

· 综 述 General review ·

胸腹主动脉瘤微创腔内治疗进展

艾克白尔江·艾尼瓦尔, 冯 睿, 冯家烜, 鲍贤豪, 吴明炜, 赵玉玺, 李 涛, 曾照祥, 陆 烨, 徐子依, 周 建, 景在平

【摘要】随着血管腔内技术和器械进步发展,胸腹主动脉瘤(TAAA)腔内治疗适用范围已越来越广,TAAA腔内治疗微创和安全的特点将会得到广泛应用。该文就TAAA分型、腔内隔绝治疗适应证、围术期常见并发症、预防和腔内治疗策略作一综述。

【关键词】胸腹主动脉瘤;腔内修复术;进展

中图分类号: R543.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X (2020)-01-0109-05

Recent advances in minimally-invasive endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms ANIWAER Aikebaierjiang, FENG Rui, FENG Jiaxuan, BAO Xianhao, WU Mingwei, ZHAO Yuxi, LI Tao, ZENG Zhaoxiang, LU Ye, XU Ziyi, ZHOU Jian, JING Zaiping. Department of General Surgery, Kashgar Prefecture Second People's Hospital, Xinjiang Uygur autonomous region 844000, China

Corresponding author: JING Zaiping, E-mail: jingzp@xueguan.net

【Abstract】Along with the development of endovascular techniques and instruments, endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysm (TAAA) has become more and more widely applied in clinical practice. As endovascular repair has the advantages of minimally-invasive and safe, it will be widely and fully adopted in treating TAAA. This paper aims to make a comprehensive review on the classification of TAAA, the indications of endovascular isolation therapy, the commonly seen perioperative complications, the prevention, and the endovascular repair strategies. (J Intervent Radiol, 2020, 29: 109-113)

【Key words】thoracoabdominal aortic aneurysm; endovascular repair; advance

胸腹主动脉瘤(thoracoabdominal aortic aneurysm, TAAA)指胸腹主动脉扩张达正常直径1.5倍以上累及胸主动脉、肋间动脉、腹主动脉及内脏诸分支动脉的动脉瘤,为主动脉常见疾病。随着近年人们寿命延长,TAAA发病率逐渐升高。随着检出手段进步,其检出率约为10.4/10万以上。研究提示高达80%TAAA患者瘤体会破裂,未经治疗患者5年生存率不足20%^[1-2]。TAAA病变范围因累及各内脏动脉,传统外科手术难度较大,高危患者不能耐受。随着血管腔内技术不断进步,全腔内治疗TAAA逐步成为主流选择。本文就当前TAAA腔内微创治疗进展综述如下。

1 TAAA分型

1.1 Crawford分型

目前国际上最多采用的是Safi修订的Crawford分型^[3],见图1。TAAA I型:动脉瘤自左锁骨下动脉开口远端扩展至肾动脉以上;II型:左锁骨下动脉远端扩展至肾动脉以下;III型:第6肋间隙至肾动脉平面以下;IV型:第12肋以下至肾动脉以下;V型:第6肋间隙至肾动脉以上。TAAA治疗策略选择很大程度上取决于病变位置、累及范围、分支动脉累及情况等。随着TAAA腔内治疗深入发展,尤其是累及分支动脉TAAA全腔内隔绝术进展,需要提出更为细化的分型,才能适应未来全腔内治疗和

DOI: 10.3969/j.issn. 1008-794X. 2020.01.022

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81770476)、国家自然科学基金青年项目(81500369)

作者单位:844000 新疆喀什地区第二人民医院普外科(艾克白尔江·艾尼瓦尔);海军军医大学附属长海医院血管外科(冯睿、冯家烜、鲍贤豪、吴明炜、赵玉玺、李涛、曾照祥、陆烨、徐子依、周建、景在平)

