支架1枚。术后造影未见造影剂外渗，无内漏（图1D）。术后1年复查主动脉 CTA 示分支支架通畅（图1E）。

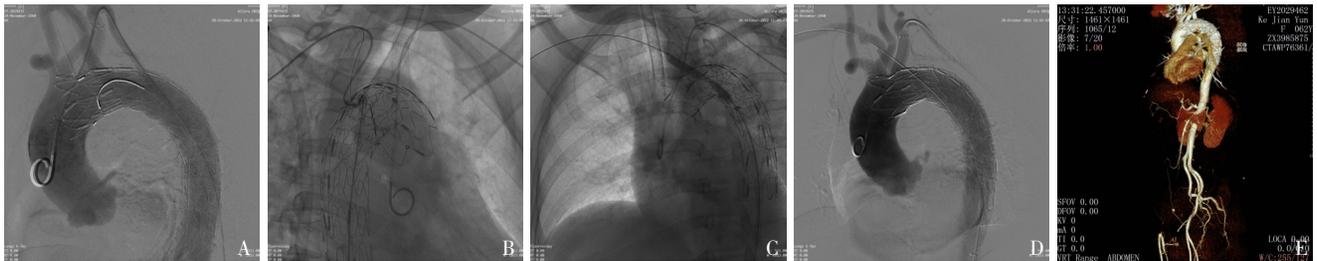


图1 患者1影像资料 A: 左锁骨下动脉烟囱支架植入后; B: 穿刺破膜, V18导丝跟进; C: 球囊递增式扩张; D: 术后造影; E: 术后复查主动脉CTA

患者2 男, 67岁, 以“胸闷伴腰背部酸胀不适1 d”入院。主动脉CTA检查提示: 胸主动脉夹层, 主动脉憩室, 右位主动脉弓; 既往有高血压病史。完善术前准备后于2022年9月13日在全麻下行“胸主动脉覆膜支架置入+双侧颈总动脉烟囱支架置入+双侧锁骨下动脉原位开窗支架置入术”。手术步骤: 切开暴露双侧颈总动脉; 穿刺双侧颈总动脉, 分别置入Cordis smart 8 mm×60 mm, 8 mm×80 mm 支架到位, 暂不释放; 经左股动脉置入先健胸主动脉覆膜支架（型号: XJZDZ36200+XJZDZ36160）, 支架近端定位于左颈总动脉开口, 透视下释放; 接着释放双侧颈总动脉烟囱支架（图2A）。左肱动脉穿刺置鞘, 经鞘置入猪尾导管定位, 经左股动脉置入70 cm 8 F Fustar 可调弯鞘, 经 Fustar 鞘置入先建破膜针及 V18 导丝（图2B）。依次予以直径4 mm、6 mm、8 mm 球囊递增扩张（图2C）; 交换置入80 cm 12 F 长鞘, 经鞘置入GORE 10 mm×50 mm Viabahn 1枚（图2D）。经右肱动脉置鞘, 置入5.5 F Forgaty 取栓导管定位, 经左股动脉置入700 mm 8 F Fustar 可调弯鞘, 经鞘置入先建破膜针及 V18 导丝（图2E）, 透视下顺行破膜成功后, 依次予以直径4 mm、6 mm、8 mm 球囊递增扩张（图2F）, 交换置入80 cm 12 F 长鞘, 经鞘置入GORE 11 mm×100 mm Viabahn 1枚（图2G）。术后造影未见造影剂外渗, 无内漏（图2H）。术后2年

复查主动脉CTA示分支支架通畅（图2I）。

患者3 男, 52岁, 以“胸痛14 h”入院。主动脉CTA检查提示: 胸主动脉壁间血肿; 既往高血压病史。完善术前准备后于2022年10月25日在全麻下行“胸主动脉覆膜支架置入+左锁骨下动脉逆行原位开窗支架置入术”; 手术步骤: 左股动脉入路, 置入先建 Ankura 胸主动脉覆膜支架（型号: XJZDZ32160）（图3A）, 经股动脉置入70 cm 8 F Fustar 可调弯鞘于弓上位置。置入先建破膜针及 V18 导丝（图3B）。调整 Fustar 角度, 透视下顺行破膜, 依次置入直径4 mm、6 mm、8 mm 球囊递增扩张（图3C）, 交换置入80 cm 12 F 长鞘, 置入GORE 11 mm×50 mm Viabahn 1枚。术后造影未见造影剂外渗, 无内漏（图3D）。术后3个月复查CTA示分支支架通畅（图3E）。

