

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.06.006

论著·临床

# 经导管主动脉瓣置换术和外科主动脉瓣置换术对主动脉瓣病患者心脏重构的影响

丁馨琪, 刘泓娇, 宋涛, 黄燕



基金项目: 国家自然科学基金资助项目(82100331); 湖北省自然科学基金资助项目(2023AFB797); 武汉市知识创新专项项目(2022020801020484); 中央高校自主科研项目(2042019kf0058)

作者单位: 430060 武汉, 武汉大学第一临床学院(丁馨琪, 刘泓娇); 430060 武汉大学人民医院心内科(宋涛, 黄燕)

通信作者: 黄燕, E-mail: huangyan721@whu.edu.cn

**【摘要】** 目的 比较主动脉瓣病(AVD)患者经导管主动脉瓣置换术(TAVR)和外科主动脉瓣置换术(SAVR)治疗后对心脏重构(包括心脏结构和心脏电活动)的影响。方法 回顾性选取2021年1月—2024年9月武汉大学人民医院收治的AVD患者107例,根据手术方式分为TAVR组( $n=53$ )和SAVR组( $n=54$ )。比较2组超声心动图检查指标[左心房内径(LAD)、左心室内径(LVD)、右心房内径(RAD)、右心室内径(RVD)、左心室射血分数(LVEF)]、心电图检查指标和心力衰竭指标N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)变化。结果 超声心动图指标比较,在瓣膜置换出院前24h和术后1个月时SAVR组LAD、LVD、RAD、RVD均较术前显著降低,术后6个月时SAVR组LVD、RVD较术前仍有显著差异( $P<0.05$ )。TAVR组患者LVD、RVD至术后1个月时明显减小,术后6个月LVEF明显上升( $P<0.05$ )。瓣膜置换出院前24hSAVR组LVD、RVD明显低于TAVR组( $P<0.05$ )。心电图指标比较,TAVR组患者瓣膜置换出院前24hQRS、QTc间期较术前显著延长( $P<0.05$ )。SAVR组患者心电图指标瓣膜置换出院前24h未见明显改变( $P>0.05$ )。TAVR组PR、QRS、QT间期长于SAVR组( $P<0.05$ )。血清NT-proBNP水平比较,TAVR组患者瓣膜置换出院前24h明显低于术前,而SAVR组患者瓣膜置换出院前24h较术前显著升高( $P<0.05$ )。结论 TAVR和SAVR均能改善心脏重构,TAVR能明显降低血清NT-proBNP水平,但心脏电活动异常的发生率高于SAVR。

**【关键词】** 主动脉瓣狭窄; 主动脉瓣关闭不全; 经导管主动脉瓣置换术; 外科主动脉瓣置换术; 心脏重构; 临床疗效

【中图分类号】 R542.5<sup>+</sup>2

【文献标识码】 A

**The influence of transcatheter aortic valve replacement and surgical aortic valve replacement on cardiac remodeling in patients with aortic valve disease** Ding Xinqi<sup>\*</sup>, Liu Hongjiao, Song Tao, Huang Yan.<sup>\*</sup> The First Clinical College of Wuhan University, Hubei, Wuhan 430060, China

Funding program: National Natural Science Foundation of China (82100331); National Natural Science Foundation of Hubei Province (2023AFB797); Knowledge Innovation Program of Wuhan-Shuguang Project (2022020801020484); Fundamental Research Funds for the Central Universities of China (2042019kf0058)

Corresponding author: Huang Yan, E-mail: huangyan721@whu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To comparatively analyze the influence of transcatheter aortic valve replacement (TAVR) and surgical aortic valve replacement (SAVR) on cardiac remodeling, including cardiac structure and cardiac electrical activity, in patients with aortic valve disease (AVD). **Methods** The clinical data of 107 AVD patients who were treated at Renmin Hospital of Wuhan University from January 2021 to September 2024 were retrospectively analyzed. Among them, 53 patients underwent TAVR and 54 patients underwent SAVR. Echocardiographic indicators, electrocardiogram indicators, and heart failure indicator N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) were collected and compared. **Results** In terms of echocardiography, immediately after surgery and 1 month postoperatively, left atrial diameter (LAD), left ventricular diameter (LVD), right atrial diameter (RAD), and right ventricular diameter (RVD) in the SAVR group were significantly lower than those before surgery. Up to 6 months postoperatively, LVD and RVD in the SAVR group still showed significant differences compared with preoperative values (all  $P<0.05$ ). In contrast, LVD and RVD in the TAVR group did not improve significantly until 1 month postoperatively (all  $P<0.05$ ). However, left ventricular ejection fraction (LVEF) in the TAVR group recovered signifi-

