

· 论 著 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2022.03.07

股动脉经导管主动脉瓣置换治疗单纯主动脉瓣反流

金 屏,徐臣年,翟蒙恩,周国磊,马燕燕,郭 红,刘 洋,杨 剑

[摘要]:目的 探讨股动脉途径经导管主动脉瓣置换术(TAVR)结合计算机建模治疗主动脉瓣反流(AR)的可行性、有效性及近中期临床治疗效果。**方法** 选取2020年1月至2021年1月在西京医院接受TAVR手术的AR患者28例,患者平均年龄(73.81 ± 4.68)岁,其中男18例,女10例。术前AR反流量(13.98 ± 8.34)ml,所有患者成功施行TAVR治疗。通过术前采集AR患者CT影像数据,将患者CT数据导入Mimics软件进行重建,结合计算机建模技术制作AR相关解剖结构模型,行术前影像学评估,制定合理手术方案,数字剪影造影下行经股动脉TAVR,术中以经食道超声监测并评价手术情况,术后1、3、6、12个月门诊随访,结合并发症发生率、随访影像学等检查检验结果进行术后评价。**结果** 28例AR患者成功施行TAVR,计算机建模辅助TAVR术前评估与实际手术情况相符。全组28例患者均成功完成手术,总体手术时间(98.28 ± 35.26)min,其中血管造影照射时间(31.38 ± 4.75)min,术后至出院时间(5.00 ± 2.14)d,总住院时间(9.75 ± 3.07)d。植入Venus-A瓣膜20枚,VitaFlow瓣膜8枚。主动脉瓣流速(181.32 ± 61.90)cm/s,跨主动脉瓣压差(14.85 ± 10.78)mmHg。术后主要并发症包括瓣周漏2例(7.14%),分别为2ml,3ml;2例术后植入起搏器(7.14%)。**结论** 经股动脉途径TAVR治疗AR近中期疗效较好,其确切治疗效果仍需要长期大样本的临床试验结果的验证。

[关键词]: 主动脉瓣反流;介入治疗;经导管主动脉瓣置换;计算机建模;心脏;手术

Clinical effect of aortic regurgitation treated by transcatheter aortic valve replacement via femoral artery

Jin Ping, Xu Chennian, Zhai Mengen, Zhou Guolei, Ma Yanyan, Guo Hong, Liu Yang, Yang Jian

Department of Cardiovascular Surgery, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Shaan'xi Xi'an 710032, China

Corresponding author: Yang Jian, Email: yangjian1212@hotmail.com

[Abstract]: Objective To investigate the feasibility, effectiveness, short-term and medium-term clinical effects of transcatheter aortic valve replacement (TAVR) via femoral artery combined with computer modeling in the treatment of aortic regurgitation (AR). **Methods** From January 2020 to January 2021, 28 patients with AR underwent TAVR in Xijing Hospital were selected. The average age of the patients was (73.81 ± 4.68) years old, including 18 males and 10 females. The aortic regurgitation was (13.98 ± 8.34) ml, and all patients were successfully treated with TAVR. The CT image data of AR patients were collected preoperatively and imported into Mimics software for reconstruction. Combined with computer modeling technology, the AR and related anatomical structure model were made for preoperative imaging evaluation. The operation was monitored and evaluated by transesophageal ultrasound during the operation. The patients were followed up 1, 3, 6 and 12 months after the operation. The postoperative evaluation was carried out according to the incidence of complications and follow-up imaging results. **Results** TAVR was successfully performed in 28 patients with AR. Computer modeling could accurately assist the preoperative evaluation of TAVR, and the preoperative computer-aided reconstruction evaluation was consistent with actual operation. The total operation time was (98.28 ± 35.26) min including DSA irradiation time of (31.38 ± 4.75) min. The postoperative discharge time and total hospital stay were (5.00 ± 2.14) d and (9.75 ± 3.07) d respectively. A total of 20 Venus-A valves and 8 VitaFlow valves were used. The velocity of aortic valve was (181.32 ± 61.90) cm/s, and the pressure difference across aortic valve was (14.85 ± 10.78) mmHg. The main postoperative complications included perivalvular leakage in 2 cases (7.14%), 2ml and 3 ml respectively, and pacemaker implantation in 2 cases (7.14%). **Conclusion** TAVR via

