



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.001  
<http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.001>  
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(6):675-679.

· 述评 ·

## 复杂胸主动脉病变的腔内治疗策略

黄建华, 王伟, 刘睿

(中南大学湘雅医院 血管外科, 湖南 长沙 410008)



**专家介绍:** 黄建华, 医学博士, 主任医师, 教授。从事外科临床33年, 具有扎实的普外基础, 近15年来一直从事血管外科临床研究。成立了湖南湘雅血管外科中心并组建了湘雅医院血管外科, 开展了大量的医疗技术新项目, 填补了湘雅医院和省内十多项空白, 尤其在腹主动脉瘤、主动脉夹层动脉瘤、动脉硬化闭塞症等血管疾病的腔内治疗深有造诣。率先开展了3D打印在腹主动脉瘤腔内治疗中的应用、主动脉夹层腔内治疗术中原位开窗重建左锁骨下动脉、预开窗保留左锁骨下动脉、肾动脉支架治疗短颈腹主动脉瘤、EVAR术中“三明治法”保留髂内动脉。各种血管外科开放手术相当娴熟, 尤其对复杂的动脉瘤、腹膜后肿瘤、颈动脉体瘤、各种侵犯血管的巨大肿瘤的处理以及各种血管意外损伤的救治具有丰富经验。现任中南大学湘雅医院血管外科主任、普通外科副主任。中华血管外科杂志、中国血管外科杂志(电子版)、中国普通外科杂志等刊物编委。湖南省医学会血管外科专业委员会主任委员, 湖南省血管介入诊疗管理专业委员会副主任委员。同时兼任中国医师协会外科分会血管外科专业委员会委员, 海峡两岸医药卫生交流协会血管外科专家委员会委员, 中国医师协会腔内血管外科专业委员会肿瘤血管学专家委员会副主任委员, 中国研究型医院学会血管医学委员会常务委员, 中国老年医学学会糖尿病分会血管专业委员会委员, 中国健康促进委员会血管外科专业委员会血栓与抗凝学组常委, 海峡两岸医药卫生交流协会血管外科专业委员会首届血管病治疗并发症学组委员, 湖南省医学会介入医学专业委员会顾问等职。

### 摘要

复杂胸主动脉病变形式多样, 在腔内治疗方法上主要是向近心端拓展锚定区, 变不治为可治。具体措施有烟囱支架技术、杂交手术技术、原位开窗技术、预开窗技术等, 另外还包括选择合适主动脉夹层的支架, 以及今后即将应用于临床的分支支架技术。各种技术的选用主要根据病变的部位与特点, 还要结合患者的经济条件与术者的经验决定。

### 关键词

主动脉疾病; 主动脉, 胸; 血管内操作

中图分类号: R654.3

## Endovascular treatment strategies for complex thoracic aortic diseases

HUANG Jianhua, WANG Wei, LIU Rui

(Department of Vascular Surgery, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China)

### Abstract

Complex thoracic aortic diseases are of diverse forms, for which endovascular therapy may convert the untreatable conditions into treatable ones mainly by means of prolonging the proximal landing zone. The specific measures include chimney stent technique, hybrid surgery, in-situ fenestration and pre-fenestration technologies, and

收稿日期: 2017-05-01; 修订日期: 2017-05-10。

通信作者: 黄建华, Email: huangjianhua@medmail.com.cn

also include the selection of the appropriate aortic stent and the branched stent technology which will be used in clinical settings in the near future. The choice of various methods is mainly based on the location and characteristics of the lesion and the patient's economic conditions, and the experience of the surgeon also should be considered.