cantly at 6 months postoperatively ( $P < 0.05$ ), whereas LVEF did not improve significantly after SAVR. Postoperative LVD and RVD in the SAVR group were significantly lower than those in the TAVR group ( $P < 0.05$ ). In terms of electrocardiography, postoperative QRS and QTc intervals in the TAVR group were significantly longer than those before surgery (all  $P < 0.05$ ), while no obvious abnormalities were observed in the electrocardiogram indicators of the SAVR group postoperatively. After surgery, PR, QRS, and QT intervals in the TAVR group were significantly longer than those in the SAVR group (all  $P < 0.05$ ). In terms of laboratory tests, postoperative NT-proBNP in the TAVR group was significantly lower than that before surgery, while postoperative NT-proBNP in the SAVR group was significantly higher than that before surgery (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion**

The effect of TAVR on cardiac reverse remodeling is inferior to that of SAVR, but it is superior to SAVR in improving cardiac function and prognosis. In addition, TAVR can significantly reduce serum NT-proBNP and improve myocardial injury status, but the incidence of cardiac electrical activity abnormalities is higher than that of SAVR.

**【Key words】** Aortic stenosis; Aortic regurgitation; Transcatheter aortic valve replacement; Surgical aortic valve replacement; Cardiac remodeling; Therapeutic effect

主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)和主动脉瓣关闭不全(aortic regurgitation, AR)是最常见的需要进行瓣膜置换术的主动脉瓣病(aortic valve disease, AVD)。AS因瓣膜钙化导致左心室流出道梗阻,引起压力负荷增加及向心性肥厚,失代偿后出现左心室扩大、心输出量下降<sup>[1]</sup>;AR则因瓣膜结构异常或主动脉根部扩张导致舒张期血液反流,造成左心室容量与压力负荷双重增加,最终引起左心室扩大与收缩功能障碍<sup>[2-3]</sup>。对于出现临床症状的重度AVD患者,主动脉瓣置换术是首选的治疗方式。目前临床上主要通过内科经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)和外科主动脉瓣置换术(surgical aortic valve replacement, SAVR)来治疗瓣膜狭窄或关闭不全。TAVR因其低风险、高适应性等优势,应用日益广泛,其疗效已被证实不劣于SAVR<sup>[3-4]</sup>。尽管两种手术均能改善患者预后,但目前少有文献系统阐述TAVR和SAVR对患者术后心脏结构和电活动的影响。本研究将通过回顾性分析,比较TAVR与SAVR对AVD患者心脏重构的影响,为临床治疗方案的选择提供参考,报道如下。

### 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 回顾性选取2021年1月—2024年9月武汉大学人民医院收治的AVD患者107例,根据手术方式分为TAVR组( $n = 53$ )和SAVR组( $n = 54$ )。通过武汉大学人民医院信息化管理系统收集患者的临床资料,包括性别、年龄、既往史、烟酒史、既往瓣膜病治疗史、NYHA心功能分级等。与SAVR组比较,TAVR组患者年龄大,高血压、糖尿病、既往心律失常或心力衰竭、心功能NYHA分级Ⅲ~Ⅳ级比例高( $P < 0.05$ ),见表1。本研究经武汉大学人民医院医学伦理委员会审核通过(WDRY2021-KS067),患者和/或家属知情同意并签署知情同意书。

表1 TAVR组与SAVR组AVD患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data between TAVR group and SAVR group patients