基金项目:国家重点研发计划(2020YFC2008100);陕西省创新能力支撑计划-科技创新团队项目(S2020TD-034);沈阳市科学技术计划(20-205-4-039)

作者单位:710032 西安,空军军医大学第一附属医院心血管外科

通信作者:杨 剑,Email: yangjian1212@hotmail.com

femoral artery is effective in the treatment of AR in the short and medium term, and its exact therapeutic effect still needs to be verified by the results of long-term and large sample clinical trials.

[Key words]: Aortic regurgitation; Interventional therapy; Transcatheter aortic valve replacement; Computational modeling; Heart; Surgery

主动脉瓣反流(aortic regurgitation, AR)是常见的主动脉瓣膜病,以往开胸行主动脉瓣膜置换(surgical active valve replacement, SAVR),对于高龄、心功能差等高危患者风险高。而不能耐受 SAVR 的 AR 患者,病情逐步加重,将严重威胁患者生命及生活质量。经导管主动脉瓣置换(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)通过微创途径置换原有病变瓣膜,成为瓣膜病介入治疗的新手段。目前 TAVR 适应证为不能接受 SAVR 的高龄高危主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)患者^[1-3],对不能行 SAVR 的 AR 患者,本中心尝试经股动脉 TAVR 治疗。同时结合多种不同的计算机建模模拟患者病变主动脉瓣模型,辅助对解剖结构的认识^[4-5]。笔者回顾性研究 2020 年 1 月至 2021 年 1 月空军军医大学西京医院 TAVR 治疗 AR 患者 28 例,总结 TAVR 治疗 AR 临床经验。

1 资料与方法

1.1 患者资料 病例选取 2020 年 1 月至 2021 年 1 月在本院心血管外科接受 TAVR 手术的 AR 患者 28 例,患者平均年龄、性别、术前诊断、心功能分级等一般情况、术前超声测量 AR 平均反流量、AR 同时伴二尖瓣反流(mitral regurgitation, MR)平均反流量、伴三尖瓣反流(tricuspid regurgitation, TR)平均反流量、瓣环直径、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)和左室舒张末期容积(end-diastolic volume, EDV)等状况均见表 1。

1.2 术前检查及评估 术前常规检查,所有患者行经胸彩色多普勒超声以完善术前检查,同时明确 AR 诊断、AR 反流量、以及 LVEF、左室横径(left ventricular diameter, LVD)和长径等心功能指标(表 1,图 1)。

术前行 CT 血管造影(CT angiography, CTA)检查(德国西门子公司 Flash CT),经肘静脉注射造影剂优维显 100 ml(3.0 ml/s),扫描范围自主动脉弓至耻骨联合。扫描后 DICOM(医学数字影像和通讯)格式导入 Mimics 21.0 软件,对主动脉瓣、主动脉根部解剖结构、股动脉入路等进行三维重建并测量瓣环长短径、升主动脉直径、左室流出道、左右冠脉开口距瓣环平面距离等(图 2)。影像资料提取范围

表 1 主动脉瓣反流患者一般资料(n=28)

项目	数据
男/女(n)	18/10
年龄(岁)	73.81±4.68
主动脉瓣反流伴二尖瓣反流(n)	22
二尖瓣反流反流量(ml)	6.22±4.94
主动脉瓣反流伴三尖瓣反流(n)	18
TR 反流量(ml)	5.91±4.64
术前 NYHA 心功能分级	
Ⅲ级(n)	22
Ⅳ级(n)	6
左室射血分数(%)	47.63±10.42
AR 反流量(ml)	13.98±8.34
主动脉瓣环直径(mm)	23.92±2.78
左室舒张末期容积(ml)	180.94±72.74

