

• 血管介入 Vascular intervention •

可控释支架移植物台上开窗治疗近肾腹主动脉瘤

刘军军, 冯睿, 周建, 徐子依, 李振江, 吴剑烈, 景在平

【摘要】目的 探讨可控释支架移植物台上开窗行主动脉腔内修复术(EVAR)治疗近肾腹主动脉瘤的临床效果,总结使用新系统技术要点。**方法** 收集 2015 年 1 月至 2017 年 1 月收治的腹主动脉瘤患者 156 例,其中予以可控释支架移植物台上开窗 EVAR 治疗腹主动脉瘤 9 例。回顾性分析 9 例患者人口学、围术期影像解剖学及术后随访资料。**结果** 9 例患者术中总计开窗 11 条动脉,开槽 2 条动脉,开窗对位失败 1 例转烟囱支架 3 条动脉,开窗手术技术成功率为 8/9, EVAR 术成功率为 9/9。平均手术时间(228.9 ± 56.7) min (180~360 min),平均对比剂用量(207.8 ± 81.5) mL (120~410 mL),术中平均出血量(166.7 ± 109.0) mL (50~300 mL)。平均随访(13.1 ± 5.0)个月(8~24 个月),患者均生存,开窗支架均通畅,无肾功能不全、内漏发生,无支架移位。**结论** 可控释放支架移植物台上开窗治疗近肾腹主动脉瘤安全有效,远期疗效需进一步开展大样本多中心研究观察。

【关键词】 腹主动脉瘤; 支架移植物; 开窗支架; 主动脉腔内修复术

中图分类号:R528.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2018)-05-0404-06

On-table fenestrated EVAR technique by using release-controllable stent system for the treatment of abdominal aortic aneurysm located near the kidney LIU Junjun, FENG Rui, ZHOU Jian, XU Ziyi, LI Zhenjiang, WU Jianlie, JING Zaiping. Department of Vascular Surgery, Affiliated Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: JING Zaiping, E-mail: xueguanky@163.com

【Abstract】Objective To investigate the clinical curative effect of on-table fenestrated endovascular aneurysm repair (EVAR) technique by using release-controllable stent system in treating abdominal aortic aneurysm (AAA) located near the kidney, and to summarize the technical points of using this new system. **Methods** A total of 156 patients with AAA, who were admitted to authors' hospital during the period from January 2015 to January 2017 to receive treatment, were collected. On-table fenestrated EVAR technique by using release-controllable stent system was carried out in 9 of the 156 patients. The demography, perioperative imaging anatomy and postoperative follow-up data were retrospectively analyzed. **Results** In the 9 patients, a total of 11 arteries were fenestrated and 2 arteries were scallop fenestrated. Chimney stenting had to be employed for three arteries as fenestration alignment failed. The success rate of fenestrated surgery was 88.9% (8/9), and the success rate of EVAR technique was 100% (9/9). The mean operation time was (228.9 ± 56.7) min (180~360 min); the average used dosage of contrast agent was (207.8 ± 81.5) mL (120~410 mL); and the mean intraoperative blood loss was (166.7 ± 109.0) mL (50~300 mL). The patients were followed up for a mean time of (13.1 ± 5.0) months (8~24 months), and all patients survived. The fenestrated stent remained unobstructed, and no serious complications, such as renal insufficiency, internal leakage and stent displacement, occurred. **Conclusion** For the treatment of AAA located near the kidney, on-table fenestrated EVAR technique by using release-controllable stent system is safe and effective. However, its mid- and long-term outcomes need

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2018.05.003

基金项目: 上海市科委医学引导类项目(14411963900、16411966400)

作者单位: 200433 上海 第二军医大学附属长海医院血管外科(刘军军、冯睿、周建、徐子依、李振江、景在平); 青岛大学附属医院(刘军军、吴剑烈)

