



## 主动脉病变腔内修复术后分支闭塞的预防

吴志远 李拥军

100730 中国医学科学院 北京协和医学院 北京医院血管外科 国家老年医学中心

通信作者:李拥军,电子信箱:yongjunli4679@qq.com

DOI:10.3969/j.issn.1007-5410.2019.02.024

**【摘要】** 腔内修复术已经成为主动脉病变治疗的主要手段之一。平行移植技术、开窗支架和分支支架逐渐应用于临床,但术后分支血管出现闭塞是其重要并发症之一。本文在如何规避主动脉病变腔内修复术后分支闭塞方面进行相关综述。

**【关键词】** 主动脉疾病; 分支闭塞; 腔内修复; 支架匹配

**Prevention of branch occlusion after endovascular repairment in complex aortic lesions** Wu

Zhiyuan, Li Yongjun

Department of Vascular Surgery, Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Peking Union Medical College and Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: Li Yongjun, Email: yongjunli4679@qq.com

**【Abstract】** Endovascular management has become one of the major methods to deal with complex aortic diseases such as complex abdominal aortic aneurysms, aortic dissection et al. Parallel graft techniques, fenestration scaffolds and branch stents have been applied in clinical practices. Branch occlusion of branch vessels is one of the complications after treatment by endovascular method. This article reviews how to avoid postoperative branch occlusion in aortic lesions.

**【Key words】** Aortic diseases; Branch occlusion; Endovascular management; Stent choice; Antiplatelet therapy

随着腔内技术及器材取得长足进步,目前腔内修复已经成为主动脉病变治疗的主要手段之一。然而,在一些复杂主动脉病变,如短颈颈腹主动脉瘤、复杂主动脉瘤、锚定区不足的胸主动脉瘤和复杂主动脉夹层<sup>[1]</sup>,常规腔内修复预后不佳。因此,平行移植技术、开窗支架和分支支架技术逐渐出现,并被用于临床。这些技术已经在国内外多家医院开展,并取得宝贵经验。但是,术后内漏<sup>[2]</sup>和分支支架闭塞<sup>[3]</sup>则是此类技术处理主动脉病变的主要并发症之一。

此外,在处理复杂主动脉病变中,保留分支的意义非常重大。影响主动脉分支的通畅因素有对位是否准确、解剖因素、大小支架的尺寸及类型、分支支架的长度、术后用药和密切随访等。本文主要就如何规避主动脉病变腔内修复术后分支闭塞进行文献复习并总结经验。

### 1 提高分支血管重建的成功率

术前对病变的详细评估和周密计划是成功重建复杂主动脉病变分支的基础。在评估内容方面主要包括:锚定区长度、锚定区直径、瘤颈角度、瘤体直径和入路动脉的情况;同样,需要注重分支开口位置与方向、各个分支之间的距离及

分支距锚定区的长度等。目前评价方式主要依据多排螺旋CT血管成像技术。其他的软件,如 TeraRecon 可用于图像后处理并帮助设计手术方案。

3D 打印技术目前已应用于多家医院。打印出的模型可使得复杂病变更直观,设计手术方案的时候更准确。联合 3D 模拟系统进行操作,可缩短术中操作时间,减少并发症的发生。此外,采用 3D 融合技术可充分应用信息,形成高质量图像<sup>[4]</sup>。

目前应用于开窗的定制支架主要有 COOK ZENITH<sup>[5]</sup>和 GORE C3<sup>[6]</sup>等。定制支架的优势在于个体化定制,可精准用于患者病变。COOK 支架主要在半释放机制上有优势,而 GORE C3 优势在于控制近端后释放和体内再定位,也可用于自制开窗。

### 2 充分考虑不利的解剖因素

病变血管的解剖因素,如迂曲、狭窄,甚至夹层等,在处理时可能存在陷阱,需谨慎对待。Mantas 等<sup>[7]</sup>报道了 439 例腹主动脉瘤患者行腔内修复手术的预后,发现术后 18 例(4.1%)出现髂支闭塞,主要危险因素为髂动脉严重迂曲



( $>60^\circ$ ,  $P=0.03$ )、钙化( $P=0.04$ )和过度扩张(扩张程度 $>15\%$ ,  $P=0.04$ )。Pecoraro 等<sup>[3]</sup>的一项纳入 100 例患者的前瞻性队列研究中,共处理 224 例“烟囱/潜望镜”支架,其中 3 年和 4 年的一期通畅率均为 93%;进一步分析显示,靶血管直径狭窄程度大于 50% 或者小于 4 mm 是支架闭塞的危险因素( $P=0.04$ )。若有必要,可先行球囊扩张成形,以便导管和鞘管的置入;也可通过球囊带鞘管技术,一次性完成预扩张和鞘管置入,降低在通过开窗主体时行超选和预置鞘管时的难度。德国 Alexander 等<sup>[8]</sup>采用“三明治”技术处理 24 例复杂主髂动脉瘤时,对于严重狭窄、钙化和扭曲的髂内动脉,主要采用 Advanta V12 支架处理。这是一款球扩式覆膜支架,与自膨式覆膜支架相比,具有更大的径向支撑力,故在维持管腔形态上具有优势。