注:NYHA:纽约心脏病协会

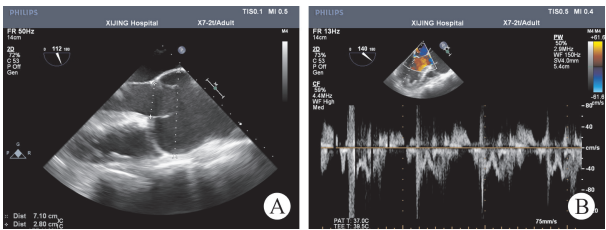


图 1 术前超声检查明确主动脉瓣关闭不全诊断及程度
注:A:二维超声显示主动脉瓣关闭不全;B:瓣膜血流及流速测量

包括整个主动脉瓣、主动脉窦部部分,重建模型行表面修饰,并以立体光刻(stereo lithography, STL)格式导出模型并利用 3D 打印技术制作主动脉根部模型进行术前评估,明确个体化手术方案的制定(图 3)重建过程参考文献[11]。

1.3 介入手术过程 全麻后显露并穿刺患者右侧股动脉,置入股鞘(6 F);穿刺患者右侧桡动脉,置入桡动脉鞘管(5 F)。猪尾巴导管(5 F)经逆行途径置于主动脉根部,造影。泥鳅导丝引导 AL2 导管至主动脉根部。置换直头泥鳅导丝(260 cm),引导 AL2 导管通过主动脉瓣,并置入主动脉鞘管(20 F)。AL2 导管内送入 lunderquist 导丝,并留于左心室,撤出 AL2 导管。造影显示主动脉根部,观察瓣环大小

