瓣膜性心脏病

经导管主动脉瓣置换术治疗重度主动脉瓣狭窄的单中心经验总结*

张励庭[1] 张劲[1] 杨醒[1] 刘卫其[1] 吴颖[1] 韩莹[1] 廖小卒[1] 刘少中[1] 何阳胜[1] 冯力[1]

［摘要］ **目的**:探讨重度主动脉瓣狭窄(AS)患者经导管主动脉瓣置换术(TAVR)的安全性及有效性。**方法**:回顾性连续收集2017年12月—2023年12月中山市人民医院进行TAVR的89例重度AS患者基线特征、影像学评估、围手术期及术后随访的结果,并进行经验性总结。**结果**:平均年龄74.0(69.5,80.0)岁,美国胸外科协会(STS)评分4.45%(3.19%,6.49%);二叶式主动脉瓣为46例(51.69%)。所有患者接受全身麻醉,以股动脉作为血管入路,自膨式瓣膜与球扩式瓣膜分别为82例(92.13%)、7例(7.87%)。技术成功率为97.75%,器械成功率为94.38%。术后纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级Ⅲ及Ⅳ级者比例下降(68.54% vs 3.37%,$P<0.001$),N末端脑钠肽前体明显下降,左心室舒张末期内径改善,主动脉瓣峰值跨瓣压差下降,主动脉瓣峰值跨瓣流速下降。围手术期并发症以瓣周漏最为常见为48例(53.93%),轻、中、重度瓣周漏所占比例分别为34.83%、15.73%、3.37%。新发房室传导阻滞13例(14.44%),新发完全性左束支传导阻滞19例(21.35%),需植入永久起搏器者8例(8.99%);发生心包填塞者6例(6.74%);手术入路主要血管并发症3例(3.37%);造影剂诱发急性肾损伤9例(10.11%);急性缺血性脑卒中1例(1.12%)。术后平均随访时间为(23.55±18.08)个月,全因死亡为10例(11.24%)。其余患者生活质量均得到明显改善。**结论**:TAVR改善重度AS患者的生存率及生活质量,具有良好的安全性及有效性。

［关键词］ 主动脉瓣狭窄;经导管主动脉瓣置换术;并发症
DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.10.012
［中图分类号］ R541 ［文献标志码］ A

Experience of transcatheter aortic valve replacement for severe aortic stenosis in single center

ZHANG Liting ZHANG Jin YANG Xing LIU Weiqi WU Ying HAN Ying LIAO Xiaozu LIU Shaozhong HE Yangsheng FENG Li
(Department of Cardiology, Zhongshan People's Hospital, Zhongshan, Guangdong, 528400, China)
Corresponding author: ZHANG Liting, E-mail: drzhangliting@163.com

Abstract **Objective**: To investigate the safety and efficacy of transcatheter aortic valve replacement(TAVR) in patients with severe aortic stenosis(AS). **Methods**: The baseline characteristics, imaging evaluation, perioperative and postoperative follow-up results of 89 patients with severe AS who underwent TAVR in Zhongshan People's Hospital from December 2017 to December 2023 were retrospectively collected, and summarized. **Results**: The mean age was 74.0(69.5, 80.0) years, and the American Society for Thoracic Surgery(STS) score was 4.45%(3.19%, 6.49%). Bicuspid aortic valve disease was found in 46 cases(51.69%). All patients received general anesthesia and femoral artery was used as the vascular approach. The 82 patients(92.13%) had self-dilatation valve and 7 patients(7.87%) had spherical dilatation valve. The technical success rate was 97.75%, and the instrument success rate was 94.38%. The proportion of patients with New York Heart Association(NYHA) grade Ⅲ and Ⅳ decreased after surgery(68.54% vs 3.37%, $P<0.001$), the N-terminal brain natriuretic peptide prebody decreased significantly, the left ventricular end-diastolic diameter improved, the peak trans-valve pressure decreased, and the peak trans-valve flow rate decreased. Perivalvular leakage was the most common complication in 48 cases(53.93%), and the proportion of mild, moderate and severe perivalvular leakage were 34.83%, 15.73% and 3.37%, respectively. There were 13 cases(14.44%) of new atrioventricular block, 19 cases

*基金项目:中山市科技局项目(No:2020B1118)
[1]中山市人民医院心血管内科(广东中山,528400)
通信作者:张励庭,E-mail:drzhangliting@163.com

引用本文:张励庭,张劲,杨醒,等.经导管主动脉瓣置换术治疗重度主动脉瓣狭窄的单中心经验总结[J].临床心血管病杂志,2024,40(10):839-844.DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.10.012.

