



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.006  
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.006  
Chinese Journal of General Surgery, 2021, 30(12):1427-1433.

· 专题研究 ·

## 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

王洛波<sup>1</sup>, 王兵<sup>2</sup>, 杨彬<sup>1</sup>, 秦委委<sup>1</sup>, 许飞<sup>1</sup>, 王旭<sup>1</sup>

(1. 山东省济宁市第一人民医院 血管外科/济宁医学院第一临床学院, 山东 济宁 272000; 2. 郑州大学第五附属医院 血管外科, 河南 郑州 450000)

### 摘要

**背景与目的:** 近年来, 笔者所在单位采用原位针刺开窗技术行保留左锁骨下动脉(LSA)的胸主动脉腔内修复术(TEVAR)治疗胸主动脉疾病, 取得较好的临床效果, 本研究通过总结相关数据分析该方法应用的安全性和有效性。

**方法:** 回顾性分析2017年2月—2019年12月25例胸主动脉疾病行原位针刺开窗技术保留LSA的TEVAR术患者临床资料。其中男22例(88%), 女3例(12%); 年龄45~68岁, 平均(62.1±11.2)岁。

**结果:** 25例患者中, 24例患者(96%)取得了技术上的成功。所有的患者在30 d内均未发生围术期重大不良事件。术后均获得随访, 随访时间6~31个月, 中位随访时间13个月, 所有的II、III和IV型内漏在中位随访13个月时消失, 期间主体支架及分支支架形态良好, 无明显狭窄或移位。

**结论:** 原位针刺开窗在行保留LSA的TEVAR术治疗胸主动脉疾病是可行和有效的, 且短期随访较为满意。

### 关键词

主动脉疾病; 主动脉, 胸; 锁骨下动脉; 血管内操作

中图分类号: R654.3

## Application of in-situ needle fenestration to preserve the left subclavian artery during thoracic endovascular aortic repair

WANG Luobo<sup>1</sup>, WANG Bing<sup>2</sup>, YANG Bin<sup>1</sup>, QIN Weiwei<sup>1</sup>, XU Fei<sup>1</sup>, WANG Xu<sup>1</sup>

(1. Department of Vascular Surgery, Jining No. 1 People's Hospital/the First Clinical College of Jining Medical College, Jining, Shandong 272000, China; 2. Department of Vascular Surgery, the Fifth Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China)

### Abstract

**Background and Aims:** In recent years, the authors' hospital used the in-situ needle fenestration to preserve the left subclavian artery (LSA) in thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) for the treatment of thoracic aortic diseases, which achieved satisfactory clinical results. This study was performed the safety and effectiveness of the application of this method through summarizing the relevant data.

**基金项目:** 山东省中医药科技发展计划基金资助项目(2019-0749)。

**收稿日期:** 2021-09-13; **修订日期:** 2021-11-19。

**作者简介:** 王洛波, 山东省济宁市第一人民医院住院医师, 主要从事血管外科基础与临床方面的研究。

**通信作者:** 王旭, Email: hnptwk@163.com

**Methods:** The clinical data of 25 patients with thoracic aortic diseases undergoing TEVAR with in-situ needle fenestration for LSA revascularization from February 2017 to December 2019 were retrospectively analyzed. There were 22 males (88%) and 3 females (12%), aged 45-68 years, with an average of (62.1 ± 11.2) years.

**Results:** Of the 25 patients, technical success was achieved in 24 cases (96%). All patients had no major perioperative adverse events within 30 d. All patients were followed up for 6-31 months and the median follow-up time was 13 months. All type II, III and IV endoleak disappeared at the median follow-up of 13 months. During the follow-up period, the main stent and branch stents were in good shape without obvious stenosis or displacement.

**Conclusion:** TEVAR with in-situ needle fenestration for LSA preservation in the treatment of thoracic aortic diseases is feasible and effective, and the short-term follow-up is satisfactory.