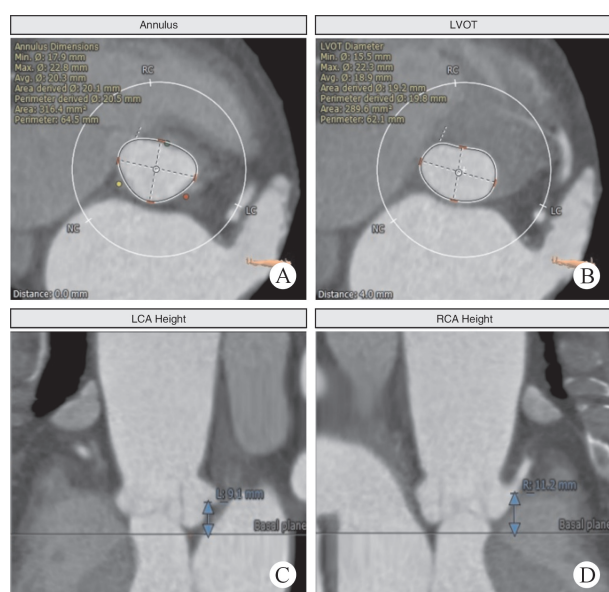


图2 术前CT血管成像影像学评估

注:A:瓣环平面大小的测量;B:左室流出道测量;C、D:左右冠状动脉开口距瓣环平面高度的测量

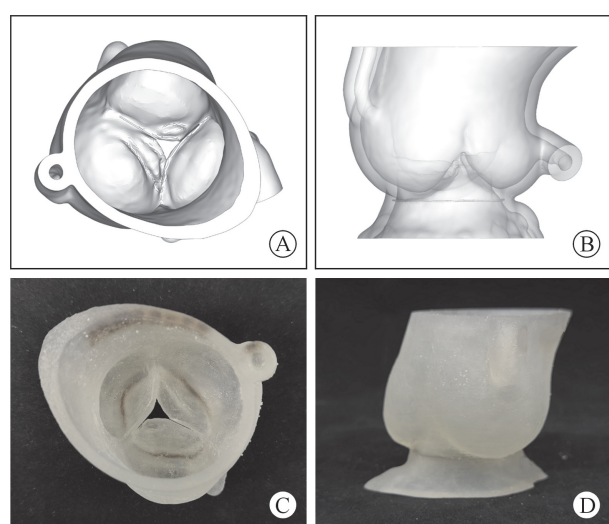


图3 术前计算机重建及3D打印影像学评估

注:A~B:不同角度及透视角显示主动脉瓣病变;C~D:不同角度观察主动脉瓣病变3D打印模型

及反流。结合术中经食管超声结果及术前CT评估结果,选用相应型号 Venus-A 瓣膜(中国杭州启明公司)或 VitaFlow 瓣膜(中国上海微创公司)。瓣膜输送系统沿 lunderquist 导丝到达瓣环水平,造影并调整释放位置,释放瓣膜后造影显示瓣膜位置及判断是否发生并发症。同时观察患者血压等心电监护指标,术后即刻经食道超声监测瓣膜位置、瓣叶开闭情况,确认正常后,撤出系统。密切监测血流动力学指标,病情平稳后送至监护室观察,持续稳定后转回

普通病房治疗(图4)。手术过程可参考文献[10]。

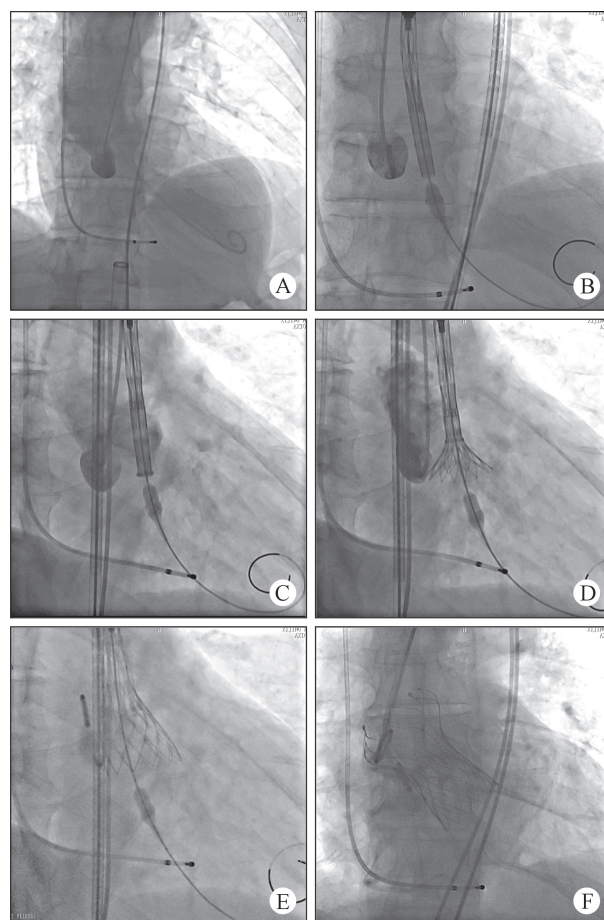


图4 术中造影显示经导管主动脉瓣膜释放过程

注:A:主动脉根部造影;B:系统进入,瓣膜展开平面到达预定瓣环平面;C:调整系统位置;D:瓣膜释放;E:瓣膜接近完全释放;F:瓣膜完全释放后,系统撤出,术后造影无瓣周漏

1.4 随访与数据分析 患者于普通病房中应密切观察生命体征、心律及液体出入量,术后第3日复查超声心动图,确定无并发症后,术后第4日患者出院,于术后1、3、6、12个月门诊复查随访,后每年复诊,记录并统计 LVEF 值、EDV、LVD 等数据,并与术前数据进行比较分析,监测并评估并发症情况。

所有数据统计采用 SPSS 21.0 软件分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料以率表示,LVEF、EDV、LVD 等数据比较采用配对样本 t 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

全组 28 例患者均成功完成手术,总体手术时间(98.28 ± 35.26)min,其中血管造影照射时间(31.38 ± 4.75)min,术后至出院平均时间间隔(5.00 ± 2.14)d,