通信作者: 景在平 E-mail: xueguanky@163.com

to be clarified with further large sample and multicenter researches.(J Intervent Radiol, 2018, 27: 404-409)

【Key words】 abdominal aortic aneurysm; stent graft; fenestrated stenting; endovascular aorta repair

腹主动脉瘤是最常见主动脉疾病,一旦发生终将破裂,死亡率极高。主动脉腔内修复术(endovascular aneurysm repair,EVAR)因微创、高效,自 1991 年 Parodi 等^[1]提出以来便迅速推广和发展。然而尽管临床上用于治疗器械种类越来越多,输送系统和移植物锚定日趋优化,但主动脉解剖结构不合适仍是 EVAR 最大禁忌证,无法通过常规技术手段予以克服。短瘤颈和复杂瘤颈限制了 EVAR 术应用及成功率。为了拓宽移植物锚定区范围,Park 等^[2]1996 年首次提出开窗 EVAR 技术,并于 1999 年由 Faruqi 等^[3]改良成熟。目前模块化开窗支架已有市售,包括可用于更为复杂解剖结构的定向分支型支架及烟囱支架等^[4-8],但在国内多数医疗中心难以获取应用,且需提前测量患者解剖数据,进行个体化定制,其制作、消毒、运输需大量时间,还受昂贵价格因素限制。很多高危腹主动脉瘤患者因复杂瘤颈不能接受常规 EVAR 术,台上开窗 EVAR 技术便成为最佳选择。

1 材料与方法

1.1 患者选择

2015 年 1 月至 2017 年 1 月第二军医大学附属长海医院共收治腹主动脉瘤患者 156 例。其中予以可控释支架移植物台上开窗 EVAR 治疗 9 例,均为男性,年龄 29~87 岁,平均(64.8±16.3)岁。9 例患者

术前经 CTA 评估主动脉瘤瘤颈条件(短瘤颈 7 例、钙化瘤颈 1 例、锥形瘤颈 1 例)均无法接受常规 EVAR 术,身体条件(伴有高血压 7 例、2 型糖尿病 2 例、冠心病 4 例、脑梗死 3 例,以及慢性阻塞性肺疾病、心功能不全等)也不适合开腹手术,遂决定行可控释放支架台上开窗 EVAR 术治疗。患者入选标准:①近肾腹主动脉瘤,肾下腹主动脉瘤颈不足 1 cm;②肾周腹主动脉瘤;③瘤颈条件(钙化、锥形瘤颈)不适合常规 EVAR 术;④应用 C3 Excluder 可控释放支架系统(美国 Gore 公司)。排除标准:①Crawford IV 型胸腹主动脉瘤;②夹层动脉瘤;③曾接受复合手术;④用过分支支架或平行支架;⑤用过其它品牌支架。

1.2 术前测量

所有患者均接受术前全主动脉 CTA 检查(层厚 1 mm),获取医学数字成像和通信(DICOM)资料后采用 Aquarius 3D 影像处理工作站(美国 TeraRecon 公司)进行后处理。所有径线及角度测量均基于中心线法^[9-10],钟面法测量内脏动脉开口在周向平面上相对位置,中心线重建平面上测量内脏动脉及锚定区相对距离。需测参数主要包括近远端锚定区直径各分支动脉距离锚定区的距离、各分支动脉开口直径和方位(钟表位)、远端锚定区动脉直径、主动脉治疗区长度(双侧)。(图 1)