(21.35%) of new complete left bundle branch block, and 8 cases(8.99%) of patients needed permanent pacemaker implantation. Pericardial tamponade occurred in 6 cases(6.74%). There were 3 cases(3.37%) of major vascular complications of surgical approach. Contrast media-induced acute kidney injury was in 9 cases(10.11%); Acute ischemic stroke occurred in 1 case(1.12%). The mean follow-up time was(23.55±18.08) months, and 10 cases(11.24%) died of all causes. The quality of life of other patients was significantly improved. **Conclusion**: TAVR is safe and effective in improving the survival rate and quality of life in patients with severe aortic stenosis.

Key words aortic stenosis; transcatheter aortic valve replacement; complications

主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)是最常见的瓣膜性心脏病之一，其发病率随着年龄增长而增高。一份关于美国明尼苏达州长达20年的流行病学分析显示，重度AS的发病率达52.5/10万[1]。在欧美国家80岁以上人群的AS患病率甚至可高达10%[2]。在1990—2019年近30年中，中国AS患病人数增加了约85万例，年龄标化患病率升至42.75/10万，患病人数最多的年龄段为65～69岁，患病率及发病率均呈持续上升趋势[3]。如AS未能得到及时、有效手术治疗，其1年及5年生存率仅分别为60%和32%[4]。主动脉瓣置换术曾是AS唯一且最为有效的治疗手段，然而却因外科手术风险高和合并症多，未能应用到所有AS患者中[5]。

经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)自问世且首次人体植入成功后，短短十余年彻底改变了高危AS的治疗困境[6]。2017年后，TAVR的适应证进一步从治疗高、中危扩大至低危患者[7]。伴随着TAVR领域的循证证据及指南更新，出现了不同问题，如远期预后、瓣膜耐用性及患者全生命周期管理等。这些问题尚需进一步的循证医学证据来处理，然而国内这方面的数据依然不足。我院自2017年开展中山市首例TAVR以来，共处理了89例AS患者。现将本中心近6年来所有AS患者行TAVR的资料及经验进行阶段性总结和分析。

1 对象与方法

1.1 对象

回顾性纳入2017年12月—2023年12月在中山市人民医院心血管内科诊断重度AS并接受TAVR的患者89例。所有患者均按照《中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识(2021版)》[8]中TAVR适应证和禁忌证标准进行入选及排除。患者入选后由我院结构性心脏病诊治团队共同评估，签署手术知情同意书后安排TAVR。

1.2 基线数据采集

采集所有研究对象的年龄、性别、既往史及手术史，以及围术期美国纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级，记录相关检验指标，计算美国胸外科协会(Society of Thoracic Surgery, STS)评分、体重指数(body mass index, BMI)，分析术前心电图资料。

1.3 TAVR围术期影像学评估

术前行心电门控256层多排计算机断层扫描(multislices computed tomography, MSCT)，并通过3mensio软件对最佳时期影像进行三维重建及分析，测量主动脉根部解剖结构及预测术中冠状动脉(冠脉)堵塞风险等，制定合适的手术入路、策略及选取置入的人工瓣膜种类及尺寸。术中利用经食管超声心动图(transoesophageal echocardiography, TEE)评估主动脉瓣人工膜置入后的功能及效果。

1.4 围术期管理

患者术前禁食10 h并预防性静脉用抗生素，在介入导管室以数字减影血管造影引导，连接心电监护、有创血压监测，全身麻醉及镇静、镇痛、肌肉松弛，气管插管、机械通气、导尿、建立深静脉置管，经食管超声探头辅助术中评估。