总住院时间(9.75 ± 3.07)d。介入器械使用情况: Venus-A 瓣膜 20 枚, VitaFlow 瓣膜 8 枚。主动脉瓣流速(181.32 ± 61.90) cm/s, 跨主动脉瓣压差(14.85 ± 10.78) mmHg。术后患者常规行经胸超声心动图复查, 部分患者行经食管超声心动图检查, 主要观察瓣膜位置情况、评估瓣周漏等并发症以及主动脉瓣反流量改善情况(图 5)。主要并发症包括瓣周漏 2 例(7.14%), 分别为 2 ml, 3 ml; 2 例患者因窦性心动过缓分别于术后 6 d 及 1 年植入起搏器(7.14%)。全组患者随访中无死亡, 未出现严重并发症。术后随访超声结果提示全组患者心功能均有不同程度改善, AR 减少或基本消失, MR 和 TR 消失或明显减少, 心脏结构逐渐重塑(图 6)。

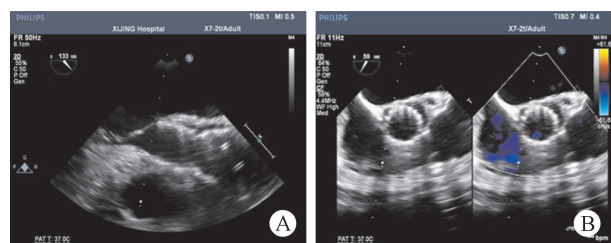


图 5 术后经食道超声检查
注: A: 瓣膜位置良好; B: 无瓣周漏

3 讨论

AR 是常见的以舒张期血液从主动脉反流进入左心室为特征的瓣膜病, 可由多种病因引起, 并可影响主动脉瓣尖或主动脉根部。AR 患者的临床表现取决于反流的严重程度, AR 患者病情长期进展, 胸腔会出现适应性改变。超声心动图是确定 AR 病因及严重程度的主要方法。AR 患者的病理生理学、血液动力学及临床表现取决于反流严重程度和病程长短。长期 AR 导致左心室扩张, 心功能严重受损, 威胁患者健康及生活质量。老年退行性瓣膜病变患者心功能较差, 接受 SAVR 风险高, 随着患者安全性要求不断提高, TAVR 成为 SAVR 之外的另一选择。然而, TAVR 体外手术模拟和介入方案选择被视为是提高手术成功率和患者安全性的重要因素^[6-8]。目前国内越来越多的中心尝试开展 TAVR, 病例数不断增长, 但利用影像学重建技术、3D 打印技术以及计算机建模模型辅助 TAVR 手术的中心和报道均较少^[13-15]。计算机建模技术及 3D 打印技术能够充分模拟患者主动脉瓣的解剖结构以及毗邻组织关系, 具有患者个体化特征, 能够使术者更好地理解复杂心脏解剖或变异^[9-10]。计算机建模模型也可以被