通信作者:景在平 E-mail: jingzp@xueguan.net

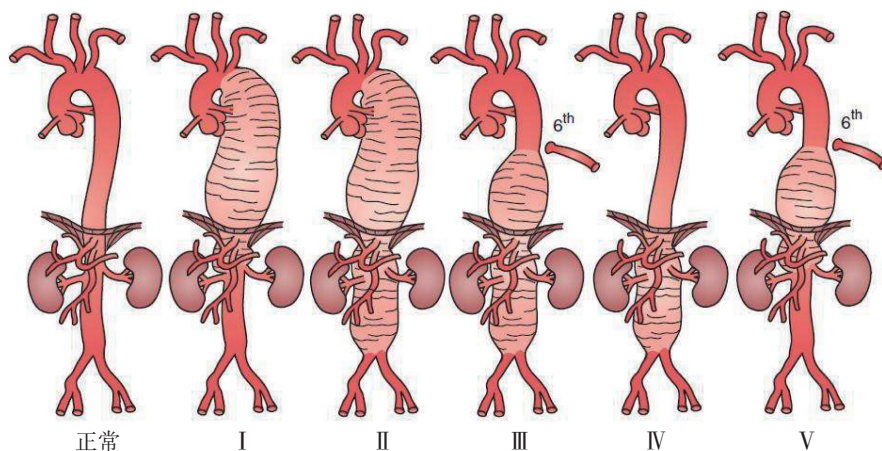


图1 Crawford 分型

学术研究的需要。

1.2 3N3V 分型

3N3V 分型^[4]将主动脉全程(包括主动脉根部、主动脉瓣、主动脉窦及远端双侧髂动脉)分成 6 个区,分界线依次为主动脉瓣环、冠状动脉开口远端 1.5 cm、无名干开口近端 1.5 cm、左锁骨下动脉开口远端 1.5 cm、腹腔干开口近端 1.5 cm、肾动脉开口远端 1.5 cm 和腹股沟韧带;6 个区中有重要分支的 3 个区域定义为脏区(visceral part),依次记为 V1、V2、V3 区,另外 3 个区域定义为相对裸区(nude part),依次记为 N1、N2、N3 区,见图 2。

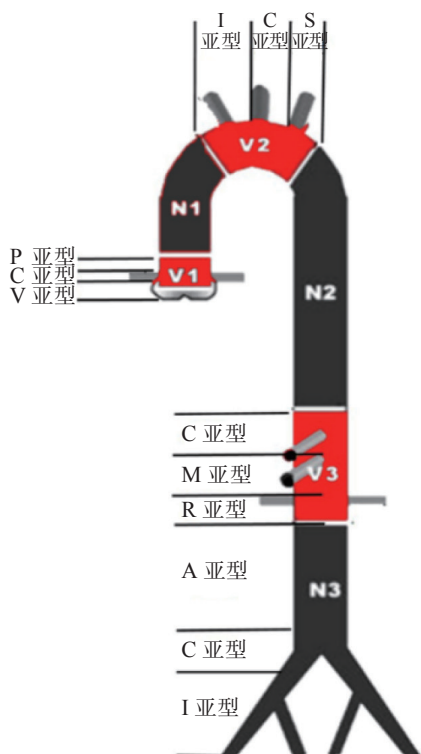
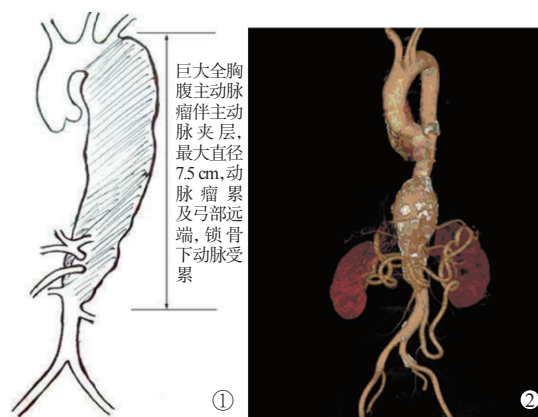


