



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.007
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.007
China Journal of General Surgery, 2023, 32(12):1882-1891.

· 专题研究 ·

开窗/分支支架治疗胸腹主动脉扩张性病变的临床效果分析

何孟伟, 霍威学, 张恒, 陆烨, 田文, 冯家焯, 曾照祥, 冯睿

(上海市第一人民医院/上海交通大学医学院附属第一人民医院 血管外科, 上海 200433)

摘要

背景与目的: 随着腔内技术的发展, 腹主动脉疾病全腔内治疗的安全性和有效性已经得到广泛验证。但在胸腹主动脉疾病中, 因为解剖条件更复杂, 所以全腔内治疗的难度大, 而其安全性和有效性也有待进一步验证。本研究总结笔者团队采用开窗/分支支架治疗胸腹主动脉扩张性病变的单中心经验, 并介绍团队针对复杂性胸腹主动脉病首创的双主干技术, 以期为同行提供参考和借鉴。

方法: 回顾性收集2021年10月—2023年7月在上海市第一人民医院接受开窗/分支支架治疗并至少重建2个分支动脉的37例胸腹主动脉扩张性病变患者资料。37例患者中, 夹层术后远端瘤样扩张20例, 胸腹主动脉瘤17例; 在完善术前CTA及评估后, 分别行单主干腔内治疗(26例)与双主干腔内治疗(11例)。收集患者的相关临床资料(基线资料、术前解剖参数、围术期指标、随访结局指标), 分析整体治疗效果, 以及双主干技术的安全性和疗效。

结果: 手术总共重建了162个分支动脉, 手术技术成功率为100%。围术期发生死亡3例(8.11%)、移植植物植入后综合征3例(8.11%)、III型内漏1例(2.70%)。中位随访时间为13.73(2.33~26.74)个月, 总体存活率为91.9%(34/37)。随访期间, 发生III型内漏2例(5.41%), 支架再狭窄或栓塞3例(8.11%), 夹层进展1例(2.70%); 5例(13.51%)接受了再次干预治疗。单主干组与双主干组的重建方式、4分支重建比例以及平均所用支架数量存在明显差异(均 $P<0.05$), 其余各项指标在两组间的差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

结论: 开窗/分支支架治疗胸腹主动脉扩张性病变是一种安全有效的策略。对于解剖条件复杂的病变, 传统的单主干结合开窗/分支支架难以重建所有分支时, 双主干技术是可行的选择。然而, 本研究的结果仍需要更多的病例、更长的随访时间来验证。

关键词

主动脉疾病; 血管内操作; 支架; 双主干技术

中图分类号: R654.3

Analysis of clinical efficacy of fenestration/branched stent-graft for dilatation of the thoracoabdominal aorta

HE Mengwei, HUO Weixue, ZHANG Heng, LU Ye, TIAN Wen, FENG Jiaxuan, ZENG Zhaoxiang, FENG Rui

(Department of Vascular Surgery, Shanghai General Hospital/First People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200433, China)

Abstract

Background and Aims: With the advancement of endovascular techniques, the safety and effectiveness

收稿日期: 2023-11-06; 修订日期: 2023-12-05。

作者简介: 何孟伟, 上海市第一人民医院/上海交通大学医学院附属第一人民医院硕士研究生, 主要从事主动脉疾病及下肢动静脉疾病腔内治疗方面的研究。

通信作者: 冯睿, Email: rui.feng@shgh.cn

of total endovascular treatment for abdominal aortic diseases have been widely validated. However, in thoracoabdominal aortic diseases, the anatomical conditions are more complex, making endovascular treatment challenging, and its safety and effectiveness require further determination. This study was performed to summarize the single-center experience of the authors' team in using fenestration/branched stent-graft for the treatment of dilatation of the thoracoabdominal aorta and introduce the team's innovative double-trunk technique for complex thoracoabdominal aortic diseases, aiming to provide reference and insights for fellow professionals.

Methods: The data of 37 patients with dilatation of the thoracoabdominal aorta who underwent fenestration/branched stent-graft treatment and had at least two reconstructed branch arteries from October 2021 to July 2023 in the Shanghai General Hospital were retrospectively collected. Among the 37 patients, there were 20 cases of distal aneurysmal dilatation after dissection and 17 cases of thoracoabdominal aortic aneurysms. After comprehensive preoperative CTA and evaluation, single-trunk endovascular treatment was performed in 26 cases, and double-trunk technique was used in 11 cases. Relevant clinical data (baseline information, preoperative anatomical parameters, perioperative indicators, and follow-up outcome variables) were collected to analyze the overall treatment effects and the safety and efficacy of the double-trunk technique.

Results: A total of 162 branch arteries were reconstructed successfully with a technique success rate of 100%. During the perioperative period, there were 3 deaths (8.11%), 3 cases of graft implantation syndrome (8.11%), and 1 case of type III endoleak (2.70%). The median follow-up time was 13.73 (2.33–26.74) months, and the overall survival rate was 91.9% (34/37). During the follow-up period, type III endoleak occurred in 2 cases (5.41%), stent restenosis or occlusion occurred in 3 cases of (8.11%), and dissection progression occurred in 1 case (2.70%); 5 patients (13.51%) underwent re-intervention. There were significant differences between the single-trunk group and the double-trunk group in terms of reconstruction methods, the ratio of 4-branch reconstruction, and the average number of stents used (all $P < 0.05$), while other indicators showed no statistically significant differences between the two groups (all $P > 0.05$).

Conclusion: Fenestration/branched stenting for dilatation of the thoracoabdominal aorta is a safe and effective strategy. For anatomically complex lesions where traditional single-trunk combined with fenestration/branched stent-graft is difficult to reconstruct all branches, the double-trunk technique is a feasible choice. However, the results of this study still need more cases and longer follow-up time for validation.

