

## • 心脏介入 Cardiac intervention •

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

程 伟, 张滢滢, 夏 琴, 胡娇娇, 姚晓静, 方靖琴

**【摘要】 目的** 评价超声心动图指标评估重度主动脉瓣狭窄(AS)患者经导管主动脉瓣置换术(TAVR)和外科主动脉瓣置换术(SAVR)治疗的近期效果。**方法** 回顾性分析 2019 年 6 月至 2022 年 9 月在陆军军医大学大坪医院接受治疗的 70 例重度 AS 患者,其中 SAVR 组 40 例,TAVR 组 30 例。比较术前 1 周内及术后 1 个月超声心动图检查指标。**结果** 两组术后 1 个月主动脉瓣最大跨瓣流速( $V_{\max}$ )、主动脉瓣平均跨瓣压差(mPG)、室壁相对厚度(RWT)和左心室质量指数(LVMI)均较术前下降,左心室射血分数(LVEF)较术前升高(均  $P < 0.05$ )。TAVR 组术后 LVEF、LVMI 和瓣周漏发生率高于 SAVR 组, $V_{\max}$  和 mPG 低于 SAVR 组(均  $P < 0.05$ )。对比同组手术前后二尖瓣、三尖瓣中度以上反流,TAVR 组由 12 例(40.0%)降至 2 例(6.7%)、7 例(23.3%)降至 1 例(3.3%)(均  $P < 0.05$ ),SAVR 组由 15 例(37.5%)降至 2 例(5.0%)、9 例(22.5%)降至 1 例(2.5%)(均  $P < 0.05$ );肺动脉高压,TAVR 组由 17 例(56.7%)降至 4 例(13.3%),SAVR 组由 22 例(55.0%)降至 5 例(12.5%)(均  $P < 0.05$ )。但两组间差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。**结论** TAVR 和 SAVR 在改善重度 AS 所致继发性二尖瓣、三尖瓣反流及肺动脉高压方面疗效相当。TAVR 术后心室逆重构和血流动力学改善优于 SAVR,但术后瓣周漏发生率高于 SAVR。

**【关键词】** 经导管主动脉瓣置换术;外科主动脉瓣置换术;重度主动脉瓣狭窄;超声指标;近期疗效  
中图分类号:R654.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-05-0479-04

**Echocardiography evaluation of the short-term efficacy of interventional and surgical treatment for severe aortic valve stenosis** CHENG Wei, ZHANG Yingying, XIA Qin, HU Jiaojiao, YAO Xiaojing, FANG Jingqin. Department of Ultrasound Diagnosis, Daping Hospital, Army Military Medical University, Chongqing 400042, China

Corresponding author: FANG Jingqin, E-mail: jingqin0405@163.com

**【Abstract】 Objective** To discuss the clinical value of echocardiographic indicators in assessing the short-term efficacy of transcatheter aortic valve replacement (TAVR) and surgical aortic valve replacement (SAVR) in treating patients with severe aortic valve stenosis (AS). **Methods** The clinical data of 70 patients with severe AS, who received treatment at the Daping Hospital of Army Military Medical University of China between June 2019 and September 2022 were retrospectively analyzed. The patients were divided into SAVR group ( $n=40$ ) and TAVR group( $n=30$ ). The preoperative one-week and postoperative one-month echocardiographic indicators were compared between the two groups. **Results** In both groups, the postoperative one-month peak aortic valve velocity ( $V_{\max}$ ), aortic valve mean transvalvular pressure gradient(mPG), relative thickness of chamber wall(RWT), and left ventricular mass index(LVMI) were decreased when compared with preoperative values (all  $P < 0.05$ ); in TAVR group the left ventricular ejection fraction(LVEF), LVMI and incidence of perivalvular leakage were remarkably higher than those in SAVR group, while the  $V_{\max}$  and mPG were obviously lower than those in SAVR group(all  $P < 0.05$ ). In TAVR group, the mitral regurgitation decreased from preoperative 12 patients(40%) to postoperative 2 patients(6.7%) and the over-moderate tricuspid regurgitation decreased from preoperative 7 patients (23.3%) to postoperative one patient(3.3%)(all  $P < 0.05$ ). In SAVR group, the mitral regurgitation decreased

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.05.003

基金项目:重庆市科卫联合医学科研项目(2018ZDXM003)

