



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.003  
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.003  
Chinese Journal of General Surgery, 2020, 29(6):654-658.

· 述评 ·

## 感染性腹主动脉瘤的诊疗进展

林长波, 符伟国

(复旦大学附属中山医院 血管外科 / 复旦大学血管外科研究所, 上海 200032)



符伟国

### 摘 要

感染性腹主动脉瘤 (IAAA) 是由于各种致病菌感染所致的一类特殊类型的动脉瘤。IAAA 发病急、病情进展迅速、瘤体易于破裂、临床预后差, 因此对其早诊早治十分关键。依据典型病史、实验室检查、CTA 影像、术中所见、血培养或组织培养阳性结果可做出诊断。诊断明确后, 应在足量应用抗生素的基础上尽早手术治疗。但有关抗生素具体使用方案、手术方案等治疗选择上尚未达成一致。目前推荐术后用抗生素至少 6 个月以上。伴随微创技术的发展, 腔内修复术治疗 IAAA 的比例越来越高, 且短期效果良好, 未来有望成为首选的手术方式。

### 关键词

动脉瘤, 感染性; 主动脉瘤, 腹; 血管外科手术; 血管内操作; 抗感染药  
中图分类号: R654.3

## Advances in management of infected abdominal aortic aneurysm

LIN Changpo, FU Weiguo

(Department of Vascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University/Institute of Vascular Surgery of Fudan University, Shanghai 200032, China)

### Abstract

Infected abdominal aortic aneurysm (IAAA) is a special type of aneurysm caused by infection of various pathogenic bacteria. IAAA is characterized by acute onset, rapid progression, high risk of aneurysmal rupture and dismal clinical prognosis. So, early diagnosis and treatment of this condition are extremely critical. Diagnosis can be made based on typical medical history, laboratory tests, CTA images, intraoperative findings, positive results of blood culture or tissue culture. After diagnosis, surgical treatment should be performed as soon as possible on the basis of adequate antibiotic therapy. However, there is no agreement on specific antibiotic treatment options and surgical options so far. It is currently recommended to use antibiotics for at least 6 months after surgery. With the development of minimally invasive techniques, the proportion of IAAA treated by endovascular repair has been increasing with favorable short-term results. Endovascular therapy is expected to be the first choice of options for IAAA in the future.

### Key words

Aneurysm, Infected; Aortic Aneurysm, Abdominal; Vascular Surgical Procedures; Endovascular Procedures; Anti-Infective Agents

CLC number: R654.3

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81970395; 81770474)。

收稿日期: 2020-06-01; 修订日期: 2020-06-09。

作者简介: 符伟国, 复旦大学附属中山医院主任医师, 主要从事血管外科方面的研究。

通信作者: 符伟国, Email: fu.weiguo@zs-hospital.sh.cn

感染性腹主动脉瘤(infected abdominal aortic aneurysm, IAAA)是一类特殊类型的动脉瘤,由各种微生物直接或间接感染腹主动脉所致。病菌会引发血管损伤,造成动脉管壁瘤样扩张形成动脉瘤。IAAA的发生较为少见,仅占到整个主动脉瘤的0.65%~1.5%<sup>[1-3]</sup>。但其发病急、病情进展迅速、瘤体增长迅速且易于破裂,预后凶险。数据表明IAAA仅围手术期病死率就高达26%~44%<sup>[1-4]</sup>。IAAA好发于老年体弱患者,常合并心血管疾病或感染性疾病如败血症等。由于感染因素持续存在且难以清除,临床对IAAA治疗一度十分棘手。有鉴于业界对IAAA的诊治尚未达成广泛共识,现总结国内外文献对相关诊疗进展作一综述。