#### Key words

Aortic Diseases; Aorta, Thoracic; Subclavian Artery; Endovascular Procedures

CLC number: R654.3

近些年,随着微创理念与技术的发展,主动脉疾病的治疗模式发生了巨大改变<sup>[1]</sup>,腔内治疗被广泛应用于主动脉疾病,该技术也得到很多指南的推荐,特别是复杂的B型主动脉夹层<sup>[2-3]</sup>。而针对近端锚定区不足,支架移位,逆撕等问题,主动脉腔内原位开窗技术凭借较高的成功率和较少的并发症在临床上得到越来越多的应用<sup>[4-5]</sup>。主动脉原位开窗针作为一种新型的开窗器械,山东省济宁市第一人民医院在2017年2月—2019年12月使用主动脉原位针刺开窗行保留左锁骨下动脉(left subclavian artery, LSA)的胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR) 25例,近期随访效果满意,报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究的纳入标准:(1)锚定区<15 mm,或存在主动脉夹层、穿透性主动脉溃疡、动脉瘤或假性动脉瘤累及LSA;(2)LSA与主动脉弓的夹角>45°,并且在LSA近端没有明显的弯曲<sup>[6]</sup>。排除标准:(1)涉及升主动脉的病变;(2)不适合行TEVAR的解剖结构,如LSA严重迂曲和狭窄或主动脉锚定区直径非常大;(3)起源于主动脉弓的优势左椎动脉;(4)肾功能不全或严重心肺疾病无法耐受全身麻醉;(5)有足够锚定区的B型夹层<sup>[7]</sup>。

根据上述标准,对我院2017年2月—2019年12月采用原位针刺开窗行TEVAR患者的临床资料

进行分析,共纳入25例患者,男22例(88%),女3例(12%);年龄45~68岁,平均(62.1 ± 11.2)岁。患者的其他基本资料见表1。

表1 患者的一般资料[n (%)]  
Table 1 The general data of the patients [n (%)]

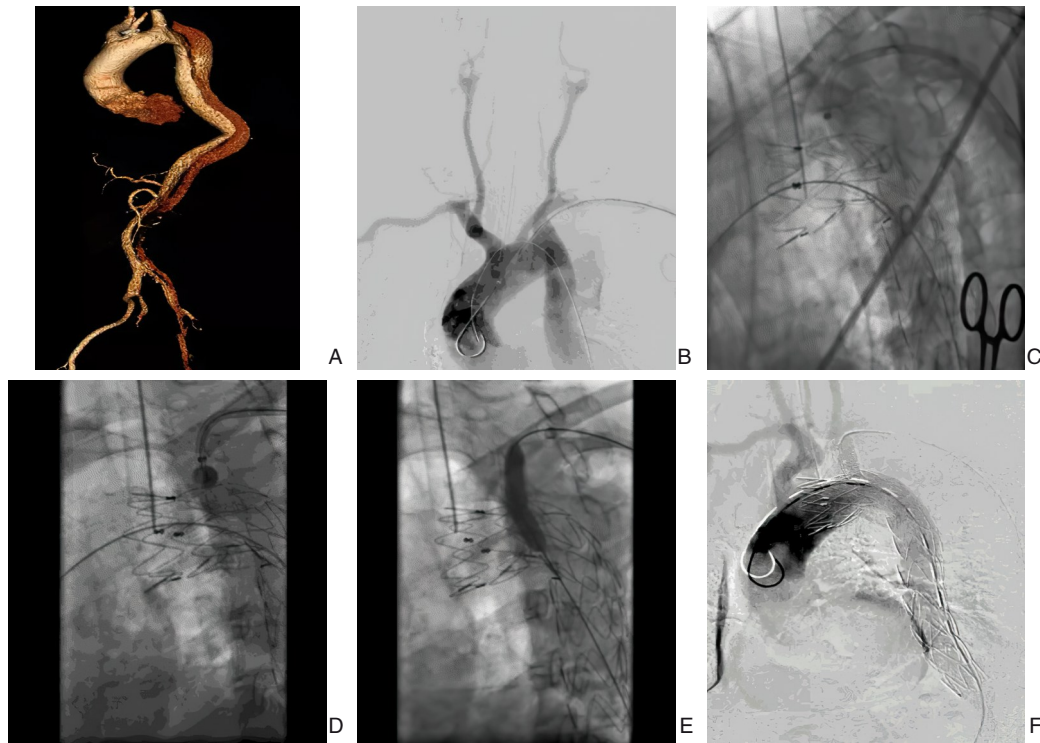
| 资料       | 数据       |
|----------|----------|
| 合并症      |          |
| 高血压      | 23(92.0) |
| 冠心病      | 4(16.0)  |
| 糖尿病      | 2(8.0)   |
| 慢阻肺      | 3(12.0)  |
| 吸烟史      | 3(12.0)  |
| 临床表现     |          |
| 胸痛/背痛    | 21(84.0) |
| 腹痛       | 3(12.0)  |
| 转移痛      | 5(20.0)  |
| 诊断       |          |
| 主动脉夹层    | 12(48.0) |
| 主动脉瘤     | 5(20.0)  |
| 主动脉溃疡    | 4(16.0)  |
| 主动脉假性动脉瘤 | 3(13.0)  |
| 主动脉壁内血肿  | 1(4.0)   |