患者4 男, 38岁, 以“胸痛8 h”入院。主动脉CTA检查提示: 胸主动脉夹层, 右迷走锁骨下动脉（图4A）; 既往高血压病史。完善术前准备后于2022年8月23日在全麻下行“胸主动脉覆膜支架置入+双侧锁骨下动脉原位开窗支架置入术”。手术步骤: 右股动脉入路, 置入先建 Ankura 胸主动脉覆膜支架（型号: XJZDZ34160）（图4B）。经右肱动脉穿刺置入5.5 F 取栓导管, 定位, 经股动脉置入70 cm 8 F Fustar 可调弯鞘, 经鞘置入先建破膜针及 V18 导丝, 调整鞘角度, 透视下顺行破

膜 (图 4C), 依次予以直径 4 mm、6 mm、8 mm 球囊递增扩张 (图 4D)。经股动脉更换置入 80 cm 12 F 长鞘, 右侧锁骨下动脉置入 GORE 11 mm × 50 mm Viabahn 1 枚 (图 4E)。同法顺行针刺原位开窗重建

左侧锁骨下动脉 (图 4F)。术后造影未见造影剂外渗, 无内漏 (图 4G)。术后 3 个月复查主动脉 CTA 示分支支架通畅 (图 4H)。

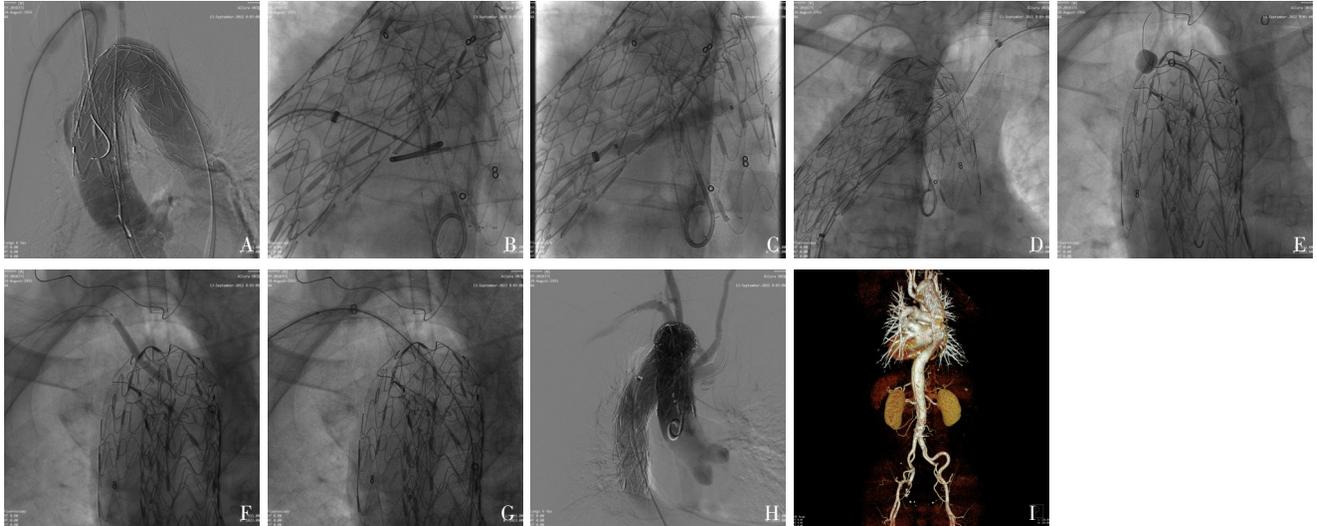


图 2 患者 2 影像资料 A: 双侧颈总动脉烟囱支架释放后; B: 猪尾导管引导下左侧锁骨下动脉穿刺; C: 左锁骨下动脉球囊扩张; D: 左锁骨下动脉支架置入; E: 5.5 F Forgyt 球囊引导下右侧锁骨下动脉穿刺; F: 右锁骨下动脉球囊扩张; G: 右锁骨下动脉支架置入; H: 术后造影; I: 术后复查 CTA