## 1 病因

感染性动脉瘤既可由动脉壁原发感染而来,亦可在原有动脉瘤的基础上继发感染形成。与二次感染的IAAA相比,原发性IAAA在形态学上最大的不同在于其一般为偏心性的囊状病变。IAAA的感染途径可为血源性、临近组织蔓延或外伤性等。此外还存在一些罕见的医源性感染途径。有散在报道<sup>[5]</sup>称经直肠行前列腺穿刺活检亦可引发IAAA。目前已有报道多种病菌可导致IAAA,而理论上来说所有细菌和真菌均可致病。Meta分析表明最常见的几个致病菌为:沙门氏菌(33.4%),葡萄球菌(15.6%),链球菌(10.4%)和大肠埃希氏菌(3.1%),此外见诸报道的还包括结核菌、梅毒、真菌(念珠菌,曲霉菌)和立克次体等<sup>[6-9]</sup>。这其中欧美人群以葡萄球菌感染多见,而来自台湾学者的报道则提示在东亚人群中以沙门氏菌致病更为常见<sup>[10-13]</sup>。金黄色葡萄球菌性IAAA多经血源性感染或外伤所致。大肠埃希菌和沙门氏菌多见于肠道病变基础上发生的菌群移位。而结核菌性IAAA则常继发于脊柱结核的病灶蔓延。

## 2 辅助检查

IAAA由于感染的持续存在,实验室检查可发现白细胞、血沉、CRP及炎症因子(如IL-6等)的升高,部分患者可血培养出致病菌。CTA是最有价值的影像学检查手段。IAAA经典的CTA影像表现为腹主动脉周围低密度的软组织肿块影,呈斑片状或环状强化,周围组织如肾脏或椎体可伴发破

坏痕迹。IAAA外形常为偏心囊袋状,内部呈分叶状,瘤腔内可见不规则充盈缺损和气体空泡,瘤壁较少钙化。47%~73%的IAAA还可见到动脉瘤破裂征象。结合三维重建,CTA还可给出有关IAAA位置、大小、范围、毗邻、分支动脉累及情况等关键信息,用于指导后续特别是腔内治疗。

## 3 临床表现及诊断

IAAA典型的临床表现为三联征:发热、腹痛或腰背部疼痛、腹部扪及搏动性肿块。IAAA瘤体增大压迫周围脏器时常合并消化系统症状,如恶心、呕吐乃至肠梗阻。当发生主动脉-肠瘘时,患者还可出现呕血和黑便等症状。事实上临床上只有极少部分的患者会出现典型的三联征,这也造成了IAAA早期诊断上的困难。IAAA患者常以不明原因的发热或腹痛首诊,对于此类患者如怀疑IAAA应及时完善CTA检查。结合患者病史、实验室检查、CTA影像、术中见腹主动脉管壁周围炎性肉芽肿或脓肿形成、血培养或瘤壁组织培养阳性结果可作出诊断。需特别注意的是,IAAA一定要与风湿免疫性疾病(如白塞氏病)所致的炎性腹主动脉瘤相鉴别。

## 4 治疗

### 4.1 抗感染治疗

对于所有确诊的IAAA,均应给予足量有效的广谱抗生素治疗,最好经静脉给药并覆盖需氧和厌氧菌。后续再根据血培养及药敏结果予以相应的针对性调整。抗生素治疗应覆盖整个治疗周期。台湾学者推荐除外急诊抢救情况,应在术前静脉用抗生素2~6周时间<sup>[10-11,14]</sup>。研究<sup>[14]</sup>表明术前应用抗生素3 d以上可显著降低动脉瘤相关的病死率( $OR=0.2$ ,  $95\% CI=0.04\sim 0.96$ )。术后应用抗生素目前推荐至少6周,但具体时间亦无定论,从6周、3个月、半年乃至1年不等。多因素分析证实术后抗生素治疗半年以上可明显降低患者远期病死率( $HR=0.36$ ,  $95\% CI=0.18\sim 0.74$ )<sup>[15]</sup>。值得注意的是,对于感染复发或移植物感染患者,甚至应考虑终生口服抗生素治疗。而对于选择腔内治疗的患者,因术后感染灶仍存在,亦应考虑长期抗感染治疗。抗生素治疗期间,应定期复查血常规、血沉、CRP和CT,并根据结果适当调整用药