### 1.2 手术方法

所有的患者均在复合手术室接受全身麻醉,消毒铺巾左上肢和腹股沟区,通过手术暴露或经皮穿刺股动脉,同时纵向切开左肘窝,暴露左肱动脉。首先,通过穿刺鞘从左肱动脉引入1个8 F或9 F、55 cm长的Fustar可调弯鞘,回撤到左侧锁骨下动脉开口处,然后,将血管造影导管从股动

脉引入主动脉。进行血管造影来评估明确主动脉病变位置、大小及累及范围,并评估双侧椎动脉优势。引入主动脉支架至主动脉弓,并在计划的锚定区释放,并覆盖LSA。经Fustar可调弯鞘管引入先健Futhrough穿刺针(深圳先建)抵住胸主动脉支架,多角度转动C-臂,确保可调弯鞘头端在主动脉弓平行位和切线位的平面上都能垂直于胸主动脉覆膜支架,将LSA穿刺装置上的球囊充盈,针头被固定在左锁骨下动脉血管的中心,这是确保可以精确穿刺支架的关键一步。击穿刺针行原位开窗,穿刺过程中若突然有落空感,应立即停止穿刺针穿刺,避免造成对侧血管壁的损伤,并立即行造影证实是否开窗成功。然后,导丝穿过穿刺孔进入主动脉腔。从1个直径为3 mm的Sterling球囊(波科,美国)开始连续扩张,随后逐

渐交换Advance球囊(Cook,美国);直径为5~8 mm,通常最大直径的球囊比接下来植入的分支支架直径小1~2 mm,以便开窗与分支支架之间的连接更牢固。在开窗球囊扩张后,从肱动脉引入1个Fustar可调弯鞘,以保护分支支架,无论是裸支架还是覆膜支架,当其穿过开窗孔位并释放时,近端10 mm段伸入主动脉腔,远端固定在LSA(图1)。最后,如有必要,用同等直径的球囊扩张支架,并进行血管造影检查手术结果,了解各分支动脉的通畅情况及支架有无移位、狭窄及有无内漏。最后拔除鞘管,使用ProGlide血管缝合器(雅培,美国)缝合股动脉穿刺口,一次性股动脉绷带加压包扎。6-0普洛伦线缝合左肱动脉,止血后逐层缝合切口。



**图1 术中影像资料** A: CTA显示胸主动脉夹层的病变情况; B: 血管造影来评估明确主动脉病变情况; C: 已释放主体支架; D: 将穿刺装置上的球囊充盈,针头被固定; E: 球囊开始连续扩张; F: 术后造影显示已置入分支动脉支架重建LSA  
**Figure 1 Intraoperative imaging data** A: CTA showing the range of the thoracic aortic dissection; B: Angiography for determination of the thoracic aortic dissection; C: View after releasing the main stent; D: Filling the balloon in the puncture device and fixation of the needle; E: Continuous expansion of the balloon; F: Postoperative angiography showing the reconstructed LSA after the branch stent placement

### 1.3 随访观察

出院后的1、3、6、12个月及随后的每年,对患者进行随访。主要通过复查主动脉CTA,评估患者支架有无移位、变形及支架的通畅性、真

假腔的变化、有无新发夹层和动脉瘤及内漏的发生。通过颅脑CT和神经系统的体格检查,评估患者是否合并新发的严重神经系统并发症。

## 2 结果

### 2.1 手术情况

25例患者中24例患者(96.0%)成功进行了TEVAR术和使用原位针刺技术进行开窗并成功保留了LSA,另外1例患者的技术失败是由于尽管对支架进行了开窗,但无法对LSA进行支架植入,故保留导丝行“烟囱”技术进而保留LSA。此外还有1例患者因经济原因,开窗成功后未行LSA支架植入术,故适当扩大开窗直径,随访12个月时,其LSA灌注良好。因此,本研究共使用23枚支架植入LSA,13枚覆膜支架,10枚裸支架。手术及术后相关的资料见表2。