作者单位:400042 重庆 陆军军医大学大坪医院超声诊断科

通信作者:方靖琴 E-mail: jingqin0405@163.com

from preoperative 15 patients (37.5%) to postoperative 2 patients (5.0%) and the over-moderate tricuspid regurgitation decreased from preoperative 9 patients (22.5%) to postoperative one patient (2.5%) (all  $P < 0.05$ ). The pulmonary artery hypertension in TAVR group decreased from preoperative 17 patients (56.7%) to postoperative 4 patients (13.3%), which in SAVR group decreased from preoperative 22 patients (55.0%) to postoperative 5 patients (12.5%) ( $P < 0.05$ ), but the differences in the above indexes between the two groups were not statistically significant (all  $P > 0.05$ ). **Conclusion** TAVR and SAVR have similar efficacy in improving secondary valve regurgitation and pulmonary artery hypertension caused by severe AS. TAVR is superior to SAVR in improving postoperative ventricular reverse remodeling and hemodynamics, although the incidence of paravalvular leakage in TAVR is higher than that in SAVR. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 479-482)

**【Key words】** transcatheter aortic valve replacement; surgical aortic valve replacement; severe aortic stenosis; ultrasound index; short-term efficacy

超声心动图作为心血管疾病首选无创检诊技术,在重度主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)患者术前评估、术中监测及术后随访中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。本研究通过分析经导管介入手术和外科手术治疗重度 AS 患者超声检查指标,比较两组患者术前 1 周内及术后 1 个月心脏血流动力学、心功能、心室逆重构、二尖瓣、三尖瓣反流及肺动脉高压等多项指标改善情况,为临床治疗方案选择、预后判断提供超声方面依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

收集 2019 年 6 月至 2022 年 9 月在陆军军医大学大坪医院接受治疗的 70 例重度 AS 患者临床资料,其中接受外科主动脉瓣置换术(surgical aortic valve replacement, SAVR)患者 40 例,经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)患者 30 例。纳入标准:①根据经胸超声心动图检查标准<sup>[2]</sup>明确诊断为重度 AS;②有心绞痛、晕厥等与重度 AS 相关临床症状,且适合手术治疗;③临床资料完整,且完成手术前后超声心动图检查;④入院时美国纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级在Ⅱ级及以上。排除标准:①冠状动脉重度狭窄致严重心功能不全,且不可逆;②伴有其他瓣膜疾病或先天性心脏病;③伴有肺、肝、肾等脏器严重功能不全;④同期存在恶性肿瘤并放化疗病史;⑤预期术后生存时间 $< 6$ 个月。本研究经医院伦理委员会审核通过(医研伦审 2023 第 161 号)。

### 1.2 患者数据收集

从医院影像报告系统和临床病历系统收集患者临床资料,包括年龄、性别、术前美国胸外科医师协会(STS)评分、体质量指数(BMI)及手术前后 NYHA 心功能分级。比较手术前后心功能改善情

况。心功能改善评定标准:改善 $\geq$ Ⅱ级为显著;改善达到Ⅰ级为有效;恶化或无变化及改善未达到Ⅰ级为无效。总有效=有效+显著。

采用 EPIQ 7C 型彩色多普勒超声诊断仪(荷兰 Philips 公司),探头 X5-1,频率 1.0~5.0 MHz。于常规心脏切面测量左心室舒张末内径(LVEDD)、室壁相对厚度(relative thickness of chamber wall, RWT)、室间隔厚度(IVST);心尖五腔切面测量主动脉瓣最大跨瓣流速( $V_{\max}$ )、平均跨瓣压差(mPG),术后观察人工主动脉瓣瓣周漏情况;左心两腔切面测量左心室射血分数(LVEF),根据公式<sup>[3]</sup>换算得出左心室质量指数(LVMI)( $\text{g}/\text{m}^2$ );标准切面及非标准切面观察并评估二尖瓣、三尖瓣反流情况;参照目前专家共识并根据二尖瓣、三尖瓣反流面积,近端等速表面积(PISA),缩流束截面积等指标,将二、三尖瓣反流分为轻度、中度和重度<sup>[4]</sup>。评估肺动脉收缩压(SPAP)。SPAP $> 30$  mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)判定为肺动脉收缩压升高<sup>[5]</sup>。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组内比较用配对样本  $t$  检验,组间比较用独立样本  $t$  检验;非正态分布计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较用 Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料以例(%)表示,组间比较用卡方检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