Key words

Aortic Diseases; Endovascular Procedures; Stents; Double-Trunk Technique

CLC number: R654.3

胸腹主动脉病变由于累及内脏分支动脉,因此治疗难度大、风险高。其治疗方式包括传统的开放手术、腔内治疗和杂交手术^[1]。开放手术和杂交手术作为该病主要的治疗方法,常面临创伤大、手术难度高等问题,很多高龄、多合并症的患者无法耐受。据报道^[2],开放手术治疗胸腹主动脉病变的住院病死率为7.6%,截瘫发生率为8.1%。而腔内治疗创伤小,围术期的并发症发生率低,目

前广泛应用于胸腹主动脉疾病中^[3]。

腔内治疗方法主要有烟囱、开窗和分支支架等。有Meta分析^[4]表明烟囱支架主要用于肾动脉和肠系膜上动脉的重建,而且烟囱支架的病死率和I型内漏率高于开窗支架。开窗/分支支架腔内修复术(fenestrated/branched endovascular aortic repair, f/b EVAR)治疗胸腹主动脉疾病对病变解剖都有一定的要求。重建内脏动脉需要考虑近端锚定区^[5]、病

变段内脏动脉区动脉扭曲程度、真腔大小、内脏动脉供血、动脉开口方向、手术入路等。

胸腹主动脉疾病的腔内治疗面临的难题在于隔绝病变的同时实现分支动脉重建。国内现有胸腹主动脉病变的腔内治疗主要是通过医生在手术台上对1个主体支架进行开窗或者自制分支改造^[3]，这需要一次性对位多根内脏动脉，这对于开窗的精确性和对位准确都有较高要求。如果病变段扭曲度过大、累及的内脏动脉开口及走行变异较大时，重建难度大。为了解决胸腹主动脉病变腔内重建分支的难题，胡佳腾等^[6-7]结合了3D打印技术辅助重建，也取得了97.89%以上的成功率。

对于这一难题，本研究在f/b EVAR技术的基础上，采用双主干技术，即开窗或者自制分支改造位于多根支架上通过分次对位完成分支动脉重建。双主干技术将1个分支型主体支架锚定在病变近端，在分叉处的两腿上分别接上自制的髂分支支架，在髂支架上分别重建内脏动脉（图1）^[8]。该方法通过分次对位，在降低分支重建难度的同时提高了重建的精确度。即使是真腔重度狭窄且伴内脏分支开口于假腔的复杂情况也可以通过真腔和假腔双腔进行双主干分支型支架重建，达到恢复所有分支血流的目的。

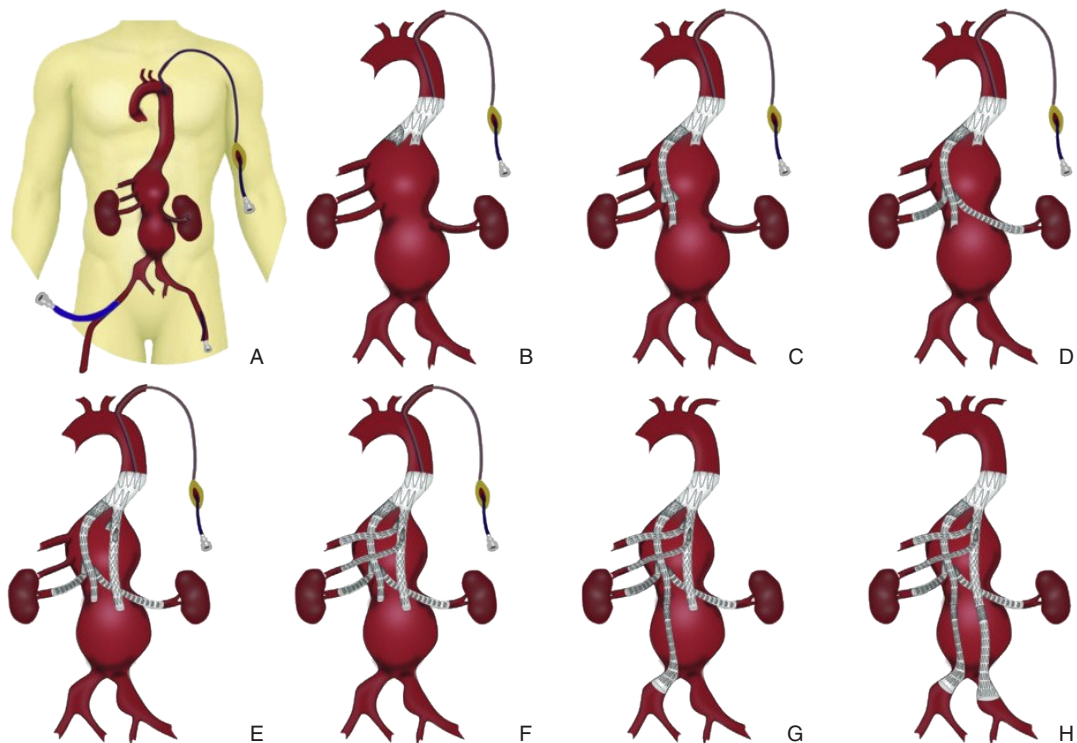


图1 双主干技术重建内脏分支动脉过程示意图 A: 建立双侧股动脉和左肱动脉入路; B: 于近端动脉瘤释放分叉型主动脉覆膜支架; C: 通过左股总动脉入路导入自制髂分支支架; D: 重建双侧肾动脉; E: 导入第2个髂分支支架; F: 重建腹腔干和肠系膜上动脉; G-H: 延长远端锚定于双侧髂总动脉

Figure 1 Illustration of the double-trunk technique for reconstructing visceral branch arteries A: Establishment of bilateral femoral artery and left brachial artery access; B: Deployment of a bifurcated aortic covered stent at the proximal aneurysm; C: Introduction of a custom-made branched stent-graft via the left femoral artery for iliac branch reconstruction; D: Reconstruction of bilateral renal arteries; E: Introduction of a second iliac branched stent-graft; F: Reconstruction of the celiac trunk and superior mesenteric artery; G-H: Extension of the distal anchoring to both iliac arteries