项目	SAVR组 ( $n = 54$ )	TAVR组 ( $n = 53$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
男[例(%)]	31(57.4)	27(50.9)	0.450	0.502
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	59.0 ± 11.3	72.2 ± 6.4	7.422	<0.001
高血压[例(%)]	17(31.5)	39(73.6)	19.008	<0.001
糖尿病[例(%)]	1(1.9)	6(11.3)	3.922	0.048
肾脏疾病[例(%)]	5(9.3)	8(15.1)	0.853	0.356
肺部疾病[例(%)]	2(3.7)	7(13.2)	3.136	0.077
吸烟史[例(%)]	15(27.8)	11(20.8)	0.717	0.397
饮酒史[例(%)]	5(9.3)	5(9.4)	0.001	0.975
瓣膜病史[例(%)]	5(9.3)	10(18.9)	2.049	0.152
冠心病史[例(%)]	7(13.0)	3(5.7)	1.684	0.194
既往心律失常、心衰[例(%)]	3(5.6)	10(18.9)	4.441	0.035
心房颤动[例(%)]	8(14.8)	9(17.0)	0.094	0.759
NYHA 分级	I~II级 43(79.6)	33(62.3)	3.920	0.048
[例(%)]	III~IV级 11(20.4)	20(37.7)		
既往瓣膜病治疗史[例(%)]	3(5.6)	7(13.2)	1.849	0.174

**1.2 病例选择标准** (1) 纳入标准: ①重度AS和重度AR患者; ②有明显的临床症状或心功能降低; ③符合TAVR或SAVR手术适应证; ④临床资料完整,术前术后完成超声心动图、心电图、N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)检查,且术后1、6个月均完成超声心动图、心电图复查的患者; ⑤术后预期寿命超过6个月。

(2) 排除标准: ①术后缺失复查资料; ②预期术后生存时间<6个月或临床结局不明确; ③伴有严重肺、肝、肾等脏器严重功能不全; ④合并恶性肿瘤并有放化疗病史。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 TAVR手术:** TAVR所用器械主要分为自膨胀式瓣膜和球囊扩张式瓣膜两类,根据不同植入途径选择合适器械;术前通过围手术期影像学评估明确手术解剖适应证并制定手术策略。患者在全身麻醉状态下进行手术,经股动脉作为入路;术后行抗栓或抗血小板

治疗,出院前复查超声心动图、心电图、实验室检查等指标;术后均行定期门诊复查(出院后 1、3、6、12 个月)<sup>[5-9]</sup>。

1.3.2 SAVR 手术: SAVR 主要分为机械瓣膜置换与生物瓣膜置换两种方式;通过开胸切除病变瓣膜并植入新瓣膜;SAVR 通常适用于年龄<65 岁的患者<sup>[10-11]</sup>。术后密切监测患者生命体征,及时处理可能的并发症。待患者病情稳定后,再次进行超声心动图、心电图、实验室检查等以评估手术效果及恢复情况;术后进行定期门诊复查。

1.4 观测指标与方法 通过医院信息化管理系统完整收集患者的住院病历资料和门诊复查资料,包括患者的基本信息(性别、年龄、既往史等)、超声心动图检查、心电图检查、实验室检查报告等。

1.4.1 超声心动图检查:患者入院时、出院前、术后 1 个月和术后 6 个月复查时均进行超声心动图检查。超声心动图检查使用 HPSonos 5500 型超声诊断仪、S4 探头测量患者心脏结构及心功能指标。设置探头频率为 2~4 MHz,于患者心尖部位取心尖左心室两腔的切面或心尖四腔切面位置放置探头,测量左心房内径(LAD)、左心室内径(LVD)、右心房内径(RAD)、右心室内径(RVD)和左心室射血分数(LVEF),以上指标均取 6 个心动周期的均值。

1.4.2 心电图检查:使用 Marquette-5000 型心电图仪(美国 GE 公司生产)采集患者入院时、出院前、术后 1 个月和术后 6 个月复查时的 12 导联心电图。患者在安静环境下取平卧位,测量不少于 10 个连续心动周期,统计患者心电图 PR、QRS、QT、QTc 间期。