图 3 患者 3 影像资料 A: 主体支架释放后; B: 穿刺破膜, 跟进 V18 导丝; C: 左锁骨下球囊扩张; D: 术后造影; E: 术后复查 CTA

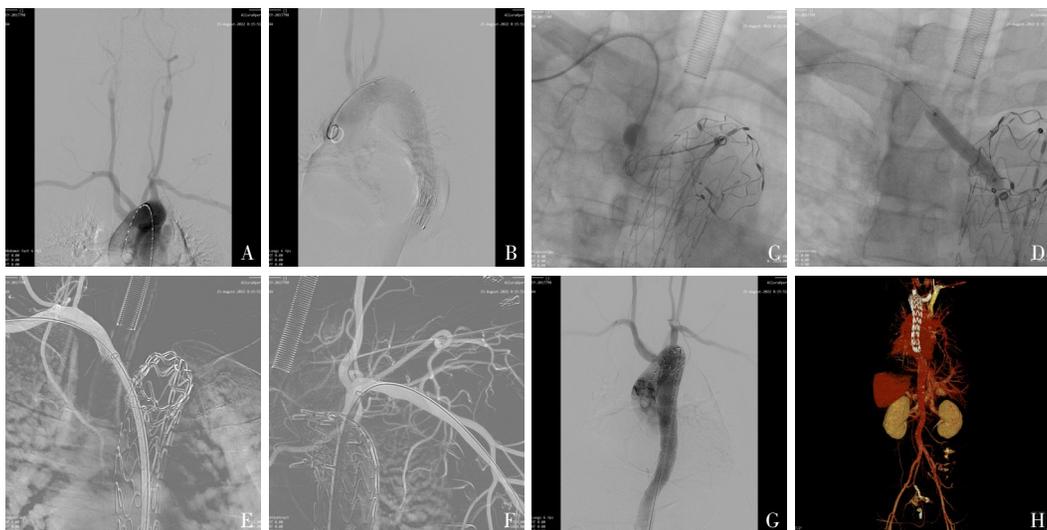


图 4 患者 4 影像资料 A: 术前造影; B: 主体支架释放后造影; C: 5.5 F Forgyt 球囊引导下锁骨下动脉穿刺; D: 球囊扩张; E: 右侧锁骨下动脉进鞘释放烟囱支架; F: 左侧锁骨下动脉进鞘释放烟囱支架; G: 术后造影; H: 术后复查 CTA

2 讨论与文献复习

1994年Dake等^[9]首次报道了植入内移植物用于胸主动脉血管内膜的修复,从而开启了胸主动脉疾病腔内治疗的新时代。随着腔内治疗技术在胸主动脉疾病中的广泛开展,临床实践中发现由于主动脉弓上分支血管的存在以及主动脉弓部特殊的形态结构常常导致支架近端锚定区不足,限制了TEVAR的应用。为了满足脑部血液灌注不受影响,目前主要通过延长近端锚定区,进行主动脉弓上分支血管重建^[10-12]。弓上分支血管重建技术,目前可以采取的方式有去分支杂交技术、烟囱技术、分支支架技术、体外预开窗技术、原位开窗技术等^[3,13-14]。原位开窗技术的可行性是基于在靶器官缺血时间窗内完成分支血管重建,恢复血流。得益于一些血管器具的支持,使得主动脉弓上分支血管原位开窗变得便捷可行^[15-16]。原位开窗技术的优势在于开窗对位准确,尤其对于破口位置靠近左锁骨下动脉,原位开窗相对于烟囱支架、体外开窗内漏发生率低,同时更加符合正常的生理解剖,远期通畅率更高^[10,17-18]。有Meta分析^[19]指出,原位开窗重建分支血管较烟囱支架置入具有更好的临床获益。目前主动脉弓上分支血管原位开窗的安全性及有效性已得到临床数据的证实。Crawford等^[20]分析了118篇文章,纳入了28项临床研究,技术成功率达到96%;国内Zhao等^[21]报道了130例主动脉原位激光开窗术,技术成功率为96.9%,并进行了长达5年的随访,验证了原位开窗术在TEVAR中分支血管重建的安全性、可行性和有效性。另有一项长达50个月随访的单中心回顾性分析研究^[22]指出,原位开窗重建锁骨下动脉通畅率保持在99.1%。