及剂量。

但是,单纯的抗感染治疗通常效果不佳,数据显示仅接受药物治疗的患者医院内病死率为75%~100%,死因全为动脉瘤破裂<sup>[16-17]</sup>。因此应在抗感染治疗的基础上早期行手术干预。

## 4.2 手术治疗

IAAA手术治疗的主要目的在于尽可能地清除感染灶、通畅引流的同时,通过重建手术保留分支及远端血供,减少术后感染复发和移植物感染风险。手术方式目前主要包括以下3种:解剖外血管重建,原位血管重建和腔内修复术。但具体到哪种手术方式更为优势目前尚无定论。总体来说在过去以开放手术居多,有台湾学者<sup>[18]</sup>统计分析2010年以前原位重建占2/3,解剖外重建约占1/3,而腔内修复仅占2%。但2010年以后,随着微创技术的迅猛发展腔内修复的比率变得越来越高。

**4.2.1 解剖外重建** 解剖外重建主要包括以下两种术式:(1)腋-双股旁路术;(2)腹膜后解剖外血管旁路术。这是通过旁路术重建远端血供,再清除瘤腔内感染病灶来达到治疗目的。理论上来说,具有血管移植物的旁路手术与感染病灶清创术隔绝进行,最大限度地避免了术后移植物感染的风险。但实际工作中发现,腋-双股旁路术由于人工血管皮下隧道距离很长,远期闭塞风险较高。有数据表明术后3年不到旁路血管的堵塞率就达1/3<sup>[17]</sup>。此外旁路术后主动脉残端长期承受高压血流冲击,还有发生主动脉残端破裂的风险,有文献<sup>[17]</sup>报道发生率从2%~20%不等。腹膜后解剖外血管旁路术目前仅见散在小样本报道,短期效果较佳。它是通过在腹膜后无感染区域建立皮下隧道放置人工血管重建远端血供,再用周围组织覆盖人工血管及各个吻合口,减少与感染病灶的接触。然后再打开瘤腔清除感染病灶和坏死组织,通畅引流并回填大网膜。此术式理论上可较腋-双股旁路术提高旁路通畅率,且消除了残端破裂风险。但该手术的实施要求IAAA感染范围较为局限,腹膜后存在清洁的无污染区,如感染已蔓延至该区域则无法再施行这一手术。

**4.2.2 原位重建** 在过去瘤腔清除+原位重建是主流的手术治疗方式。原位重建最为符合血管原始的解剖生理构造,可避免解剖外重建的诸多不足。研究表明,原位重建的短期病死率与解剖外重建相近<sup>[2-3]</sup>,但并发症发生率明显更少,同时感染相关并发症的发生率也并未增加<sup>[10, 17, 19]</sup>。但以上报道

病例数均较少,且均为较小的单中心研究,统计学信服力较弱。理论上讲,原位重建时移植物直接与感染区域相接触,术后有继发移植物感染的风险。因此有建议采用浸泡过抗生素或表面涂抹银离子的人工血管作为移植物,且术中用大网膜覆盖在人工血管表面,这样有利于控制感染并吸收毒素。自体大隐静脉或股静脉是较为理想的移植物。有数据表明它们可显著降低术后感染率(0~5%);相应的术后30d病死率为5%~10%,一期通畅率超过90%<sup>[20-21]</sup>。但是由于腹主动脉管径较粗,要求移植静脉的口径需超过6mm。而大隐静脉通常较细,此时存在大小失配问题。术中可通过主动脉折叠缝合或缝合合并2条静脉来解决。也有报道移取股腓静脉来作为移植物,其血管口径适配,研究表明同样取得了良好的治疗效果。但是该术式耗时长、远期有动脉瘤样变性风险,且术后常导致下肢肿胀,严重者发生慢性静脉高压(15%),需行筋膜室切开(12%)乃至截肢(0~10%)<sup>[21-23]</sup>。另一较为理想的移植物则为同种异体的动静脉,目前仅国外见零星报道。这些同种异体血管通过冷冻保存,植入人体前再解冻使用。随着冷冻保存技术的进步,血管壁的胶原蛋白和细胞外基质亦可得到保存,因此可大大减少移植物相关的并发症并提高通畅率<sup>[24]</sup>。与其他重建方法相比,移植物破裂(<10%)、再感染(0~6%)和截肢(0~5%)的风险都相对较低,术后30d病死率为5%~15%,3年的一期通畅率可达80%~100%<sup>[25-27]</sup>。但目前来说,受困于供体来源,同种异体血管极难获得且价格昂贵,限制了它的推广应用。