表2 手术及术后相关资料(n)  
Table 2 The surgical and perioperative data (n)

| 项目          | 数据 |
|-------------|----|
| 手术时机        |    |
| 择期手术(>2周)   | 6  |
| 急诊手术(<2周)   | 19 |
| LSA分支支架     |    |
| 覆膜支架        | 13 |
| 裸支架         | 10 |
| 主动脉支架类型     |    |
| Ankura 支架   | 23 |
| Valiant 支架  | 1  |
| Zenith 支架   | 1  |
| 30 d 主要不良事件 | 0  |
| 早期内漏        |    |
| II型         | 1  |
| III型        | 2  |
| IV型         | 1  |

### 2.2 术后随访情况

所有的患者在30 d内均未发生围术期重大不良事件(死亡,中风或截瘫),双侧肱动脉切口愈合良好,所有患者的左桡动脉搏动正常。无I型内漏,II、II、IV型内漏分别为1、2、1例,对这些患者,停止使用抗血小板药物,并严格控制血压。本研究25例患者术后均获得随访,随访时间6~31个月,中位随访时间13个月,所有的II型、III型和IV型内漏在中位随访13个月时消失,主体支架及分支支架形态良好,无明显狭窄或移位(图2)。



图2 术后1个月复查主动脉CTA,主体及分支支架形态良好无移位、变形

Figure 2 CTA at 1 month after surgery showing were the good shape of the main stent and branch stents without obvious displacement or deformation

## 3 讨论

尽管开放手术仍然作为主动脉病变的标准术式,但其相对较高的病死率和并发症以及手术难度限制了开放手术的广泛应用<sup>[8-9]</sup>。腔内器械及手术技巧的发展为主动脉疾病提供了新的治疗选择,TEVAR技术通过微创从股动脉导入人工血管支架,到达预定破口位置后迅速打开支架进行修复<sup>[10]</sup>。由于其创伤小、恢复快、效果确切的特点,已经成为治疗胸主动脉扩张性疾病的主流方法,并得到相关指南的推荐<sup>[11-12]</sup>。

TEVAR的首要条件是在病变两端有一段 $\geq 1.5$  cm的正常血管作为锚定区<sup>[13]</sup>。但在临床上,部分患者的破口位置距离其颈动脉、锁骨下动脉和无名动脉很近,甚至可能跨过主动脉弓到达升主动脉,由于缺乏足够的锚定区而无法行TEVAR术。近端锚定区不足限制了TEVAR术的广泛开展<sup>[14]</sup>。因此,保留弓上分支动脉血供是TEVAR的难点<sup>[15]</sup>。目前预开窗、“烟囱”、杂交和原位开窗技术的应用拓展了TEVAR的适应证,但都存在一定弊端<sup>[16]</sup>。预开窗是根据术前CTA的测量结果,在支架上标记后开孔。但整个系统再次组装过程可能发生支架本身和标记材料的扭曲,增加定位和选择的难度。开窗后支架整体强度可能降低。开孔连续锁边缝合有助于提高强度,但加固强度取决于缝合技巧<sup>[17]</sup>。“烟囱”是通过分支动脉释放1枚与主动脉



内支架平行的覆膜支架或裸支架,有助于延长近端锚定区,从而拓展 TEVAR 的应用范围。主动脉支架和烟囱支架之间会存在缝隙,导致内漏发生率较高,影响远期效果<sup>[18]</sup>。杂交手术是传统手术和腔内微创技术结合,治疗累及弓上分支的扩张性疾病。其充分拓展锚定区,但该技术仍有一定创伤,可能的严重并发症是移植物感染,虽不多见,但一旦发生即是灾难性后果<sup>[19]</sup>。原位开窗技术是在植入支架完全覆盖病变后,通过分支动脉破膜开窗,并保留其血供。相对于传统的预开窗技术,原位开窗不需要对位,方便使用<sup>[20]</sup>。Shu 等<sup>[21]</sup>研究对比了烟囱技术、预开窗技术和原位开窗技术,研究发现原位开窗在主动脉弓部病变的腔内治疗中有着巨大潜力,当主动脉近端破口非常靠近分支动脉时,烟囱技术、预开窗都容易发生内漏,而原位开窗相对较小,可以防止内漏的发生。