在接受TEVAR术的患者中有40%~50%需要重建主动脉弓上分支血管,以获得足够长度的健康锚定区,而重建左锁骨下动脉最常见^[23-24]。左锁骨下动脉针刺原位开窗术,多采用经肱动脉逆行入路,因路径短、穿刺点定位相对容易而作为常规选择^[7]。由于左锁骨下动脉起始角度与主动脉弓部形态变化较大,实践中发现部分患者选择经肱动脉入路可能无法顺利完成原位开窗操作。开窗重建左锁骨下动脉分支支架常采用覆膜支架而很少使用裸支架^[25]。覆膜支架置入往往需要较大的血管鞘,而经肱动脉置入大鞘常需要行肱动脉切开,

在直视下穿刺,而肱动脉切开缝合增加切口并发症(血肿、神经损伤等)发生率。同时,逆向开窗的过程中对主体支架由外向内的推力,可能影响支架与血管壁间贴合效果,增加内漏发生的风险。基于上述考量,笔者中心近年来尝试采用经股动脉入路,经主体覆膜支架由腔内向外的顺行方向进行锁骨下动脉针刺原位开窗,分支支架置入取得成功,经过短期随访效果良好。该技术的难点和风险在于对穿刺进针位置的准确把握,若进针位置和方向不准确,造成开窗失败,反复针刺容易损伤血管。为了提高穿刺定位的准确性,选择经股动脉置入Fustar可调弯鞘,同时经肱动脉穿刺在锁骨下动脉置入导引导管作为指引以提高穿刺成功率,本组3例患者采用了5.5 F Forgarty取栓导管,其中1例患者同时选用了猪尾导管作为指引,调整可调弯鞘的角度,均获得成功,未造成血管损伤破裂出血的情况。导引导管、球囊的定位作用有助于提高穿刺成功率;同时,笔者认为随着经验的积累,尤其对于锁骨下动脉开口直径较大的患者,可考虑直接穿刺,本组1例未使用导管指引,直接顺行穿刺成功。随着现代影像技术的发展,国外亦有报道将图像融合技术应用于复杂TEVAR术中原位开窗,以提高穿刺的准确性,尤其实施经主动脉弓顺行开窗有赖于精确的成像才能取得成功^[26-27]。先进的成像技术可提供高分辨率的血管解剖三维路线图,从而实现精确穿刺并最大限度地降低与错位相关的风险^[28]。

目前笔者中心仍以肱动脉入路逆向穿刺重建左锁骨下动脉为主,但对于经肱动脉入路无法满足置鞘要求的患者,顺行原位开窗术为TEVAR中重建锁骨下动脉提供了一种可行选择,进一步拓宽了原位开窗术在TEVAR治疗中的应用。当然,在选择顺行针刺原位开窗时术前仍需要经过细致评估,左锁骨下动脉起始角度与主动脉弓形态特征是选择开窗方式的重要考量依据。因受制于现有的器具及解剖条件变化,对于主动脉弓部角度过大,尤其是三型主动脉弓顺行开窗难度大,经多次尝试无法完成操作时,对此笔者认为不宜强行实施顺行开窗,以免增加血管损伤风险。对于顺行开窗造成血管损伤的处置目前尚无相关文献可供参考,若因操作造成的左锁骨下动脉根部血管损伤参照逆行开窗处置方案可考虑予以弹簧圈栓塞处理,若比较轻微也可考虑观察。未来,期

待可调支撑鞘管的研发,提升顺行原位开窗成功率,拓宽TEVAR治疗范畴。由于这是笔者初步尝试采用该方法,开展的病例数较少、经验有限,尚不足以全面评价顺行开窗的技术优势,仍需要后续持续积累和更多病例的随访,进一步明确顺行原位开窗的优势。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:尹孝亮负责论文的撰写与修改;吕涛涛、欧吉、丁云鹏负责病例资料的收集与整理;郎德海提供经费支持;胡松杰负责论文写作思路指导与论文终审。