图2 3N3V 分型

V1 区亚分型: 将累及 V1 区的主动脉病变进一步亚分为 P 亚型(pericardium subtype, 心包亚型)、C 亚型(coronary subtype, 冠状动脉亚型)和 V 亚型(valve subtype, 主动脉瓣亚型); V2 区亚分型: 将累及 V2 区的主动脉病变进一步亚分为 I 亚型(innominate artery subtype, 无名干亚型)、C 亚型(carotid artery subtype, 左颈总动脉亚型)和 S 亚型(subclavian artery subtype, 左锁骨下动脉亚型); V3 区亚分型: 将累及 V3 区的主动脉病变进一步亚分为 C 亚型(celiac trunk subtype, 腹腔干动脉亚型)、M 亚型(superior mesenteric artery subtype, 肠系膜上动脉亚型)和 R 亚型(renal artery subtype, 肾动脉亚型); N3 区亚分型: 将累及 N3 区的主动脉病变进一步亚分为 A 亚型(abdominal aorta subtype, 肾下腹主动脉亚型)、C 亚型(common iliac artery subtype, 髂总动脉亚型)、I 亚型(internal iliac artery subtype, 髂内动脉亚型), 见图 3。3N3V 分型对于 TAAA 全腔内治疗手术方式选择、内脏动脉重建方法进步, 将发挥越来越明显的指导作用。



① TAAA 累及 V2、N2、V3 区, 可描述为 V2N2V3 (R) 型; ② TAAA 累及 N2、V3 区, 可描述为 N2V3 (R) 型

图3 主动脉 3N3V 细化亚分型示例

2 腔内治疗适应证

Eleftheriades 等提出的 TAAA 腔内手术治疗适应证^[5]: ①瘤体破裂; ②急性夹层形成; ③临床症状持续不缓解; ④瘤体直径迅速增大; ⑤瘤体直径达到干预标准。

3 腔内治疗围手术期并发症

TAAA 腔内隔绝治疗围术期并发症主要包括术后内漏(9%~38%)、心血管并发症(6%~14%)、支架移位或闭塞(0.7%~3.9%)、脑卒中(3.1%~4.8%)、截瘫(2.3%~10%)、支架塌陷(罕见)、瘤体持续扩大(7.1%~14.5%)和肾功能损伤(8%~14.5%)等^[6-11]。

3.1 内漏

内漏是 TAAA 腔内治疗后最为常见的并发症之一。目前将内漏分为 4 型^[12]。I 型: 覆膜支架两端与血管壁间贴服不紧密(近端为 Ia 型, 远端为 Ib 型)。其预防需要基于术前测量分析选择适当的支架, 有效处理方法是植入额外支架, 延长锚定区或增大锚定力, 以更好地贴附支架移植物, 隔绝内漏。II 型: 血液自肋间动脉、腰动脉和肠系膜下动脉反流入假腔。可定期随访, 若内漏血流量较大, 可经肠系膜下动脉、腰动脉和髂动脉等分支行栓塞治疗。III 型: 血液自移植物破损处流入瘤腔, 处理原则是选用合适口径的移植物将破损处隔绝。IV 型: 血液自覆膜支架自身途径流入瘤腔, 反流血流量不大, 往往可自闭。综上, 术中准确评估、手术技术改进和器械改良是预防内漏发生的关键^[13]。

3.2 支架塌陷或血栓闭塞

支架塌陷往往导致脊髓、内脏器官和肢体缺血损害。髂支闭塞发生率较高, 文献报道为 3%~5%。支架塌陷潜在危险因素, 包括支架释放区域主动脉内径过小、髂支并行段两侧髂支口径相差悬殊、一侧髂支在开口处遮蔽另一侧髂支、一体化腹主动脉支架移植物在分叉部扭曲、内脏动脉平行支架塌陷或狭窄导致栓塞闭塞等^[14]。通常需要紧急再次手术治疗, 目前对大多支架塌陷或血栓闭塞均可予以腔内治疗二次处理, 但也有严重患者需外科手术干预。

3.3 血管并发症

髂动脉明显狭窄或严重钙化易引起手术入路相关血管并发症, 如血管破裂、血管撕裂、血栓形成、动静脉瘘形成和器械推送取出受阻等。因此, 术前影像学检查确定手术路径非常重要, 必要时可通过球囊预扩张或放置髂支移植物后扩张等方法处理高度

