

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.05.005

心血管疾病专题

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

王华君, 吴雪达, 石凤梧, 刘苏, 马千里, 安景辉



基金项目: 河北省医学科学研究课题(20230440)

作者单位: 050000 石家庄, 河北医科大学第二医院心脏外科

通信作者: 安景辉, E-mail: anjinghui2009@126.com

【摘要】 目的 评价主动脉瓣膜反流(AR)患者应用自膨式瓣膜行经导管主动脉瓣膜置换术(TAVR)的安全性及可行性。方法 回顾性分析 2019 年 8 月—2022 年 8 月于河北医科大学第二医院心脏外科应用自膨式瓣膜行 TAVR 的重度 AR 患者 35 例,其中男 25 例,女 10 例,年龄 59~83(70.03±1.07)岁。分析手术成功率、病死率、手术并发症发生率及术后患者左心功能变化。结果 35 例患者均采用自膨式介入瓣膜经股动脉行 TAVR 手术成功,成功率 100%,无死亡病例。采用体外循环辅助完成手术的患者 17 例(48.6%),平均体外循环辅助时间(32.5±14.6)min。同期行经皮冠状动脉介入术(PCI)治疗的患者 5 例(14.3%)。采用瓣中瓣技术的患者 14 例(40.0%)。术前 LVEF(48.01±12.20)%,术后 1 周 LVEF(50.22±15.11)%,差异无统计学意义($t=0.552, P>0.05$);术前左心室舒张末期径(65.04±10.10)mm,术后 1 周左心室舒张末期径(63.44±11.03)mm,差异无统计学意义($t=0.710, P>0.05$)。术前 5 例患者存在二尖瓣中量及以上反流,术后二尖瓣反流均较术前减轻,其中 2 例转为少中量反流,3 例转为少量反流。术后即刻出现完全性左束支传导阻滞 14 例(40.0%),三度传导阻滞 1 例(2.9%),转入心内科植入永久起搏器。术中出现心包积液 1 例(2.9%),胸骨正中剑突下切口植入心包引流管后痊愈。少量瓣周漏 3 例(8.6%),其余为少量及微量瓣周反流 32 例(91.4%)。结论 应用自膨式瓣膜经股动脉行 TAVR 治疗重度主动脉瓣关闭不全患者手术安全性高,具有创伤小、并发症少、恢复快等优点。

【关键词】 主动脉瓣反流;主动脉瓣关闭不全;经导管主动脉瓣膜置换术;自膨式瓣膜;治疗效果;并发症**【中图分类号】** R542.5⁺2**【文献标识码】** A

Transcatheter aortic valve replacement with self-expanding valve in the treatment of 35 patients with simple aortic regurgitation Wang Huajun, Wu Xueda, Shi Fengwu, Liu Su, Ma Qianli, An Jinghui. Department of Cardiology, Second Hospital of Hebei Medical University, Hebei Province, Shijiazhuang 050000, China

Funding program: Hebei Medical Science Research Project (20230440)

Corresponding author: An Jinghui, E-mail: anjinghui2009@126.com

【Abstract】 Objective To evaluate the safety and feasibility of transcatheter aortic valve replacement (transcatheter aortic valve replacement, TAVR) in patients with aortic valve regurgitation (aortic regurgitation, AR). **Methods** Retrospective analysis of 35 patients with severe AR in the Second Hospital of Hebei Medical University from August 2019 to August 2022, including 25 male and 10 female, aged 59 to 83 (70.03±1.07). Surgical success rate, mortality rate, incidence of surgical complications and left heart function changes of postoperative patients were analyzed. **Results** All 35 patients underwent successful transfemoral TAVR procedures with the self-expanding interventional valve, with a 100% success rate and no deaths. 17 patients (48.6%) completed the procedure with cardiopulmonary bypass assistance, with the mean time of cardiopulmonary bypass assistance (32.5±14.6) min. 5 patients (14.3%) were treated with concurrent percutaneous coronary intervention (percutaneous coronary intervention, PCI). Fourteen (40.0%) patients used the medium valve technique. Preoperative LVEF (48.01±12.20)%, 1 week LVEF (50.22±15.11)% ($t=0.552, P>0.05$), preoperative left ventricular end diastolic diameter (65.04±10.10) mm, and ventricular end diastolic diameter (63.44±11.03) mm ($t=0.710, P>0.05$). Before surgery, 5 patients had medium or above mitral regurgitation, and postoperative mitral regurgitation was reduced compared with preoperative patients. Among them, 2 patients turned to small and medium regurgitation, and 3 patients turned to small regurgitation. Immediately after surgery, 14 cases (40.0%) and 1 third degree block (2.9%) were transferred to cardiology with permanent