对经股动脉途径入路合适者，经对侧股动脉正向造影辅助主入路侧股动脉穿刺并预埋两把Proglide血管缝合器，置入输送鞘管；常规肝素化，使活化凝血时间维持在250～350 s。利用副入路侧置入至无冠窦的猪尾导管最低点作为瓣环参考线，并在主动脉根部完成造影。经股静脉置入临时起搏电极至右心室。使用6F Amplatz导管辅助导丝进行跨瓣后，交换已塑形成圆圈状的超硬导丝，建立输送轨道，在180次/min起搏下对主动脉瓣行球囊扩张并同时造影，判断是否需行冠脉保护。根据术前分析选用自膨式或球扩式瓣膜植入。人工瓣膜输送到位后，以180次/min起搏，待收缩压下降至60 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)左右释放瓣膜，并根据人工瓣膜影像及形态等决定是否后扩张或采取瓣中瓣植入策略。主入路穿刺口以预埋的Proglide血管缝合器缝合。术后即刻停用麻醉镇静剂以便达到手术台上顺利复苏。术后返心脏重症监护室。

1.5 观察指标

主要研究终点为术后的全因死亡，包括心源性死亡、非心源性死亡及不明原因死亡。次要研究终点为TAVR术后的有效性及安全性。有效性指标包括手术成功率、人工瓣膜功能及临床转归，其中手术成功率包含技术成功率及器械成功率。安全性主要是指有无并发症及其发生率，并发症包括急性心肌梗死、主动脉根部损伤或瓣环破裂、人工瓣

膜移位、瓣周漏、心电传导异常如高度房室传导阻滞(atrial-ventricular block，AVB)、完全性左束支传导阻滞(left bundle branch block，LBBB)、血管并发症(血肿、夹层、动静脉瘘)、脑血管事件如短暂脑缺血发作或卒中、造影剂诱导的急性肾损伤(contrast-induced acute kidney injury，CIAKI)等。上述指标的相关定义参照瓣膜学术研究联盟-3(The Valve Academic Research Consortium-3，VARC-3)中的标准[9]。随访方式以门诊和电话随访为主。

1.6 统计学处理

使用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{X}\pm S$ 描述，比较采用配对样本 t 检验；不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示，组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。计数资料以频数或百分比表示，比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床基线资料

本研究共纳入 89 例 TAVR 的重度 AS 患者，其中有 3 例为外科换瓣术后生物瓣衰退；以晕厥为首要症状者 7 例，占比 7.87%；STS 评分为 4.45%(3.19%，6.49%)，外科手术中高危者占比 61.8%。其他见表 1。

表 1 TAVR 患者临床基线资料

Table 1 General data

例(%)，$\bar{X}\pm S$，$M(P_{25}, P_{75})$

项目	数据
男性	54(60.67)
年龄/岁	74.0(69.5，80.0)
BMI/(kg/m²)	23.15±3.64
NYHA 心功能分级Ⅲ及Ⅳ	61(68.54)
吸烟	32(35.96)
高血压	60(67.42)
冠心病	55(61.80)
糖尿病	18(20.22)
慢性肾功能不全	17(19.10)
肺部疾病	5(5.62)
短暂脑缺血或卒中	4(4.49)
外周动脉疾病	24(26.97)
既往心房颤动	12(13.48)
既往完全性 LBBB	5(5.62)
既往完全性右束支传导阻滞	17(19.10)
STS 评分	
低危(<4%)	34(38.20)
中危(4%～8%)	39(43.82)
高危(>8%)	16(17.98)

2.2 影像学资料

89 例患者中二叶式主动脉瓣为 46 例(51.69%)，大部分为功能型二叶瓣(73.91%)。主动脉瓣钙化积分 480.0(254.0，866.5) mm³，中重度钙化者占比 51.68%；心脏为横位心(>60°)占比 21.34%，其他见表 2。