狭窄、钙化、扭曲的入路。

3.4 神经系统并发症

神经系统并发症包括脑卒中和截瘫。脑卒中可能与升主动脉或主动脉弓血栓形成并脱落、覆膜支架导致颈动脉分支闭塞等相关。截瘫是腔内治疗最严重并发症^[15]。近期研究表明, TAAA 腔内治疗脊髓缺血损伤或截瘫发生风险较传统开放手术下降 2.3%~10%^[12,16], 通过术中降低颅内压、避免血压过低、围术期纳洛酮抑制神经过度兴奋性、预防性脑脊液引流等积极措施, 可使围术期脊髓缺血发生风险控制在 1% 左右^[17]。也有研究表明, 分期手术可减少截瘫发生, 该结果可能与脊髓前动脉侧支循环形成有关^[9]。

3.5 肾功能不全和对比剂肾病

TAAA 患者腔内隔绝治疗后对比剂肾病(CIN)发生率与对比剂用量、术前存在肾功能不全病史密切相关^[14], 其它危险因素包括糖尿病、年龄超过 75 岁、围术期体重下降、心功能不全、肝硬化、高血压病、蛋白尿、围术期应用非甾体类镇痛抗炎药(NSAID)。CIN 发病率高、治疗困难、后果严重, 除了予以及时透析治疗外, 目前尚未发现特异性治疗, 因此预防 CIN 发生显得尤其重要。有研究证实术前水化、适当碱化尿液等是 CIN 预防金标准^[18]。

4 不同腔内技术治疗进展

近年来腔内技术在 TAAA 治疗中取得了较为满意的临床结果, 让越来越多患者受益^[19]。目前 TAAA 腔内治疗方法主要包括开窗动脉瘤腔内修复术(fenestrated endovascular aneurysm repair, FEVAR)、分支动脉瘤腔内修复术(branched endovascular aneurysm repair, BEVAR)和八爪鱼腔内技术(parallel endograft octopus technique)。

4.1 FEVAR 和 BEVAR 技术

FEVAR 技术是在覆膜支架主体上存留与需要被覆盖区域分支动脉相对应的侧孔, 术中通过该侧孔导入球扩式或自膨式覆膜支架至目标动脉, 从而使分支动脉血运得以重建。Park 等^[20]1996 年首次报道 2 例 FEVAR 术患者, 分别为肠系膜下动脉开窗和肾动脉开窗。陈岩等^[21]2018 年回顾性随访分析 7 例台上 FEVAR 治疗 TAAA 患者, 术后 6 例主体开窗支架和内脏分支支架通畅, 1 例术后 2 d 死于心肌梗死, 随访期间 4 例出现 II 型和 III 型内漏。BEVAR 技术所采用的覆膜支架由主体及其相连接分支支架组成。Chuter 等^[22]2001 年报道成功地

应用分支型支架治疗Ⅲ型 TAA。随后,如何实现 TAA 全腔内治疗成为全球研究热点。

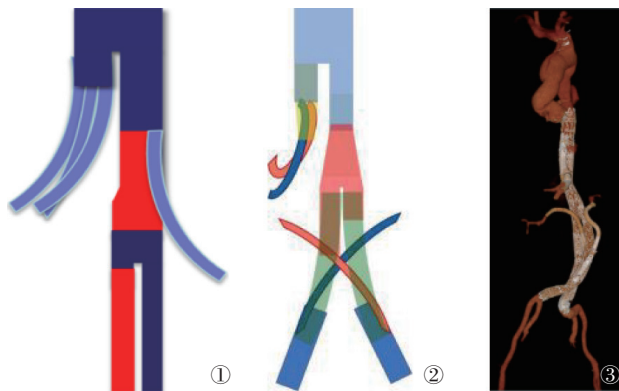
Verhoeven 等^[23]报道应用 Zenith 定制分支支架治疗 30 例 TAA 患者(动脉瘤平均直径为 70 mm, I 型 8 例, II 型 5 例, III 型 12 例, IV 型 5 例),结果显示手术技术成功率为 93% (28/30), 2 例(6.7%) 出现靶动脉闭塞, 30 d 死亡率为 6.7% (2/30), 6 个月、1 年生存率分别为 89.3%、76.0%。Sweet 等^[24]报道尝试采用标准化分支支架技术,旨在节省既往定制需花费大量工艺制作时间,增加 TAA 腔内治疗范围,并认为标准化分支支架适用范围包括:①须重建的内脏动脉不超过 4 支;②腹腔干和肠系膜上动脉直径为 6~10 mm;③肾动脉直径 4~8 mm;④所有目标动脉重建入路需经肱动脉;⑤每枚延长型支架(cuff)和对应动脉开口距离≤50 mm;⑥沿主动脉长轴,延长型支架与内脏动脉开口偏差≤45°。