## 4.3 腔内治疗

腔内修复术作为近些年来方兴未艾的微创新技术,它的大力发展极大地改善了常规AAA治疗的效果和预后,且具有手术创伤小、操作简便、术后恢复快等诸多优点。结合烟囱技术、开窗技术或杂交技术,腔内修复术还可用于治疗累及肾周或肾上的AAA。但应用腔内修复术治疗IAAA,直接植入移植物而未清除感染病灶,在传统观念上似乎有悖于外科感染的处理原则。因此早前其在IAAA的治疗中应用有限,常仅限于一些一般情况差、难以耐受开放手术的患者,或作为急诊抢救手术时的紧急选择。但近期有学者<sup>[6]</sup>荟萃统计了相关数据,结果发现与预想不同,腔内治疗并未增加移植物感染的风险,而其短期生存率远较开放手术为佳,且并未增加远期风险。一项纳入

132例IAAA患者的队列研究<sup>[15]</sup>显示:与开放手术相比,腔内修复术的术后3个月(74% vs. 96%)和术后1年(73% vs. 84%)的生存率都明显更优;而与此同时腔内修复术并未增加感染相关并发症发生率(18% vs. 24%,  $P=0.439$ )及再干预率(21% vs. 24%,  $P=0.650$ ),术后5年(开放手术60% vs. 腔内修复术58%,  $P=0.771$ )和10年(开放手术39% vs. 腔内修复术41%,  $P=0.821$ )的生存率亦无显著差别。近期来自荷兰的研究成果<sup>[13]</sup>同样证实腔内修复术治疗IAAA效果不劣于开放手术。因此,近10年采用腔内修复术治疗IAAA的报道越来越多,现大有取代开放手术成为主流选择的趋势。但需注意的是,腔内治疗术后应适当延长抗生素的治疗时间,但具体期限目前尚无定论,半年以上或是一个较好的选择。

## 5 感染相关并发症

不论开放手术亦或腔内修复术,术后最大的担忧都在于感染相关并发症的发生,这包括败血症、移植物感染、IAAA复发及主动脉肠瘘等。Meta分析表明术后感染相关并发症的总发生率为21%,而导致的最终病死率为46%~70%<sup>[12,15,28]</sup>。已证实败血症是术后患者死亡的常见原因,而未能尽早控制败血症则与患者早期死亡息息相关<sup>[29]</sup>。并发主动脉肠瘘的患者预后也极差,报道<sup>[14-15,30-31]</sup>称病死率介于63%~100%之间。

总体来讲,对IAAA的诊治仍任重而道远。有鉴于IAAA发病急、病情进展快、易于破裂的特点,临床上应早诊断早治疗。尽快完善CTA及相关实验室检查明确诊断后,在抗生素治疗的基础上,尽早手术治疗。但是有关抗生素使用疗程及剂量、具体手术方式的选择目前尚无定论。伴随微创技术的兴起,腔内修复术治疗IAAA已取得了良好的短期效果,在未来有望成为首选的手术方案。