目前原位开窗的方法可以分为机械开窗(针刺开窗)和物理开窗(激光和射频)<sup>[22]</sup>。激光和射频在破膜的时候烧灼可能产生血凝块,从而存在一定的栓塞风险<sup>[23]</sup>。Luo 等<sup>[24]</sup>的一项研究纳入了 50 例行原位针刺 TEVAR 的患者,其中期随访表明针刺开窗安全可行,同时根据他们的经验,原位针刺开窗可能有助于降低围手术期的并发症。但通常 LSA 从主动脉发出的角度较小,部分复杂的解剖条件并不利于穿刺针进行破膜,对此笔者使用 Futhrough 破膜系统和 Fustar 可调弯鞘组成血管腔内穿刺系统进行原位开窗,其穿刺针中空,穿刺后可顺利通过 0.018 英寸导丝;同时穿刺深度可调节,避免破膜后过深损伤对侧血管壁;再结合使用 Fustar 可调弯鞘,头端角度可调整,其内穿刺针相应角度调整,保证穿刺垂直进针,提高穿刺成功率。通过这些器械的辅助,缩短了手术时间,同时减少了造影剂的用量。

当前应用于原位开窗的支架主要有 Relay、Valiant、Hercules、TAG 以及 Ankura 支架。Li 等<sup>[25]</sup>的一项研究表明,Relay 支架对球囊扩张的抵抗力最强;Ankura 支架窗孔质量最佳,不伴有纤维材料撕裂;而 TAG 支架有时在大直径球囊( $\geq 6$  mm)扩张后出现裂隙样改变。原位开窗应考虑对支架材料的损伤,聚酯和 ePTFE 支架在开窗的质量方面表现不同。在本研究中使用最多的是 Ankura 支架,其覆膜材料为 ePTFE,23 例支架均破膜成功,同时

在本研究的长期随访中其形态稳定,窗口无明显回缩。

在主体支架开窗后,通常会植入 1 枚分支支架不仅可以稳定窗口并维持血流的通畅性,还可以降低主体支架移位概率。国外 Tse 等<sup>[26]</sup>在 LSA 上使用的是 Advanta V12 支架,具有较好的抗错位能力,但国内暂未上市。国内王利新等<sup>[27]</sup>使用 Viabahn 自膨式覆膜支架加球扩式裸体支架进行加固。本研究 13 例均选用 Fluency 自膨式覆膜支架,在随访期间未发现内漏及支架的移位。与烟囱和体外开窗不同,原位开窗相对较小,主体支架与分支支架的连接相对紧密,一般不容易发生内漏,并且术后的血流动力学符合生理,因此本研究有 10 例患者植入 Express LD 裸支架,术后随访显示支架无明显移位,无内漏发生。尽管球囊逐级扩张以扩大开窗,但不规则形状的开窗有时仍会使长鞘或分支支架难以穿过开窗,在本研究中遇到 1 例术中支架难以通过开窗,遂保留导丝,行紧急烟囱技术保留 LSA。原位开窗的一个优势就是如果分支血管重建失败,可以迅速转为烟囱等技术,除此以外,原位开窗无需特殊定制和精准的术前测量,可以直接利用现有的器材保留重建分支血管。

本研究结果显示,在随访期间(6~31 个月)所有患者的主体支架及分支支架形态良好,无明显狭窄或移位。Shang 等<sup>[28]</sup>于 2018 年发表了 10 例针刺原位开窗的系列报道,共纳入 10 例患者,其手术全部成功,无卒中、内漏等并发症出现。整体来讲,原位开窗技术的发展逐步成熟,但需要注意的是原位开窗技术是对现有支架的超适应证应用,其对支架的完整性有所破坏,因此仍需进一步随访评估支架的稳定性<sup>[29]</sup>。Kasprzak 等<sup>[30]</sup>利用无名动脉和左颈总动脉双开窗技术行主动脉腔内隔绝,随访长达 5 年,主体支架的形态良好,分支支架通畅。