Schneider 等^[25]报道对 50 例 TAA 患者(194 支内脏动脉)行 FEVAR/BEVAR 治疗前瞻性、非随机化、单因素研究,结果显示技术成功率为 99.5% (193/194 支), 30 d 主要不良事件(MAE)发生情况为死亡 3 例(6%), 新发病透析 1 例(2%), 遗尿症/截瘫 3 例(6%), 脑卒中 2 例(4%)。FEVAR/BEVAR 围术期动脉瘤相关死亡率和发病率较低,但开窗技术存在操作复杂、费时、内漏发生率高不足。标准化分支支架技术仍处于探索阶段,台上自制分支型支架重建 TAA 技术对术者经验要求较高,仅有部分临床中心可开展,且远期分支通畅率、内漏率、支架移植完整性等均需进一步评估。

4.2 八爪鱼支架技术

八爪鱼支架技术可采用目前上市的主动脉和外周动脉覆膜支架重新组合,应用于动脉瘤腔内隔绝和内脏动脉血供重建,是一新颖的 TAA 腔内治疗手段(图 4)。八爪鱼技术由美国医师 Kasirajan^[26]于 2011 年首次应用于 TAA 治疗。国内谷涌泉等^[27]最早应用八爪鱼技术治疗 1 例 TAA 患者,术中未出现并发症及不良事件,随访期间内脏区分支动脉通畅,未发现内漏、支架闭塞及脊髓缺血等并发症。该技术所采用的支架由 2 枚或多枚主体覆膜支架加上多枚外周覆膜支架组合而成,因最终组合完成后伸入至内脏动脉内的覆膜支架外型酷似章鱼触角而得名。该术式基本操作步骤:①选择合适的主体支架植入 TAA 上方健康的主动脉部位,向后延伸的腹主动脉主体覆膜支架短腿支作为腹腔分支血管支架的共同开口(支架入路经肱动脉、腋动脉、锁骨

下动脉及颈动脉);②选择适合长度、内径的覆膜支架植入对应内脏动脉内;③连接第 2 枚腹主动脉主体覆膜支架,如同常规腹主动脉瘤支架植入术。



①经典八爪鱼技术重建方式;②改良八爪鱼技术;③改良八爪鱼技术随访期主动脉 CTA 示主动脉病变隔绝良好,分支动脉通畅

图 4 八爪鱼技术示意图

5 结语

目前鲜见关于 TAA 不同治疗方式的对比研究报道。FEVAR、BEVAR 和八爪鱼腔内治疗技术不断探索给 TAA 患者带来了多元治疗选择空间,为建立个体化治疗方案,找到适用于个体的优化治疗方案提供了基础。需建立更大样本量随机对照研究,以评估这些腔内技术的安全性和有效性。

[参考文献]

- [1] Shang EK, Nathan DP, Sprinkle SR, et al. Peak wall stress predicts expansion rate in descending thoracic aortic aneurysms[J]. Ann Thorac Surg, 2013, 95: 593-598.
- [2] Knepper J, Upchurch GR Jr. A review of clinical trials and registries in descending thoracic aortic aneurysms[J]. Semin Vasc Surg, 2010, 23: 170-175.
- [3] Pontailier M, Fabre D, Hocquemiller-Khalife T, et al. Thoracoabdominal aortic aneurysm rupture secondary to lymphocytic lymphoma[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2017, 24: 156-157.
- [4] 裴轶飞,景在平. “3N3V”分型法在主动脉疾病腔内治疗中的应用[J]. 中华外科杂志, 2008, 46: 1344-1345.
- [5] Orr N, Minion D, Bobadilla JL. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair: current endovascular perspectives[J]. Vasc Health Risk Manag, 2014, 10: 493-505.
- [6] Parotto M, Ouzounian M, Djaiani G. Spinal cord protection in elective thoracoabdominal aortic procedures[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33: 200-208.
- [7] Tsilimparis N, Debus S, Chen M, et al. Results from the study to assess outcomes after endovascular repair for multiple thoracic aortic diseases (SUMMIT) [J]. J Vasc Surg, 2018, 68: 1324-1334.
- [8] Epstein NE. Cerebrospinal fluid drains reduce risk of spinal cord

