

腹主动脉瘤腔内治疗现状

卫任, 郭伟

(解放军总医院第一医学中心血管外科, 北京 100853)

摘要:腔内修复已成为腹主动脉瘤(abdominal aortic aneurysm, AAA)治疗的首选策略。近些年腔内技术迅猛发展,面对不同类型的AAA,涌现出以“开窗”“烟囱”、分支技术为代表的创新技术,而且基于这些技术也设计出了诸多成品化的新型支架。本文从技术、循证、指南三个角度对现阶段不同解剖类型的腹主动脉瘤腔内修复现状进行述评,并对备受关注的并发症问题进行阐述。

关键词:腹主动脉瘤;主动脉腔内修复术;开窗技术;烟囱技术;分支技术

中图分类号:R543.1+6

文献标志码:A

Current status of endovascular therapy for abdominal aortic aneurysm

WEI Ren, GUO Wei

(Department of Vascular Surgery, First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

Abstract: Endovascular repair has become the preferred strategy for the treatment of abdominal aortic aneurysm (AAA). In recent years, endovascular technology has developed rapidly, and innovative techniques represented by "fenestration", "chimney", and branch technology have emerged to address different types of AAA. Based on these techniques, many new types of off-the-shelf stents have also been designed. This article provides a review of the current status of endovascular repair for different anatomical types of AAA from the perspectives of technical aspects, evidence-based medicine, and clinical guidelines. It also addresses the highly concerning issue of complications.

Key words: Abdominal aortic aneurysm; Endovascular aortic repair; Fenestrated technique; Chimney technique; Branched technique

20世纪80年代后期至90年代初,学者Volodos等^[1]和Parodi等^[2]率先报道了使用人工支架腔内治疗腹主动脉瘤(abdominal aortic aneurysm, AAA),由此开启了大动脉腔内修复的时代。之后30年里,腔内支架迭代更新,从材料到设计都得到大幅度改进。腔内技术也在不断突破传统禁区,逐步推动AAA的治疗进入全腔内时代。与此同时,AAA主动脉腔内修复(endovascular aortic repair, EVAR)也经受住了大量临床试验的检验。其在降低围术期死亡率、减少术中出血量、缩短手术时间方面,展现出优于开放手术的优势。因此EVAR已成为治疗AAA,尤其是那些合并症多、围术期麻醉风险高以及腹部解剖困难患者的首选方案^[3]。本文将从技

术、循证、指南三个角度对现阶段不同解剖类型的AAA,包括肾下型AAA、近肾型AAA、肾上型AAA的腔内治疗现状进行评述。

1 AAA腔内治疗指征

一直以来,国内外指南对AAA治疗指征的考量因素是一致的。如AAA引起症状,无论大小均考虑手术;如无症状,则需评估其形态和生长速度。

对于症状性AAA,国内外指南或共识的指导意义是一致的,即当考虑为AAA引起的疼痛或压迫周围脏器时,无论直径大小均建议积极手术。在国内的专家共识里,同时将瘤腔内血栓脱落引起栓塞

也作为手术指征之一^[4]。

对于无症状性 AAA, 瘤体最大直径是首先要考虑的参数。美国血管外科协会(Society for Vascular Surgery, SVS)和欧洲血管外科协会(European Society for Vascular Surgery, ESVS)指南都将标准划为男性 ≥ 5.5 cm, 女性 ≥ 5.0 cm^[5-6]。而考虑到我国人群腹主动脉平均直径小于欧美人群, 2022年《腹主动脉瘤诊断和治疗中国专家共识》里, 推荐 AAA 直径男性 > 5.0 cm、女性 > 4.5 cm 作为手术的直径界值^[4]。需指出的是, 上述标准都是基于瘤体为均匀扩张的梭形形态, 而对于偏心性生长的囊状 AAA, 因缺少充足的临床证据, 各个指南并未给出具体的数字界值。但已明确的是, 囊性 AAA 发生破裂的风险高于梭形 AAA^[7], 所以临床中对囊性 AAA 把握的直径界值更低。瘤体生长速度是另一个需要考虑的因素。这一点国内外界定的标准是一致的, 即瘤体直径年增长 > 10 mm 需考虑手术。除此之外, 患者的年龄、预期寿命、全身基础状况以及瘤体解剖条件等也是手术决策需要考虑的因素。