1.4.3 血清 NT-proBNP 水平检测:于患者入院后及出院前采集空腹静脉血 2 ml,置于促凝管中并分离血清,于-80℃冰箱中保存,采用酶联免疫吸附试验双抗体夹心法检测 NT-proBNP 水平,检测仪器为西门子 Di-

mension® EXL with LM 全自动生化分析系统及配套试剂盒。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 27.0 统计软件分析数据。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用 *F* 检验;构建线性混合模型评估组内、组间各指标的差异,并将年龄作为协变量纳入模型,以校正组间差异可能引入的混杂偏倚。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组超声心动图指标比较 瓣膜置换出院前 24 h,SAVR 组患者 LAD、LVD、RAD、RVD 均较术前显著减小,术后 1 个月时上述指标较术前差异依旧显著,术后 6 个月时 SAVR 组 LVD、RVD 较术前仍有显著差异(*P*<0.05);TAVR 组患者 LVD、RVD 至术后 1 个月时才有明显减小,术后 6 个月时 LVEF 明显上升(*P*<0.05)。瓣膜置换出院前 24 h 组间比较可见,SAVR 组 LVD、RVD 明显低于 TAVR 组(*P*<0.05),见表 2。

2.2 2 组心电图指标比较 瓣膜置换出院前 24 h, TAVR 组患者 QRS、QTc 间期较术前显著延长(*P*<0.05),SAVR 组患者心电图指标出院前 24 h 未见明显改变(*P*>0.05)。瓣膜置换出院前 24 h 组间比较可见, TAVR 组的 PR、QRS、QT 间期明显长于 SAVR 组(*P*<0.05),见表 3。

2.3 2 组血清 NT-proBNP 水平比较 术前 TAVR 组患者血清 NT-proBNP 水平显著高于 SAVR 组(*P*<0.01)。瓣膜置换出院前 24 h TAVR 组患者血清 NT-proBNP 水平低于术前(*P*<0.05),说明 TAVR 治疗可以有效改善主动脉瓣狭窄或关闭不全导致的心功能降低;瓣膜置换出院前 24 h SAVR 组患者血清 NT-proBNP 水平较术前显著升高(*P*<0.01),提示 SAVR 治疗的风险性,见表 4。

表 2 TAVR 组与 SAVR 组 AVD 患者超声心动图指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Echocardiographic indicators of TAVR group and SAVR group before and after the operation

组别	指标	术前	出院前 24 h	术后 1 个月	术后 6 个月	F/P 值
TAVR 组 (n=53)	LAD(mm)	44.42±8.36	41.48±6.23	40.52±8.38	39.60±8.62	1.984/0.137
	LVD(mm)	53.80±7.72	50.12±6.51	48.00±7.04 <sup>a</sup>	43.00±7.65 <sup>a</sup>	8.433/<0.001
	RAD(mm)	38.60±6.62	36.41±5.39	36.35±6.39	36.13±8.14	1.178/0.335
	RVD(mm)	22.84±3.04	22.26±3.32	21.13±2.01 <sup>a</sup>	21.67±2.13	2.792/0.050
	LVEF(%)	49.56±12.12	50.63±11.62	53.74±5.96	55.60±4.27 <sup>a</sup>	3.675/0.018
SAVR 组 (n=54)	LAD(mm)	47.06±11.15	39.31±6.37 <sup>a</sup>	39.65±7.82 <sup>a</sup>	41.34±9.00	6.369/<0.001
	LVD(mm)	54.67±8.12	46.84±5.63 <sup>ab</sup>	46.04±5.26 <sup>a</sup>	46.73±4.82 <sup>a</sup>	14.308/<0.001
	RAD(mm)	40.06±7.84	36.45±5.09 <sup>a</sup>	36.18±5.10 <sup>a</sup>	36.54±4.35	3.140/0.028
	RVD(mm)	22.50±2.66	21.10±2.33 <sup>ab</sup>	20.96±2.21 <sup>a</sup>	20.71±1.95 <sup>a</sup>	4.925/0.003
	LVEF(%)	53.55±7.69	54.02±5.76	53.98±9.81	55.63±4.80	1.161/0.328

注:与组内术前比较,<sup>a</sup>*P*<0.05;与 TAVR 组出院前 24 h 比较,<sup>b</sup>*P*<0.05。

表 3 TAVR 组与 SAVR 组 AVD 患者心电图指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ ,ms)

Tab.3 Electrocardiogram indicators of TAVR group and SAVR group before and after the operation