本研究回顾性分析2021年10月—2023年7月单中心接受了f/b EVAR治疗的胸腹主动脉病变患者，总结f/b EVAR在胸腹主动脉病变治疗中的临

床结果，探讨腔内治疗胸腹主动脉病变的可行性，以及双主干技术的安全性及疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

通过医院信息系统检索上海市第一人民医院2021年10月—2023年7月诊断为:主动脉夹层、B型夹层、A型夹层、胸腹主动脉瘤及腹主动脉瘤等的患者。根据术前CTA筛选出至少有2条内脏动脉受累的患者,根据治疗方式进一步筛选出采用腔内治疗的患者,收集患者一般资料。患者的入组标准包括:(1)主动脉瘤最大主动脉直径 >5 cm;(2)主动脉直径增长过快,半年增长 >5 mm;(3)主动脉相关临床表现,如压迫症状,疼痛等。排除标准包括:(1)主动脉破裂患者;(2)临床资料缺失者;(3)拒绝行腔内治疗。本研究经上海市第一人民医院伦理委员会批准[批号:院伦快(2023)387号]。

1.2 解剖参数

将患者术前CTA的数据导入Radiant dicom viewer (2023.1),进行3D MPR重建。测量胸腹主

动脉段的最大直径、瘤颈角度(锚定区和瘤体中心线成角)、内脏分支开口及走行等解剖参数。

1.3 双主干技术手术过程

所有手术均在全麻下进行。手术过程如下:采用改良Seldinger技术建立双侧股动脉及左侧肱动脉入路。胸降主动脉造影明确主动脉病变及分支开口情况后,于病变段近端植入1个分叉型主动脉支架。通过一侧股动脉入路,导入自制髂分支支架与分叉主体支架重叠后部分释放。调整髂分支支架,使得分支部分位于肾动脉开口2 cm左右。依次超选双侧肾动脉,超选成功后,释放Viabahn支架重建肾动脉。重建完成后,再次释放第2个髂分支支架与分叉主体支架重叠后,采用相同方法重建腹腔干动脉及肠系膜上动脉。分支动脉重建完成后,远端锚定于双侧髂总动脉。术后再造影,明确动脉瘤隔绝情况及分支动脉血供(图2)。

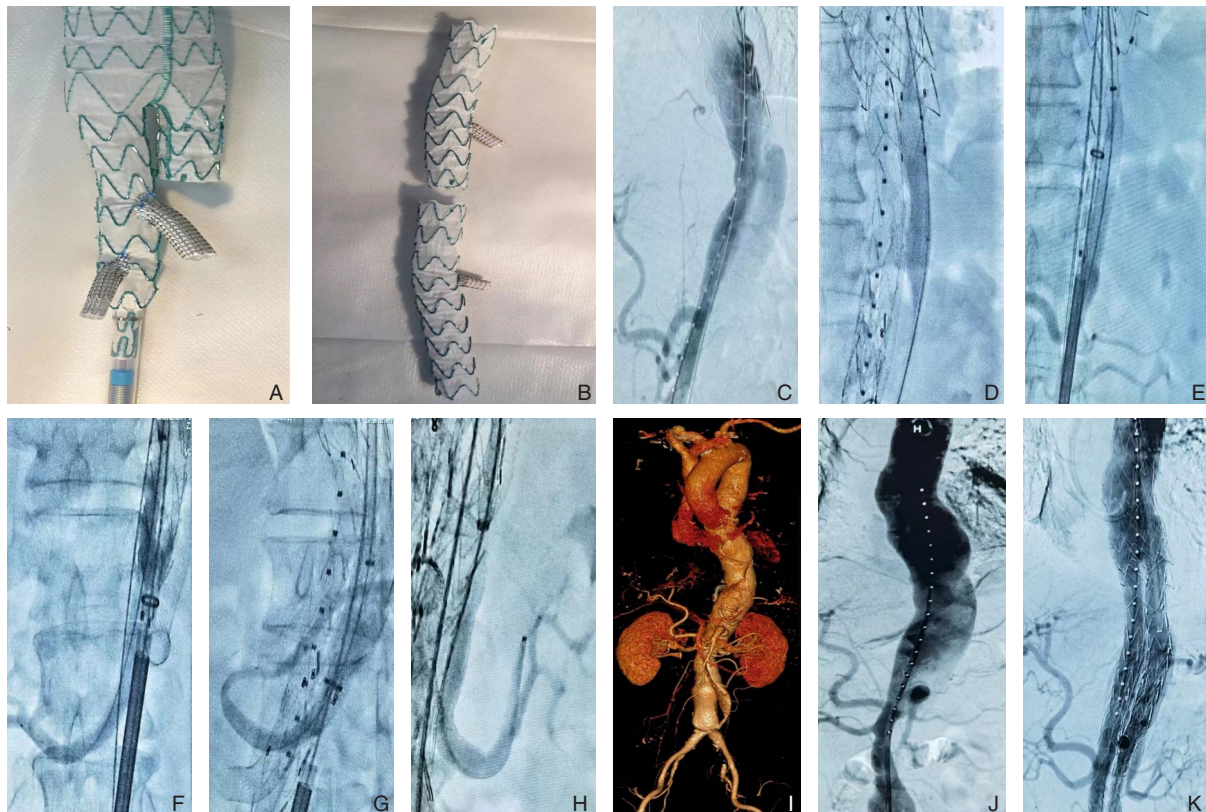


图2 双主干技术治疗胸腹主动脉瘤病例资料 A-B:台上自制的分支支架主体和带分支分支;C-E:经左侧肱动脉入路引入分支髂支重建腹腔干及肠系膜上动脉;F-H:经上肢入路依次重建双肾动脉;I-K:支架释放前后的对比

