

激光原位开窗全腔内修复累及弓部主动脉夹层的临床结果及支架选择标准的单中心经验

杜国栋,仇鹏,刘俊超,杨心蕊,吴小雨,崔超毅,秦金保,

赵振,叶开创,刘光,刘晓兵,殷敏毅,王瑞华,陆信武

(上海交通大学医学院附属第九人民医院血管外科 上海交通大学血管病诊治中心,上海 200011)

摘要:目的 报道单中心激光辅助原位开窗技术全腔内修复累及弓部主动脉夹层的临床结果以及支架选择标准的临床经验。方法 回顾性分析2016年1月至2023年4月在我院330例接受激光原位开窗腔内修复技术治疗的累及弓部主动脉夹层患者的临床资料,包括患者一般情况、手术操作、技术成功率、手术并发症等内容,总结临床治疗结果,分析主动脉支架及弓部分支动脉重建支架选择标准。结果 所有患者均接受了激光原位开窗辅助腔内修复术,手术时间(176 ± 51)min,开窗技术成功率98.1%。院内死亡10例(3.03%),症状性中风8例(2.68%),内漏41例(12.4%),近端支架源性新发破口2例(0.61%),无远端支架源性新发破口。随访CT血管造影(24 ± 7.9)个月,结果显示分支血管通畅率为96.58%。结论 激光原位开窗全腔内修复累及弓部主动脉夹层成功率高,并发症发生率低,是安全且有效的方法。

关键词:主动脉夹层;主动脉弓部;激光原位开窗;腔内修复;分支重建;支架

中图分类号:R654.3

文献标志码:A

Thoracic endovascular aortic repair with laser *in situ* fenestration of aortic dissection involving the arch: a single-center clinical outcomes and criteria of stent selection

DU Guodong, QIU Peng, LIU Junchao, YANG Xinrui, WU Xiaoyu, CUI Chaoyi, QIN Jinbao, ZHAO Zhen, YE Kaichuang, LIU Guang, LIU Xiaobing, YIN Minyi, WANG Ruihua, LU Xinwu
(Department of Vascular Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine/ Vascular Center of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200011, China)

Abstract: Objective To report the clinical outcomes of thoracic endovascular aortic repair with laser *in situ* fenestration of aortic dissection involving the arch in a single center, and to summarize the clinical experience of stent selection criteria. **Methods** The clinical data of 330 patients with aortic coarctation involving arch branches treated with thoracic endovascular aortic repair with laser *in situ* fenestration in our hospital from January 2016 to April 2023 were retrospectively analyzed, including the general information of patients, surgical procedures, technical success rate, and surgical complications. The clinical outcomes were summarized and the selection criteria for aortic stents and branch artery reconstruction stents were analyzed. **Results** All patients underwent thoracic endovascular aortic repair with laser *in situ* fenestration, with a mean operation time of (176 ± 51) minutes and a fenestration technique success rate of 98.1%. There were 10 in-hospital deaths (3.03%), 8 symptomatic strokes (2.68%), 41 endoleaks (12.4%), 2 proximal stent-induced new entries (0.61%), and no distal stent-induced new entries were observed. Follow-up CT angiography [24 ± 7.9 months] demonstrated a branch vessel patency rate of 96.58%. **Conclusion** Laser *in situ* fenestration with thoracic endovascular repair of aortic dissection involving the arch is a safe and effective technique with a high success rate and a

low complication rate.

Key words: Aortic dissection; Aortic arch; Laser *in situ* fenestration; Endovascular repair; Reconstruction of branched vessel; Stent

主动脉夹层是最危重的心血管疾病之一,具有起病急、发展快、死亡率高的特点。约有 2/3 的主动脉夹层累及升主动脉,未经手术治疗的升主动脉夹层患者早期死亡率自出现临床症状后每小时增加 1%~2%^[1-3]。由于院外死亡的病例并未统计在内,实际的死亡率应该更高^[4]。随着新技术、新设备的发展,主动脉夹层的手术死亡率和并发症发生率有所改善,更多的医生开始关注主动脉夹层的微创治疗以及并发症的防治^[5]。主动脉弓部病变由于其特殊的解剖结构和血流动力特征可能具有高度致命性,并与多种并发症相关^[5-7]。