原位针刺开窗在行保留 LSA 的 TEVAR 术中是可行和有效的,短期随访令人满意;同时新型开窗针的应用使得这一技术操作相对简便,无需特殊的支架定制。尽管如此,原位开窗是一种超适应证技术,可能影响支架移植物的长期耐久性。目前开展针刺开窗技术的单位相对较少,未来仍需要更多的病例数据和更长期的随访结果来验证这一技术的疗效。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] Grabenwöger M, Alfonso F, Bachet J, et al. Thoracic Endovascular Aortic Repair (TEVAR) for the treatment of aortic diseases: a position statement from the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2012, 42(1):17-24. doi: 10.1093/ejcts/ezs107.
- [3] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 主动脉夹层腔内治疗指南[J]. *中国实用外科杂志*, 2008, 28(11):909-912. doi:10.3321/j.issn:1005-2208.2008.11.002.
- Vascular Surgery Group, Society of Surgery of Chinese Medical Association. Guidelines forendovascular treatment of aortic dissection[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2008, 28(11): 909-912. doi:10.3321/j.issn:1005-2208.2008.11.002.
- [4] Murphy EH, Dimaio JM, Dean W, et al. Endovascular repair of acute traumatic thoracic aortic transection with laser-assisted in-situ fenestration of a stent-graft covering the left subclavian artery[J]. *J Endovasc Ther*, 2009, 16(4):457-463. doi: 10.1583/09-2746.1.
- [5] Redlinger RE Jr, Ahanchi SS, Panneton JM. In situ laser fenestration during emergent thoracic endovascular aortic repair is an effective method for left subclavian artery revascularization[J]. *J Vasc Surg*, 2013, 58(5):1171-1177. doi: 10.1016/j.jvs.2013.04.045.
- [6] 胡海地, 辛世杰, 王传疆, 等. 胸主动脉腔内修复术中原位激光开窗重建左锁骨下动脉[J]. *中华外科杂志*, 2014, 52(9):717-719. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2014.09.020.
- Hu HD, Xin SJ, Wang CJ, et al. Reconstruction of the left subclavian artery with in situ laser fenestration during thoracic endovascular aortic repair[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2014, 52(9):717-719. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2014.09.020.
- [7] Qin J, Zhao Z, Wang R, et al. In Situ Laser Fenestration Is a Feasible Method for Revascularization of Aortic Arch During Thoracic Endovascular Aortic Repair[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(4):e004542. doi: 10.1161/JAHA.116.004542.
- [8] 张瑜, 朱健, 朱水波, 等. 累及弓部主动脉夹层手术方式选择及疗效[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(6):823-827. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.06.007.
- Zhang Y, Zhu J, Zhu SB, et al. Selection of surgical procedures and efficacy analysis in treatment of aortic dissection involving aortic arch[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2016, 25(6): 823 - 827. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.06.007.
- [9] 刘楠, 孙立忠, 常谦. 主动脉夹层手术后肝功能不全发生的相关危险因素分析[J]. *中华外科杂志*, 2010, 48(15):1154-1157. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2010.15.009.
- Liu N, Sun LZ, Chang Q, et al. The relative risk factors analysis of hepatic dysfunction following aortic dissection repair[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2010, 48(15): 1154-1157. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2010.15.009.
- [10] Desai ND, Burtch K, Moser W, et al. Long-term comparison of thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) to open surgery for the treatment of thoracic aortic aneurysms[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 144(3):604-609. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.05.049.
- [11] 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(1S): 55S-83S. doi: 10.1016/j.jvs.2020.05.076.
- [12] Alfson DB, Ham SW. Type B Aortic Dissections: Current Guidelines for Treatment[J]. *Cardiol Clin*, 2017, 35(3): 387-410. doi: 10.1016/j.ccl.2017.03.007.
- [13] Bicknell C, Powell JT. Aortic disease: thoracic endovascular aortic repair[J]. *Heart*, 2015, 101(8):586-591. doi: 10.1136/heartjnl-2014-306690.
- [14] Piffaretti G, Grassi V, Lomazzi C, et al. Thoracic endovascular stent graft repair for ascending aortic diseases[J]. *J Vasc Surg*, 2019, 70(5):1384-1389. doi: 10.1016/j.jvs.2019.01.075.
- [15] Hogendoorn W, Schlösser FJ, Moll FL, et al. Thoracic endovascular aortic repair with the chimney graft technique[J]. *J Vasc Surg*, 2013, 58(2):502-511. doi: 10.1016/j.jvs.2013.03.043.
- [16] Al-Hakim R, Schenning R. Advanced Techniques in Thoracic Endovascular Aortic Repair: Chimneys/Periscopes, Fenestrated Endografts, and Branched Devices[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2018, 21(3):146-155. doi: 10.1053/j.tvir.2018.06.004.
- [17] 舒畅, 李鑫, 李全明, 等. 支架自显影定位法体外开窗技术在主动脉弓部腔内修复术中的应用:附113例国际多中心病例回顾性分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(12):1426-1434. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.12.003.
- Shu C, Li X, Li QM, et al. Application of selfradiopaque markers guiding physician-modified fenestration in aortic arch endovascular repair: an international multi-center retrospective analysis of 113 cases[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2020, 29(12): 1426-1434. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.12.003.
- [18] Kanaoka Y, Ohki T, Maeda K, et al. Outcomes of Chimney Thoracic Endovascular Aortic Repair for an Aortic Arch Aneurysm[J]. *Ann Vasc Surg*, 2020, 66: 212-219. doi: 10.1016/j.avsg.2018.12.087.
- [19] Xydias S, Mihos CG, Williams RF, et al. Hybrid repair of aortic