**Key words** Aortic Diseases; Aorta, Thoracic; Endovascular Procedures

**CLC number:** R654.3

胸主动脉瘤 (thoracic aortic aneurysm, TAA) 与胸主动脉夹层 (thoracic aortic dissection, TAD) 是血管外科的主要疾病之一, 也是致死率极高的疾病。未经治疗的Stanford A型胸主动脉夹层按照发病起每小时病死率约1%, 2周后病死率达80%; 急性Stanford B型夹层患者30 d病死率至少10%<sup>[1]</sup>。而胸主动脉瘤患者达到升主动脉直径6 cm或者降主动脉7 cm时, 发生破裂或夹层的危险率为31%和43%<sup>[2]</sup>。自从DeBakey于50年代成功完成第1例主动脉弓人工血管置换术后<sup>[3]</sup>, 在体外循环支持下开胸进行病变段动脉人工血管置换术, 仍然是累及主动脉根部或升主动脉的病变的主要治疗手段, 其创伤大, 严重并发症发生率 (如截瘫) 和病死率高<sup>[4]</sup>。随着器材的不断开发和改进, 腔内治疗具有的微创、安全、有效的优点得到了越来越广泛的认可。Akin等<sup>[5]</sup>比较了胸主动脉腔内修复术 (TEVAR) 与开放手术治疗复杂型急性夹层的疗效, 发现不管是住院期间病死率、并发症率和1/5年存活率, 胸主动脉腔内修复术都明显优于开放手术。但是, 复杂性胸主动脉夹层的治疗仍为当今血管外科领域最具挑战性的研究课题之, 在进行腔内治疗时仍会面临巨大的挑战。笔者就工作中遇到的一些实际病例对复杂型胸主动脉病变的腔内治疗策略进行简述。

## 1 何谓复杂胸主动脉病变

复杂型胸主动脉病变 (complex thoracic aortic diseases) 的复杂之处主要包括: (1) 部位复杂, 累及主动脉弓的3大分支——头臂干、左颈总动脉、左锁骨下动脉。事实上, Akin等<sup>[6]</sup>统计发现, 将近60%的胸主动脉瘤 (TAA) 累及升主动脉, 40%累及降主动脉, 10%表现为胸腹主动脉联合扩张。(2) 形态学复杂, 短瘤颈 (<15 mm)、锥形瘤颈、II/III型弓 (以Myla分型为准, 主动脉弓顶至头臂干开口垂直距离小于左颈总动脉直径为I型弓, 垂直距离为直径的1~2倍为II型弓, 大于

2倍直径为III型弓<sup>[7]</sup>); 病变位于主动脉弓小弯侧或主动脉夹层假腔螺旋 (图1A)。(3) 本身复杂, Eid-Lidt等<sup>[8]</sup>将复杂性胸主动脉夹层定义为合并巨大包裹性破裂、合并灌注不良综合征 (包括内脏以及下肢缺血)、无法控制的高血压、急性主动脉扩张等, 其统计了63例接受腔内修复术的复杂胸主动脉疾病病例, 结果与开放手术组相比, 腔内修复组生存时间更长、早期并发症发生率更低。

## 2 主动脉弓的分区

目前, 对于复杂型胸主动脉病变的治疗主要有拓展近端锚定区和选择合适的支架这两种策略。近端锚定区是指Stanford B型夹层原发破口或胸主动脉瘤体近端与左锁骨下动脉开口间的距离, Dake等<sup>[9]</sup>和Criado等<sup>[10]</sup>都认为理想的条件是近端瘤颈 $\geq 20$  mm, 若<15 mm则支架近端锚定不确切, 而且主动脉弓弯曲的解剖形态、高压、高速血流以及病变本身引起的动脉形态、血流动力学改变都会影响腔内修复所需的锚定区效果, 甚至直接导致失败。

按照头臂血管分支与主动脉之间的关系, 可将胸主动脉依次分为0、1、2、3、4区共5个区域 (图1B)。

## 3 拓展锚定区的主要技术

目前对需要扩展锚定区的胸主动脉病变, 有烟囱技术<sup>[11]</sup> (Z2区首选)、杂交技术<sup>[12]</sup> (Z1区首选)、开窗技术这3种方法可以选择。

### 3.1 烟囱技术 (Chimney)

烟囱技术是指在主动脉腔内移植物植入过程中, 因手术需要必须覆盖重要分支时, 在被覆盖的分支血管和近端主动脉之间应用裸支架或覆膜支架与主动脉移植物并排锚定, 从而达到保全被覆盖分支血供的目的, 因分支血管内支架的释放位置形似烟囱而得名<sup>[11]</sup>。其优点是使用现有器材