累及弓部主动脉夹层主要包括部分 A 型夹层和逆向撕裂的 B 型夹层。随着腔内技术的发展,一些学者提出了“非 A 非 B”型夹层的概念,即原发破口位于主动脉弓部或累及弓部的 B 型夹层^[8-9]。开放式主动脉弓置换依旧是治疗主动脉弓病变的标准手术方法,但其创伤大,围手术期并发症发生率和病死率高,仅有少部分中心可以开展此类手术^[2,10-12]。胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)因其微创、有效、围术期安全易管理的特点在主动脉夹层临床治疗实践中显露优势,尤其是其对降主动脉和腹主动脉疾病的治疗^[13-16]。TEVAR 手术联合弓上分支血管重建技术在累及弓部的主动脉夹层的治疗中取得了较好的效果^[17-19]。激光辅助体内原位开窗技术不涉及术中分支血管对位的问题,不需要对支架进行修剪、拆装,对支架结构影响小,充分健康的近端锚定区以及分支支架的固定作用在一定程度上减少了常规 TEVAR 可能遇到的支架移位、“鸟嘴”现象、内漏及新发夹层的风险^[18,20-22]。

上海交通大学医学院附属第九人民医院血管外科自 2016 年 1 月至 2023 年 4 月完成激光原位开窗全腔内修复累及弓部主动脉夹层病例共计 330 例。本文回顾分析这些患者的手术及随访资料,总结技术要点,并分析跨主动脉弓主体支架及分支支架选择的技术标准。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2016 年 1 月至 2023 年 4 月上海交通大学医学院附属第九人民医院血管外科连续收治的累及

弓部主动脉夹层患者(425 例)资料。纳入标准和排除标准:经主动脉增强 CT 诊断为主动脉夹层,存在主动脉弓部病变且接受激光原位开窗腔内修复术治疗的患者纳入本研究。排除升主动脉直径>45 mm 或夹层病变距离冠状动脉开口<15 mm 的患者。330 例接受激光原位开窗全腔内修复术治疗患者纳入本研究。其中男 212 例(64.24%)、女 118 例(35.76%);35~86 岁,平均(63.2±10.7)岁;高血压 175 例(53.03%),吸烟 260 例(78.79%);本研究经过上海交通大学医学院附属第九人民医院伦理委员会审批(批号:SH9H-2020-T214-1)。所有患者术前均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前准备

术前所有患者均接受主动脉 CT 血管造影(CT angiography, CTA)检查,以明确主动脉夹层破口位置及病变范围,并测量主动脉近端和远端直径,以便选定合适尺寸的主动脉支架移植物(图 1A)。根据锚定部位的血管直径,选择主动脉支架的大小,其中近端主动脉覆膜支架的直径放大率控制在 0~5%,远端主动脉支架的直径放大率则设定为 0~10%。如果在远端锚定区,主动脉真腔因受压呈现椭圆形,远端主动脉支架的直径选择应以主动脉真腔的长轴直径为准。弓上分支血管支架的直径依据分支血管锚定区的直径放大 0~30%,为避免影响左侧椎动脉及右侧锁骨下动脉血液供应,分支支架的长度通常设定为 4 cm,对于分支血管开口部位直径不规则呈梯形的,增加直径放大率,并在不影响远端分支(椎动脉)的情况下尽可能延长远端锚定距离。

1.2.2 弓部三分支重建手术建立脑部临时性血流灌注系统

患者取平卧位,数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)确保导管位于主动脉夹层真腔,并与术前 CTA 图像进行验证,明确主动脉病变特征(图 1B)。行颈部双侧纵切口暴露双侧颈总动脉,于右侧颈总动脉近心端置入 16F 血管鞘(美国 W. L. Gore & Associates 公司)到升主动脉起始段(距冠状动脉开口 1.5 cm),远心端置入 6F 血管短鞘(日本 Terumo 公司)。于左侧颈总动脉近心端置入 12F 血管鞘(美国 W. L. Gore & Associates 公司)到主动脉弓部颈总动脉开口处。16F 血管鞘内再置入 8F 血管短鞘(日本 Terumo 公司),各个血

管鞘应用延长管连接(16F-12F, 8F-6F), 开放血流建立临时脑灌注系统。完成左颈总动脉重建后, 可撤出16F血管鞘, 连接位于左颈总动脉的12F血管鞘和右颈总动脉的6F血管短鞘, 实现重建无名动脉的过程中右侧脑血流供应, 从而保证原位开窗过程中的颅脑不间断供血。