2 肾下型 AAA

肾下型 AAA 指的是瘤体近端位于肾动脉开口以远, 同时有足够的长度以满足支架在近端的稳定铆钉^[8]。

良好的瘤颈条件是 EVAR 成功的关键性因素之一。支架的迭代升级已极大地提升了对瘤颈条件的包容度。现有的支架多数要求近端瘤颈 ≥ 15 mm、直径 < 32 mm、瘤颈成角 $< 60^\circ$, 同时无附壁血栓^[9]。然而实际中, 尤其在女性患者中, 符合此标准的不足 40%^[10]。于是, 支架的改进、新器材的研发多聚焦于改善支架在不良瘤颈处的铆钉。一方面, 目前多数支架的铆钉杆都设计了倒刺, 通过刺入管壁以增强与主动脉铆钉; 另一方面, 一些铆钉器材, 如 Heli-FX EndoAnchor 系统(美国 Medtronic 公司), 可直接将支架铆钉于主动脉上^[11]。除此之外, 一些支架在近端也进行了特殊设计, 以适应更极端的瘤颈条件。比如先健公司的 Yuranos™ 覆膜支架在近端做了金属小波圈设计, 增加了近端与主动脉的贴合性, 使其可满足最短瘤颈长度 10 mm, 肾下瘤颈最大扭曲 75° 的 AAA 修复^[12]。

此类型 AAA 的腔内手术操作流程已成制式, 这里不做赘述。其与开放手术在临床疗效的优劣性也已得到诸多随机对照试验的检验。较为知名的多中心研究包括 EVAR-1、DREAM、OVER、ACE 试验

等^[13-16]。尤其 EVAR-1 纳入最大宗的病例, 得出 EVAR 围术期死亡率较开放手术降低了 2/3, 术后 6 个月 EVAR 组的动脉瘤相关死亡率仍低于开放组 ($HR: 0.47, P=0.031$), 6 个月后两组间无明显的优劣区分, 而随访时间超过 8 年, EVAR 无论是全因死亡率 ($HR: 1.25, P=0.048$), 还是动脉瘤相关死亡率 ($HR: 5.82, P=0.006$) 均明显高于开放手术。基于这些对照研究进行的荟萃分析也得出类似的结果^[17]。因此, 国内外指南或共识都将患者预期寿命作为手术选择的一项参数, 认为预期寿命长的患者行开放手术更为合理, 而预期寿命短的患者更可能从 EVAR 中获益^[4, 6, 18]。然而, 对于预期寿命的时间界定, 指南里并未有明确说明。

导致 EVAR 远期随访结果欠佳的主要原因是其高并发症发生率, 尤其是内漏。文献报道 EVAR 术后内漏发生率达 5.4%~47.7%^[19]。已经明确的是, I 型和 III 型内漏一经发现, 需积极处理, 因其可直接导致动脉瘤增长。而 II 型内漏是否需要积极处理目前尚存在争议。争议的核心在于目前文献对于 II 型内漏与瘤体增长乃至破裂的相关性报道并不一致^[20-22]。综合国际上 AAA 四大对照研究的 Meta 分析显示, 仅 22% 的 II 型内漏患者需进行干预^[23]。而且, 即使存在持续性 II 型内漏, 发生破裂的比例也仅 0.8%^[20]。因此各指南或共识仅提出对于引起动脉瘤增长的 II 型内漏才予以干预。而且, 在 2024 版 ESVS 指南里, 同时也提出 EVAR 术前不需要常规行肠系膜下动脉和腰动脉预先栓塞^[6]。

3 近肾型 AAA

近肾型 AAA(juxtarenal AAA, JRAAA)指的是瘤体近端紧邻但未累及肾动脉开口, 其近端铆钉区过短而不适于行常规 EVAR。此类型约占所有 AAA 中的 15%。其腔内治疗的技术难点在于对肾动脉的重建^[24]。为解决这一难点, 衍生出了“开窗”(fenestrated EVAR, F-EVAR)和“烟囱”式腔内修复技术(chimney EVAR, CH-EVAR)。

F-EVAR 最早由 Park 等^[25]于 1996 年报道, 是将肾上主动脉作为铆钉区, 在主体支架的肾动脉开口位置预先制作“窗孔”, 然后植入体内后精确对位于肾动脉。“开窗”位置及大小的设计, 往往需基于术前 CTA 的精确测量和多维度的影像解析, 因此推荐由厂家进行个体化支架订制。因订制时间长, 限制了其在急诊患者中的使用。

严格意义上的 F-EVAR 不做肾动脉分支支架

的搭接,但这在一定程度上会影响肾动脉的远期通畅性,因此目前主流观点还是推荐植入分支支架^[26]。而且,分支支架宜选择覆膜支架,其中远期通畅率优于裸支架^[27]。