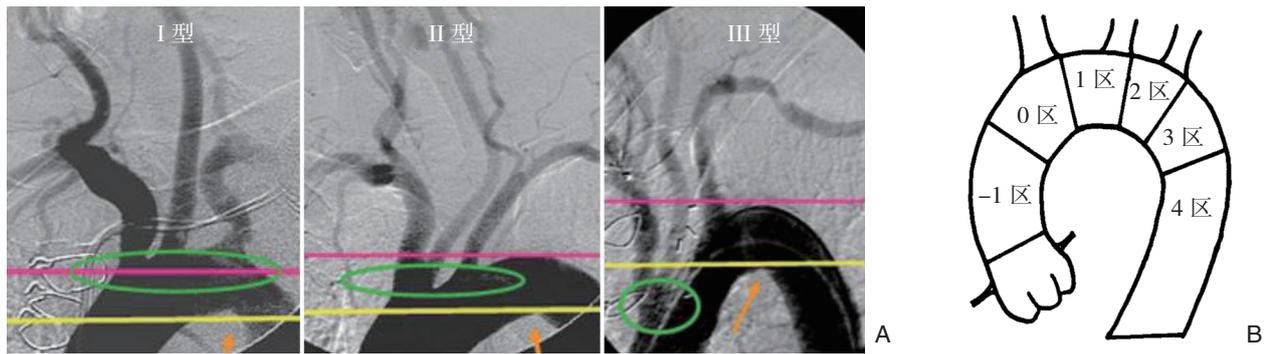


图1 主动脉弓分型与分区 A: 分型; B: 分区

Figure 1 Classification and zones of the aortic arch A: Classification; B: Aortic arch zones

就可以完成且不改变正常的解剖生理, 缺点是两个支架之间由于不是完全包绕, 存在发生内漏的可能, 且烟囱支架受到大支架压迫, 远期有闭塞风险。Hogendoorn等<sup>[11]</sup>统计发现, 接受烟囱技术腔内修复术的患者中位随访11个月后, 所有患者的烟囱支架均保持通畅, 内漏发生率为18%, Ia型内漏最常见, 占总数的6.4%, 故一般在应急时刻或者不能耐受全身麻醉头臂干转流的患者备用, 比如说支架有可能将颈总动脉或左椎动脉优势的左锁骨下动脉覆盖时, 可以事先予以烟囱技术预备应急。如病例1(图2A), 夹层破口累及了左锁骨下动脉根部, 锚定区需要延伸至左颈总动脉, 选择用烟囱技术进行重建分支(图2B)。

### 3.2 杂交技术(Hybrid, 辅助性动脉旁路手术)

辅助性动脉旁路手术适用于锚定区需扩展至Z1区<sup>[12-13]</sup>(颈总动脉至胸主动脉夹层原发破口或降主动脉瘤近端距离<15 mm), 其优点是转流后保留左锁骨下动脉或左颈总动脉效果确切, 技术难度相对小; 颈总动脉间旁路和颈总动脉-锁骨下动脉旁路手术5年和8年通畅率分别达92%和83%<sup>[13]</sup>, 其缺点是非自然解剖生理, 手术创伤较大, 对患者耐受开放手术能力有一定要求, 并且最好有杂交手术室。病例2, 锚定区需扩展至Z1区, 且全身情况允许开放手术, 故选择先行颈-颈动脉人工血管转流术(图2C), 同时行腔内修复术并牺牲左锁骨下动脉(图2D)。

### 3.3 开窗技术(Fenestration)

开窗技术又分为预开窗技术和原位开窗技术。开窗技术由于在国外受到知识产权保护等原因限制而应用较少, 且主要应用形式为激光原位开窗<sup>[14-15]</sup>。

#### 3.3.1 预开窗技术(Pre-fenestration) 预开窗技

术的优点是保留了正常解剖生理, 并且在体外操作相对简单, 无需特殊材料。缺点即开窗大小及对位要求高, 一旦对位不准容易发生内漏或左锁骨下动脉封闭。病例3锚定区需扩展至封闭左锁骨下动脉, 经评估Willis血管环后认为其为左椎动脉优势, 需保留左锁骨下动脉, 选择手术台上预开窗技术保留左锁骨下动脉(图2E)。