- injury for thoracic/thoracoabdominal aneurysm surgery: a review[J]. Surg Neurol Int, 2018, 9: 48.
- [9] Sugiura J, Oshima H, Abe T, et al. The efficacy and risk of cerebrospinal fluid drainage for thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a retrospective observational comparison between drainage and non-drainage[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2017, 24: 609-614.
- [10] Iafrancesco M, Ranasinghe AM, Claridge MW, et al. Current results of endovascular repair of thoraco-abdominal aneurysms[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2014, 46:981-984.
- [11] Whitlock RS, Coselli JS. Review: perspectives on renal and visceral protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair[J]. Indian J Thorac Cardiovasc Surg, 2019, 35 (Suppl 2): 179-185.
- [12] 景在平. 主动脉夹层的诊断和腔内隔绝术应用指南(初稿)[J]. 中国实用外科杂志, 2004, 24: 129-133.
- [13] Austermann M, Donas KP, Panuccio G, et al. Pararenal and thoracoabdominal aortic aneurysm repair with fenestrated and branched endografts: lessons learned and future directions[J]. J Endovasc Ther, 2011, 18:157-160.
- [14] Canaud L, Alric P, Desgranges P, et al. Factors favoring stent-graft collapse after thoracic endovascular aortic repair[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 139: 1153-1157.
- [15] Arora L, Hosn MA. Spinal cord perfusion protection for thoraco-abdominal aortic aneurysm surgery[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2019, 32: 72-79.
- [16] Fairman RM, Criado F, Farber M, et al. Pivotal results of the medtronic vascular talent thoracic stent graft system: the VALOR trial[J]. J Vasc Surg, 2008, 48: 546-554.
- [17] Gupta D. Regarding "low incidence of paraplegia after thoracic endovascular aneurysm repair with proactive spinal cord protective protocols"[J]. J Vasc Surg, 2013, 58: 858.
- [18] 杨丽丽, 师楠, 孙洪涛. 心血管介入治疗中造影剂肾病防治研究现状[J]. 山东化工, 2015, 44: 54-55.
- [19] IMPROVE Trial Investigators, Powell JT, Sweeting MJ, et al. Endovascular or open repair strategy for ruptured abdominal aortic aneurysm: 30 day outcomes from IMPROVE randomised trial[J]. BMJ, 2014, 348:f7661.
- [20] 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.
- [21] 陈岩, 朱杰昌, 戴向晨, 等. 台上体外开窗技术治疗胸腹主动脉病变[J]. 中华普通外科杂志, 2018, 33: 196-200.
- [22] Chuter TA, Gordon RL, Reilly LM, et al. An endovascular system for thoracoabdominal aortic aneurysm repair[J]. J Endovasc Ther, 2001, 8: 25-33.
- [23] Verhoeven EL, Tielliu IF, Bos WT, et al. Present and future of branched stent grafts in thoraco-abdominal aortic aneurysm repair: a single-centre experience[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2009, 38: 155-161.
- [24] Sweet MP, Hiramoto JS, Park KH, et al. A standardized multi-branched thoracoabdominal stent-graft for endovascular aneurysm repair[J]. J Endovasc Ther, 2009, 16: 359-364.
- [25] Schneider DB, Agrusa CJ, Ellozy SH, et al. Analysis of the learning curve and patient outcomes of endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms using fenestrated and branched stent grafts[J]. Ann Vasc Surg, 2018, 268: 640-649.
- [26] Kasirajan K. Branched grafts for thoracoabdominal aneurysms: off-label use of FDA-approved devices[J]. J Endovasc Ther, 2011, 18: 471-476.
- [27] 谷涌泉, 郭连瑞, 郭建明, 等. 胸主动脉覆膜支架联合八爪鱼技术腔内修复复杂胸腹主动脉瘤[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 487-490.

(收稿日期: 2018-12-27)

(本文编辑: 边 皓)