### 3 合理配置支架的尺寸

在平行支架技术中,由于该技术的自身性质和特点,在选择主体支架和靶血管支架时,不仅要考虑到主动脉锚定区直径的大小和选择支架扩大的程度,也要兼顾支架与主动脉之间剩余面积过大所致内漏的风险,以及平行支架之间过度压缩引起支架折叠导致远期闭塞的可能。即便术前准确测量出各个数据,但在选择不同大小支架进行匹配的问题上未必是合理的。因此,在探索如何选取最佳平行支架置入的条件时,西班牙巴塞罗那大学的 Mestres 等<sup>[9]</sup>对两种腹主动脉支架(Endurant, Medtronic; Excluder, Gore)及两种小支架(自膨式的 Viabahn, Gore; 球扩式的 Advanta V12, Atrium)进行体外试验,并采用三种扩张率(15%、30%和 40%)进行试验;最终认为,扩大率越高,内漏面积越小,而最佳的扩张率为 30%。

在常规的腔内修复术中,一般选择支架扩张率为 10%~20%,但尚无统一的标准。因此,为了合理选择不同大小的支架进行匹配,多位学者根据不同情况提出了一些计算支架大小的公式。

#### 3.1 依据等周不等式原理推算

Chou 等<sup>[10]</sup>在处理 1 例 80 岁近肾腹主动脉瘤患者时,采用“烟囱”技术。在支架选择上,根据等周不等式原理提出以下公式:

$$R' \geq \sqrt{(1.44R^2 - r_1^2 - r_2^2 - r_3^2 \dots)}$$

其中,  $R'$  代表的是主体支架的半径,  $R$  是指主动脉锚定区半径,  $r$  则指“烟囱”支架的半径。这个公式主要计算出的是主体支架直径的下限临界值。在实际应用过程中,主体支架主要是在已有商业支架中,选择半径大于该下限临界值且最靠近该值的支架。

#### 3.2 直接使用直径计算

美国 Desai 等<sup>[11]</sup>在处理 1 例血管型 Ehlers-Danlos 综合征时,利用以下公式进行支架大小计算:

$$1.3V_0 = V_1 + V_2$$

$V_0$  代表的是主体血管直径,  $V_1$  和  $V_2$  分别为分支血管的直径。利用 30% 的扩大率以确保两个分支支架在血管内形成“D”形结构。6 个月随访期间,该患者未出现分支闭塞的

情况。

#### 3.3 根据面积寻求合适支架

此外,也有学者通过尽量减少平行支架之间缝隙所形成的剩余面积,进一步寻求合适的不同大小支架配置。理论上,髂内动脉支架与髂外动脉支架的横截面积之和需要无限接近髂总动脉支架的横截面积,也就是剩余面积无限接近于零。德国 Massmann 等<sup>[8]</sup>利用“三明治”技术处理复杂主髂动脉瘤时采用以下公式寻求合适的髂总动脉支架:

$$D = 0.9 \times 2 \times \sqrt{(A_{IA} + A_{EIA})/\pi}$$

$D$  代表的是髂总动脉支架直径,  $A_{IA}$  和  $A_{EIA}$  分别代表髂内动脉支架、髂外动脉支架的横截面积。为了使支架之间足够贴合,人为对计算出的髂总动脉支架直径缩小 10%,即常数 0.9。

#### 3.4 由圆周长公式推导

美国 Matteo 等<sup>[12]</sup>同样发现合适支架大小的重要性。在处理 1 例 65 岁的严重主髂动脉粥样硬化患者时,与 Massmann 不同,Matteo 在给定主体支架的前提下,利用公式计算其余支架的大小并进行选择。首先,他们依据圆的周长计算公式,提出以下公式:

$$1.05\pi D_0 = 2\pi D_s - 2D_0$$

$D_0$  为主动脉的直径,  $D_s$  为主动脉支架直径。5% 的扩张率为支架制造商推荐。因已经给定主动脉的直径  $D_0$ ,故可计算出两个相同大小支架的直径  $D_1$ ,取  $D_1$  的整数  $D_1'$ 。进一步代入以下公式:

$$1.05\pi D_0 = \pi D_{S_l} + \pi D_{S_s} - X_r$$

$D_0$  仍为主动脉的直径,  $D_{S_l}$  为较大分支血管的支架直径,  $D_{S_s}$  为较小分支血管的支架直径,  $X_r$  为剩余部分。因为在此为两个相同大小的支架,所以  $D_{S_l} + D_{S_s} = 2D_1'$ ,从而计算出  $X_r$ 。  $X_r$  即为在给定  $D_0$  时,为了既不出现内漏也不出现折叠的情况下,所需要剩下的长度。因此,如需在已知  $D_0$  的情况下,进一步根据实际给定  $D_{S_l}$  或  $D_{S_s}$  中的一个时,将  $X_r$  计算并代入公式,即可求出另外一个值。

术后 3 个月的随访未发现支架闭塞、内漏或移位。虽然这个公式过程复杂,但扩张率可以根据实际情况更改,也可用于其他的疾病,如动脉瘤。

#### 3.5 其他方法

除了上述学者在工作中所采用的计算公式或者扩张率,其他学者所提出的算法或者使用的计算软件也被应用于临床实践中。

## 4 支架的类型

目前支架的类型对支架出现闭塞是否有影响仍不明确。Donas 等<sup>[13]</sup>的一项前瞻性对照研究纳入 72 例患者,均采用“烟囱”技术处理,其中 46 处病变应用球扩式覆膜支架,81 处应用自膨式覆膜支架。在随访过程中,1 例球扩式覆膜支架患者出现支架闭塞,而自膨式覆膜支架组未出现闭塞情况。在一项来自中国 10 家治疗中心的 294 例弓上重建患者的研究中,Zhao 等<sup>[14]</sup>发现,5 例出现闭塞,且均为自膨式支



架。Scali 等<sup>[15]</sup>对 PERICLES 注册研究中不同“烟囱”支架(球扩式覆膜支架、自膨式覆膜支架和金属支架)和不同主动脉支架(支架材料主要分为镍钛/聚酯类、不锈钢/聚酯类和镍钛/ePTFE 类三类)的组合情况进行分析,发现材料为镍钛/ePTFE 类的主动脉支架或球扩式覆膜支架组合比非球扩式覆膜支架发生闭塞的风险更高( $HR = 4.0, 95\% CI: 0.85 \sim 18.84, P = 0.08$ ),金属裸支架的发生闭塞风险也较高( $HR = 2.1, 95\% CI = 1.0 \sim 4.5, P = 0.05$ )。

## 5 术后抗血小板治疗

2011 年,欧洲血管外科学会腹主动脉瘤管理指南<sup>[16]</sup>推荐:所有腹主动脉瘤患者接受支架治疗后继续给予最佳药物治疗,包括抗血小板治疗(II aB)。但是,“烟囱”支架术后的药物治疗并无标准方案<sup>[14]</sup>。在弓上分支重建中,超过 50%“烟囱”治疗的患者术后行终身抗血小板治疗,超过 1/3 的患者术后 3~6 个月进行双联抗血小板治疗<sup>[14]</sup>。Pecoraro 等<sup>[3]</sup>使用的方案是出院后采用双联抗血小板治疗。也有学者报道,1 例曾行肾动脉“烟囱”支架置入的患者,因其他手术原因停用氯吡格雷后出现支架内血栓。因此,腔内重建主动脉分支后采用抗血小板治疗的方案仍需进一步的研究。

## 6 出院后随访

Lachat 等<sup>[17]</sup>在一项复杂主动脉瘤中采用平行支架技术处理内脏动脉的报告中,共纳入 77 例患者,有 169 支靶血管入组,评价随访(25±16)个月。其中,4 例支架出现堵塞,堵塞时间均出现在术后 30 d 内。Pecoraro 等<sup>[3]</sup>研究发现术后出现闭塞的发生率为 5.8%,3 例出现闭塞的时间发生在术后 30 d 内,10 例在 30 d 后;13 例闭塞患者,中位再干预时间为 2.6 个月。同样,烟囱支架闭塞出现的平均时间为 3.5 个月。因此,在术后尤其是在早期,需进行严密监测和及时处理。其中,早期血流动力学不稳定可能是分支闭塞的原因之一。