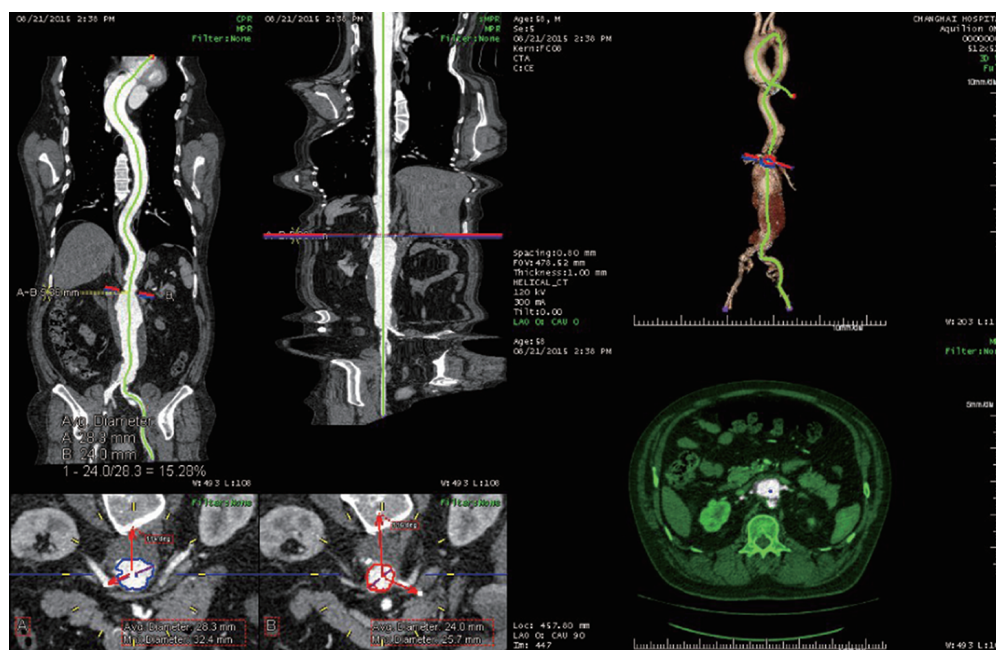
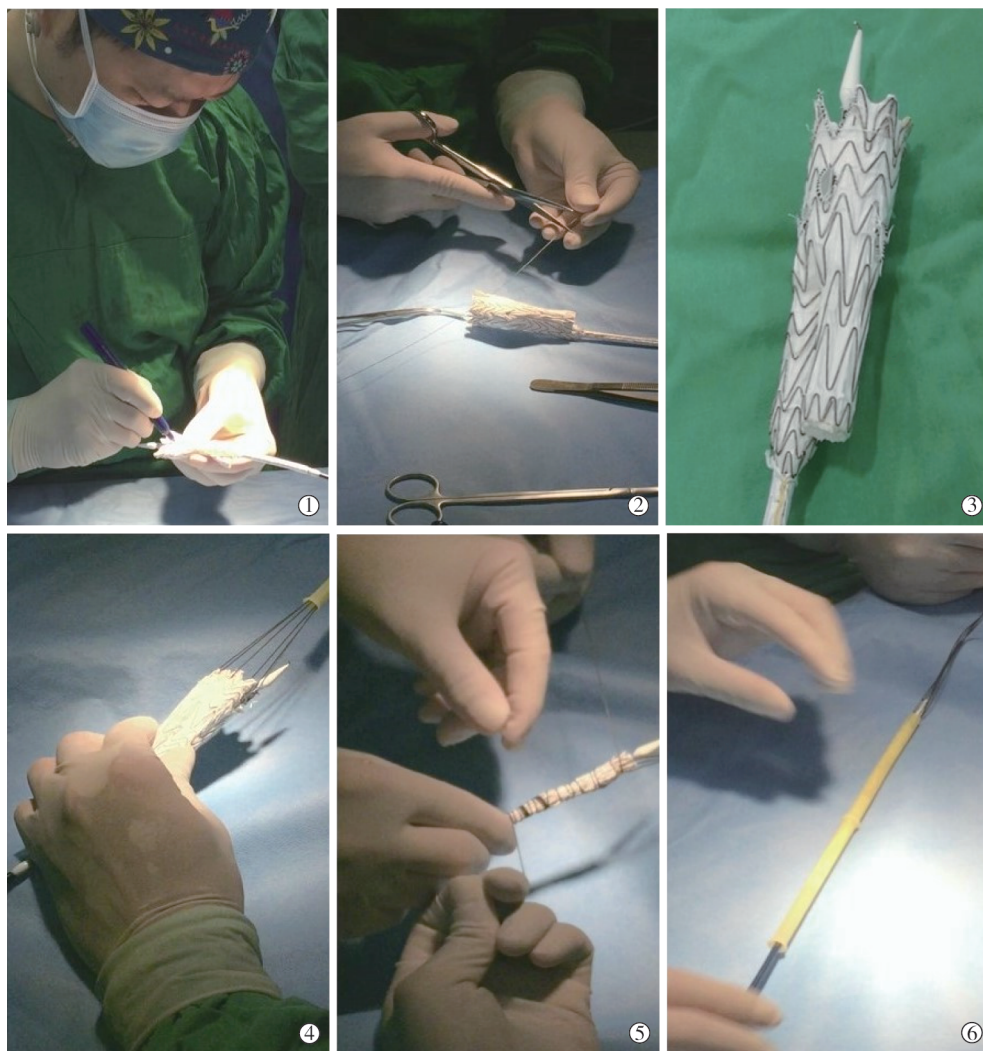