Figure 2 Data from cases treated with the dual main trunk technique for thoracoabdominal aortic aneurysm A-B: The main body of the self-made branched stent-graft with iliac branches; C-E: Reconstruction of the celiac trunk and superior mesenteric artery by introducing the iliac branch via the left brachial artery access; F-H: Sequential reconstruction of bilateral renal arteries via upper limb access; I-K: Comparison before and after stent deployment

1.4 结局指标定义及随访方法

技术成功定义为动脉病变隔绝完全，无I型内漏发生。主要并发症包括内漏、移植物植入后综合征、肾功能损伤、分支再狭窄或栓塞、夹层进展、主动脉相关再干预、死亡等。肾功能损伤定义为术后新发肾功能不全或肌酐较术前升高30%。于术后第1、3、6、12个月及之后每年复查CTA。

1.5 统计学处理

计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，组间采用t检验；计数资料以例数(百分比)[n (%)]表示，组间比较采用 χ^2 检验；生存率与术后再干预率的比较采用Kaplan-Meier法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料

最终纳入37例全腔内治疗的胸腹主动脉病变患者。在37例患者中，男性33例，女性4例；平均年龄为(60.4±13.2)岁。合并高血压32例、糖尿病3例、冠心病6例；有吸烟史患者6例；肾功能不全者3例。有行胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)史者18例、行腹主动脉腔内修复术(endovascular abdominal aortic repair, EVAR)3例。夹层术后远端扩张患者20例、胸腹主动脉瘤患者17例。胸腹主动脉瘤患者中Crawford II型2例、III型2例、IV型11例、V型2例。单主干组患者与双主干组患者各项基线资料差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)(表1)。

表1 患者基线资料

Table 1 Baseline information of patients

变量	全组(n=37)	单主干组(n=26)	双主干组(n=11)	P ¹⁾
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	60.35±13.23	59.85±13.10	61.55±14.10	0.726
男性[n(%)]	33(89.19)	23(88.46)	10(90.91)	1.000
吸烟[n(%)]	6(16.22)	5(19.23)	1(9.09)	0.646
TEVAR史[n(%)]	18(48.65)	12(46.15)	6(54.55)	0.728
EVAR史[n(%)]	5(40.54)	3(11.54)	2(18.18)	0.623
主动脉开放手术史[n(%)]	4(10.81)	4(15.38)	0(0.00)	0.296
冠心病史[n(%)]	6(16.22)	5(19.23)	1(9.09)	0.646
糖尿病[n(%)]	3(8.11)	2(7.69)	1(9.09)	1.000
高血压[n(%)]	33(89.19)	21(80.77)	11(100.00)	0.295
肾功能不全[n(%)]	3(8.11)	3(11.54)	0(0.00)	0.0812
疾病分型[n(%)]				
胸腹主动脉瘤	17(45.95)	11(42.31)	6(54.55)	0.720
II型	2(5.41)	2(7.69)	0(0.00)	1.000
III型	2(5.41)	1(3.85)	1(9.09)	0.512
IV型	11(29.73)	6(23.08)	5(45.45)	0.244
V型	2(5.41)	2(7.69)	0(0.00)	1.000
夹层术后远端扩张	20(54.05)	15(57.69)	5(45.45)	0.720
住院时间[d, M(IQR)]	11.00(8.00~15.00)	9.50(7.75~15.25)	13.00(10.00~15.00)	0.205

注: 1) 单主干组与双主干组间比较

Note: 1) Single-trunk group vs. double-trunk group

2.2 患者术前解剖参数

病变段的平均最大直径为(56.11±24.67)mm。夹层病变的平均最大假腔直径为(30.61±18.42)mm，平均真腔直径为(22.21±6.37)mm。动脉瘤病变的平均瘤颈角度为(38.55±18.72)°。双主干组和单主干组的解剖参数没有明显差异(均 $P > 0.05$)(表2)。

2.3 患者手术情况

手术技术成功率为100.0%。37例患者中重建分支的方法包括开窗(18/37, 48.65%)、分支(15/37, 40.54%)以及开窗联合分支(4/37, 10.81%)技术。总共重建了162个分支动脉，其中27条腹腔干、34条肠系膜上动脉(有1个共干)、33条右肾动脉、31条左肾动脉、1条左副肾动脉、

18 条右髂动脉和 18 条左髂动脉, 平均重建分支数量为 (4.37 ± 1.36) 条。共置入 244 个支架, 支架平均数为 (6.59 ± 2.69) 个。平均手术时间 (4.65 ± 0.76) h。经股动脉入路 4 例、股动脉合并左肱动脉入路 28 例、股动脉合并右肱动脉入路 2 例、股动脉合并左侧桡血管入路 1 例、股动脉合并右侧桡血管 2 例; 全组中位 11.00 (8.00~15.00) d。单主干组的重建方式包括开窗 (69.23%) 与分支

(30.77%), 无开窗+分支, 双主干组的重建方式包括分支 (63.64%) 与开窗+分支 (36.36%), 无单存开窗; 双主干组的患者 4 分支重建比例明显高于单主干组的 [81.82% (9/11) vs. 42.31% (11/26), $P=0.007$], 双主干组的平均支架数量也相应更多 [(8.82 ± 2.40) 枚 vs. (5.81 ± 2.06) 枚, $P=0.001$] (表 3)。

表 2 术前解剖信息

Table 2 Preoperative anatomical information

变量	全组(n=37)	单主干组(n=26)	双主干组(n=11)	$P^{1)}$
病变段最大直径(mm, $\bar{x} \pm s$)	56.11±24.67	51.94±24.77	61.42±28.66	0.317
瘤颈部角度($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	38.95±24.11	37.05±17.45	41.31±22.31	0.591
真腔直径(mm, $\bar{x} \pm s$)	22.21±13.24	22.89±15.25	20.05±11.59	0.708
假腔直径(mm, $\bar{x} \pm s$)	30.61±18.42	31.87±20.19	26.58±11.90	0.588