参考文献

- [1] 中华医学会外科学分会血管外科学组. Stanford B型主动脉夹层诊断和治疗中国专家共识(2022版)[J]. 中国血管外科杂志:电子版, 2022, 14(2): 119-130. doi: 10.3969/j. issn. 1674-7429.2022.02.007. Chinese Society for Vascular Surgery, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on the diagnosis and treatment of type B aortic dissection (2022 edition) [J]. Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version, 2022, 14(2): 119-130. doi: 10.3969/j. issn. 1674-7429.2022.02.007.
- [2] Huang C, Liu Z, Huang D, et al. Application of unibody single-branch endografts in Stanford type B dissections with primary entry tear adjacent to the left subclavian artery: a computed tomography-based planning study[J]. Ann Vasc Surg, 2015, 29(6): 1174-1180. doi:10.1016/j.avsg.2015.02.016.
- [3] Basha AM, Moore RD, Rommens KL, et al. A systematic review of total endovascular aortic arch repair: a promising technology[J]. Can J Cardiol, 2023, 39(1):49-56. doi:10.1016/j.cjca.2022.11.003.
- [4] Li X, Li W, Dai X, et al. Thoracic endovascular repair for aortic arch pathologies with surgeon modified fenestrated stent grafts: a multicentre retrospective study[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 62(5):758-766. doi:10.1016/j.ejvs.2021.07.017.
- [5] Li C, Xu P, Hua Z, et al. Early and midterm outcomes of in situ laser fenestration during thoracic endovascular aortic repair for acute and subacute aortic arch diseases and analysis of its complications[J]. J Vasc Surg, 2020, 72(5):1524-1533. doi:10.1016/j.jvs.2020.01.072.
- [6] Li Y, He C, Chen X, et al. Endovascular in situ fenestration technique of aortic arch pathology: a systematic review and meta-analysis[J]. Ann Vasc Surg, 2021, 76: 472-480. doi: 10.1016/j.avsg.2020.12.021.
- [7] 朱锡梦,李明亮,杨霞,等. 原位开窗技术在Stanford B型主动脉夹层血管腔内修复术中的应用现状[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2024, 10(3): 307-312. doi: 10.19418/j. cnki. issn2096-0646.2024.03.11. Zhu XM, Li ML, Yang X, et al. Status of application of in situ fenestration technique in Stanford type B aortic dissection endovascular repair[J]. Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 2024, 10(3): 307-312. doi: 10.19418/j. cnki. issn2096-0646.2024.03.11.
- [8] 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.
- [9] Dake MD, Miller DC, Semba CP, et al. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms[J]. N Engl J Med, 1994, 331(26):1729-1734. doi: 10.1056/NEJM199412293312601.
- [10] Rimbau V, Böckler D, Brunkwall J, et al. Editor's choice - management of descending thoracic aorta diseases: clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery (ESVS)[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2017, 53(1): 4-52. doi: 10.1016/j.ejvs.2016.06.005.
- [11] Vervoort D, An KR, Deng MX, et al. The call for the "interventional/hybrid" aortic surgeon: open, endovascular, and hybrid therapies of the aortic arch[J]. Can J Cardiol, 2024, 40(3): 478-495. doi:10.1016/j.cjca.2023.11.038.
- [12] Yan D, Shi H, Qin J, et al. Outcomes of emergency in situ laser fenestration-assisted thoracic endovascular aortic repair in patients with acute Stanford type A aortic dissection unfit for open surgery[J]. J Vasc Surg, 2020, 71(5): 1472-1479. doi: 10.1016/j.jvs.2019.08.233.
- [13] Wang C, von Segesser LK, Berdajs D, et al. Endovascular treatment of the dissected proximal aortic arch: a systematic review[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2021, 33(5): 746-754. doi:10.1093/icvts/ivab161.
- [14] Shu C, Fan B, Luo M, et al. Endovascular treatment for aortic arch pathologies: chimney, on-the-table fenestration, and in-situ fenestration techniques[J]. J Thorac Dis, 2020, 12(4): 1437-1448. doi:10.21037/jtd.2020.03.10.