1.2.3 主动脉支架导入及释放程序

经股动脉置入C-TAG主动脉支架(美国W. L. Gore & Associates公司), 支架近端锚定部位超出夹层病变近端至少2 cm, 如果支架锚定在升主动脉近心端, 需距离冠状动脉口大于2 cm 以免影响冠脉供血。如果主动脉近端与远端锚定区直径差异大(>30%), 或者支架覆盖长度过长(>200 mm)的病変, 首先在远端降主动脉置入一枚限制性覆膜支架, 限制性支架远端距离腹腔干动脉开口需至少大于2 cm, 然后于主动脉近端再植入跨越主动脉弓部支架, 近远端两个支架至少需重叠4 cm。

1.2.4 弓部分支血管激光原位开窗重建程序

对于弓部三支血管的重建通常先从左颈总动脉(left common carotid artery, LCCA)开始, 然后是头臂动脉干(brachiocephalic trunk, BCT)和左锁骨下动脉(left subclavian artery, LSA)。具体操作流程如下: 首先, 通常选择4 mm×40 mm球囊(美国Boston Scientific公司)内置810 nm激光光纤并使用Y阀固定, 光纤超出球囊头端约0.5 cm。

将球囊-光纤组合装置经弓部分支动脉血管鞘引入, 使光纤头端接触主动脉支架覆膜。然后激光器以14~18 W能量激发完成覆膜开窗, 行球囊扩张扩大开窗孔, 注意观察球囊形态。随后, 依次导入直径更大的球囊, 逐步扩大开窗孔, 确保所用球囊的直径最大不超过待植入分支支架直径的2 mm。扩孔完成后, 导入分支支架(8~13.5 mm巴德Fluency覆膜支架)于开窗部位释放, 注意分支支架头端突入主动脉覆膜支架的长度至多1 cm。最后使用与支架直径相同的球囊后扩窗口, 确保分支支架和主动脉支架的覆膜紧密连接(图1 C)。如果无名动脉的血管直径>12 mm, 目前国内缺少适合的商品化覆膜支架, 可以改造适合的腹主动脉髂支支架移植物作为分支支架植入。重建完成后行血管造影, 明确有无内漏情况, 是否有新发夹层, 确定分支血管是否通畅和远端血流灌注情况(图1 D), 记录手术资料。技术成功被定义为在血管造影上没有新发夹层和持续性内漏, 且所有分支血管都通畅。

1.2.5 随访

患者出院前均需完成一次主动脉CTA检查, 术后3个月和术后6个月完成CTA检查, 之后一年1次(图1 E~F)。主要评估各分支血管的通畅性, 以及缺血性事件和晚期主动脉相关并发症, 如内漏、覆膜支架诱导的近远端新发破口等。