TAVR 组患者年龄大于 SAVR 组( $P < 0.05$ ),两组间性别和 BMI、STS 评分差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ );TRVA 组、SAVR 组患者术后心功能均得到明显改善,总有效率分别为 90.0%、87.5%,差异无统计学意义( $P = 0.957$ ),见表 1。

表 1 两组患者临床资料及术后有效率比较

| 参数  | TAVR 组<br>(n=30)   | SAVR 组<br>(n=40)   | $\chi^2$ /<br>$t/Z$ 值 | $P$ 值 |
|---|--------------------|--------------------|-----------------------|-------|
| 年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )                   | 70.7 $\pm$ 5.9     | 65.8 $\pm$ 4.2     | 4.114                 | 0.001 |
| 男性[n(%)]                                  | 22(73.33)          | 34(85.00)          | 1.458                 | 0.227 |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ ) | 23.289 $\pm$ 2.048 | 22.053 $\pm$ 3.018 | 1.932                 | 0.058 |
| STS 评分[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]             | 5.60(4.34, 6.45)   | 5.50(4.26, 6.82)   | 0.996                 | 0.323 |
| NYHA 心功能分级[n(%)]                          |                    |                    | 1.822                 | 0.402 |
| II 级                                      | 5(16.67)           | 10(25.00)          |                       |       |
| III 级                                     | 15(50.00)          | 22(55.00)          |                       |       |
| IV 级                                      | 10(33.33)          | 8(20.00)           |                       |       |
| 总有效[n(%)]                                 | 27(90.00)          | 35(87.50)          | 0.003                 | 0.957 |

相较于术前, 两组术后 LVMI、LVEDD、Vmax、mPG 均降低, LVEF 升高(均  $P < 0.05$ ); TAVR 组术后 LVEF、LVMI 和瓣周漏发生率高于 SAVR 组, Vmax 和 mPG 低于 SAVR 组(均  $P < 0.05$ ); 同组手术前后对比, 除 SAVR 组 RWT 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )外, 其余指标差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 见表 2。两组间手术前后二尖瓣、三尖瓣中度以上反流、肺动脉高压比较差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ), 同组间比较差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 见表 2。

### 3 讨论

AS 致病原因在于主动脉瓣开放受限所引起的血流动力学改变, 发展中国家以风湿性病变为主, 而发达国家以退行性病变为主<sup>[6-7]</sup>; 早期无明显临床症状, 发展到中晚期会出现呼吸困难、心绞痛, 甚至晕厥等症状。但很多 AS 患者出现症状前即已出现进行性左心室肥厚(LVH)<sup>[8]</sup>。进行性瓣膜狭窄导致左心室压力超负荷, 触发肥厚反应、心内膜下缺血和心肌纤维化等, 以维持室壁应力和左心室功能。这一过程中患者逐渐自心室壁肥厚过渡至心力衰竭, 进而表现出相应临床症状。LVH 不仅是维持左心室室壁张力及前向输出的代偿机制, 有研究提示它是与死亡相关的强预测因子<sup>[9]</sup>。有效的手术治疗能迅速解除病因, 降低心脏后负荷, 改善心脏血流动力学并诱导心脏进行逆重构, 同时也改善继发性瓣膜关闭不全及肺动脉高压。

超声心动图可对心脏逆重构进行评估。LVMI、LVEF 等改变是左心室异构的重要超声指标, 且与临床预后相关。本研究中两组患者术后 1 个月 LVMI 均较术前下降, LVEF 均升高( $P < 0.05$ ), 表明有效治疗后心脏均发生逆重构, 心功能均得到改善。这与程师等<sup>[10]</sup>研究结果一致。这是因为术后随着主动脉瓣口流速降低, 跨瓣压差下降, 左心室压力得到改善, 左心室心肌细胞行使收缩功能的成分