注: 1) 单主干组与双主干组间比较

Note: 1) Single-trunk group vs. double-trunk group

表 3 患者手术相关资料

Table 3 Surgical-related data of patients

项目	全组(n=37)	单主干组(n=26)	双主干组(n=11)	$P^{1)}$
重建方式[n(%)]				
开窗	18(48.65)	18(69.23)	0(0.00)	
分支	15(40.54)	8(30.77)	7(63.64)	<0.001
开窗+分支	4(10.81)	0(0.00)	4(36.36)	
受累血管数量[n(%)]				
腹腔干动脉	27(72.97)	17(65.38)	10(90.91)	0.224
肠系膜上动脉	34(91.89)	24(92.31)	10(90.91)	1.000
右肾动脉	33(89.19)	22(84.62)	11(100.00)	0.296
左肾动脉	31(83.78)	20(76.92)	11(100.00)	0.151
内脏动脉区重建血管数[n(%)]				
2	5(13.51)	5(19.23)	0(0.00)	
3	12(32.43)	10(38.46)	2(18.18)	0.007
4	20(54.05)	11(42.31)	9(81.82)	
支架数量(个, $\bar{x} \pm s$)	6.59±2.69	5.81±2.06	8.82±2.40	0.001
手术时间(h, $\bar{x} \pm s$)	4.65±0.76	4.56±0.75	4.86±0.78	0.516
血管入路[n(%)]				
股动脉	4(10.81)	2(7.69)	2(18.18)	
股动脉+左肱动脉	28(75.68)	21(80.77)	7(63.64)	
股动脉+右肱动脉	2(5.41)	1(3.85)	1(9.09)	0.616
股动脉+左侧桡动脉	1(2.7)	1(3.85)	0(0.00)	
股动脉+右侧桡动脉	2(5.41)	1(3.85)	1(9.09)	
住院时间[d, $M(IQR)$]	11.00(8.00~15.00)	9.50(7.75~15.25)	13.00(10.00~15.00)	0.205

注: 1) 单主干组与双主干组间比较

Note: 1) Single-trunk group vs. double-trunk group

2.4 患者围术期与随访期情况

单主干组死亡 2 例患者, 1 例患者术后 7 h 死

于突发的呼吸衰竭伴心衰, 1 例患者术后 10 d 死于腹主动脉瘤破裂出血伴多脏器功能衰竭; 双主干

组中1例患者死于病毒感染诱发多脏器功能衰竭。围术期Ⅲ型内漏发生率为2.7% ($n=1$)。移植物植入后综合征发生率为8.1% ($n=3$)、截瘫发生率为0。随访期间发生Ⅲ型内漏2例(5.4%)、分支动脉狭窄3例(8.1%) (其中1例为肾动脉狭窄, 1例为左锁骨下动脉狭窄, 1例为肠系膜下动脉段狭窄),

夹层进展累及头臂干及颈动脉1例(2.7%), 后腹膜血肿1例(2.7%), 再干预5例(13.5%) (2例内漏、肾动脉狭窄、左锁骨下动脉狭窄及夹层进展患者接受再干预)。单主干组和双主干组的术后ICU时间、围术期相关指标、随访期再干预率等差异均无统计学意义(均 $P>0.05$) (表4) (图3)。

表4 围术期情况与随访结果

Table 4 Perioperative conditions and follow-up outcomes

变量	全组($n=37$)	单主干组($n=26$)	双主干组($n=11$)	$P^{1)}$
ICU时间[n(%)]				
0	5(13.51)	4(15.38)	1(9.09)	0.874
<24 h	11(29.73)	8(30.77)	3(27.27)	
1~7 d	17(45.95)	12(46.20)	5(45.45)	
>7 d	4(10.81)	2(7.69)	2(18.18)	
死亡[n(%)]	3(8.11)	2(7.69)	1(9.09)	1.000
I型内漏[n(%)]	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1.000
Ⅲ型内漏[n(%)]	3(8.11)	3(11.54)	0(0.00)	1.000
移植物植入后综合征[n(%)]	3(8.11)	2(7.69)	1(9.09)	1.000
分支再狭窄或栓塞[n(%)]	3(8.11)	2(7.69)	1(9.09)	1.000
动脉瘤进展[n(%)]	1(2.70)	1(3.85)	0(0.00)	1.000
再干预[n(%)]	5(13.51)	4(15.38)	1(9.09)	0.591
后腹膜血肿[n(%)]	1(2.70)	1(3.85)	0(0.00)	1.000

注: 1) 单主干组与双主干组间比较

Note: 1) Single-trunk group vs. double-trunk group

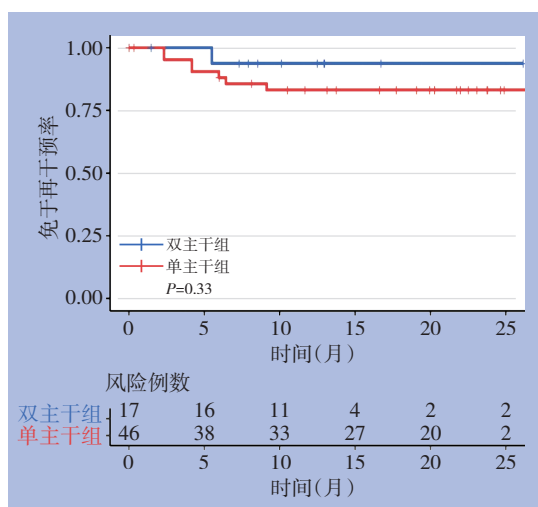


图3 双主干组与单主干组患者术后免于再干预率曲线

Figure 3 Curves of re-intervention-free rate after surgery for patients in the double-trunk group and single-trunk group