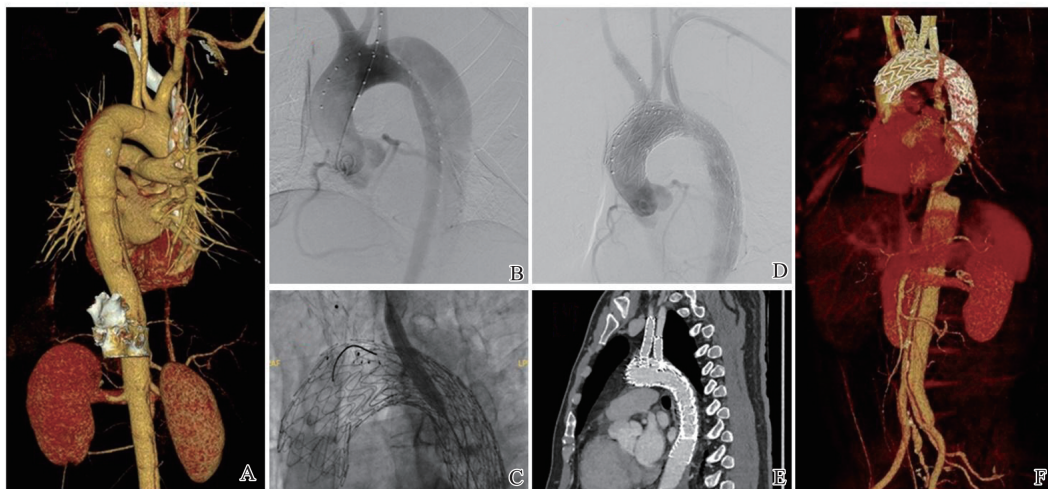


图1 激光原位开窗腔内修复重建主动脉夹层患者弓部分支血管

A: 术前CTA证实存在累及弓部主动脉夹层; B: DSA明确夹层特征; C: 主动脉支架植入腔内修复夹层及激光原位开窗技术重建弓部分支血管; D: 术中DSA明确分支通畅情况及有无内漏等发生; E: 术后CTA随访支架在位(冠状位); F: 术后随访CTA(三维重建), 分支血管通畅。

Figure 1 Reconstruction of branch vessels of the aortic arch in patients with aortic dissection using laser-assisted *in situ* fenestration for endovascular repair

A: Preoperative CTA confirms the presence of aortic dissection involving the aortic arch; B: DSA angiography confirms the characteristics of the dissection; C: Endovascular repair of the dissection with aortic stent implantation and laser *in situ* fenestration reconstruction of branch vessels of the aortic arch; D: Intraoperative DSA confirms the patency of branches and the occurrence of endoleak; E: Follow-up CTA shows the stent in place postoperatively (coronal view); F: Follow-up CTA (three-dimensional reconstruction) demonstrates patency of branch vessels.

1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件,正态分布资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,定性资料以 $n(\%)$ 表示。

2 结果

2.1 基本情况

纳入的 330 例患者基本情况见表 1。

表 1 患者基线资料/ $n(\%)$

Table 1 Baseline characteristics of patients/ $n(\%)$

基线特征	$n = 330$
年龄/岁	63.2±10.7
性别	
男	212(64.24)
女	118(35.76)
吸烟	260(78.79)
高血压	175(53.03)
糖尿病	183(55.45)
充血性心力衰竭	48(14.55)
外周动脉疾病	65(19.70)
肾功能不全	18(5.45)
慢性阻塞性肺病	15(4.54)
马凡综合征	2(0.61)
夹层分类	
Stanford A 型	87(26.36)
Stanford B 型	243(73.64)

2.2 手术资料

330 例均在急性期或亚急性期接受了激光原位开窗及 TEVAR 术。BCT+LCCA+LSA 重建 87 例(26.36%),LCCA+LSA 重建 82 例(24.85%),LSA 重建 161 例(48.79%),共计 586 支分支血管。其中,原位开窗成功 575 支,技术成功率 98.1%(575/586)。早期部分分支动脉(11/586)重建过程中,7 例 LSA 因起始段严重扭曲而放弃开窗;2 例 LCCA 开口位置在弓部侧后壁,2 例 BCT 开口与主动脉之间呈现小而锐利的角度致使光纤无法到面而开窗失败。手术时间 52~256 min,平均(176±51)min。平均住院时间(7.8±3.1)d。院内死亡率 3.03%(10/330),死亡原因包括急性心包填塞(2 例)、严重肺部感染(5 例)、脏器功能衰竭(3 例)。症状性中风 8 例(2.4%)。2 例(0.61%)近端支架源性新发破口,于心外科行开放手术治疗,无远端支架源性新发破口。

2.2 随访结果

随访时长(24±7.9)个月,CTA 显示 566 支弓上分支血管通畅,通畅率 96.58%(566/586)。41 例(12.4%)随访期间出现假腔扩大,DSA 证实发生弓部区域内漏,其中 10 例(3.03%)为 Ia 型内漏,行假