文献报道 F-EVAR 的技术成功率达 91%~100%,临床成功率(无 I、III 型内漏)80%~94%,12 个月肾动脉支架一期通畅率 91.8%~97.0%^[28-30]。这一结果也促使基于该技术的商品化支架 Zenith Fenestration(美国 COOK 公司)率先在欧洲和美国获得市场准入。同时,美国食品药品监督管理局也给出其限定的解剖条件,即瘤颈成角 $\leq 45^\circ$,肾动脉数目 < 3 支且与内脏动脉开口距离充分^[26]。

CH-EVAR 最早由 Greenberg 等^[31]于 2003 年报道,起初是作为分支动脉被支架覆盖后的一项补救性措施。相比于 F-EVAR,CH-EVAR 的最大优势在于其所用器材都是现成的商用支架,无需定制,因此适合于急诊病例的处理。另外,CH-EVAR 所用的支架输送系统更细,对入路以及瘤体解剖要求相对更低,但其不足在于主体支架与分支支架并行段往往存在间隙,潜在发生 I 型内漏的可能。而且,当瘤颈成角大($> 60^\circ$)、合并透壁钙化时,内漏发生风险更高^[32]。关于分支支架,选用自膨式还是球扩式,其通畅性、内漏发生率、肾功能不全及死亡率方面差异无统计学意义^[33]。但文献中更多采用球扩式覆膜支架,这可能缘于其定位性好、抗压缩性强的特点。荟萃分析的结果显示 CH-EVAR 早期(术后 30 d 内)I 型内漏率约 5%~13%,技术成功率 97%~100%,12 个月肾动脉支架一期通畅率 84%~100%^[34-35]。

既然这两种技术的应用场景类似,那么二者孰优孰劣?诸多研究尝试去回答这个问题。但目前的报道主要是单中心或多中心的回顾性研究或基于文献的 meta 分析,尚缺少针对性的临床随机对照研究。Caradu 等^[36]回顾 2005 年至 2016 年关于这两种技术的文献数据,得出 F-EVAR 的技术成功率、30 d 死亡率以及远期 I 型内漏、慢性肾病的发生率均低于 CH-EVAR,但其再干预率及 III 型内漏的发生率相对更高,进一步的文献 Meta 分析也得出类似的结果,但各指标差异无统计学意义。需要指出的是,这些研究中两组的基线资料并不完全匹配,所以尚不能以此而定论。这些结果也提示,F-EVAR 和 CH-EVAR 治疗 JRAAA 都有不俗的表现,但不能因此而泛化使用 CH-EVAR。尤其对于择期患者,更需考虑到术式选择的远期疗效和风险;而对于急症患者,以即时可得的成品化支架进行的 CH-EVAR

不失为一个合理的选择。

基于此,2024 版 ESVS 指南^[6]中明确说明,对于解剖条件合适的患者推荐行 F-EVAR,而对于不适合型 F-EVAR 和开放手术的患者,CH-EVAR 可作为一种选择;同时推荐 JRAAA 应集中在可同时行开放手术及复杂腔内手术的专业化大中心开展,以备制定更优化的治疗方案。

除了上述两种技术,目前还有两款成品化的模块化支架系统适用于 JRAAA 的治疗。一款为 p-Branch(美国 COOK 公司),另一款为 WeFlow-JAAA(杭州唯强医疗科技有限公司)。两款支架在对应腹腔干的位置均为开槽设计,不同的是在双肾动脉及肠系膜上动脉对应位置的设计。前者在这三处均为“开窗”,而后者在肠系膜上动脉处为短内嵌分支,双肾动脉为外翻式分支。分支设计相对于“开窗”设计,有着更大范围的可调节性,因此所适用的解剖条件更为宽泛。目前这两个支架均在临床试验阶段。一旦临床试验成功,相较于传统 CH-EVAR 和 F-EVAR,这种商品化的支架无疑将更具应用前景。

4 肾上型 AAA

肾上型 AAA(suprarenal AAA, SRAAA)指的是瘤体累及肾动脉,甚至内脏动脉,因此行 EVAR 时,铆钉区需放在内脏动脉区甚至更高,这就意味着要有更多分支动脉的重建。