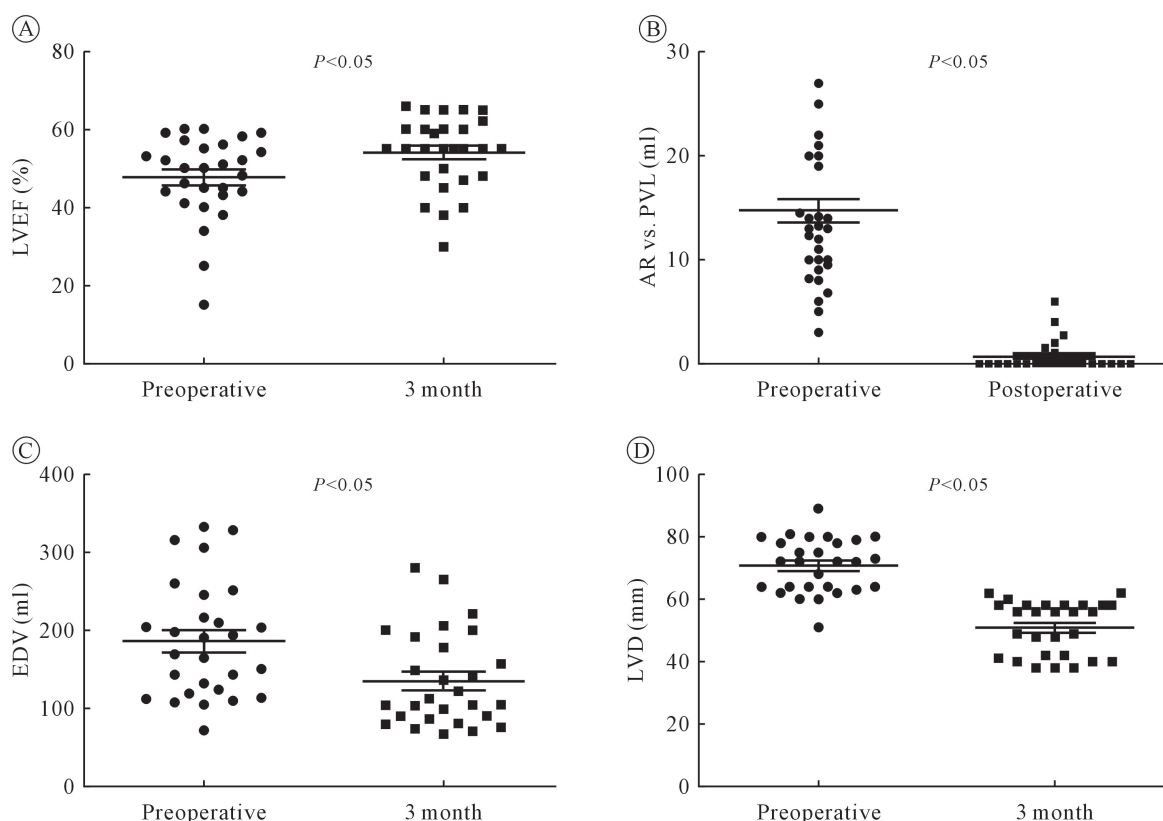


图 6 术后 3 个月心脏超声随访结果比较

注: preoperative; 术前; LVEF; 左室射血分数; PVL; 主动脉瓣反流量; EDV; 左室舒张末容积; LVD; 左室横径

分割成不同截面,对于手术训练大有裨益,在心血管领域用于完善患者术前风险评估,已经取得了部分成功的临床经验^[11-16]。

与主动脉瓣狭窄不同,单纯性 AR 患者没有瓣膜钙化及环形扩张,使 TAVR 治疗 AR 更为复杂。欧洲心脏病调查显示严重 AR 和 LVEF 在 30%~50%之间的患者接受介入治疗,只有 3%左右的 LVEF<30%的患者接受手术治疗,高龄和并发症多常导致最终采取保守治疗,患者年死亡率约为 10%~20%^[17]。虽然不被指南所推荐,对于高风险的严重先天性 AR, TAVR 似乎是合理的选择。TAVR 的一项 meta 分析证明了 TAVR 应用于高危先天性 AR 患者的可行性^[18]。首先,大约 50%的 AR 病因是由于主动脉病变,而非先天性瓣膜功能障碍。这种并发严重 AR 和主动脉根部病理性扩张限制了目前使用的介入瓣膜应用,一般认为 TAVR 不适用于直径超过 30 mm 的升主动脉扩张患者。此外,原发性单纯性 AR 患者左心室的扩张,瓣膜少有钙化,介入瓣膜缺少锚定点,导致瓣膜移位的风险增加。然而,与第一代 TAVR 瓣膜相比,新一代器械具有可回收和特定的锚定技术^[19]。其他专用于治疗 AR 的介入瓣膜也处于不同的临床试验阶段^[20-21]。虽然 TAVR 最常用于主动脉瓣狭窄,但它越来越多地用于 AR 患者,改善预后,预防长期并发症。