pacemaker. One intraoperative pericardial effusion (2.9%) was recovered after implantation of the pericardial drainage tube in the median sternal subxiphoid incision. Low and moderate paravalvular leakage was 3 (8.6%); the remaining minor and trace regurgitation was 32 (91.4%). **Conclusion** TAVR with self-expansive valve via femoral artery is safe for patients with severe aortic regurgitation. It has the advantages of less trauma, fewer complications and faster recovery, and is worthy of clinical application.

【Key words】 Aortic valve regurgitation; Aortic valve insufficiency; Transcatheter aortic valve replacement; Self-expanding valve; Treatment effect; Complication

经导管主动脉瓣膜置换术 (transcatheter aortic valve replacement, TAVR) 是一种微创治疗主动脉瓣膜疾病的有效手术方式之一,特别是经股动脉入路行 TAVR 治疗主动脉瓣膜病变更具有创伤小、风险小、恢复快的优点, TAVR 在主动脉瓣膜狭窄 (aortic stenosis, AS) 病例中的应用已经积累了丰富的成功经验,不仅仅是二叶畸形,三叶畸形的 AS 患者均可应用 TAVR 技术完成治疗。目前,我国主动脉瓣反流 (aortic regurgitation, AR) 患者应用自膨式瓣膜行 TAVR 手术的例数甚少,经验尚浅。随着我国人口老龄化比例的升高,老年退行性瓣膜病的发病率逐年增加。据统计,我国 75 岁以上人群 AS 的发病率约为 4%,患病人数约 190 万^[1-2]。严重主动脉瓣关闭不全和射血分数 < 30% 的患者每年死亡风险高达 20%,而根据欧洲心脏瓣膜中心调查数据显示,这些患者接受常规外科手术的比例很低,只有 5%^[3],故十分需要一种微创手术技术治疗 AR,从而降低开胸手术的风险和体外循环手术并发症的发生率,从而进一步提高高龄人群的生活质量。

1 资料与方法

1.1 临床资料 本研究为回顾性研究,纳入 2019 年 8 月—2022 年 8 月于河北医科大学第二医院心脏外科应用自膨式瓣膜经股动脉入路行 TAVR 治疗的单纯 AR 患者 35 例。其中男 25 例,女 10 例,年龄为 59 ~ 83 (70.03 ± 1.07) 岁。术前心电图合并心律失常 5 例,其中心房颤动 (房颤) 4 例,室性早搏 (室早) 1 例;合并高血压 19 例,高血脂 13 例,糖尿病 7 例,冠心病 8 例,慢性阻塞性肺疾病 12 例,外周血管疾病 5 例,肾功能不全 12 例,陈旧性脑梗死 5 例。所有患者入院前均存在不同程度的心功能不全 (纽约心脏病协会分级 ≥ III 级),其中心功能 IV 级 27 例,心脏手术风险评估模型 (STS) 评分为 4.21 ~ 8.67 (5.49 ± 1.13) 分。所有患者及家属均知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 纳入标准:(1) 单纯 AR 患者;(2) 所有患者术前均行主动脉电子计算机断层血管成像 (computer tomography angiography, CTA) 示主动脉瓣膜无钙化;(3) STS 评分 > 4 分;(4) 年龄 > 60 岁。排

除标准:(1) 主动脉瓣狭窄患者;(2) 瓣环直径 ≥ 28 mm。

1.3 术前准备

1.3.1 完善术前检查:完善术前心电图检查,了解有无传导阻滞、心律失常等;胸部 X 线明确有无胸部及肺部疾病;常规实验室检查、术前四项、肝肾功能、电解质、血 Pro-BNP 等明确心力衰竭指数,有无电解质紊乱、贫血、肝肾功能不全等;心脏超声明确心功能状态,瓣膜病变程度及分型,有无合并二尖瓣及其他瓣膜病变;心脏 + 冠状动脉 (冠脉) + 主动脉 CTA 明确有无合并冠脉病变,根据 CTA 结果评估主动脉根部结构大小,包括左心室流出道、瓣环、窦管交界测量值,利用 CTA 分析结果准确测量瓣环周长、直径及瓣口面积评估瓣环大小以准确选用合适大小瓣膜,利用分析软件将无冠窦、左冠窦、右冠窦均匀展开,测量出最佳释放角度,并根据结果评估瓣叶长度是否引起冠脉阻塞;充分评估外周血管入路有无钙化及迂曲,术中避免血管并发症发生。