腔弹簧圈栓塞;31 例(9.39%)为弓部分支支架相关 Ic 型内漏,予以假腔内弹簧圈栓塞和/或延长分支支架长度。

3 讨论

累及弓部的主动脉夹层具有较高的死亡率和并发症发生率^[3]。弓上分支血管的重建和并发症的防治是治疗主动脉弓部病变的关键。随着腔内技术的发展,TEVAR 联合分支血管重建已成为这种主动脉疾病的主要选择^[5,8,14,17]。目前常用的腔内分支血管重建技术包括平行支架技术、分支支架技术以及体外或原位开窗技术等。平行支架技术将小支架平行于主动脉主体支架释放,以允许血液灌注到主动脉弓上血管。该技术依据支架排列方式分为烟囱技术、三明治技术和潜望镜技术,其中烟囱支架技术最为常见。平行支架技术无需定制支架,可使用商品化支架进行急诊手术,操作相对简单且受分支血管开口位置和角度影响较小。但由于平行支架与主体支架以及主动脉壁之间密封不足,内漏发生率高达 21%^[23]。研究表明,双烟囱较单烟囱患者发生内漏的风险更高^[24]。因此,平行支架技术常作为急诊手术或挽救性治疗,并且三支支架植入并不被推荐。一项荟萃分析显示,主动脉疾病分支重建技术中开窗术较烟囱技术拥有更高的技术成功率和更低的并发症发生率^[25]。定制支架最为贴合患者的主动脉弓形态,但存在定制时间长、经济成本高的缺点,不能满足主动脉夹层、动脉瘤破裂等疾病的紧急治疗需求。体外预开窗支架和分支支架存在分支开口排列困难、手术时间长、脑卒中发生率高等问题,仅有少部分医生可以进行这一手术,因此难以进一步推广应用^[26-27]。体内原位开窗无术中窗口对位问题,可经分支动脉通过逆向完成开窗,除去主动脉分支极度扭曲、弓型不良等少数情况,多数患者可以通过激光或针刺原位开窗辅助 TEVAR 重建弓部分支血管。相对于针刺器械开窗,激光光纤柔顺性更好,对于部分主动脉弓型不良或分支血管扭曲的病例通过成功率更高,对支架及血管壁的损伤风险更小。本研究 330 例患者接受此项技术重建弓上分支血管,技术成功率为 98.1%,失败病例基本均为早期患者,经过学习曲线后开窗成功率可显著提高。

在腔内修复弓部主动脉夹层的进程中,将支架锚定区前移到主动脉健康区域可以减少支架的内膜损伤。然而支架锚定区的前移可能导致支架跨越弯曲的主动脉弓部,这对于支架的性能具有很高的要

求。与主动脉支架选择有关的并发症主要包括近端支架源性新发破口以及“鸟嘴”现象导致的Ia型内漏。为减少这些并发症的发生,跨弓主动脉支架的选择需要充分考虑主动脉弓部的解剖学及主动脉夹层病变的病理生理学特点:①主动脉弓部存在多轴的解剖学曲度;②从升主动脉到降主动脉存在较大的直径差异;③夹层发生后,主动脉管壁出现水肿,容易发生锚定部位内膜损伤;④夹层发生后,真腔可以受到假腔血管的压迫,导致管径缩小,进一步加大从近端锚定区到远端锚定区的直径差异。因此,近端覆膜支架应选择柔韧性好、矫直力低的材料以贴合主动脉弓的解剖结构,而远端覆膜支架主要考虑有合适的锥度以适应主动脉近端到远端直径的缩小。同时主动脉支架的放大率不应过大,在通过重建弓上分支血管充分延长近端锚定区后,近端锚定区支架的放大率应控制在0~5%^[28]。为降低远端支架源性破口的发生率,建议将远端锚定区支架的放大率控制在0~10%,并避开选择锚定区在降主动脉扭曲的部位,尤其是膈肌部位。当近端和远端锚定部位的血管直径存在显著差异时,在主动脉远端放置限制性支架是一个可行的选择^[29]。本组病例术后随访过程发现Ia型内漏10例,近端支架源性破口2例,转心外科行开放性手术治疗,无远端支架源性破口。研究表明,当支架放大率超过20%时,更易发生支架源性破口^[30]。在远端使用限制性裸支架有助于减少支架源性破口的风险^[31-33]。

弓上分支支架的选择对于预防分支相关内漏的发生有非常重要的作用。分支相关的内漏主要是Ic型内漏及Ⅲ型内漏。本组病例分支支架均采用自膨覆膜支架,覆膜材料位于支架外侧,与主动脉支架覆膜材料窗口部位可以紧密连接,而且分支支架通过后扩的方式达到标称直径,使其连接更为紧密,因而术后DSA均未发现与开窗部位相关的Ⅲ型内漏。本组病例中,31例术后DSA发现弓部分支血管存在Ic型内漏,通过延长分支支架及假腔内放置弹簧圈纠正。分析可能存在的原因,一是分支支架直径选择放大率不够,二是为避免覆盖椎动脉等重要分支而选择长度过短。这两种情况导致弓上分支血管逆向内漏的发生,如此时弓部分支开口2cm范围内存在主动脉内膜破口,分支逆向血流可经破口进入假腔,导致假腔闭合不良,甚至进展为夹层动脉瘤。因而对于主动脉内膜破口距离弓部分支开口距离<2cm的患者,特别是分支开口呈喇叭形者,分支支架的直径放大率应偏大一些(10%~30%),在不影响椎动脉的情况下,应尽可能选择长一些的支