表 2 两组手术前后超声心动图指标比较

| 参数                            | TAVR 组<br>(n=30)         | SAVR 组<br>(n=40)         | $t/Z$ 值 | $P$ 值 |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|-------|
| LVEDD(mm)                     |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 49.47                    | 50.17                    | 0.345   | 0.731 |
| 术后 1 个月                       | 43.73 <sup>a</sup>       | 43.98 <sup>a</sup>       | 0.252   | 0.802 |
| RWT(mm)                       |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 0.52                     | 0.51                     | 0.415   | 0.679 |
| 术后 1 个月                       | 0.48 <sup>a</sup>        | 0.50 <sup>b</sup>        | 0.485   | 0.629 |
| LVMI(g/m <sup>2</sup> )       |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 145.58                   | 148.62                   | 0.279   | 0.781 |
| 术后 1 个月                       | 120.24 <sup>a</sup>      | 104.36 <sup>a</sup>      | 2.336   | 0.023 |
| LVEF[%, $M(P_{25}, P_{75})$ ] |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 56.0(53.60)              | 57.5(55.61.5)            | 1.233   | 0.222 |
| 术后 1 个月                       | 65.5(60.68) <sup>a</sup> | 61.0(60.63) <sup>a</sup> | 2.356   | 0.021 |
| Vmax(m/s)                     |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 461.0                    | 446.5                    | 1.154   | 0.253 |
| 术后 1 个月                       | 206.5 <sup>a</sup>       | 238.5 <sup>a</sup>       | 2.515   | 0.014 |
| mPG(mmHg)                     |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 86.067                   | 81.025                   | 1.101   | 0.316 |
| 术后 1 个月                       | 18.633 <sup>a</sup>      | 23.375 <sup>a</sup>      | 2.217   | 0.030 |
| 中重度二尖瓣反流[n(%)]                |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 12(40.00)                | 15(37.50)                | 0.045   | 0.832 |
| 术后 1 个月                       | 2(6.67) <sup>a</sup>     | 2(5.00) <sup>a</sup>     | 0.050   | 0.824 |
| 中重度三尖瓣反流[n(%)]                |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 7(23.33)                 | 9(22.50)                 | 0.007   | 0.934 |
| 术后 1 个月                       | 1(3.33) <sup>a</sup>     | 1(2.50) <sup>a</sup>     | 0.268   | 1     |
| 肺动脉高压[n(%)]                   |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 17(56.67)                | 22(55.00)                | 0.019   | 0.890 |
| 术后 1 个月                       | 4(13.33) <sup>a</sup>    | 5(12.50) <sup>a</sup>    | 0.066   | 0.797 |
| 中重度主动脉瓣反流[n(%)]               |                          |                          |         |       |
| 术前                            | 10(33.33)                | 19(47.50)                | 1.418   | 0.234 |
| 术后 1 个月                       | 0                        | 0                        |         |       |
| 瓣周漏[n(%)]                     | 11(36.67)                | 3(7.50)                  | 9.115   | 0.003 |

<sup>a</sup>, 与同组手术前相比,  $P < 0.05$ ; <sup>b</sup>, 与同组手术前相比,  $P > 0.05$

组织发生了逆重构, 超声下表现为左心室壁厚度变薄, 内径变小, 最终表现为 LVMI 降低。本研究中 TAVR 组术后 1 个月 Vmax、mPG 与 SAVR 组相比降低更明显, LVEF 提升更明显(均  $P < 0.05$ ); 手术前后 RWT 比较, TAVR 组降低差异有统计学意义, 而 SAVR 组降低差异无统计学意义。这在一定程度上反映出微创手术治疗后 1 个月患者发生左心室逆重构较传统外科手术治疗更快。

本研究中两组间手术前后二尖瓣、三尖瓣中度以上反流, 肺动脉高压比较差异无统计学意义, 同组间比较差异有统计学意义, 表明两种手术均可有效改善继发性瓣膜反流及肺动脉高压, 且疗效相当。二尖瓣功能是在心脏舒张期开放、收缩期关闭, 以防止血液回流, 在此过程中需要瓣叶各组件如腱索、瓣环及附着的左心室壁等协调运动。重度 AS 导致左心室重构, 出现继发性二尖瓣反流的原因: ①左心室扩张后室壁收缩力减弱或不协调, 使二尖



瓣闭合力减小;②左心室壁增厚或乳头肌功能障碍,导致二尖瓣腱索牵拉力增加或不协调,使二尖瓣闭合不良。当主动脉瓣病因解除并随着左心室逆重构,能有效改善二尖瓣闭合功能。同时左心瓣膜疾病常继发三尖瓣反流,有报道提示 75%三尖瓣反流为左心疾病继发病变<sup>[11]</sup>。肺动脉高压也是未纠正的 AS 并发症,约 65%有症状的重度 AS 患者发生不同程度的肺动脉高压<sup>[12]</sup>,其原因是由于长期 AS 导致左心压力增高、左心增大,引起肺淤血,进而导致肺动脉压力增高,长期肺动脉高压会导致右心压力增高,继发右心扩大、右心室重构、三尖瓣环扩大,继发三尖瓣反流。有研究报道手术解除瓣膜病变后,肺动脉压力下降,同时三尖瓣反流也可得到不同程度缓解<sup>[13]</sup>。本研究得出的结果与该观点吻合。