1.3.2 术前特殊准备:体外循环机器处于湿备状态,股动静脉插管连接体外循环机,必要时使用体外循环短时间辅助完成手术。

1.4 手术治疗

1.4.1 麻醉方案:均采用常规全身麻醉,右侧颈内静脉置入 6F 鞘管将临时心脏起搏电极置入右心室心尖部,全身肝素化 (3 mg/kg),转流期间维持全血激活凝血时间 (activated clotting time, ACT) 在 480 s 以上,平均动脉压维持在 40 ~ 60 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),转流结束后鱼精蛋白 1:1 中和肝素。转流期间体温保持在 34.0 ~ 36.1℃。

1.4.2 手术过程:所有患者均在杂交手术室同一 TAVR 手术团队协作下顺利完成。麻醉成功后,常规消毒铺无菌巾,胸骨正中切口部位留好备用,常规体外循环肝素抗凝。双侧股动静脉切开游离成功后,常规右侧股动脉作为主入路,左侧作为辅入路 + 股动脉插管 (17 ~ 21F) 备用,左侧股静脉荷包缝合插股静脉双极或单极管 (20 ~ 22F) 备用,连接体外循环机。术中

左侧股动脉穿刺置入 10F/8F 鞘管并交换为 20F 或 22F 鞘管,左侧辅入路置入 6F 鞘管后将造影猪尾管置入主动脉根部无冠窦底部进行造影,进一步确认主动脉根部结构及形态。右侧主入路置入猪尾管跨瓣后交换为塑形后的加硬导丝(美国 COOK 公司 Lunderquish 超硬导丝),必要时可用相应大小球囊作一次球囊扩张观察并了解冠脉有无风险。确定自膨式瓣膜大小以后,将瓣膜预装到合适大小输送系统沿血管入路输送到主动脉瓣更换位置,定位准确后,超速起搏 180 ~ 200 次/min,血压降低到 50 mmHg 以下缓慢释放,必要时体外循环启动转机模式,采用“放血”模式,即将血液回流到机器,心脏处于低容量状态,以减少瓣膜移位距离,瓣膜释放后造影确认瓣膜反流及瓣膜位置是否合适,心脏超声评估结果良好后,停体外循环机,中和肝素,拔除各插管,手术结束。

1.4.3 术后抗凝方案:术后安返病房或重症监护病房(ICU)后,6 ~ 8 h 后常规给予低分子肝素 4 100 U 抗凝,每 12 h 1 次。术后第 2 天常规给予华法林 2.5 mg,同时监测国际标准化比值(international normalized ratio, INR),控制在 2.0 ~ 2.5。同时停用肝素,继续口服抗凝药,定期复查凝血常规,调整抗凝药物用量。

1.5 观察指标与方法 包括术前资料、手术成功率、术后心功能变化、自膨式瓣膜植入情况及手术并发症。(1)术前资料包括性别、年龄、合并症、吸烟史、饮酒史、主动脉瓣是否钙化、纽约心脏病协会分级和 B 型脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)、STS 评分;(2)术后资料包括手术效果、心功能变化指标[左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDD)]和二尖瓣反流情况,手术并发症(传导阻滞、心包积液、瓣周漏)等。

1.6 统计学方法 采用 SPSS 25.0 统计软件分析数据。正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述,2 组比较采用成组 t 检验;计数资料以频数或率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 植入情况及手术成功率 35 例患者均采用自膨式介入瓣膜经股动脉行 TAVR 手术成功,成功率 100%,无死亡病例。采用体外循环辅助完成手术的患者 17 例(48.6%),平均体外循环辅助时间(32.5 ± 14.6)min。同期行经皮冠状动脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)治疗的患者 5 例(14.3%)。采用瓣中瓣技术的患者 14 例(40.0%)。

2.2 手术前后心功能变化 术前 LVEF 为(48.01 ± 12.20)%,术后 1 周 LVEF 为(50.22 ± 15.11)%,差异无统计学意义($t = 0.552, P = 0.401$);术前左心室舒张末期内径(65.04 ± 10.10)mm,术后 1 周左心室舒张末期内径(63.44 ± 11.03)mm,差异无统计学意义($t = 0.710, P = 0.429$)。术前 5 例患者存在二尖瓣中量及以上反流,术后二尖瓣反流均较术前减轻,其中 2 例转为少中量反流,3 例转为少量反流。