表 2 TAVR 患者影像学资料

Table 2 Imaging data of TAVR patients

例(%)，$\bar{X}\pm S$

项目	数据
瓣叶类型	
二叶式主动脉瓣	46(51.69)
三叶式主动脉瓣	40(44.94)
外科生物瓣衰败	3(3.37)
主动脉瓣环平均直径/mm	23.94±3.02
主动脉瓣环周长/mm	75.85±9.27
主动脉瓣环面积/mm²	448.01±109.90
STJ 高度/mm	22.29±4.37
STJ 平均直径/mm	31.17±5.00
心脏角度/°	50.83±10.04
主动脉瓣钙化积分	
轻度钙化(<400 mm³)	43(48.32)
中度钙化(400～600 mm³)	17(19.10)
重度钙化(>600 mm³)	29(32.58)

STJ：窦管结合部。

2.3 围术期结果

所有 TAVR 均为择期手术，入路均采取股动脉途径，麻醉方式均为全身麻醉联合镇静、肌肉松弛。其中 87 例患者完成手术，技术成功率及器械成功率分别达到 97.75%、94.38%。所有患者平均住院天数为(22.24±11.05) d，平均手术时间为(2.08±0.79) h，术后入住心脏重症监护室平均 52.00(46.00，107.25) h。

TAVR 联合经皮冠脉介入治疗(PCI)一站式共 8 例(8.99%)。使用球扩式瓣膜为 7 例，自膨式瓣膜为 82 例，其中二代可回收自膨式瓣膜 58 例(65.17%)。术中行冠脉保护策略 5 例，人工瓣膜释放后行球囊后扩张 37 例(41.57%)。

围手术期并发症方面，术中心包并填塞 2 例，考虑心脏破裂、紧急行体外膜肺氧合技术并转外科行心脏修补术；术后发生心包积液、心包填塞 4 例，经床旁紧急心包穿刺术引流处理后顺利出院。术后所有患者均无主动脉瓣反流，发生主动脉瓣周漏 48 例，发生率为 53.93%；轻度 31 例，中度 14 例，重度 3 例，其中 2 例重度瓣周漏因人工瓣膜移位所致，经采取瓣中瓣植入策略后改善至轻度瓣周漏。瓣膜植入后发生 LBBB19 例(21.35%)，AVB13 例(14.44%)，置入永久心脏起搏器(permanent pace-

maker implantation，PPM）8 例（8.99%），其余患者经治疗后心律转为窦性心律。术前有心房颤动患者共 15 例（16.85%），术后 24 h 内新发心房颤动 9 例（10.11%），经抗心律失常用药后转为窦性心律。手术入路及主要血管并发症发生 3 例（3.37%），分别为髂动脉夹层 2 例、股动脉假性动脉瘤 1 例。术后 1 例发生急性缺血性脑卒中导致单侧肌力乏力，经强化抗栓治疗后肌力恢复至正常。术后 9 例发生 CIAKI，其中有 4 例为术前已有慢性肾功能不全；9 例 CIAKI 患者分期及结果 1 期有 7 例、2 期有 1 例，经术后水化护肾等治疗后肾功能有所改善，4 期有 1 例并转为持续的血液透析治疗。见表 3。

2.4 围术期疗效性分析结果

对 89 例患者的 TAVR 围术期数据进行分析，术后 NYHA 心功能Ⅲ及Ⅳ级者占比明显下降（68.54% vs 3.37%，$P<0.001$）、术后 N 末端 B 型钠尿肽前体（NT-proBNP）明显下降。术后复查彩色超声示左室舒张末期内径（LVEDD）得到改善［（49.98±10.43）mm vs（47.53±9.31）mm，$P<0.001$］，主动脉瓣峰值跨瓣压差下降［（86.88±33.69）mmHg vs（20.82±11.65）mmHg；$P<0.001$］，峰值跨瓣流速下降［（4.55±0.93）m/s vs（2.19±0.63）m/s，$P<0.001$］。见表 4。

2.5 随访

围手术期死亡患者 2 例，其中 1 例为术中心脏破裂、心源性休克、死亡，另 1 例为术后感染难以纠正，死于感染性休克。

87 例 TAVR 患者术后随访，平均随访时间为（23.55±18.08）个月，全因死亡 10 例（11.24%），心源性死亡 2 例，非心源性死亡 2 例，余 6 例在家猝死，死因不详；急性脑卒中 2 例（2.25%），急性心力衰竭再住院 2 例（2.25%），其余患者术后生活质量明显改善。