有关瓣膜的选择,由于 AR 缺少钙化支撑或锚定点,在 TAVR 术中易发生瓣膜移位、瓣周漏、需要瓣中瓣的几率高等风险。对于 AR 患者,其常伴有主动脉根部、升主动脉的扩张,此类患者,通常建议行传统外科手术治疗。而其中仅 1/5 LVEF<50%的老年重度 AR 患者接受了外科手术,未治疗患者的死亡率逐年递增 20%^[17],单纯 AR 患者行 TAVR 治疗前应充分考虑解剖适应证选择,主要评估指标包括左室流出道大小、瓣环长短径以及升主动脉扩张情况。单纯 AR 行经心尖 TAVR 时, J-Valve(苏州杰成科技有限公司)的锚定结构有利于瓣膜的稳定,对于瓣环直径大于 30 mm 的患者,本中心也采用补片缝合技术以增加摩擦力的方法,提高瓣膜实际应用过程中的锚定支撑能力。经股动脉途径,本中心较常选用长支架自膨式瓣膜,如本研究中的 Venus 与 Vita Flow 瓣膜,在术前影像学评估辅助确定瓣膜型号时,通常按大于瓣环测量直径的 15%~20%的标准选择接近型号的介入瓣膜。在术中释放环节,瓣膜释放成功与否则更多的依赖于释放技术,如初始定位的准确性、多体位反复判断释放位置的锚定程度以及高速起搏状态下快速释放及术者之间

的协同配合。

本研究纳入的 28 例 AR 患者均在术前进行完善的影像学评估,选择合适型号的介入瓣膜及手术方案,利用计算机建模技术制作主动脉瓣模型,术前即对患者解剖结构有充分的认识,为成功行经股动脉 TAVR 提供保障,术后患者恢复良好,症状改善,目前定期随访。术后 CTA 数据重建后仍可进行术后影像学评估,同时也为医患沟通、医学教育提供便利。本研究验证了股动脉途径 TAVR 治疗 AR 的有效性及安全性,同时也反映了计算机建模技术在辅助 TAVR 术前影像学评估的作用。

综上,经股动脉途径 TAVR 治疗 AR 的近中期疗效较好,其确切治疗效果仍需要长期大样本的临床试验结果的验证。计算机建模模型与成像工具相结合,提供了良好的手术前后评估及再评估手段,已成为 TAVR 顺利实施的有力辅助手段。诚然,本研究中的计算机建模只是初步经验,只能提供影像学辅助作用,如能引入有限元分析等量化模拟指标进行模拟,将可能得到更为真实的模拟效果。

参考文献:

- [1] De Backer O, Sondergaard L. Challenges when expanding transcatheter aortic valve implantation to younger patients[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2018, 5: 45.
- [2] De Ronde-Tillmans MJ, de Jager TA, Goudzwaard JA, *et al*. Long-term follow-up of quality of life in high-risk patients undergoing transcatheter aortic valve implantation for symptomatic aortic valve stenosis[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2018, 15(4): 261-267.
- [3] Falk V, Baumgartner H, Bax JJ, *et al*. 2017 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2017, 52(4): 616-664.
- [4] Bartel T, Rivard A, Jimenez A, *et al*. Three-dimensional printing for quality management in device closure of interatrial communications[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17(9): 1069.
- [5] Hernandez-Enriquez M, Brugaletta S, Andreu D, *et al*. Three-dimensional printing of an aortic model for transcatheter aortic valve implantation: possible clinical applications[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(2): 283-285.
- [6] Gaede L, Kim WK, Liebetrau C, *et al*. Pacemaker implantation after TAVI: predictors of AV block persistence[J]. *Clin Res Cardiol*, 2018, 107(1): 60-69.
- [7] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, *et al*. 2017 AHA/ACC focused update of the 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the american college of cardiology/american heart association task force on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2017, 135(25): e1159-e1195.

(转第 183 页)