## 参考文献

- [1] Müller BT, Wegener OR, Grabitz K, et al. Mycotic aneurysms of the thoracic and abdominal aorta and iliac arteries: experience with anatomic and extra-anatomic repair in 33 cases[J]. *J Vasc Surg*, 2001, 33(1):106-113. doi:10.1067/mva.2001.110356.
- [2] Oderich GS, Panneton JM, Bower TC, et al. Infected aortic aneurysms: aggressive presentation, complicated early outcome, but durable results[J]. *J Vasc Surg*, 2001, 34(5):900-908. doi:10.1067/mva.2001.118084.
- [3] Reddy DJ, Shepard AD, Evans JR, et al. Management of infected aortoiliac aneurysms[J]. *Arch Surg*, 1991, 126(7):873-878. doi:10.1001/archsurg.1991.01410310083012.
- [4] Pasic M, Carrel T, Tönz M, et al. Mycotic aneurysm of the abdominal aorta: extra-anatomic versus in situ reconstruction[J]. *Cardiovasc Surg*, 1993, 1(1):48-52.
- [5] Al-Ani HH, Khashram M, Dean A, et al. Infected Abdominal Aortic Aneurysm After Transrectal Ultrasound-Guided Biopsy of the Prostate: A Report of Two Cases[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 61:469. e1-469.e4. doi: 10.1016/j.avsg.2019.05.021.
- [6] Sörelis K, Budtz-Lilly J, Mani K, et al. Systematic Review of the Management of Mycotic Aortic Aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2019, 58(3):426-435. doi:10.1016/j.ejvs.2019.05.004.
- [7] Xue J, Yao Y, Liu L. Treatment of tuberculous aortic pseudoaneurysm associated with vertebral tuberculosis: A case series and a literature review[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(15):e0382. doi:10.1097/MD.0000000000010382.
- [8] Williams J, Krishnan G, Devarajan H. Syphilitic abdominal aortic aneurysm[J]. *AIDS Patient Care STDS*, 2002, 16(10):467-470. doi:10.1089/10872910260351230.
- [9] Sessa C, Vokri L, Porcu P, et al. Abdominal aortic aneurysm and *Coxiella burnetii* infection: report of three cases and review of the literature[J]. *J Vasc Surg*, 2005, 42(1):153-158. doi:10.1016/j.jvs.2005.03.022.
- [10] Hsu RB, Chen RJ, Wang SS, et al. Infected aortic aneurysms: clinical outcome and risk factor analysis[J]. *J Vasc Surg*, 2004, 40(1):30-35. doi:10.1016/j.jvs.2004.03.020.
- [11] Hsu RB, Lin FY. Infected aneurysm of the thoracic aorta[J]. *J Vasc Surg*, 2008, 47(2):270-276. doi:10.1016/j.jvs.2007.10.017.
- [12] Sörelis K, Mani K, Björck M, et al. Endovascular treatment of mycotic aortic aneurysms: a European multicenter study[J]. *Circulation*, 2014, 130(24):2136-2142. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.009481.
- [13] Dang Q, Stadius van Eps RG, Wever JJ, et al. Nationwide study of the treatment of mycotic abdominal aortic aneurysms comparing open and endovascular repair in The Netherlands[J]. *J Vasc Surg*, 2020, S0741-5214(19)32579-0. doi: 10.1016/j.jvs.2019.09.060.
- [14] Kan CD, Lee HL, Luo CY, et al. The efficacy of aortic stent grafts in the management of mycotic abdominal aortic aneurysm-institute case management with systemic literature comparison[J]. *Ann Vasc Surg*, 2010, 24(4):433-440. doi:10.1016/j.avsg.2009.08.004.
- [15] Sörelis K, Wanhainen A, Furebring M, et al. Nationwide Study of the Treatment of Mycotic Abdominal Aortic Aneurysms Comparing