表 3 TAVR 患者围术期数据及术后并发症

Table 3 Perioperative data and postoperative complications

例（%），$\bar{X}\pm S$，$M(P_{25},P_{75})$

项目	数值
入路途径：股动脉	89（100.00）
全身麻醉	89（100.00）
一站式 PCI＋TAVR	8（8.99）
冠脉保护策略	5（5.62）
主动脉瓣支架类型	
球扩式	7（7.87）
自膨式	82（92.13）
人工瓣膜后扩张	37（41.57）
瓣膜移位	3（3.37）
瓣中瓣策略	2（2.25）
心包填塞	6（6.74）
新发完全性 LBBB	19（21.35）
新发 AVB	13（14.44）
置入 PPM	8（8.99）
术后新发心房颤动	9（10.11）
急性缺血性脑卒中	1（1.12）
手术入路及主要血管并发症	3（3.37）
CIAKI	9（10.11）
瓣周漏	48（53.93）
轻度	31（34.83）
中度	14（15.73）
重度	3（3.37）
技术成功率	87（97.75）
器械成功率	84（94.38）
平均住院天数/d	22.24±11.05
手术时间/h	2.08±0.79
术后监护室住院时间/h	52.00（46.00，107.25）

表 4 TAVR 患者手术前后指标变化

Table 4 Changes of indexes before and after operation 例（%），$\bar{X}\pm S$，$M(P_{25},P_{75})$

指标	术前	术后	P
NYHAⅢ及Ⅳ级	61（68.54）	3（3.37）	<0.001
NT-proBNP/（ng/L）	2 941.0（949.5，10 086.0）	1 726.0（741.0，3 138.8）	<0.001
左房内径/mm	39.90±6.23	39.10±7.13	0.465
LVEDD/mm	49.98±10.43	47.53±9.31	<0.001
左室射血分数/%	58.43±13.75	59.03±11.98	0.662
峰值跨瓣压差/mmHg	86.88±33.69	20.82±11.65	<0.001
峰值跨瓣流速/（m/s）	4.55±0.93	2.19±0.63	<0.001

3 讨论

近年来 TAVR 领域不断有新的器械研发、术式改良、应用经验，适应证得以进一步拓宽。为进一步分析当前 TAVR 发展中的问题，推进 TAVR 规范安全、健康地发展，需要更多、具有地区代表性的临床证据。

本研究回顾性分析我院 89 例施行 TAVR 治疗的患者，以老年患者居多，同时合并多种基础性

疾病，大部分属于外科手术中高危风险，术前心功能活动耐量较差，与既往国内外 TAVR 研究的病患特征基本相似，但我院二叶式主动脉瓣病例数占比 51.69%，绝大多数为功能型二叶瓣，其比例数对比国内、国外的均更大[10-11]。提示广东地区 AS 中存在更高的主动脉瓣二叶瓣发病率，可能与风湿性心脏病在广东地区的高发病率相关，但还需要更多的流行病学研究证据证实。TAVR 手术在我院的成功开展，使本地区重度 AS 患者生存率得到明显提高，日常活动量及生活质量得到显著改善，术后主动脉瓣跨瓣压差、流速及左心室大小明显改善，并发症发生率低。我院 TAVR 总体成功率与国内外水平相当，证实了我院 TAVR 技术在国内处于领先水平，同时亦提示二叶式 AS 患者行 TAVR 的安全性及可靠性。

瓣周漏是 TAVR 最常见的并发症，发生率相对较高，不同人工瓣膜支架种类的发生率差异性大，各文献报道总体发生率为 26%～67%，多为轻度瓣周漏[12-13]。尽管我院 TAVR 病例绝大部分人工瓣膜支架释放定位良好，且瓣膜释放后行球囊后扩张的比例高，但由于二叶式主动脉瓣比例高，主动脉瓣多呈非对称性中重度钙化，部分病例的瓣叶融合部位存在明显钙化团块，以及早期所用自膨瓣因缺乏回收定位功能及支架外部裙边，因此导致人工瓣膜支架膨胀度欠佳，与主动脉瓣环的贴壁不良，瓣周漏的发生率增加。近年来部分人工瓣膜支架增添防瓣周漏技术，使得国内瓣周漏发生率降为 21.89%[10]。我院瓣周漏的发生率偏高但以轻度为主，伴随主动脉根部复合体的内皮化将得到改善，而中重度瓣周漏的发生率将通过技术的改良及产品结构的优化升级得到逐步降低。