本研究中 TAVR 组、SAVR 组发生瓣周漏分别为 36.67%、7.50%,差异有统计学意义。瓣周漏是 TAVR 术后常见并发症,过去研究报道发生率为 40%左右<sup>[14]</sup>,原因主要为操作者置入人工瓣膜位置欠佳、瓣环钙化严重、所选人工瓣膜与自身瓣环尺寸不匹配、人工瓣膜膨胀不佳等。近期有研究表明,通过对人工瓣膜持续改进及手术技术提高,几乎无重度瓣周漏发生,中度瓣周漏发生率约 1.4%<sup>[15]</sup>。超声是评估瓣周漏常用手段,可观察瓣周漏位置、严重程度等,还可随访动态观察其变化趋势,为下一步临床处理提供可靠依据。

本研究有以下局限:①作为单中心回顾性研究,病例数偏少,后续将继续收集资料进行大宗病例研究;②仅以超声指标评估近期疗效,未纳入其他影像学检查如冠状动脉 CTA,下一步将完善基线资料采集并纳入冠状动脉 CTA 进行多维度分析;③TAVR 组患者年龄高于 SAVR 组,虽与两种手术方式受众群体相匹配,但年龄差异是否对本研究结果产生影响,需要进一步探讨证实;④仅观察近期疗效,远期疗效如何尚需下一步评估分析。

综上所述,两种手术方式均能改善重度 AS 患者继发性瓣膜反流及肺动脉高压,接受 TAVR 治疗患者心室逆重构和血流动力学改善优于 SAVR 患者,但瓣周漏发生率较高。超声心动图是评估重度 AS 患者手术效果的有效手段,值得临床推广使用。

## [参考文献]

- [1] 魏 薪,李 茜,钟雪梅,等. 超声心动图在经导管主动脉瓣置换术中的研究进展[J]. 华西医学, 2021, 36:1282-1287.
- [2] 经导管主动脉瓣置换术流程优化共识专家组. 经导管主动脉瓣置换术(TAVR)流程优化专家共识 2022 版[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31:154-160.
- [3] Kim SJ, Park TH, Cho YR, et al. Left ventricular geometric patterns in patients with type A aortic dissection[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2019, 17: 2.
- [4] 郭 颖,张瑞生. 中国成人心脏瓣膜病超声心动图规范化检查专家共识[J]. 中国循环杂志, 2021, 36:109-125.
- [5] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组, 等. 中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021 版)[J]. 中华医学杂志, 2021, 101:11-51.
- [6] Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease[J]. Eur Heart J, 2022, 43: 561-632.
- [7] Yang Y, Wang Z, Chen Z, et al. Current status and etiology of valvular heart disease in China: a population-based survey[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2021, 21: 339.
- [8] Naji P, Shah S, Svensson LG, et al. Incremental prognostic use of left ventricular global longitudinal strain in asymptomatic/minimally symptomatic patients with severe bioprosthetic aortic stenosis undergoing redo aortic valve replacement[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2017, 10: e005942.
- [9] Bing R, Cavalcante JL, Everett RJ, et al. Imaging and impact of myocardial fibrosis in aortic stenosis[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2019, 12: 283-296.
- [10] 程 帅,冯胜东,冯晔子,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, 20:2257-2260.
- [11] 丁建东,马根山. 心力衰竭合并瓣膜性心脏病介入治疗研究现状[J]. 中国实用内科杂志, 2020, 40:990-995.
- [12] 北京高血压防治协会, 北京糖尿病防治协会, 北京慢性病防治与健康教育研究会, 等. 基层心血管病综合管理实践指南 2020[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2020, 12:1-73.
- [13] 张振忠,王 雷. 心脏瓣膜置换术后肺氧合功能参数与继发性肺动脉高压的关系分析[J]. 新疆医科大学学报, 2022, 45:64-69.
- [14] 葛均波,周达新,潘文志. 经导管心脏瓣膜治疗术[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019:22-25.
- [15] Moriyama N, Lehtola H, Miyashita H, et al. Hemodynamic comparison of transcatheter aortic valve replacement with the SAPIEN 3 Ultra versus SAPIEN 3: the HomoSAPIEN registry[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2021, 97: E982-E991.

(收稿日期:2023-09-26)

(本文编辑:谷 珂)