F-EVAR 和 CH-EVAR 虽然都可作为治疗 SRAAA 的腔内方案选择,但在实际操作中面临较大的局限性。对于 F-EVAR,主体支架多一个“窗口”,无论是制作还是术中植入,操作难度都将成倍增加,同时也面临更多 III 型内漏的发生可能。而对于 CH-EVAR,两个以上的“烟囱”分支将极大地增加内漏的发生率。Meta 分析结果显示单个“烟囱”内漏率约 7%,双“烟囱”内漏率 15.6%,三、四个“烟囱”的内漏率分别为 0 和 100%^[37]。另外,也有学者采用近端顺向“烟囱”联合远端逆向“烟囱”,或者“八爪鱼”技术治疗 SRAAA^[38-39]。虽然报道的临床结果令人满意,但操作繁琐,且存在支架的过度挤压,面临远期通畅性和内漏的担忧,因此未能得到广泛使用。2024 版 ESVS 指南中即明确提出针对复杂 AAA,CH-EVAR 仅应在紧急情况下作为一种选择,或作为补救性办法,且最好限制在 ≤ 2 个“烟囱”^[6]。

目前来看,SRAAA 腔内治疗的主流技术是分

支支架技术 (branched EVAR, B-EVAR), 其未来方向是基于该技术设计的商品化新型分支支架。所谓 B-EVAR, 指的是主体支架上拟搭接内脏动脉或肾动脉的结构为小段支架, 而非“窗孔”, 这样与桥接支架能有更多的重叠铆钉, 增加了分支支架的稳固性, 同时也减少了 III 型内漏发生。早期的分支支架为医生自行缝制, 不仅难度高, 且有造成 IV 型内漏的可能。现阶段已有一些成品化的分支支架面世, 包括 t-Branch (美国 COOK 公司)、E-nside (德国 JOTEC GmbH 公司)、TAMBE (美国戈尔公司) 以及 G-branch [先健科技(深圳)有限公司]。关于这几款支架的设计和临床结果, 已在另两篇文章中阐述^[40-41], 这里不再赘述。

AAA 达 T11 水平被认为是脊髓缺血 (spinal cord ischemia, SCI) 的一个独立危险因素^[42]。关于 t-Branch 的 Meta 分析结果显示 SCI 发生率约 12.2%, 1.3% 为永久性截瘫^[43]。美国主动脉研究联盟的数据显示 SRAAA 及胸腹主动脉瘤 EVAR 术后 SCI 发生率 7.1%, 4.1% 为永久性截瘫^[42]。因此对于 SRAAA 的治疗, SCI 的问题需要引起重视。合并以下情况往往被认为是 SCI 高风险人群: 支架覆盖范围达 T8~L2 之间; 左锁骨下动脉和/或双髂内动脉被覆盖或闭塞, 以及既往曾做过主动脉手术等^[44]。对于这类人群, 维持围手术期平均动脉压 >90 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)、血红蛋白 >10 mg/dL、应用神经保护药物以及选择性脑脊液引流都有助于预防 SCI 的发生, 但更重要的一点是, 在保证近端密封的前提下, 应尽可能减少支架覆盖的区域, 以减少对脊髓血供的干扰。这一点在 2024 版 ESVS 指南^[6]中也明确强调。

5 总结

EVAR 以其微创性、安全性的优势, 已逐渐取代开放手术, 成为 AAA 治疗的主流方式。针对不同类型的 AAA, 各种腔内技术已不断在临床中得到检验, 由此也衍生出了各种成品化支架。尽管多数支架尚在临床试验阶段, 但这已预示着 AAA 全腔内治疗时代的到来。未来, 除了对这些支架的不断检验, EVAR 相关的并发症问题, 如内漏、SCI 等, 将是下一个需要突破的关键点。

参考文献:

- [1] Volodos NL, Shekhanin VE, Karpovich IP, et al. A self-fixing synthetic blood vessel endoprosthesis [Russian] [J]. *Vestn Khir Im I I Grek*, 1986, 137(11): 123-125.
- [2] Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms [J]. *Ann Vasc Surg*, 1991, 5(6): 491-499.
- [3] Youssef S, Elkawafi M, Peysner R, et al. A review of UK-based national and international scientific meeting published abstracts in response to the draft NICE aortic aneurysm guidelines [J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 75: 358-367. doi:10.1016/j.avsg.2021.01.120.
- [4] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 腹主动脉瘤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): 380-387. Society for Vascular Surgery, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association. Chinese Expert Consensus on the diagnosis and treatment of abdominal aortic aneurysm (2022 edition) [J]. *Chinese Journals of Practical Medicine*, 2022, 42(4): 380-387.
- [5] Chaikof EL, Brewster DC, Dalman RL, et al. SVS practice guidelines for the care of patients with an abdominal aortic aneurysm: executive summary [J]. *J Vasc Surg*, 2009, 50(4): 880-896.
- [6] Wanhainen A, Van Herzele I, Goncalves FB, et al. Editor's choice: European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2024, 67(2): 192-331.
- [7] Marbacher S, Wanderer S, Strange F, et al. Saccular aneurysm models featuring growth and rupture: a systematic review [J]. *Brain Sci*, 2020, 10(2): 101.
- [8] Calero A, Illig KA. Overview of aortic aneurysm management in the endovascular era [J]. *Semin Vasc Surg*, 2016, 29(1/2): 3-17.
- [9] Chaikof EL, Dalman RL, Eskandari MK, et al. The Society for Vascular Surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm [J]. *J Vasc Surg*, 2018, 67(1): 2-77.
- [10] Ulug P, Sweeting MJ, von Allmen RS, et al. Morphological suitability for endovascular repair, non-intervention rates, and operative mortality in women and men assessed for intact abdominal aortic aneurysm repair: systematic reviews with meta-analysis [J]. *Lancet*, 2017, 389(10088): 2482-2491.
- [11] Karaolani G, Antonopoulos CN, Koutsias S, et al. Outcomes of endosutured aneurysm repair with the Heli-FX EndoAnchor implants [J]. *Vascular*, 2020, 28(5): 568-576.
- [12] 张宏鹏, 章希炜, 戴向晨, 等. 国产新型覆膜支架系统治疗腹主动脉瘤早期临床结果的多中心分析 [J]. *中华外科杂志*, 2022, 60(12): 1049-1056.
- [13] van Schaik TG, Yeung K, Verhagen H, et al. Long-

- term survival and secondary procedures after open or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms [J]. *J Vasc Surg*, 2017, 66: 1379-1389. doi:10.1016/j.jvs.2017.05.122.
- [14] Lederle FA, Kyriakides TC, Stroupe KT, et al. Open versus endovascular repair of abdominal aortic aneurysm [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(22): 2126-2135.
- [15] Patel R, Sweeting MJ, Powell JT, et al. Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in 15-years' follow-up of the UK endovascular aneurysm repair trial 1 (EVAR trial 1): a randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2016, 388(10058): 2366-2374.
- [16] Greenhalgh RM, Brown LC, Kwong GP, et al. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2004, 364(9437): 843-848.
- [17] Antoniou GA, Antoniou SA, Torella F. Editor's choice-endovascular vs. open repair for abdominal aortic aneurysm: systematic review and meta-analysis of updated peri-operative and long term data of randomised controlled trials [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 59(3): 385-397.
- [18] Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J 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.
- [19] Dingemans SA, Jonker FHW, Moll FL, et al. Aneurysm sac enlargement after endovascular abdominal aortic aneurysm repair [J]. *Ann Vasc Surg*, 2016, 31: 229-238. doi:10.1016/j.avsg.2015.08.011.
- [20] Seike Y, Matsuda H, Shimizu H, et al. Nationwide analysis of persistent type II endoleak and late outcomes of endovascular abdominal aortic aneurysm repair in Japan: a propensity-matched analysis [J]. *Circulation*, 2022, 145(14): 1056-1066.
- [21] Menges AL, Meuli L, Dueppers P, et al. Relevance of type II endoleak after endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms: a retrospective single-center cohort study [J]. *J Endovasc Ther*, 2023, 30(4): 540-549.
- [22] Wang YL, Yuan F, Bai YW, et al. Natural history and influence on long-term outcomes of isolated type II endoleak after endovascular aneurysm repair: a 10-year experience at a single center [J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2022, 23(3): 99.
- [23] Powell JT, Sweeting MJ, Ulug P, et al. Meta-analysis of individual-patient data from EVAR-1, DREAM, OVER and ACE trials comparing outcomes of endovascular or open repair for abdominal aortic aneurysm over 5 years [J]. *J Vasc Surg*, 2017, 65(5): 1539-1540.
- [24] Jongkind V, Yeung KK, Akkersdijk GJM, et al. Juxtarenal aortic aneurysm repair [J]. *J Vasc Surg*, 2010, 52(3): 760-767.
- [25] 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(6): 819-823.
- [26] Farber MA, Vallabhaneni R. Moving into the paravisceral aorta using fenestrated and branched endografts [J]. *Semin Vasc Surg*, 2012, 25(4): 193-199.
- [27] Mohabbat W, Greenberg RK, Mastracci TM, et al. Revised duplex criteria and outcomes for renal stents and stent grafts following endovascular repair of juxtarenal and thoracoabdominal aneurysms [J]. *J Vasc Surg*, 2009, 49(4): 827-837.
- [28] Tambyraja AL, Fishwick NG, Bown MJ, et al. Fenestrated aortic endografts for juxtarenal aortic aneurysm: medium term outcomes [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2011, 42(1): 54-58.
- [29] Haulon S, Amiot S, Magnan PE, et al. An analysis of the French multicentre experience of fenestrated aortic endografts [J]. *Ann Surg*, 2010, 251(2): 357-362.
- [30] 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(2): 115-123.
- [31] Greenberg RK, Clair D, Srivastava S, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? [J]. *J Vasc Surg*, 2003, 38(5): 990-996.
- [32] Özdemir-van Brunschot DMD, Torsello GB, Bernardini G, et al. Use of chimney technique does not improve the outcome of endovascular aneurysm repair in patients with a hyperangulated and short proximal aortic neck [J]. *J Endovasc Ther*, 2022, 29(3): 361-369.
- [33] Coscas R, Kobeiter H, Desgranges P, et al. Technical aspects, current indications, and results of chimney grafts for juxtarenal aortic aneurysms [J]. *J Vasc Surg*, 2011, 53(6): 1520-1527.
- [34] Tanious A, Lee JT, Shames M. Snorkel endovascular abdominal aortic aneurysm repair versus fenestrated endovascular aneurysm repair: is it a competition? [J]. *Semin Vasc Surg*, 2016, 29(1/2): 68-73.
- [35] Wilson A, Zhou S, Bachoo P, et al. Systematic review of chimney and periscope grafts for endovascular aneurysm repair [J]. *Br J Surg*, 2013, 100(12): 1557-1564.
- [36] Caradu C, Berard X, Sassoust G, et al. Chimney versus fenestrated endovascular aortic repair for juxta-renal an-