2.3 手术并发症 术后即刻出现完全性左束支传导阻滞 14 例(40.0%),三度传导阻滞 1 例(2.9%),转入心内科植入永久起搏器。术中出现心包积液 1 例(2.9%),胸骨正中剑突下切口植入心包引流管后痊愈。少中量瓣周漏 3 例(8.6%),其余为少量及微量瓣周反流 32 例(91.4%)。

3 讨论

TAVR 应用于临床已有 20 余年,它的问世极大地缓解了瓣膜病患者的痛苦,特别是主动脉瓣膜狭窄的高龄患者,无需开胸或体外循环即可完成主动脉瓣膜置换。随着全球人口老龄人口的增加,我国 75 岁以上人群的比例逐年增加,退行性瓣膜病的患者发病率逐年增多。有研究显示,我国老年患者的 AR 发病率高于 AS^[1-3]。目前国内外指南均将主动脉瓣膜狭窄定为 TAVR 手术的适应证,同时 TAVR 也适用于合并 AR 的患者^[4-6]。而单纯 AR 患者,由于缺乏足够的临床证据,尚未常规推荐行 TAVR,但有经验的心脏中心可以探索性尝试应用于 AR 患者^[1,7]。至今国内外有部分医学心脏中心尝试使用自膨式瓣膜经外周血管入路行 TAVR 治疗单纯 AR,仅个案病例报道^[8-10]。故本研究应用自膨式瓣膜经股动脉入路行 TAVR 治疗单纯 AR 患者,以降低开胸手术的风险和体外循环手术并发症的发生率,从而进一步提高高龄人群的生活质量。35 例患者全部植入成功,无死亡病例。结果发现,术后即刻出现完全性左束支传导阻滞 14 例(40.0%),发生率较高,一般术后 1 ~ 3 d 内可自动转复为正常心律,AR 患者一般选择植入瓣膜应超过瓣环及左心室流出道直径,传导束损伤与心肌近期水肿有关,随着心肌水肿恢复后心律失常随之消失。术后三度传导阻滞 1 例(转入心内科植入永久起搏器),发生率 2.9%,低于既往研究球扩式瓣膜 TAVR 术后新发传导阻滞概率(5% ~ 12%),而既往研究自膨式瓣膜 TAVR 术后新发传导阻滞的概率可高达 24% ~ 33%^[11-13]。

目前自膨式瓣膜在 TAVR 术治疗 AR 较 AS 难度高。主要体现在以下 3 点:(1)AR 患者结构特殊,主动脉根部结构往往偏大,同时满足左心室流出道、瓣环

及窦管交界 3 个锚定位置可能性较小；(2) 主动脉瓣叶无钙化增厚，自膨式瓣膜无明显且固定的锚定位置，瓣膜容易移位(图 1)；(3) 由于根部结构较大，释放瓣膜移位，瓣周漏发生率较高，瓣中瓣植入率偏高(图 2)。目前国内外市场上有部分瓣膜适用于 AR 患者。例如，我国自主研发的 J-Valve 支架瓣膜系统对单纯 AR 患者也有很好的疗效^[14]。但是这一瓣膜系统需采用经心尖入路，无法通过经股动脉入路完成。另外有许多学者尝试应用治疗 AS 患者的 CoreValve 自膨胀支架和 Edwards 球囊扩张支架用于 AR 患者，但是效果均不理想。Testa 等^[15] 回顾了应用 CoreValve 自膨式支架治疗的患者 1 557 例，其中 AS 患者 1 531 例，AR 患者 26 例，AS 组支架置入成功率为 98%，而 AR 组只有 79%，AR 组术后 1 年的全因死亡率为 31%，而 AS 组为 19%。Edwards 球囊扩张支架应用于 AR 的研究较少，原因在于瓣膜释放过程中扩张的球囊完全将主动脉瓣口堵住，此时左心室产生巨大的压力，加之 AR 患者没有瓣叶钙化，极易导致球囊因血流冲击出现滑动，使得支架置入位置不准确。