架以增加远端锚定距离。如弓部分支血管开口2cm范围内无主动脉内膜破口,其分支支架直径放大率可以为0~10%。

激光原位开窗术很大程度上解决了其他分支重建技术可能遇到的对位困难、支架移位、并发症发生率高等问题。除外少部分分支血管极度扭曲或弓形严重不良的情况,激光原位开窗术可以应用于多数患者。在腔内修复累及弓部主动脉夹层过程中,选择适宜尺寸的主体和分支支架对于预防内漏、支架堵塞、支架相关新发夹层等并发症有非常重要的作用。未来,激光原位开窗全腔内修复弓部主动脉夹层的进展需要合适的主体支架和分支支架的研发。总之,激光原位开窗术用于主动脉夹层弓部分支血管重建是安全且有效的,但长期效果需要更长时间的随访。

参考文献:

- [1] Harris KM, Nienaber CA, Peterson MD, et al. Early mortality in type A acute aortic dissection: insights from the international registry of acute aortic dissection [J]. *JAMA Cardiol*, 2022, 7(10): 1009-1015.
- [2] Isselbacher EM, Preventza O, Black JH 3rd, et al. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of aortic disease: a report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on clinical practice guidelines [J]. *Circulation*, 2022, 146(24): e334-e482.
- [3] Pape LA, Awais M, Woznicki EM, et al. Presentation, diagnosis, and outcomes of acute aortic dissection: 17-year trends from the international registry of acute aortic dissection [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 66(4): 350-358.
- [4] Carrel T, Sundt T, Kodolitsch Y, et al. Acute aortic dissection [J]. *Lancet*, 2023, 401(10378): 773-788.
- [5] 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.
- [6] Evangelista A, Isselbacher EM, Bossone E, et al. Insights from the international registry of acute aortic dissection: a 20-year experience of collaborative clinical research [J]. *Circulation*, 2018, 137(17): 1846-1860.
- [7] Valentine RJ, Boll JM, Hocking KM, et al. Aortic arch involvement worsens the prognosis of type B aortic dissections [J]. *J Vasc Surg*, 2016, 64(5): 1212-1218.
- [8] Liu JT, Yang F, Chen LF, et al. Management and outcomes of non-a non-B aortic dissection [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 64(5): 497-506.