总之,在复杂主动脉病变中,需要从术前、术中和术后等多方面因素考虑,以尽量避免重建分支血管后出现闭塞。

利益冲突:无

## 参 考 文 献

- [1] Wu ZY, Chen ZG, Ma L, et al. Outcomes of Chimney and/or Periscope Techniques in the Endovascular Management of Complex Aortic Pathologies [J]. Chin Med J, 2017, 130(17): 2095-2100. DOI:10.4103/0366-6999.213410.
- [2] Ullery BW, Tran K, Itoga NK, et al. Natural history of gutter-related type Ia endoleaks after snorkel/chimney endovascular aneurysm repair [J]. J Vasc Surg, 2017, 65(4):981-990. DOI:10.1016/j.jvs.2016.10.085.
- [3] Pecoraro F, Veith FJ, Puippe G, et al. Mid- and Longer-term Follow up of Chimney and/or Periscope Grafts and Risk Factors for Failure [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2016, 51(5):664-673. DOI:10.1016/j.ejvs.2016.01.010.
- [4] Maurel B, Hertault A, Sobocinski J, et al. Techniques to reduce radiation and contrast volume during EVAR [J]. J Cardiovasc Surg (Torino), 2014, 55(2 Suppl 1):123-131.
- [5] Simons JP, Bing S, 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.
- [6] 闫盛, 陈跃鑫, 陈作观, 等. Gore C3 覆膜支架自制开窗治疗近肾动脉腹主动脉瘤 2 例 [J]. 中国血管外科杂志:电子版, 2015, 7(4):294-297. DOI:10.3969/j.issn.1674-7429.2015.04.022.
- [7] Yan S, Chen YX, Chen ZG, et al. Treatment of 2 cases of proximal renal artery abdominal aortic aneurysm with Gore C3 stent graft [J]. Chin J Vasc Surg (Electronic Version), 2015, 7(4):294-297. DOI:10.3969/j.issn.1674-7429.2015.04.022.
- [8] Mantas GK, Antonopoulos CN, Sfyroeras GS, et al. Factors Predisposing to Endograft Limb Occlusion after Endovascular Aortic Repair [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2015, 49(1):39-44. DOI:10.1016/j.ejvs.2014.09.012.
- [9] Massmann A, Mosquera Arochena NJ, Shayestehkheslat R, et al. Endovascular anatomic reconstruction of the iliac bifurcation with covered stentgrafts in sandwich-technique for the treatment of complex aorto-iliac aneurysms [J]. Int J Cardiol, 2016, 222:332-339. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.07.226.
- [10] Mestres G, Uribe JP, Garcíamadrid C, et al. The best conditions for parallel stenting during EVAR: an in vitro study [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2012, 44(5):468-473. DOI:10.1016/j.ejvs.2012.08.007.
- [11] Chou HW, Chan CY, Wang SS, et al. How to size the main aortic endograft in a chimney procedure [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 147(3):1099-1101. DOI:10.1016/j.jtcvs.2013.10.049.
- [12] Desai SS, Codreanu M, Charltonouw KM, et al. Endovascular repair of a ruptured subclavian artery aneurysm in a patient with Ehlers-Danlos syndrome using a sandwich technique [J]. Vascular, 2014, 22(5):371-374. DOI:10.1177/1708538113516319.
- [13] Matteo J, Cunningham J. Size matters! A reliable endovascular method to avoid infolding and endoleaks when reconstructing aortic bifurcations using stent grafts [J]. Vascular, 2012, 20(3):124-128. DOI:10.1258/vasc.2011.0a0340.
- [14] Donas KP, Pecoraro F, Torsello G, et al. Use of covered chimney stents for pararenal aortic pathologies is safe and feasible with excellent patency and low incidence of endoleaks [J]. J Vasc Surg, 2012, 55(3):659-665. DOI:10.1016/j.jvs.2011.09.052.
- [15] Zhao Y, Shi Y, Wang M, et al. Chimney Technique in Supra-Aortic Branch Reconstruction in China: A Systematic and Critical Review of Chinese Published Experience [J]. Vasc Endovascular Surg, 2017, 51(6):429-435. DOI:10.1177/1538574417716042.
- [16] Scali ST, Beck AW, Torsello G, et al. Identification of optimal device combinations for the chimney endovascular aneurysm repair technique within the PERICLES registry [J]. J Vasc Surg, 2018, 68(1):24-35. DOI:10.1016/j.jvs.2017.10.080.
- [17] Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, et al. Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2011, 41 Suppl 1:S1-S58. DOI:10.1016/j.ejvs.2010.09.011.
- [18] Lachat M, Veith FJ, Pfammatter T, et al. Chimney and periscope grafts observed over 2 years after their use to revascularize 169 renovisceral branches in 77 patients with complex aortic aneurysms [J]. J Endovasc Ther, 2013, 20(5):597-605. DOI:10.1583/13-4372.1.

(收稿日期:2018-01-27)

(本文编辑:李鹏)