组别	指标	术前	出院前 24 h	术后 1 个月	术后 6 个月	F/P 值
TAVR 组 (n=53)	PR 间期	174.04±36.70	195.07±42.04	184.06±42.25	183.58±26.73	2.120/0.116
	QRS 间期	102.52±18.07	130.08±35.70 <sup>a</sup>	120.95±28.34	112.93±31.36	9.104/<0.001
	QT 间期	411.83±53.72	419.47±52.77	429.16±51.46	437.14±41.22	1.394/0.262
	QTc 间期	446.10±38.77	467.39±48.56 <sup>a</sup>	465.21±30.99 <sup>a</sup>	447.00±30.30	2.987/0.044
SAVR 组 (n=54)	PR 间期	161.05±35.91	161.88±29.49 <sup>b</sup>	164.40±34.38	163.28±50.59	0.081/0.970
	QRS 间期	104.62±17.04	100.65±16.61 <sup>b</sup>	106.06±11.64	107.65±14.27	1.879/0.138
	QT 间期	400.90±51.51	386.63±49.64 <sup>b</sup>	390.69±41.98	394.37±32.10	0.782/0.506
	QTc 间期	440.85±29.40	452.09±66.24	442.63±26.22	443.56±25.52	0.442/0.723

注:与组内术前比较,<sup>a</sup>P<0.05;与 TAVR 组出院前 24 h 比较,<sup>b</sup>P<0.05。

表 4 TAVR 组与 SAVR 组 AVD 患者 NT-proBNP 水平比较 ( $\bar{x}\pm s$ , μg/L)

Tab.4 NT-proBNP levels of TAVR group and SAVR group before and after the operation

组别	例数	术前	出院前 24 h	t 值	P 值
TAVR 组	53	6 846.3±1 245.4	3 692.2±884.4	2.065	0.042
SAVR 组	54	1 029.0±303.2	3 760.0±754.7	3.358	0.002
t 值		3.173	0.052		
P 值		0.002	0.959		

### 3 讨论

AS 和 AR 是临床上常见的导致心力衰竭的病因,AS 主要由主动脉瓣开放受限所引起的血流动力学异常和左心室压力超负荷所致;AR 则主要由主动脉瓣自身结构异常或主动脉根部扩张引起的血液反流和左心室容量超负荷所致。随着病程发展其可出现心脏失代偿,导致心脏结构性病变、心力衰竭。当瓣膜狭窄或关闭不全达到重度且患者出现呼吸困难、心绞痛、头晕等临床症状时需要进行瓣膜置换手术,故比较 TAVR 和 SAVR 在不同方面之间的优劣可以有效地帮助患者选择合适的治疗方式<sup>[2]</sup>。已有研究证实了 TAVR 在技术性、应用性上相较于 SAVR 的非劣性<sup>[12]</sup>。

本研究通过超声心动图对 TAVR 和 SAVR 在心脏逆重构方面的疗效进行了评估。瓣膜置换手术通过解除瓣膜狭窄或关闭不全,减轻心脏前后负荷来改善左心室的收缩功能从而启动心脏逆重构过程。2 组患者在术后均表现出心脏逆重构现象,与既往研究成果一致,但是二者对心脏结构的影响程度不同<sup>[13-17]</sup>。研究结果显示,SAVR 组在围手术期对于心脏扩大的改善作用极为显著,这是因为 SAVR 通过开胸的方式直接对瓣膜、瓣环等结构进行处理,保证瓣膜精准置换的同时有效防止瓣周漏,从而有效影响局部血流动力学<sup>[18]</sup>;相比之下,TAVR 的围手术期治疗效果劣于 SAVR 组,直至术后 1 个月才能显著表现手术对心脏

的逆重构作用,这与 Sato 等<sup>[19]</sup>提出的 TAVR 术后对于改善左心室收缩功能存在延迟的理论相符合。但在术后 6 个月时可见 TAVR 对于 LVEF 的显著改善作用,而 SAVR 组患者的 LVEF 一直未有明显的恢复,这也与既往研究成果一致,同时说明 TAVR 对于提升心输出量和整体血流动力学稳定性更有优势,可以实现更好的心功能改善和预后,从而可以更好地提高患者生活质量<sup>[20-23]</sup>。