- [9] 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.
- [10] Leone A, Beckmann E, Martens A, et al. Total aortic arch replacement with frozen elephant trunk technique: results from two European institutes[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 159(4): 1201-1211.
- [11] Preventza O, Liao JL, Olive JK, et al. Neurologic complications after the frozen elephant trunk procedure: a meta-analysis of more than 3000 patients[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 160(1): 20-33.
- [12] Gombert A, Ketting S, Rückbeil MV, et al. Perioperative and long-term outcome after ascending aortic and arch repair with elephant trunk and open thoracoabdominal aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(3): 824-832.
- [13] 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]. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(4): 370-379, 387. 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 Practical Surgery*, 2022, 42(4): 370-379, 387.
- [14] 舒畅, 施俊哲, 葛建军, 等. 杂交技术治疗累及弓部主动脉病变的中国专家共识[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(2): 124-129. SHU Chang, SHI Junzhe, GE Jianjun, et al. Chinese expert consensus on hybrid technique on treating thoracic aortic pathologies involving the aortic arch[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2020, 35(2): 124-129.
- [15] Ogino H, Kumamaru H, Motomura N, et al. Current status of surgical treatment for acute aortic dissection in Japan: nationwide database analysis[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023. doi:10.1016/j.jtcvs.2023.11.044.
- [16] 张滕, 王世知, 邱结华, 等. 弓部开窗技术保留弓上分支血管的临床疗效[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2021, 7(7): 831-835, 839. ZHANG Teng, WANG Shizhi, QIU Jiehua, et al. Clinical effect of arch fenestration technique for preserving supra-aortic branch[J]. *Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2021, 7(7): 831-835, 839.
- [17] 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.
- [18] Li XY, Li W, Dai XC, 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.
- [19] 郭宝磊, 符伟国, 郭大乔, 等. 多枚平行支架重建弓上分支全腔内修复主动脉弓部疾病的手术疗效分析[J]. *中国临床医学*, 2022, 29(3): 377-382. GUO Baolei, FU Weiguo, GUO Daqiao, et al. Outcomes of endovascular repair of aortic arch disease with multiple parallel stent grafts[J]. *Chinese Journal of Clinical Medicine*, 2022, 29(3): 377-382.
- [20] Tsilimparis N, Law Y, Rohlfes F, et al. Fenestrated endovascular repair for diseases involving the aortic arch[J]. *J Vasc Surg*, 2020, 71(5): 1464-1471.
- [21] Li C, Xu P, Hua ZH, 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.
- [22] Qin JB, Zhao Z, Liu G, et al. *In situ* diode laser fenestration of aortic arch stent grafts during thoracic endovascular aortic repair of Stanford type A aortic dissection[J]. *EuroIntervention*, 2019, 14(18): e1854-e1860.
- [23] Li Y, Hu ZZ, Wang JC, et al. Endovascular chimney technique for aortic arch pathologies treatment: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ann Vasc Surg*, 2018, 47: 305-315. doi:10.1016/j.avsg.2017.09.006.
- [24] Wang T, Shu C, Li M, et al. Thoracic endovascular aortic repair with single/double chimney technique for aortic arch pathologies[J]. *J Endovasc Ther*, 2017, 24(3): 383-393.
- [25] Liu MY, Wu XY, 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.
- [26] Canonge J, Jayet J, Heim F, et al. Comprehensive review of physician modified aortic stent grafts: technical and clinical outcomes[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 61(4): 560-569.
- [27] Shen Y, Yeung KK, Lu QS. Patient-specific total endovascular aortic arch repair using custom fenestration of an off-the-shelf thoracic endovascular aortic repair aortic-stent[J]. *Chin Med J*, 2021, 134(12): 1489-1491.
- [28] Liu L, Zhang SM, Lu QS, et al. Impact of oversizing on the risk of retrograde dissection after TEVAR for acute and chronic type B dissection[J]. *J Endovasc Ther*, 2016, 23(4): 620-625.
- [29] Li FS, Wu XY, Zhang X, et al. Clinical outcomes of distal tapered restrictive covered stent applied in endovascular treatment of aortic dissection involving zone 0[J].

- Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 61(3): 413-421.
- [30] Canaud L, Gandet T, Sfeir J, et al. Risk factors for distal stent graft-induced new entry tear after endovascular repair of thoracic aortic dissection [J]. J Vasc Surg, 2019, 69(5): 1610-1614.
- [31] Zhao Y, Yin HH, Chen YT, et al. Restrictive bare stent prevents distal stent graft-induced new entry in endovascular repair of type B aortic dissection [J]. J Vasc Surg, 2018, 67(1): 93-103.
- [32] Li XW, Zhang YN, Sun ZF, et al. Prevention of distal stent graft-induced new entry after endovascular repair for type B aortic dissection: a retrospective cohort study [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2024, 167(1): 28-38.
- [33] D'cruz RT, Syn N, Wee I, et al. Risk factors for distal stent graft-induced new entry in type B aortic dissections: systematic review and meta-analysis [J]. J Vasc Surg, 2019, 70(5): 1682-1693.

(编辑:房红娟)

读者·作者·编者

阿拉伯数字使用规则

公历世纪、年代、年、月、日和时刻必须使用阿拉伯数字。年份用四位数表示,不能简写。例如:1999年不能写成99年。日期和时间的表示采用全数字式写法。例如:2006年2月18日,写作2006-02-18或19990218或1999 02 18(年、月、日之间加半字空);下午3时9分38.5秒写作15:09:38.5或150938.5。计量单位前的数字和统计表中的数值一律使用阿拉伯数字。引文标注中的版次、卷号、期号、页码等用阿拉伯数字。

(本刊编辑部)