图 1 术前 CTA 3D 重建测量影像

1.3 器材准备

①将输送系统上段释放(主体释放至短腿,保留头端控释线,此时支架下段仍固定于输送系统);②根据术前 CTA 测量数据,在支架上用 Mark 笔画开窗位置,经反复确认后开始开窗制作——用尖刀和精细剪刀在支架移植物相应位置开窗,口径比术前测量内脏动脉开口直径略大,注意勿损坏头端控制释放拉线;③在开窗周边环形缝合(5-0 CV 线/

Prolene 线)固定 1.5 周导丝(0.014 英寸导丝软头部分),以起到加固开窗边缘及定位作用;④可提前在各开窗预置导丝(建议选用 0.014 英寸导丝),自短腿选入;⑤采用缝线捆扎法将半释放支架移植物重新压缩,用黄色保护管将压缩后支架移植物束缚,导入 DrySeal 大鞘(10 号丝线自头端螺旋向下连续紧密缠绕后,随支架移植物送入鞘管并将束缚顺行解除)。(图 2)



①根据测量数据在支架移植物上标画开窗位置;②开窗并缝合,导丝加固边缘;③完成开窗;④⑤⑥重新压缩支架移植物

图 2 台上开窗流程

1.4 手术方法

①建立外周动脉入路:常规建立双侧股动脉入路,穿刺置鞘,预置 2 把缝合器;根据需要建立一侧肱动脉入路或颈动脉入路,以备植入内脏动脉开窗支架;根据内脏动脉发出角度选择合适入路。②开窗对位及主体释放:按 EVAR 术常规操作将大鞘内移植物输送到位(支架近端高于近端锚定区约 1 cm),

回撤大鞘使移植物处于头端收紧的半释放状态,此时移植物前端仍束缚,可作上下位置调整和周向对位;通过预置导丝(0.014 英寸)超选相应内脏动脉后,造影明确位置,释放支架移植物主体,证实对位良好后以 Coda 顺应性球囊(美国 Cook 公司)扩张贴附近端锚定区。③开窗支架置放:在内脏动脉开窗内植入支架,近肾腹主动脉瘤一般选用球扩式金

属支架,肾周腹主动脉瘤及特殊情况下选用覆膜支架(如 Viahban 或 Fluency),以减少内漏。④入路处理:造影明确手术效果,采用缝合器结合压迫法处理股动脉穿刺处^[11],上肢及颈动脉入路以切开直视穿刺和缝合处理。

1.5 定义与随访

手术成功定义:支架移植物主体顺利释放,位置、形态良好,瘤腔隔绝充分,无 I、III 型内漏;开窗手术技术成功定义:按计划顺利完成开窗对位,相应分支支架释放,分支动脉通畅。术后 1、3 d 随访复查血常规、肾功能,术后 1、6、11 个月及随后每年复查主动脉 CTA,有腹痛等症状时随时就诊。