其次,本研究通过观察心电图指标认为 TAVR 术后心脏电活动异常发生率更高。有文献报道,心脏传导障碍,包括需要永久性起搏器植入的高度房室传导阻滞和新发左束支传导阻滞是 TAVR 常见的并发症,且发生率近年来未能降低,TAVR 导致的传导障碍主要是由于传导系统受到直接的机械损伤或者使用了一些自膨胀或机械膨胀瓣膜,导致心脏不同程度的水肿、血肿和缺血,以至于心脏传导阻滞和左心功能恢复较差,再住院率同时增高<sup>[24-26]</sup>。本研究发现,TAVR 组术后 QRS、QTc 间期显著延长,提示接受 TAVR 的患者术后更易发生心脏电活动异常。TAVR 术后传导障碍导致的 AS 患者临床结局的不确定性,也是为患者制定治疗方案必须考虑的一大要素。同时,如何处理 TAVR 术后发生的心脏传导障碍,是 TAVR 患者围手术期管理的一大挑战<sup>[27-28]</sup>。这也是 TAVR 和 SAVR 治疗方案选择中重要的影响因素。

最后,本研究还探讨了 TAVR 和 SAVR 对于 AS 患者血清 NT-proBNP 水平的影响。NT-proBNP 是一种心脏功能生物标志物,其升高提示心力衰竭风险。术前,SAVR 患者 NT-proBNP 水平显著低于 TAVR 组,主要与 2 组患者的年龄差异有关,随着年龄增长,心脏微观结构改变甚至心肌含量减少都会影响 NT-proBNP 水平<sup>[29-30]</sup>。术后,TAVR 患者 NT-proBNP 水平显著下降,提示患者预后良好;而 SAVR 患者术后 NT-proBNP 水平显著上升,主要原因是开胸手术导致心脏的短暂

负荷增加和并发的术后感染,但不能同时排除术后并发心功能不全或心力衰竭的可能,所以这也提示了 SAVR 治疗的风险性和对高水平 NT-proBNP 的 AS 患者的不适用性。既往研究显示围手术期 NT-proBNP 变化对于 TAVR 患者的生存风险分层有着重要的临床价值,高水平的 NT-proBNP 与严重的左心室重构或功能障碍发生率有关<sup>[31]</sup>。但是需要注意的是,在 AS 的早期评估和治疗策略及时机选择上,高水平 NT-proBNP 的参考价值有限,针对 TAVR 和 SAVR 的方案选择还需要综合考虑患者病情和可能的并发症风险<sup>[32-35]</sup>。

本研究同时存在局限性,包括:(1)本研究是在高度选择的患者中进行的回顾性分析,研究总量较小;(2)研究人群排除了研究期间死亡的患者以及未能完成随访的患者,可能存在选择性偏倚;(3)本研究的 2 组患者存在显著的年龄差异,TAVR 组高于 SAVR 组,这与手术适应证相关,临床实际工作中也更建议年龄较大患者选择创伤较小的 TAVR,尽管本研究已对年龄差异进行校正,但回顾性研究固有的残余混杂因素仍无法完全排除;(4)本研究仅采用常规心电图结果,可能不足以检测心脏电活动异常变化,后续研究考虑结合动态心电图以完善评估;(5)本研究仅记录了 NT-proBNP 的术前术后变化,但其术后随访结果的缺失导致研究的比较体系不够完善。

#### 4 结 论

综上,AVD 患者在进行主动脉瓣置换术后心脏的结构代偿性病变会得到改善,TAVR 和 SAVR 均可改善重度 AS 或 AR 所致的心脏扩大,SAVR 因为在术中更精准直接的位置把控,在术后可以呈现对于心脏逆重构更好的即时改善疗效,而 TAVR 对心脏逆重构的改善效果虽不如 SAVR,但是对于改善心功能与预后要优于 SAVR。此外,TAVR 能明显降低患者血清 NT-proBNP 水平,改善心肌损伤状态,但同时由于术中传导系统容易受介入操作和瓣膜膨胀的影响,心脏电活动异常的发生率也高于 SAVR。因此,在 AVD 患者治疗方案的选择问题上,应综合权衡安全性、有效性与并发症风险。同时,在未来对 AVD 的研究中,还需致力于将早期评估判断、临床高效治疗和治疗后生存风险评估联系起来,进一步完善 AVD 的诊治效率和效果。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