新发的 LBBB 和 AVB 等心脏传导阻滞是 TAVR 患者常见并发症之一。随着 TAVR 器械改进，TAVR 所有并发症的发生率明显下降，但除外传导阻滞现象[14]。目前临床研究报道新发 LBBB 发生率约为 25%，因发生心脏传导阻滞而植入起搏器的发生率约为 13%，其中植入自膨式瓣膜比球扩式瓣膜所导致 LBBB 及 PPM 的发生率（18%～65%，25%～28%）远高于球扩式瓣膜（4%～30%，5%～7%）[15-16]。导致 PPM 的 AVB 大多数发生于 TAVR 术中，但仍有 30%患者发生在 48 h 内，甚至有少数患者发生于术后 1 个月后。基线右束支传导阻滞、解剖特征（如瓣环钙化、左心室流出道偏心性）和操作因素（植入物深度、支架种类及尺寸过大）被确定为发生传导阻滞和需要 PPM 的潜在危险因素[17-19]。我院 TAVR 以自膨式瓣膜为主，LBBB 和 AVB 发生率与既往文献报道中的发生率相似，均发生于术中。PPM 均于术后 1 周内植入，其发生率远低于既往文献报道且低于院内 AVR 发生率，可能得益于术中部分高危病例选择球扩瓣，或可回收瓣膜再定位时采取高度或零位释放、避免瓣膜植入过深，选择瓣膜尺寸较为合适及术后应用激素消炎减轻心肌水肿等，使部分 AVB 得以恢复窦性心律。

文献报道早期至今开展 TAVR 以来心包压塞发生率为 1%～2%[20-21]。其原因归结于导丝跨瓣，加硬导丝塑形欠佳或在左心室时操作不规范等引起主动脉窦部或者左心室穿孔。我院心包填塞事件多发生于开展 TAVR 的前期，其原因除了与这类患者存在横位心、心室腔小及心尖室壁薄等解剖因素加重手术操作难度外，亦可能与术者团队对 TAVR 术式存在学习曲线相关。后期通过对直头导丝跨瓣、加硬导丝头端塑型圆圈状，以及球囊扩张、进输送支架瓣膜时固定加硬导丝等细节过程上技巧的改良，心包填塞的发生率得到极大地降低。

TAVR 术后 12 h 内发生急性脑卒中 1 例，术后 1 年内发生 2 例，根据 VARC-3 中定义，分别属于围术期及早期脑卒中[9]；患者自身血管特性，球囊预扩张、输送系统输送、瓣膜回收及重置等操作引起斑块脱落以及快速起搏导致颅脑低灌注等手术因素主要影响围术期缺血性卒中的发生，而术后新发心房颤动可进一步导致院外发生脑卒中[22]。我院 AS 患者 TAVR 术后新发阵发性心房颤动发生率高于 2023 年我国瓣膜病中心所统计的 2.28%，其原因可能与围术期心功能、血流动力学、左心房张力等因素变化相关。总体心房颤动发生率增加了我院 AS 患者 TAVR 术后发生缺血性脑卒中的风险。对于术前或术后心房颤动发作需高度警惕围术期患者神经系统症状及体征有无异常，同时需评估启动抗凝治疗指征以预防心源性卒中。

本研究存在一定局限性，首先本研究为单中心、单臂的回顾性分析，其次缺乏相应的对照组，部分病例随访时间短。后续工作将开展以多中心、前瞻性、随机、对照研究，并扩增样本量和延长随访时间来进一步分析我国 TAVR 的疗效和预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Benfari G, Essayagh B, Michelena HI, et al. Severe aortic stenosis: secular trends of incidence and outcomes[J]. Eur Heart J, 2024, 45(21): 1877-1886.

[2] Rayner C, Adams H. Aortic stenosis and transcatheter aortic valve implantation in the elderly[J]. Aust J Gen Pract, 2023, 52(7): 458-463.