- Open and Endovascular Repair[J]. *Circulation*, 2016, 134(23):1822–1832. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024021.
- [16] Huang YK, Chen CL, Lu MS, et al. Clinical, microbiologic, and outcome analysis of mycotic aortic aneurysm: the role of endovascular repair[J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2014, 15(3):290–298. doi:10.1089/sur.2013.011.
- [17] Lee CH, Hsieh HC, Ko PJ, et al. Treatment of infected abdominal aortic aneurysm caused by Salmonella[J]. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28(1):217–226. doi:10.1016/j.avsg.2013.02.021.
- [18] Lai CH, Luo CY, Lin PY, et al. Surgical consideration of in situ prosthetic replacement for primary infected abdominal aortic aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2011, 42(5):617–624. doi:10.1016/j.ejvs.2011.07.005.
- [19] Dubois M, Daenens K, Houthoofd S, et al. Treatment of mycotic aneurysms with involvement of the abdominal aorta: single-centre experience in 44 consecutive cases[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2010, 40(4):450–456. doi:10.1016/j.ejvs.2010.07.017.
- [20] Daenens K, Fournieu I, Nevelsteen A. Ten-year experience in autogenous reconstruction with the femoral vein in the treatment of aortofemoral prosthetic infection[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2003, 25(3):240–245. doi:10.1053/ejvs.2002.1835.
- [21] Gordon LL, Hagino RT, Jackson MR, et al. Complex aortofemoral prosthetic infections: the role of autogenous superficial femoropopliteal vein reconstruction[J]. *Arch Surg*, 1999, 134(6):615–620. doi:10.1001/archsurg.134.6.615.
- [22] Chung J, Clagett GP. Neoaortoiliac System (NAIS) procedure for the treatment of the infected aortic graft[J]. *Semin Vasc Surg*, 2011, 24(4):220–226. doi:10.1053/j.semvascsurg.2011.10.012.
- [23] Ali AT, Modrall JG, Hocking J, et al. Long-term results of the treatment of aortic graft infection by in situ replacement with femoral popliteal vein grafts[J]. *J Vasc Surg*, 2009, 50(1):30–39. doi:10.1016/j.jvs.2009.01.008.
- [24] Clagett GP, Bowers BL, Lopez-Viego MA, et al. Creation of a neo-aortoiliac system from lower extremity deep and superficial veins[J]. *Ann Surg*, 1993, 218(3):239–248. doi:10.1097/0000658-199309000-00003.
- [25] Harlander-Locke MP, Harmon LK, Lawrence PF, et al. The use of cryopreserved aortoiliac allograft for aortic reconstruction in the United States[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59(3):669–674. doi:10.1016/j.jvs.2013.09.009.
- [26] Touma J, Cochenec F, Parisot J, et al. In situ reconstruction in native and prosthetic aortic infections using cryopreserved arterial allografts[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2014, 48(3):292–299. doi:10.1016/j.ejvs.2014.04.023.
- [27] Heo SH, Kim YW, Woo SY, et al. Recent Results of In Situ Abdominal Aortic Reconstruction with Cryopreserved Arterial Allograft[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 53(2):158–167. doi:10.1016/j.ejvs.2016.07.090.
- [28] Luo CM, Chan CY, Chen YS, et al. Long-term Outcome of Endovascular Treatment for Mycotic Aortic Aneurysm[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 54(4):464–471. doi:10.1016/j.ejvs.2017.07.004.
- [29] Fillmore AJ, Valentine RJ. Surgical mortality in patients with infected aortic aneurysms[J]. *J Am Coll Surg*, 2003, 196(3):435–441. doi:10.1016/S1072-7515(02)01607-1.
- [30] Clough RE, Black SA, Lyons OT, et al. Is endovascular repair of mycotic aortic aneurysms a durable treatment option?[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2009, 37(4):407–412. doi:10.1016/j.ejvs.2008.11.025.
- [31] Yu SY, Hsieh HC, Ko PJ, et al. Surgical outcome for mycotic aortic and iliac aneurysm[J]. *World J Surg*, 2011, 35(7):1671–1678. doi:10.1007/s00268-011-1104-9.

( 本文编辑 宋涛 )

本文引用格式：林长泼，符伟国. 感染性腹主动脉瘤的诊疗进展[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(6):654–658. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.003

Cite this article as: Lin CP, Fu WG. Advances in management of infected abdominal aortic aneurysm[J]. *Chin J Gen Surg*, 2020, 29(6):654–658. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.003