- [15] Shu X, Xu H, Wang E, et al. Midterm outcomes of an adjustable puncture device for in situ fenestration during thoracic endovascular aortic repair[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 63(1):43–51. doi:10.1016/j.ejvs.2021.09.028.
- [16] 王洛波, 王兵, 杨彬, 等. 原位针刺开窗在保留左锁骨下动脉的胸主动脉腔内修复术中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2021, 30(12):1427–1433. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.006.
- Wang LB, Wang B, Yang B, et al. Application of in situ needle fenestration to preserve the left subclavian artery during thoracic endovascular aortic repair[J]. *China Journal of General Surgery*, 2021, 30(12): 1427–1433. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.2021.12.006.
- [17] Li HL, Chan YC, Jia HY, et al. Methods and clinical outcomes of in situ fenestration for aortic arch revascularization during thoracic endovascular aortic repair[J]. *Vascular*, 2020, 28(4):333–341. doi: 10.1177/1708538120902650.
- [18] Ma XH, Wei L, Guo W, et al. Comparison of supra-arch in situ fenestration and chimney techniques for aortic dissection involving the left subclavian artery[J]. *Vascular*, 2019, 27(2): 153–160. doi: 10.1177/1708538118807013.
- [19] Liu M, Wu X, Wu S, et al. Comparison of chimney and fenestrated techniques for supra-aortic branch revascularization during thoracic endovascular aortic repair: a systematic review and meta-analysis[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2023, 46(10):1315–1328. doi:10.1007/s00270-023-03537-4.
- [20] Crawford SA, Sanford RM, Forbes TL, et al. Clinical outcomes and material properties of in situ fenestration of endovascular stent grafts[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 64(1): 244–250. doi: 10.1016/j.jvs.2016.03.445.
- [21] Zhao Z, Qin JB, Yin MY, et al. In situ laser stent graft fenestration of the left subclavian artery during thoracic endovascular repair of type B aortic dissection with limited proximal landing zones: 5-year outcomes[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2020, 31(8): 1321–1327. doi:10.1016/j.jvir.2020.02.025.
- [22] Fan B, Fang K, Tian C, et al. In situ fenestration and carotid-subclavian bypass for left subclavian artery revascularization during thoracic endovascular aortic repair[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2024, 47(6):717–727. doi:10.1007/s00270-024-03675-3.
- [23] Kuo HS, Huang JH, Chen JS. Handmade fenestrated stent grafts to preserve all supra-aortic branches in thoracic endovascular aortic repair[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 160(3): 629–639. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.07.096.
- [24] 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.
- [25] Bai J, Liu Y, Jin J, et al. Mid-term results of in situ fenestration stented with balloon-expandable bare metal stents during thoracic endovascular aortic repair[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020, 95(6):1163–1168. doi:10.1002/ccd.28743.
- [26] Leger T, Tacher V, Majewski M, et al. Image Fusion Guidance for in Situ Laser Fenestration of Aortic Stent graft for Endovascular Repair of Complex Aortic Aneurysm: feasibility, Efficacy and Overall Functional Success[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42(10):1371–1379. doi:10.1007/s00270-019-02231-8.
- [27] Saccenti L, Kobeiter H, Tacher V. Is in situ fenestration the future of complex TEVAR?[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2024, 47(6): 728–729. doi:10.1007/s00270-024-03760-7.
- [28] Jansen M, Khandige A, Kobeiter H, et al. Three dimensional visualisation of endovascular guidewires and catheters based on laser light instead of fluoroscopy with fiber optic RealShape technology: preclinical results[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 60(1):135–143. doi:10.1016/j.ejvs.2020.02.035.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式:尹孝亮, 吕涛涛, 欧吉, 等. 顺行针刺原位开窗重建左锁骨下动脉4例报告并文献复习[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(12):2099–2104. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.020

Cite this article as: Yin XL, Lu TT, Ou J, et al. Antegrade puncture in situ fenestration for preservation of left subclavian artery: a report of 4 cases and literature review[J]. *Chin J Gen Surg*, 2024, 33(12): 2099–2104. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.020