1.6 统计学处理

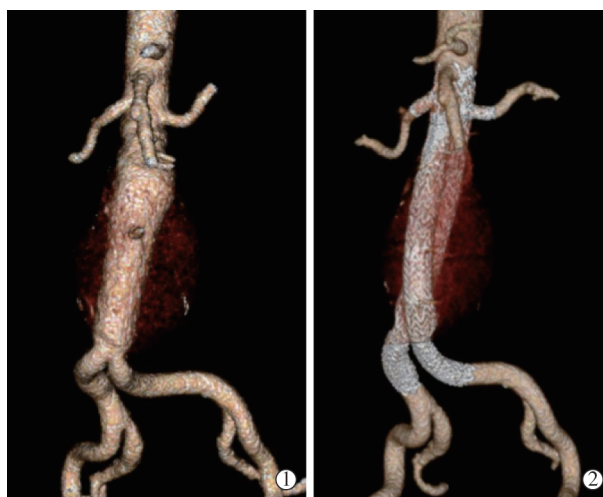
采用 SPSS 22.0 软件作统计学处理。计数资料比较用 χ^2 检验,以百分比表示,计量资料用 t 检验,以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

9 例患者术中总计开窗 11 条动脉,开槽 2 条动脉,开窗对位失败 1 例转烟囱支架 3 条动脉,开窗手术技术成功率为 8/9, EVAR 术成功率为 9/9(图 3)。经上肢入路植入开窗支架 5 枚,经下肢入路植入开窗支架 8 枚。平均手术时间(228.9 ± 56.7) min ($180\sim 360$ min),平均对比剂用量(207.8 ± 81.5) mL ($120\sim 410$ mL),术中平均出血量(166.7 ± 109.0) mL ($50\sim 300$ mL)。术后 1、3 d 血常规、肾功能复查显示血红蛋白较术前下降($P<0.05$),血肌酐与术前比较差异无统计学意义(表 1),无急性肾功能不全发生。术后 30 d 复查主动脉 CTA,未见 I、III 型内漏;内脏动脉开窗支架通畅率 100%(表 2)。围术期无切口感染、移植物感染及心肺并发症。平均随访(13.1 ± 5.0)个月($8\sim 24$ 个月),患者均生存,开窗支架均通畅,无肾功能不全、内漏发生,无支架移位。

3 讨论

腹主动脉瘤开窗 EVAR 术已有 10 多年发展历史^[2-3],旨在延长近端瘤颈长度,增加近端锚定区,以期扩大 EVAR 术治疗范围,解决短瘤颈和复杂瘤颈腹主动脉瘤如扭曲成角、附壁血栓等问题。尽管开窗 EVAR 术可延长近端瘤颈,但仍需瘤颈附近有相对正常的一段主动脉;对肾上腹主动脉瘤和胸腹主动脉瘤,需应用分支型支架重建受遮盖的内脏动脉^[12-13]。这也是两种技术适应范围的差别。



①术前 3D 重建;②术后 3D 重建

图 3 台上开窗 EVAR 术 CT 3D 重建成像

表 1 围术期血红蛋白及血肌酐指标变化 $\bar{x}\pm s$

时间	血红蛋白/(g/L)	P 值	血肌酐/(μ mol/L)	P 值
术前	130.6 \pm 9.6		76.8 \pm 21.1	
术后 1 d	112.6 \pm 18.1	0.009	91.2 \pm 7.0	0.113
术后 3 d	118.6 \pm 12.0	0.013	87.6 \pm 11.0	0.125