3 讨论

对于胸腹主动脉扩张性病变, 传统的开放手

术的仍然是一线治疗方法^[9-10]。Khan等^[11]对于开放手术治疗胸腹主动脉瘤的效果进行Meta分析, 共纳入12篇研究, 共计245例患者, 其中手术死亡发生率为10.5%, 术后卒中发生率为4.9%, 术后永久性脊髓损伤发生率为5.7%, 术后肾功能衰竭发生率为13.2%, 心肌梗死发生率为2.7%。对于年轻、一般情况较好的患者, 可以更多考虑开放手术, 但其创伤大, 对高龄、多合并症的患者来说仍有巨大风险^[12]。Gombert等^[13]对于255例胸腹主动脉瘤开放患者的回顾性研究中, 病死率甚至高达51%。在另一项回顾性研究^[14]中, 开放手术术后截瘫率为5%, 术后气管切开率为19%, 术后透析率为11%。Antoniou等^[15]比较了1422例接受开放手术和839例接受腔内治疗的胸腹主动脉瘤患者, 前者的病死率为23.9% (340/1422), 后者为10.6% (89/839)。这些研究都为腔内治疗胸腹主动脉疾病提供了一定的前景。

目前胸腹主动脉瘤的腔内治疗的方法包括平型支架技术和开窗/分支支架技术。平行支架包括多烟囱支架技术(八爪鱼技术)和潜望镜技术

(逆向烟囱技术)等^[16]。但平行支架间不可避免会存在缝隙,容易发生内漏、分支远期通畅不佳,因此没有得到广泛应用^[17],仅有小范围的报道或病例报道^[18-19]。

1997年 Inoue 等^[20]首次报道开窗分支支架用于胸腹主动脉瘤的治疗,但仅通过单分支型支架重建了腹腔干动脉。2001年,Chuter 等^[21-22]首次报道用自制4分支支架重建腹腔干、肠系膜上动脉和双肾动脉的案例,之后越来越多的国内外学者探索开窗/分支支架在类似治疗中的应用^[23-24]。

开窗/分支支架可以分为商品化支架(company-manufactured device, CMD)和医生自制支架(physician-modified endograft, PMEG)。现有的国外商品化支架如t-branch覆膜支架(Cook, 美国),TAMBE覆膜支架(Gore, 美国),Valiant胸腹主动脉瘤覆膜支架(Medtronic, 美国)等^[25]。国内Guo团队^[26]研发可用于胸腹主动脉瘤的We-flow目前也在用于上市前临床多中心研究,入组的15例患者手术成功率为100%,随访的1年内发生了2例II型内漏,3例死亡,术前均有肾功能不全,死于肾功能衰竭继发病。目前我国胸腹主动脉扩张性疾病的腔内治疗用的器械多为PMEG^[3,27-28]。

释放1个主体支架同时精确定位4根分支动脉难度大。此外,当内脏动脉开口朝上发出时,分支的开口方向也会影响分支动脉超选。针对这种情况,本团队在f/b EVAR技术的基础上,设计了一种双主干技术^[8]。该技术由三个部分组成:(1)腹主分叉型覆膜支架,用于实现近端锚定;(2)多根自制分支型覆膜支架,用于内脏分支动脉重建;(3)远端髂支将远端锚定区延伸至髂总动脉。首先,该技术的主要优点是它可以利用多根分支覆膜支架分支重建分支动脉,从而降低了对位的难度。其次,自制分支部分提供了桥接部分,能降低支架移位的风险,以及应对各种开口方向的分支动脉。对于胸腹主动脉扩张性病变,尤其是夹层术后远端扩张的患者中,在有限的空间中重建内脏动脉是一个难题^[29]。利用1个髂分支支架,从假腔侧重建假腔供血的内脏动脉,真腔侧使用另1个髂分支支架重建真腔供血动脉,在一定程度上也发挥该技术的操作灵活性。

再干预也影响着腔内治疗的疗效。在本研究37例患者中,有5例随访期接受了再干预治疗,其中单主干组4例,双主干组1例。主动脉最大

径、真腔直径、锚定区直径、主动脉成角(锚定区和瘤体成角)、锚定区有无钙化以及内脏动脉直径、开口方向、是否合并夹层等因素,这与患者预后密切相关。单主干组中,夹层患者比例较高。相比于胸腹主动脉瘤,夹层术后远端扩张患者真腔狭小,血管形态不规则,主体支架进入后调整位置困难甚至出现支架扭曲情况。此外夹层患者中常有内脏动脉起自假腔,这都会导致分支支架挤压造成植入困难影响的预后情况。此外,内漏也是影响患者长期预后的一个重要因素。在本研究中,III型内漏是最常见的内漏。III型内漏和靶血管成角以及开口处的主动脉直径有关^[30]。相比于单纯开窗,预先缝合分支可降低靶血管相关内漏风险^[31-32]。分支支架在供给内脏动脉的血流、纠正靶血管的扭曲、夹层等病变的同时加强了主体支架的稳定性。双主干技术利用多个自制分支支架,能够充分利用有限的空间。重建腹腔干动脉和肠系膜上动脉时,利用的是肾上主动脉的空间,在同一平面仅有1个髂支占据瘤腔,剩余的空间足够超选。而选择单主体时,剩余的空间需要除去1个主动脉支架的直径。并且重建双肾动脉时,通过调整髂分支的长度和分支开口,从肾下主动脉平面进行超选,这能使得各个分支动脉支架更好展开,最大程度避免支架间挤压的情况。针对于葫芦状的胸腹主动脉瘤,即内脏分支段直径较小时,而上下两侧为主动瘤的情况,更为适用。