- arch aneurysms: a comprehensive review[J]. J Thorac Dis, 2017, 9 (Suppl 7):S629-634. doi: 10.21037/jtd.2017.06.47.
- [20] Zhao Z, Qin J, Yin M, 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] Glorion M, Coscas R, McWilliams RG, et al. A Comprehensive Review of In Situ Fenestration of Aortic Endografts[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2016, 52(6): 787-800. doi: 10.1016/j.ejvs.2016.10.001.
- [24] Luo M, Fang K, Fan B, et al. Midterm Results of Retrograde In Situ Needle Fenestration During Thoracic Endovascular Aortic Repair of Aortic Arch Pathologies[J]. J Endovasc Ther, 2021, 28(1): 36-43. doi: 10.1177/1526602820953406.
- [25] Li DL, Zeng QL, Xiang YL, et al. Experimental Analysis of the Quality of Needle-Assisted Fenestration in Aortic Stent-Grafts and the Differences Between Gradual and Rapid Balloon Dilation[J]. J Endovasc Ther, 2021, 28(1): 44-52. doi: 10.1177/1526602820947095.
- [26] Tse LW, Lindsay TF, Roche-Nagle G, et al. Radiofrequency in situ fenestration for aortic arch vessels during thoracic endovascular repair[J]. J Endovasc Ther, 2015, 22(1): 116-121. doi: 10.1177/1526602814565776.
- [27] 王利新, 侯凯, 郭大乔, 等. 自主研发原位开窗系统在保留弓上分支动脉中的应用[J]. 中华普通外科杂志, 2018, 33(3):188-192. doi:10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2018.03.003.
- Wang LX, Hou K, Guo DQ, et al. Early result of in-situ fenestration with self-designed puncture system to preserve left subclavian artery in TEVAR[J]. Zhong Hua Pu Tong Wai Ke Za Zhi, 2018, 33(3): 188-192. doi: 10.3760/cma. j. issn. 1007-631X.2018.03.003.
- [28] Shang T, Tian L, Li DL, et al. Favourable Outcomes of Endovascular Total Aortic Arch Repair Via Needle Based In Situ Fenestration at a Mean Follow-Up of 5.4 Months[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2018, 55(3): 369-376. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.11.022.
- [29] 李旭, 史振宇. 原位开窗术治疗主动脉弓病变的技术应用与进展[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2018, 4(4):367-373. doi: 10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2018.04.18.
- Li X, Shi ZY. The application and advance of in situ fenestration of thoracic endovascular aortic repair in aortic arch lesions[J]. Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 2018, 4(4): 367-373. doi: 10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2018.04.18.
- [30] Kasprzak PM, Kobuch R, Schmid C, et al. Long-term durability of aortic arch in situ stent graft fenestration requiring lifelong surveillance[J]. J Vasc Surg, 2017, 65(2):538-541. doi: 10.1016/j.jvs.2016.05.072.

( 本文编辑 姜晖 )

**本文引用格式:**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

**Cite this article as:**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]. Chin J Gen Surg, 2021, 30(12): 1427-1433. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.006