注:采用 t 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义

表 2 手术相关指标 $\bar{x}\pm s$

参数	结果
手术时间/min	228.9 \pm 56.7
对比剂用量/mL	207.8 \pm 81.5
出血量/mL	166.7 \pm 109.0
住院时间/d	10.9 \pm 5.1
开窗开槽病例/n(%)	8(88.9)
中转烟囱病例/n	1(11.1)
开窗开槽动脉/条(手术数/随访通畅数)	13/13
左肾动脉	6/6
右肾动脉	5/5
肠系膜上动脉	2/2

第三代腹主动脉瘤腔内修复支架系统设计上有改进,尤其是可控制释放系统,增加了 EVAR 术适应范围,使得很多解剖条件不良患者也能受益微创治疗优势,手术效果和预后良好^[14]。C3 Excluder 支架系统近端有束缚线可将释放的近端重新压缩,允许支架半释放后近端重新压缩作周向旋转对位和轴向锚定位置上下调节,构型更柔顺,为开窗对位提供了有利条件^[15]。类似近端锚定后释放系统还有 Zenith 支架系统(美国 Cook 公司)。应用 C3 Excluder 支架系统行台上开窗 EVAR 术,由巴西 Paludetto 于 2012 年在高端国际学术会议血管介入最新进展(VIVA)上首次提出。Coulter 等^[16]于 2014 年对该技术用于治疗复杂瘤颈腹主动脉瘤作了改进和标准化总结。

本研究总结开窗 EVAR 术技术要点:①C3 系

统支架主体金属丝密度较传统大波段 Z 型支架大,行开窗时易被支架金属丝干扰,所以开窗中心尽量选择支架波谷处,形状不必成正圆形,在不影响对位情况下可偏转一定角度,以免造成后续经开窗投送分支支架时刮蹭,以致释放困难。②支架覆膜成分为聚四氟乙烯(PTFE),与纤维织物不同,为热挤出成型,没有经纬交织的纤维结构,厚度和抗撕裂能力较小,开窗时注意不要过分撕裂,引起术后内漏;开窗后应在周围环形连续缝以 1.5 圈 0.014 英寸导丝加固覆膜边缘,同时便于显影定位。③可在窗内预置 0.014 英寸导丝再重新压缩,一定程度上方便内脏动脉超选,节省时间。④注意重新压缩时近端锚定倒刺,可借助输送系统上自带黄色塑料束缚管自头端将其压缩。需特别注意的是,C3 系统支架主体部分长度因直径不同而有差异,23 mm、26 mm、28 mm 系统主体部分长度为 4 cm,31 mm 系统主体部分长度为 5 cm,35 mm 系统主体部分长度为 6 cm。如果 CTA 测量提示需开窗的最高和最低内脏动脉轴向距离 >4 cm,那么至少 31 mm 系统才能满足开窗需要;且主体向下渐细,过低开窗易造成 I 型内漏,导致手术失败。这一点应该充分考虑到。

开窗 EVAR 术前全主动脉 CTA 测量评估非常重要。腹主动脉肾动脉上应至少有 15 mm 近端锚定区,且不能有广泛钙化。全主动脉 CTA 及主动脉弓类型应列为术前常规评估项目,因为某些内脏动脉发出方向呈锐角,需上肢入路才能超选进入,主动脉弓类型及既往手术可能改变弓的解剖结构,术前评估可避免术中措手不及。支架台上开窗位置制作和术中对位,更依赖于术前精确测量。术前需获取全主动脉 CTA 资料(层厚至少 1 mm,以完成高质量重建),采用中心线法测量直径,钟面法测量内脏动脉开口在周向平面上相对位置,在中心线重建平面上测量内脏动脉及锚定区相对距离^[9-10](图 1)。根据测量结果在支架上作出标记,经反复确认后开始开窗制作。本研究采用 Aquarius 3D 影像处理工作站进行术前重建和测量,制定个体化诊疗计划,提前准备各种器材。

开窗 EVAR 术支架移植物主体放大率选择最好不超过 10%,这与常规 EVAR 术不同。因为开窗对位过程中支架移植物处于半释放状态,尽管近端是束缚状态,但主体大部分处于展开状态。过大的放大率会造成上下调整位置及轴向旋转对位过程中移动旋转困难。