- eurysms[J]. J Cardiovasc Surg, 2018, 59(4): 600-610.
- [37] Moulakakis KG, Mylonas SN, Avgerinos E, et al. The chimney graft technique for preserving visceral vessels during endovascular treatment of aortic pathologies[J]. J Vasc Surg, 2012, 55(5): 1497-1503.
- [38] Kasirajan K. Branched grafts for thoracoabdominal aneurysms: off-label use of FDA-approved devices[J]. J Endovasc Ther, 2011, 18(4): 471-476.
- [39] Trellopoulos G, Georgakarakos E, Pelekas D, et al. Chimney and periscope technique for emergent treatment of spontaneous aortic rupture[J]. Ann Vasc Surg, 2014, 28(5): 1324-1328.
- [40] 郭伟, 王嘉宾. 胸腹主动脉瘤腔内治疗进展[J]. 中华血管外科杂志, 2022, 7(3): 151-155.
- [41] 高江平, 郭伟. 开窗与分支技术治疗复杂腹主动脉瘤的现状与评价[J]. 中华血管外科杂志, 2022, 7(2): 82-88.
- [42] Behzadi F, Simon JE, Zielke TJ, et al. Risk factors associated with spinal cord ischemia during aortic aneurysm repair[J]. Ann Vasc Surg, 2023, 91: 36-49. doi:10.1016/j.avsg.2022.12.079.
- [43] Konstantinou N, Antonopoulos CN, Jerkku T, et al. Systematic review and meta-analysis of published studies on endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms with the t-Branch off-the-shelf multibranched endograft[J]. J Vasc Surg, 2020, 72(2): 716-725.
- [44] Dias-Neto M, Reis PV, Rolim D, et al. Strategies to prevent TEVAR-related spinal cord ischemia[J]. Vascular, 2017, 25(3): 307-315.

(编辑:房红娟)

读者·作者·编者

特殊问题的处理

文章中不写出患者姓名,可采用“患者”、“例 1”等非特定代词。某些特定领域(如放射医学)的特定情况,可按国际惯例用专指性符号代表某一特定病例。病案号、门诊号、病理号、尸检号以及涉及具体患者的号码一律省略。“°”是平面角“度”的符号,不能用以表示病变的程度。例如:三度烧伤可以写成“Ⅲ度烧伤”,不能写成“Ⅲ°烧伤”。用“0”表示手术缝线的号数,可写成“3-0”、“4-0”,不宜写成“000”、“0000”或“3 个 0”、“4 个 0”。

(本刊编辑部)