综上所述,自制开窗/分支支架治疗胸腹主动脉扩张性病变是一个可行的方案,具有较好的短期疗效。而且对于高龄、多合并症的患者来说,腔内治疗可能比开放手术、杂交手术更加适合。胸腹主动脉病变腔内治疗的具体策略的制定需要综合考虑患者的一般情况、解剖条件、分期等多种因素^[33-34]。如本中心的双主干治疗策略通常用于累及分支动脉较多的患者,且分支开口、走行等解剖条件较为复杂,单主干操作难度大;双主干治疗的患者需要保证病变血管内部有足够的操作空间,使得2个改良分支支架均能够顺利超选到分支。

总之,开窗/分支支架治疗胸腹主动脉病变患者是一种安全有效的方法。在开窗/分支支架基础上,采用双主干技术仍然取得较好的短期疗效。但还需要有进一步的研究来验证其安全性和有效性。

利益冲突：本研究未受到任何机构或个人的赞助，所有作者均未披露与本研究相关的利益冲突。

作者贡献声明：何孟伟,冯家焯,曾照祥,冯睿负责研究思路构思;何孟伟,霍威学,曾照祥,冯睿负责方法设计;何孟伟,霍威学,张恒,陆焯,田文负责临床数据收集;何孟伟,张恒,陆焯,田文,冯家焯,曾照祥,冯睿负责数据的整理和分析;何孟伟,曾照祥负责初稿撰写;何孟伟,霍威学,张恒,陆焯,田文,冯家焯,曾照祥,冯睿负责初稿的审阅和修改、研究结果可视化。

参考文献

- [1] 耿印帅,李观强,张喜成.胸腹主动脉瘤外科治疗现状及进展[J].中国普通外科杂志,2021,30(6):730-735. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.06.014.
Geng YS, Li GQ, Zhang XC. Current status and progress of surgical treatment of thoracic-abdominal aortic aneurysm[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(6): 730-735. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.06.014.
- [2] Kahlberg A, Ferrante AMR, Miloro R, et al. Late patency of reconstructed visceral arteries after open repair of thoracoabdominal aortic aneurysm[J]. J Vasc Surg, 2018, 67(4): 1017-1024. doi: 10.1016/j.jvs.2017.08.067.
- [3] 胡楠,李晓强.开窗及分支支架技术治疗累及腹腔内脏动脉的胸腹主动脉病变[J].中华血管外科杂志,2021,6(2):85-87. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20210510-00044.
Hu N, Li XQ. Fenestration and branch stent technology for the treatment of thoracic-abdominal aortic aneurysms involving[J]. Chinese Journal of Vascular Surgery, 2021, 6(2): 85-87. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20210510-00044.
- [4] 依地热斯·艾山,李新喜,田野,等.开窗支架与烟囱技术腔内治疗腹主动脉瘤疗效比较的Meta分析[J].中国普通外科杂志,2019,28(6):696-705. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2019.06.008.
Yidiresi·AS, Li XX, Tian Y, et al. Fenestrated endografts versus chimney stent repair for abdominal aortic aneurysms: a Meta-analysis[J]. China Journal of General Surgery, 2019, 28(6): 696-705. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2019.06.008.
- [5] 郭伟,贺元.复杂腹主动脉瘤对近端锚定区的要求及不同技术的评价[J].中国普通外科杂志,2020,29(6):645-648. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.001.
Guo W, He Y. Proximal landing zone requirements in complex abdominal aortic aneurysms and evaluation of different techniques[J]. China Journal of General Surgery, 2020, 29(6): 645-648. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.001.
- [6] 胡佳腾,李逢时,徐昕童,等.3D打印辅助开窗及分支支架腔内修复术治疗胸腹主动脉瘤[J].中华普通外科杂志,2023,38(7): 491-495. doi: 10.3760/cma.j.cn113855-20230507-00230.
Hu JT, Li FS, Xu XT, et al. 3D printing-assisted pre-fenestration and branch stent endovascular repair for the treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2023, 38(7): 491-495. doi: 10.3760/cma.j.cn113855-20230507-00230.
- [7] 刘益明,刘昭,吴凡,等.3D打印辅助体外预开窗技术在复杂主动脉疾病腔内治疗的应用[J].中国血管外科杂志:电子版,2023,15(1):38-42. doi: 10.3969/j.issn.1674-7429.2023.01.009.
Liu YM, Liu Z, Wu F, et al. Application of pre-fenestrated stent-graft technique guided by 3-dimensional printing in endovascular treatment of complicated aortic diseases[J]. Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Edition, 2023, 15(1): 38-42. doi: 10.3969/j.issn.1674-7429.2023.01.009.
- [8] Zeng Z, Zhao Y, Ainiwaer A, et al. Physician-modified branched double-trunk stent-graft (PBDS) for thoracoabdominal aortic aneurysm[J]. Heart Lung Circ, 2021, 30(6):896-901. doi: 10.1016/j.hlc.2020.10.022.
- [9] 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.
- [10] Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J, et al. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of AorticDisease[J]. J Am Coll Cardiol, 2022, 80(24):e223-393. doi: 10.1016/j.jacc.2022.08.004.
- [11] Khan FM, Naik A, Hameed I, et al. Open repair of descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms: A Meta-analysis[J]. Ann Thorac Surg, 2020, 110(6): 1941-1949. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.069.
- [12] Coselli JS, LeMaire SA, Preventza O, et al. Outcomes of 3309 thoracoabdominal aortic aneurysm repairs[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2016, 151(5):1323-1337. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.12.050.
- [13] Gombert A, Frankort J, Keszei A, et al. Outcome of elective and emergency open thoraco-abdominal aortic aneurysm repair in 255 cases: a retrospective single centre study[J]. Eur J Vasc Endovascular Surg, 2022, 63(4): 578-586. doi: 10.1016/j.ejvs.2022.02.003.
- [14] Gaudino M, Lau C, Munjal M, et al. Open repair of ruptured descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 150(4): 814-823. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.06.077.
- [15] Antoniou GA, Juszczak MT, Antoniou SA, et al. Editor's choice - fenestrated or branched endovascular versus open repair for complex aortic aneurysms: meta-analysis of time to event propensity score matched data[J]. Eur J Vasc Endovascular Surg, 2021, 61(2):228-237. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.10.010.