开窗手术最大技术难点是内脏动脉超选和开窗对位。部分内脏动脉开口向下呈锐角,导丝超选困难,且选入后支架系统进入困难,需要提前准备上肢动脉入路。另一种情况是内脏动脉开口钙化、狭窄,应注意球囊扩张后可能产生夹层,重新进行导丝超选可能会有进入内膜下风险,所以最好选择开窗对位导丝超选进入后再行扩张和分支支架植入。开窗对位困难的另一重要原因是瘤颈扭曲、成角,或髂动脉扭曲、狭窄导致的输送系统旋转困难。主动脉三维解剖透视下仅能显示二维位置关系,瘤颈扭曲角度过大,输送系统便难以旋转对位,且支架无法按照立体空间顺利展开并对位。这种情况下,需以中转烟囱支架 EVAR 术作为补救方案,否则可能发生内脏动脉封闭,导致内脏梗死或 I 型内漏等严重并发症。本组有 1 例因瘤颈扭曲严重无法完成开窗对位,果断转行双肾动脉烟囱支架 EVAR,术后效果良好,内脏动脉通畅,瘤腔封闭良好无内漏。

开窗 EVAR 术后常见并发症之一是内脏动脉闭塞。常见原因有支架对位不良所致遮盖、开窗支架内血栓形成、钙化或斑块脱落,晚期原因为支架移位。常用预防措施包括植入支撑力和稳定性较大的球扩式支架及术后定期随访。对普通 EVAR 术,支架主体移位 >1 cm 视为有意义;对开窗 EVAR 术,微小的数毫米移位也可导致内脏动脉闭塞,需要积极处理干预^[17]。开窗分支支架常选用球扩式裸支架,其硬度和稳定性可提供足够的锚定力,防止主体移位。对部分腹主动脉瘤,扩张接近肾动脉下方,开窗易产生内漏,可选用覆膜支架作为分支支架,同时内衬 1 枚裸支架,以加强其稳定性。I 型内漏是影响 EVAR 手术效果的常见并发症。常用诊断方法包括术中造影、术后 CTA 或超声^[18]。I 型内漏发生常见原因包括支架移植物口径不足、近端锚定区不充分、近端瘤颈解剖结构不良等。对开窗 EVAR 术而言,近端锚定区延长使得 I 型内漏大大下降。然而在部分扭曲瘤颈或有钙化斑块患者,内漏风险大,本中心常在开窗对位成功后对近端锚定区行球囊扩张贴附,多数情况下可取得良好效果。如遇困难瘤颈球囊扩张贴附无效,内漏量很大,可考虑在近端加用裸支架或支架延长肢,纠正瘤颈扭曲、增加移植锚定区径向支撑力,以减少内漏^[19]。

术后 1 个月内 CTA 随访是必要的,一方面评估内脏动脉分支开窗治疗后通畅情况,另一方面可早期发现有无影响手术效果的内漏和移位发生,以便早期给予处理。对内漏的监测,CTA 比造影敏感度

更高^[18]。对部分术中有轻微内漏患者,可暂不处理,待术后出院前复查 CTA,根据情况决定继续随访或进一步干预。围术期注意监测血常规、肾功能。本组患者术后血红蛋白较术前下降,与术中经鞘管出血及术后瘤腔血栓化有关,多为轻度至中度贫血,因此在无严重缺血性心脑血管疾病基础上无需输血。患者术后注意充分补液水化、利尿,以利对比剂排出,预防对比剂相关肾病。本组患者无术后对比剂相关肾病发生。

总之,可控释放支架移植物台上开窗治疗近肾腹主动脉瘤安全有效,可操作性较强,适合推广应用;远期疗效需进一步开展大样本多中心研究观察。

[参考文献]