丁馨琪:设计研究方案,实施研究过程,数据收集整理和统计学分析,论文撰写;刘涵娇:实施研究过程,数据收集、分析整理;宋涛:进行文献调研与整理,设计论文框架;黄燕:提出研究

方向、思路,论文审核和修改

#### 参考文献

- [1] Boskovski MT, Gleason TG. Current therapeutic options in aortic stenosis [J]. *Circulation Research*, 2021, 128(9): 1398-1417. DOI: 10.1161/circresaha.121.318040.
- [2] Praz F, Borger MA, Lanz J, et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [J]. *Eur Heart J*, 2025, 46(44): 4635-4736. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaf194.
- [3] Baumbach A, Patel KP, Rudolph TK, et al. Aortic regurgitation: From mechanisms to management [J]. *EuroIntervention*, 2024, 20(17): e1062-e1075. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00840.
- [4] Avvedimento M, Tang GHL. Transcatheter aortic valve replacement (TAVR): Recent updates [J]. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2021, 69: 73-83. DOI: 10.1016/j.pcad.2021.11.003.
- [5] 国家心血管病中心,国家结构性心脏病介入质控中心,中华医学会心血管病学分会,等.经导管主动脉瓣置换术临床实践指南[J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(12): 886-900. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20221106-02332.
- [6] Liu X, He Y, Zhu Q, et al. Supra-annular structure assessment for self-expanding transcatheter heart valve size selection in patients with bicuspid aortic valve [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 91(5): 986-994. DOI: 10.1002/ccd.27467.
- [7] Rodés-Cabau J, Masson JB, Welsh RC, et al. Aspirin versus aspirin plus clopidogrel as antithrombotic treatment following transcatheter aortic valve replacement with a balloon-expandable valve: The ARTE (aspirin versus aspirin + clopidogrel following transcatheter aortic valve implantation) randomized clinical trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(13): 1357-1365. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.04.014.
- [8] Jose J, Sulimov DS, El-Mawardy M, et al. Clinical bioprosthetic heart valve thrombosis after transcatheter aortic valve replacement: Incidence, characteristics, and treatment outcomes [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(7): 686-697. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.01.045.
- [9] Siontis GCM, Overtchouk P, Cahill TJ, et al. Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical aortic valve replacement for treatment of symptomatic severe aortic stenosis: An updated meta-analysis [J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(38): 3143-3153. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz275.
- [10] El Arid JM, Neville P, Soulé N, et al. Reconstruction of the aortic valve leaflet with autologous pulmonary artery wall [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021, 59(1): 269-270. DOI: 10.1093/ejcts/ez-aa246.
- [11] Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(4): 450-500. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.035.
- [12] Lee G, Chikwe J, Milojevic M, et al. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis [J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(10): 796-812. DOI: 10.1093/eurheartj/

ehac803.