- [16] Shu C, Luo MY, Li QM, et al. Early results of left carotid chimney technique in endovascular repair of acute non-A-non-B aortic dissections[J]. *J Endovascular Ther*, 2011, 18(4): 477-484. doi: 10.1583/11-3401.1.
- [17] Simons JP, Bing SE, Flahive JM, et al. Trends in use of the only Food and Drug Administration-approved commercially available fenestrated endovascular aneurysm repair device in the United States[J]. *J Vasc Surg*, 2017, 65(5): 1260-1269. doi: 10.1016/j.jvs.2016.10.101.
- [18] Kusadokoro S, Hori D, Yuri K, et al. Dissected thoracoabdominal aortic aneurysm repair with modified parallel endografting[J]. *J Cardiac Surg*, 2020, 35(11):3220-3223. doi: 10.1111/jocs.14962.
- [19] Han SM, Wartman S, Ham SW, et al. Multilayered parallel endografting for urgent endovascular repair of a severely angulated thoracoabdominal aortic aneurysm[J]. *Ann Vasc Surg*, 2017, 42:56-61. doi: 10.1016/j.avsg.2017.02.007.
- [20] Inoue K, Iwase T, Sato M, et al. Transluminal endovascular branched graft placement for a pseudoaneurysm: reconstruction of the descending thoracic aorta including the celiac axis[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1997, 114(5):859-861. doi: 10.1016/s0022-5223(97)70096-5.
- [21] Chuter TAM, Gordon RL, Reilly LM, et al. Multi-branched stent-graft for type III thoracoabdominal aortic aneurysm[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2001, 12(3):391-392. doi: 10.1016/s1051-0443(07)61924-1.
- [22] Chuter TAM, Gordon RL, Reilly LM, et al. An endovascular system for thoracoabdominal aortic aneurysm repair[J]. *J Endovascular Ther*, 2001, 8(1): 25-33. doi: 10.1583/1545-1550(2001)0080025: aesfta>2.0.co;2.
- [23] Bosiers M, Kölbel T, Resch T, et al. Early and midterm results from a postmarket observational study of Zenith t-Branch thoracoabdominal endovascular graft[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 74(4): 1081-1089.e3. doi: 10.1016/j.jvs.2021.01.070.
- [24] Oderich GS, Ribeiro M, Reis de Souza L, et al. Endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms using fenestrated and branched endografts[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 153(2): S32-41. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.10.008.
- [25] Atkins AD, Atkins MD. Branched and fenestrated aortic endovascular grafts[J]. *Methodist Debakey Cardiovasc J*, 2023, 19(2):15-23. doi: 10.14797/mdevj.1200.
- [26] Gao JP, Zhang HP, Xiong J, et al. First-in-Human Clinical Trial of the WeFlow-JAAA Endograft System in Patients With Juxtarenal Abdominal Aortic Aneurysms[J]. *J Endovasc Ther*, 2023. doi: 10.1177/15266028231210480. [Online ahead of print]
- [27] Yang GM, Zhang M, Zhang YP, et al. Endovascular repair of postdissection aortic aneurysms using physician-modified endografts[J]. *Ann Thorac Surg*, 2021, 112(4): 1201-1208. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.11.016.
- [28] 朱杰昌,戴向晨,罗宇东,等. 体外开窗腔内主动脉修复术治疗胸腹主动脉病变的早期结果分析[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(12): 921-925. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.12.009.
- Zhu JC, Dai XC, Luo YD, et al. Early results of fenestrated endovascular aortic repair for the treatment of patients with thoracoabdominal pathologies[J]. *National Medical Journal of China*, 2018, 98(12): 921-925. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.12.009.
- [29] Yang G, Zhang M, Zhang Y, et al. Midterm outcomes of physician-modified endovascular grafts for repair of postdissection and degenerative thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *JTCVS Tech*, 2023, 18:1-10. doi: 10.1016/j.xjtc.2022.12.008.
- [30] Gennai S, Simonte G, Mattia M, et al. Analysis of predisposing factors for type III endoleaks from directional branches after branched endovascular repair for thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(3): 677-684. doi: 10.1016/j.jvs.2022.10.041.
- [31] Manzur M, Magee GA, Ziegler KR, et al. Caudally directed in situ fenestrated endografting for emergent thoracoabdominal aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*, 2021, 7(3):553-557. doi: 10.1016/j.jvscit.2020.12.024.
- [32] Chen ZP, Liu Z, Cai J, et al. Risk factors for target vessel endoleaks after physician-modified fenestrated or branched endovascular aortic repair for postdissection thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(3): 685-693. doi: 10.1016/j.jvs.2022.10.012.
- [33] Ouzounian M, Tadros RO, Svensson LG, et al. Thoracoabdominal aortic disease and repair: JACC focus seminar, part 3[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 80(8):845-856. doi: 10.1016/j.jacc.2021.05.056.
- [34] Bertoglio L, Kahlberg A, Gallitto E, et al. Role of historical and procedural staging during elective fenestrated and branched endovascular treatment of extensive thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(5):1501-1511. doi: 10.1016/j.jvs.2021.11.056.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:何孟伟,霍威学,张恒,等. 开窗/分支支架治疗胸腹主动脉扩张性病变的临床效果分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32(12):1882-1891. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.007

Cite this article as: He MW, Huo WX, Zhang H, et al. Analysis of clinical efficacy of fenestration/branched stent-graft for dilatation of the thoracoabdominal aorta[J]. *Chin J Gen Surg*, 2023, 32(12):1882-1891. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.007