#### 3.3.2 原位开窗技术(In-situ fenestration)

原位开窗技术即在术中介入造影下使用穿刺器材在支架上打洞, 并置入小支架重建分支。优点是对位准确, 减少内漏发生几率; Crawford等<sup>[16]</sup>统计了46次激光原位开窗的手术尝试, 其中44次取得成功。使用手头现有常规器材即可完成, 无需特殊的器材; 更符合解剖生理, 远期通畅率更高。难点在于准确地开窗, 对术者操作水平要求较高。病例4同样需要将锚定区扩展至左锁骨下动脉, 并且需要保留左锁骨下动脉。术中预先经桡动脉入路在左锁骨下动脉置管, 主动脉支架释放后, 用改造的0.018导丝硬头穿刺, 在主动脉支架膜上开窗, 经过球囊扩张后置入Viabahn支架(图2F), 效果良好。

## 4 支架的选择

临床上经常碰到主动脉III型弓, 即弓部成角陡峭, 容易使主动脉支架外鞘在跨弓时打折, 从而使支架释放时阻力增大, 严重的甚至导致释放支架时移位, 造成想象不到的严重后果<sup>[17-18]</sup>。因此对支架材料提出了更高的要求。在临床实践中发现, 微创公司的Hercules Low Profile直管型覆膜支架系统比较适合主动脉弓部成角陡峭的患者。其一, 它有着目前国内最小的输送系统外径, 最小能够达到18 F(直径20~36 mm支架); 其二,

它有着覆膜套管跨弓设计，整个输送系统跨弓时阻力小，柔软不易打折，并且在支架释放瞬间稳定不易移位；其三，主动脉夹层由于动脉形成真腔和假腔，假腔的压迫真腔一般会相对缩小，形成上粗下细的锥度。传统的胸主动脉支架系统没有锥度，容易在释放时对相对缩小的真腔管壁造成应力切割，留下再发破口的隐患，因此常需在后段加入限制性裸支架人为形成锥度，不仅效果得不到很好保证，而且增加了患者经济负担。Hercules Low Profile独有的大锥度支架规格，支架锥度范围2~10 mm，锥度变化平缓，在释放后能够更贴壁并且不造成过多扩张，更适合主动脉夹层患者。病例5，患者主动脉角度陡峭，破口位置高，就需要选择本身比较柔软、容易过弓的支架，就能达到很好的效果（图2G-H）。

随着支架材料技术的发展，解决了个体化构型、精准定位、准确释放的问题之后，在未来分支支架技术将是处理复杂胸主动脉疾病重建弓上分支的最理想方法<sup>[19]</sup>。分支支架技术无需考虑非自然解剖生理、大小支架压迫等目前的处理重建弓上分支会碰到的问题，是血管外科医师理想的手术利器。焦元勇等<sup>[20]</sup>在2013年3月—2014年2月完成13例单分支支架联合烟囱技术治疗累及弓部的急性主动脉综合征，手术均获成功，无明显远期并发症。晏明等<sup>[21]</sup>在犬体内实验性的通过释放一体两分支支架重建主动脉弓获得成功。笔者曾经使用单分支胸主动脉支架加上前端开槽，成功一次性重建左锁骨下动脉、左颈总动脉血流（图2I），疗效满意。