- [1] Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms[J]. Ann Vasc Surg, 1991, 5: 491-499.
- [2] Park JH, Chung JW, Choo IW, et al. Fenestrated stent-grafts for preserving visceral arterial branches in the treatment of abdominal aortic aneurysms: preliminary experience[J]. J Vasc Interv Radiol, 1996, 7: 819-823.
- [3] Faruqi RM, Chuter T, Reilly LM, et al. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysm using a pararenal fenestrated stent-graft[J]. J Endovasc Surg, 1999, 6: 354-358.
- [4] Anderson JL, Berce M, Hartley DE. Endoluminal aortic grafting with renal and superior mesenteric artery incorporation by graft fenestration[J]. J Endovasc Ther, 2001, 8: 3-15.
- [5] Stanley BM, Semmens JB, Lawrence-Brown MM, et al. Fenestration in endovascular grafts for aortic aneurysm repair: new horizons for preserving blood flow in branch vessels[J]. J Endovasc Ther, 2001, 8: 16-24.
- [6] Verhoeven EL, Prins TR, Tiellu IF, et al. Treatment of short-necked infrarenal aortic aneurysms with fenestrated stent-grafts: short-term results[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2004, 27: 477-483.
- [7] Kaviani A, Greenberg R. Current status of branched stent-graft technology in treatment of thoracoabdominal aneurysms[J]. Semin Vasc Surg, 2006, 19: 60-65.
- [8] 李振江, 陆清声, 周建, 等. 烟囱技术治疗近肾腹主动脉瘤的 Meta 分析[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24: 22-28.
- [9] Rengier F, Weber TF, Giesel FL, et al. Centerline analysis of aortic CT angiographic examinations: benefits and limitations[J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 192: W255-W263.
- [10] Boskamp T, Rinck D, Link F, et al. New vessel analysis tool for morphometric quantification and visualization of vessels in CT and MR imaging data sets[J]. Radiographics, 2004, 24: 287-297.
- [11] 张涛, 王峰, 纪东华, 等. 经皮主动脉腔内修复术初步经验[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 664-667.
- [12] Greenberg RK, West K, Pfaff K, et al. Beyond the aortic bifurcation: branched endovascular grafts for thoracoabdominal and aortoiliac aneurysms[J]. J Vasc Surg, 2006, 43: 879-886.
- [13] Chuter TA, Gordon RL, Reilly LM, et al. Multi-branched stent-graft for type III thoracoabdominal aortic aneurysm[J]. J Vasc Interv Radiol, 2001, 12: 391-392.
- [14] Maudet A, Daoudal A, Cardon A, et al. Endovascular treatment of infrarenal aneurysms: comparison of the results of second- and third-generation stent grafts[J]. Ann Vasc Surg, 2016, 34: 95-105.
- [15] Hernandez Mateo MM, Martinez Lopez I, Revuelta Suero S, et al. Impact of the repositionable C3 excluder system on the endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms with unfavorable neck anatomy[J]. J Endovasc Ther, 2016, 23: 593-598.
- [16] Coulter AH, Tan TW, Zhang WW. Physician modification of Gore C3 excluder endograft for treatment of abdominal aortic aneurysms anatomically unsuitable for conventional endovascular repair[J]. J Vasc Surg, 2014, 59: 1739-1743.
- [17] Greenberg RK, Turc A, Haulon S, et al. Stent-graft migration: a reappraisal of analysis methods and proposed revised definition[J]. J Endovasc Ther, 2004, 11: 353-363.
- [18] White GH, Yu W, May J, et al. Endoleak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: classification, incidence, diagnosis, and management[J]. J Endovasc Surg, 1997, 4: 152-168.
- [19] O'Neill S, Greenberg RK, Haddad F, et al. A prospective analysis of fenestrated endovascular grafting: intermediate-term outcomes[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2006, 32: 115-123.

(收稿日期:2017-09-06)

(本文编辑:边 皓)