[3] 王梦龙，潘威，徐瑶，等. 1990～2019 年中国及全球非风湿性钙化性主动脉瓣疾病负担研究[J]. 中国循环杂志，2022，37(9)：907-913.

[4] Yokoyama Y, Takagi H, Kuno T. Early surgery versus conservative management of asymptomatic severe aortic stenosis: A meta-analysis[J]. J Thorac Cardio-

vasc Surg,2022,163(5):1778-1785. e5.

[5] Nishimura Y,Yasutsune T,Ikushima E,et al. Surgical therapy for patients with severe aortic stenosis in the era of transcatheter aortic valve replacement[J]. J UOEH,2019,41(4):397-408.

[6] Avvedimento M,Tang G. Transcatheter aortic valve replacement(TAVR):Recent updates[J]. Prog Cardiovasc Dis,2021,69:73-83.

[7] Otto CM,Kumbhani DJ,Alexander KP,et al. 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway for Transcatheter Aortic Valve Replacement in the Management of Adults With Aortic Stenosis:A Report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents[J]. J Am Coll Cardiol,2017,69(10):1313-1346.

[8] 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病专业委员会.中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识(2021版)[J].中国循环杂志,2022,37(1):12-23.

[9] VARC-3 Writing Committee,Généreux P,Piazza N,et al. Valve academic research consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research [J]. J Am Coll Cardiol,2021,77(21):2717-2746.

[10] Xie CM,Yao YT. The current practice of transcatheter aortic valve replacement in China[J]. J Card Surg,2022,37(10):3168-3177.

[11] Durko AP,Osnabrugge RL,Kappetein AP. Long-term outlook for transcatheter aortic valve replacement[J]. Trends Cardiovasc Med,2018,28(3):174-183.

[12] Hagar A,Li Y,Wei X,et al. Incidence,predictors,and outcome of paravalvular leak after transcatheter aortic valve implantation[J]. J Interv Cardiol,2020,2020:8249497.

[13] Welle GA,El-Sabawi B,Thaden JJ,et al. Effect of a fourth-generation transcatheter valve enhanced skirt on paravalvular leak[J]. Catheter Cardiovasc Interv,2021,97(5):895-902.

[14] Mack MJ,Leon MB,Thourani VH,et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients[J]. N Engl J Med,2019,380(18):1695-1705.

[15] Auffret V,Puri R,Urena M,et al. Conduction disturbances after transcatheter aortic valve replacement: current status and future perspectives[J]. Circulation,2017,136(11):1049-1069.

[16] 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病专业委员会.经导管主动脉瓣置换术中国专家共识(2020更新版)[J].中国介入心脏病学杂志,2020,28:301-309.

[17] Zaid S,Sengupta A,Okoli K,et al. Novel anatomic predictors of new persistent left bundle branch block after evolut transcatheter aortic valve implantation [J]. Am J Cardiol,2020,125(8):1222-1229.

[18] Lin GM,Huang WC,Han CL. Current knowledge for the risk factors of early permanent pacemaker implantation following transcatheter aortic valve replacement and what is next for the primary prevention? [J]. World J Cardiol,2024,16(1):54-57.

[19] 张文杰,孟哲,李黎,等.经导管主动脉瓣置入术后新发左束支传导阻滞危险因素分析及对左心室功能的影响[J].临床心血管病杂志,2022,38(5):495-500.

[20] Landes U,Barsheshet A,Finkelstein A,et al. Temporal trends in transcatheter aortic valve implantation,2008-2014:patient characteristics,procedural issues,and clinical outcome[J]. Clin Cardiol,2016,40:82-88.

[21] Liang Y,Dhoble A,Pakanati A,et al. Catastrophic cardiac events during transcatheter aortic valve replacement[J]. Can J Cardiol,2021,37(10):1522-1529.

[22] Macherey S,Meertens M,Mauri V,et al. Meta-Analysis of Stroke and Mortality Rates in Patients Undergoing Valve-in-Valve Transcatheter Aortic Valve Replacement[J]. J Am Heart Assoc,2021,10(6):e019512.

(收稿日期:2024-04-23)