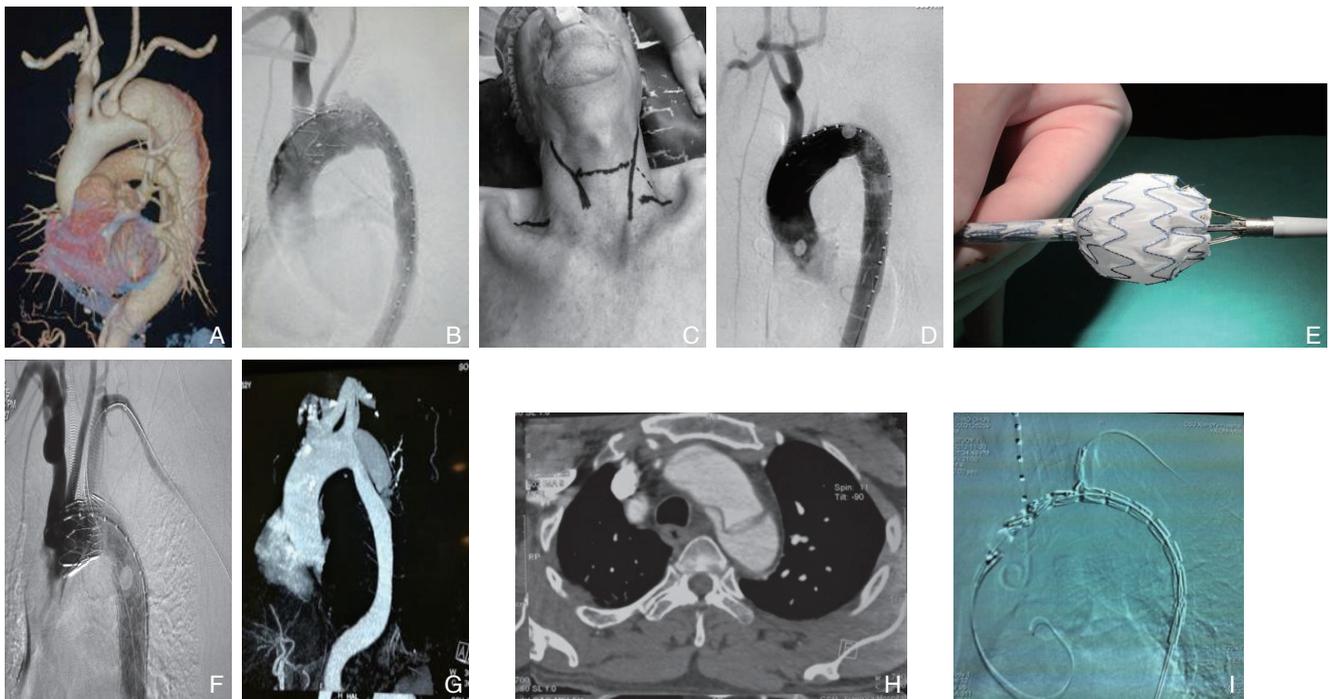


图2 相关病例及技术图片 A: 破口累及左锁骨下动脉; B: 烟囱支架重建分支; C: 人工血管转流; D: 腔内修复覆盖左锁骨下动脉; E: 预开窗保留左锁骨下动脉; F: 球囊扩张置入 Viabahn 支架; G: 弓部成角严重; H: 破口位置高; I: 开槽分支支架重建左锁骨下、左颈总动脉

**Figure 2 Images of relevant cases and techniques** A: Entry tear involving left subclavian artery; B: Reconstruction of the arch branches with chimney stents; C: Crossover bypass surgery; D: Endovascular coverage of the left subclavian artery; E: Pre-fenestration to preserve the left subclavian artery; F: Balloon dilatation and Viabahn stent placement; G: Severe angulation of the aortic arch; H: High location of the entry tear; I: Reconstruction of the left subclavian artery and left common carotid artery with slotted and branched stents