- [13] 蔡超,杨少峰,刁文杰,等.经导管主动脉瓣置换术与外科主动脉瓣置换术治疗重度主动脉瓣狭窄效果比较[J].山东医药,2025,65(4):59-62. DOI: 10.3969/j.issn.1002-266X.2025.04.012.
- [14] 程帅,冯胜东,冯胖子,等.经导管主动脉瓣置换术和外科主动脉瓣置换术治疗老年重度主动脉瓣狭窄的临床疗效[J].中西医结合心脑血管病杂志,2022,20(12):2257-2260. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2022.12.029.
- [15] 程伟,张滢滢,夏琴,等.超声心动图评估重度主动脉瓣狭窄介入和外科治疗近期效果[J].介入放射学杂志,2024,33(5):479-482. DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.05.003.
- [16] 赵星,姜兆磊,梅举,等.经导管主动脉瓣置换术对主动脉瓣反流患者术后左心室逆重构影响的临床研究[J].中国胸心血管外科临床杂志,2023,30(8):1121-1127. DOI: 10.7507/1007-4848.202301041.
- [17] Saijo Y, Kusunose K, Takahashi T, et al. Impact of transcatheter aortic valve replacement on cardiac reverse remodeling and prognosis in mixed aortic valve disease [J]. *J Am Heart Assoc*, 2024, 13(4): e033289. DOI: 10.1161/JAHA.123.033289.
- [18] Taco Boltje JW, Carvalho Mota MT, Vriesendorp MD, et al. The use of pledget-reinforced sutures during surgical aortic valve replacement: A systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 2024, 54: 101494. DOI: 10.1016/j.ijcha.2024.101494.
- [19] Sato K, Kumar A, Jones BM, et al. Reversibility of cardiac function predicts outcome after transcatheter aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis [J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(7): e005798. DOI: 10.1161/JAHA.117.005798.
- [20] Takagi H, Ando T, Umemoto T. A meta-analysis of effects of transcatheter versus surgical aortic valve replacement on left ventricular ejection fraction and mass [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 238: 31-36. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.03.156.
- [21] Forrest JK, Yakubov SJ, Deeb GM, et al. 5-year outcomes after transcatheter or surgical aortic valve replacement in low-risk patients with aortic stenosis [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2025, 85(15): 1523-1532. DOI: 10.1016/j.jacc.2025.03.004.
- [22] Wan L, Tang J, Xiao Y, et al. Improvement of hemodynamic parameters in aortic stenosis patients with transcatheter valve replacement by using impedance cardiography [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 950437. DOI: 10.3389/fcvm.2022.950437.
- [23] Dababneh E, Matta MG, Niranjani S, et al. Balloon versus self-expandable TAVI in patients with left ventricular dysfunction: A real-world comparative study [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2026, DOI: 10.1002/ccd.70547.
- [24] Lee JJ, Goldschlager N, Mahadevan VS. Atrioventricular and intra-ventricular block after transcatheter aortic valve implantation [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2018, 52(3): 315-322. DOI: 10.1007/s10840-018-0391-6.
- [25] Muntané-Carol G, Romaguera R, Gómez-Hospital JA, et al. Management of conduction disturbances after TAVI: The last step towards early discharge [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2025, 22(5): 534-546. DOI: 10.26599/1671-5411.2025.05.004.
- [26] Tsoi M, Tandon K, Zimetbaum PJ, et al. Conduction disturbances and permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement: Predictors and prevention [J]. *Cardiol Rev*, 2022, 30(4): 179-187. DOI: 10.1097/crd.0000000000000398.
- [27] Rodés-Cabau J, Ellenbogen KA, Krahn AD, et al. Management of conduction disturbances associated with transcatheter aortic valve replacement: JACC scientific expert panel [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74(8): 1086-1106. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.07.014.
- [28] 杨俊霞,方哲.经导管主动脉瓣置换术的应用研究进展[J].中国医药,2024,19(5):773-776. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2024.05.028.
- [29] 中华医学会心血管病学分会,中国医师协会心血管内科医师分会,中国医师协会心力衰竭专业委员会,等.中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024 [J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(3): 235-275. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20231101-00405.
- [30] 张聪,满红,王莹莹,等.不同类型主动脉瓣病变对行主动脉瓣置换患者围术期左心室心肌肥厚情况的影响[J].中国临床实用医学,2024,15(1):40-45. DOI: 10.3760/cma.j.cn115570-20230927-00071.
- [31] Yu J, Wang W. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide is associated with clinical outcomes after transcatheter aortic valve replacement [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2023, 18(1): 286. DOI: 10.1186/s13019-023-02391-2.
- [32] 王华君,吴雪达,石凤梧,等.自膨式瓣膜行导管主动脉瓣膜置换术治疗单纯主动脉瓣反流患者 35 例[J].疑难病杂志,2024,23(5):532-536. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.05.005.
- [33] 兰月凤,陈丽仙,王瑛颖,等.主动脉瓣重度狭窄患者经导管主动脉瓣膜置换术后生活质量及影响因素分析[J].中国当代医药,2023,30(20):70-73. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4721.2023.20.018.
- [34] 朱锋,郭文秀,王海龙,等.经导管主动脉瓣置换术的临床应用及其瓣膜选择、瓣膜耐用性问题的研究进展[J].实用心脑血管病杂志,2022,30(6):120-124. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.154.
- [35] Lindman BR, Pibarot P, Schwartz A, et al. Cardiac biomarkers in patients with asymptomatic severe aortic stenosis: Analysis from the early TAVR trial [J]. *Circulation*, 2025, 151(22): 1550-1564. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.125.074425.

(收稿日期: 2025-10-10)