总之，复杂主动脉疾病的种类多，处理难点主要集中在扩展锚定区、重建分支、入路及过弓难等方面；有多种技术可用来扩展锚定区，需要

针对性地谨慎选择；在选择支架种类、规格时要了解支架的特性、选择合适的支架；期待分支支架的问世造福更多的患者。

## 参考文献

- [1] Coady MA, Rizzo JA, Goldstein LJ et al. Natural history, pathogenesis, and etiology of thoracic aortic aneurysms and dissections [J]. *Cardiol Clin*, 1999, 17(4):615–635.
- [2] Elefteriades JA. Natural history of thoracic aortic aneurysms: indications for surgery, and surgical versus nonsurgical risks[J]. *Ann Thorac Surg*, 2002, 74(5):S1877–1880.
- [3] Cooley DA, DeBakey ME. Resection of the thoracic aorta with replacement by homograft for aneurysms and constrictive lesions [J]. *J Thorac Surg*, 1955, 29(1):66–100.
- [4] Goldfinger JZ, Halperin JL, Marin ML, et al. Thoracic aortic aneurysm and dissection[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(16):1725–1739. doi: 10.1016/j.jacc.2014.08.025.
- [5] Akin I, Kische S, Rehders TC, et al. Thoracic endovascular stent-graft therapy in aortic dissection[J]. *Curr Opin Cardiol*, 2010, 25(6):552–559. doi: 10.1097/HCO.0b013e32833e6dd8.
- [6] Akin I, Kische S, Rehders TC, et al. TEVAR: the solution to all aortic problems?[J]. *Herz*, 2011, 36(6):539–547. doi: 10.1007/s00059-011-3500-1.
- [7] Myla S. An Algorithmic Approach to Carotid Access: A review of the techniques and possible complications associated with accessing this difficult anatomy[J]. *Endovascular Today*, 2009, 11:59–65.
- [8] Eid-Lidt G, Gaspar Hernández J, González-Pacheco H, et al. Complicated Acute Aortic Syndromes Affecting the Descending Thoracic Aorta: Endovascular Treatment Compared With Open Repair[J]. *Clin Cardiol*, 2015, 38(10):585–589. doi: 10.1002/clc.22449.
- [9] Dake MD, Miller DC, Mitchell RS, et al. The "first generation" of endovascular stent-grafts for patients with aneurysms of the descending thoracic aorta[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1998, 116(5):689–703.
- [10] Criado FJ, Clark NS, Barnatan MF. Stent graft repair in the aortic arch and descending thoracic aorta: a 4-year experience[J]. *J Vasc Surg*, 2002, 36(6):1121–1128.
- [11] 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.
- [12] 董智慧, 符伟国, 王玉琦, 等. 动脉旁路辅助下胸主动脉腔内修复的探讨[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2005, 13(5):280–283. doi:10.3969/j.issn.1004-8812.2005.05.003.
- Dong ZH, Fu WG, Wang YQ, et al. Arterial-bypass-supported endovascular thoracic aortic repair[J]. *Chinese Journal of Interventional Cardiology*, 2005, 13(5):280–283. doi:10.3969/j.issn.1004-8812.2005.05.003.
- [13] Greenberg RK, Haddad F, Svensson L, et al. Hybrid approaches to thoracic aortic aneurysms: the role of endovascular elephant trunk completion[J]. *Circulation*, 2005, 112(17):2619–2626.
- [14] 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.
- [15] Ahanchi SS, Almaroof B, Stout CL, et al. In situ laser fenestration for revascularization of the left subclavian artery during emergent thoracic endovascular aortic repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2012, 19(2):226–230. doi: 10.1583/11-3770MR.1.
- [16] 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.
- [17] Canaud L, Alric P, Desgranges P, et al. Factors favoring stent-graft collapse after thoracic endovascular aortic repair[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 139(5):1153–1157. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.06.017.
- [18] Hinchliffe RJ, Krasznai A, Schultzekeol L, et al. Observations on the failure of stent-grafts in the aortic arch [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2007, 34(4):451–456.
- [19] 黄建华, 李刚, 刘晓蕾, 等. 开槽带分支覆膜支架在弓部胸主动脉夹层中的应用[J]. *汉斯出版社*, 2014, 3(4):17–22. doi: 10.12677/ACRS.2014.34004.
- Huang JH, Li G, Liu XL, et al. The Use of Branch with Slot Coated Stent in the Treatment of Complex Thoracic Aortic Dissection[J]. *Hans*, 2014, 3(4):17–22. doi: 10.12677/ACRS.2014.34004.
- [20] 焦元勇, 邹俊杰, 杨宏宇, 等. 单分支支架联合烟囱技术在累及弓部的急性主动脉综合征中的应用[J]. *中华急诊医学杂志*, 2015, 24(12):1455–1457. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2015.12.028.
- Jiao YY, Zou JJ, Yang HY, et al. Application of single-branched stent combined with chimney technique in treatment of acute aortic syndrome involving aortic arch[J]. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 2015, 24(12):1455–1457. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2015.12.028.
- [21] 晏明, 郝二平, 朱水波, 等. 新型一体两分支覆膜支架在犬胸主动脉模拟释放系统内重建主动脉弓的研究[J]. *中国循环杂志*, 2015, 30(1):76–79. doi:10.3969/j.issn.1000-3614.2015.01.020.
- Yan M, Xi EP, Zhu SB, et al. Investigation of a New Type Two-branched Stent Graft Releasing in Experimental Canine Thoracic Aorta Simulation System[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2015, 30(1):76–79. doi:10.3969/j.issn.1000-3614.2015.01.020.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式: 黄建华, 王伟, 刘睿. 复杂胸主动脉病变的腔内治疗策略[J]. *中国普通外科杂志*, 2017, 26(6):675–679. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.001

Cite this article as: Huang JH, Wang W, Liu R. Endovascular treatment strategies for complex thoracic aortic diseases[J]. *Chin J Gen Surg*, 2017, 26(6):675–679. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.001