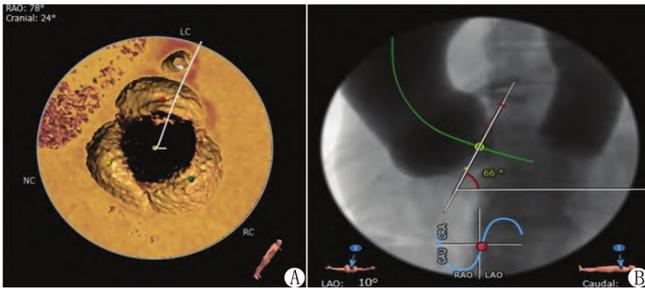


图 1 术前心脏 CTA 显示 AR 患者瓣环无钙化 图 2 术前心脏 CTA 显示心脏角度较大，呈横位

外科手术瓣周漏 (paravalvular leak, PVL) 是瓣膜置换术后的常见并发症之一，发生率为 2% ~ 17%^[16-18]，TAVR 术后的瓣周反流是常见并发症之一，发生率明显高于传统的外科开胸主动脉瓣置换术 (SAVR)。既往研究证实，中量及以上的瓣周反流会影响临床结果及预后^[19]。本研究中 14 例患者采用了瓣中瓣技术将瓣周反流程度纠正为轻度反流，发生率 40.0%，较开胸主动脉瓣置换术瓣周漏发生率高。AR 患者出现瓣周反流原因有以下几点：第一，瓣环结构太大，自膨式瓣膜释放后不能封闭瓣环；第二，瓣膜释放位置过深或过浅，支架瓣膜裸区残余分流。中量以上反流多数采用瓣中瓣技术达到手术满意效果。

本研究通过应用自膨式瓣膜行 TAVR 术治疗 AR 患者，对 35 例患者逐一分析主动脉根部结构。根据主

动脉 CTA 结果，分析瓣环、左心室流出道及窦管交界大小。结合患者心脏彩色超声结果，根部结构较大不能同时满足 3 个锚定位置的患者，笔者采用术中应用相应大小球囊做预测分析，或者体外循环辅助，做好瓣中瓣植入准备(图 3)。通过分析患者指标总结以下经验：(1) AR 与 AS 患者瓣膜选择不同，因自膨式瓣膜结构的特殊性，所以选择瓣膜时需要较 CTA 瓣环测量值超出 15% ~ 20%，以便有足够的锚定力固定瓣膜。(2) 如果主动脉根部结构较大，窦管交界及升主动脉太大，只有瓣环和左心室流出道符合标准，有必要连接体外循环辅助，往往这种患者左心室明显扩大，心脏呈横位，瓣膜释放过程中难以把握准确定位释放，若释放位置波动较大，可采用体外循环小流量辅助，采用“放血”疗法既将人体血放回体外循环机，使心脏容量明显减少，这样可轻易控制瓣膜准确释放。(3) 瓣膜释放过程中采用慢—快—慢—快的节奏完成瓣膜释放。即瓣膜定位准确后先行缓慢释放至瓣膜 1/4 处，后超速起搏 180 次/分，快速释放至瓣膜 1/2 处，这时人工瓣膜已开始工作，如果位置良好，可以缓慢释放至瓣膜 2/3 处，术中造影确认瓣膜形态位置良好，可以快速释放瓣膜(图 4)。(4) 对于结构较大，瓣环及流出道均较大，可选用最大号瓣膜，但是在瓣膜释放结束后不易快速结束手术，因为随着心脏跳动，自膨式瓣膜释放结束后，短时间内有可能发生位置移动，一定要等到超声评估结束后再做撤出导管准备。

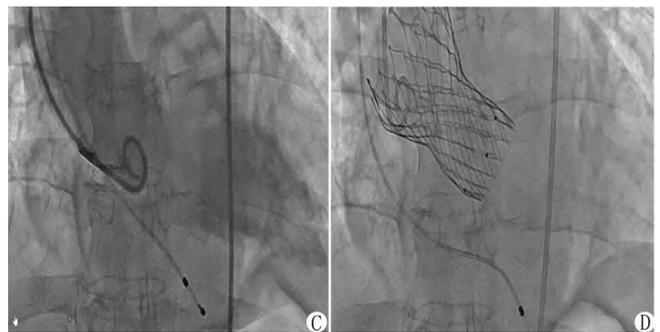


图 3 术中根部造影示大量反流 图 4 术中自膨式瓣膜释放

综上，应用自膨式瓣膜经股动脉入路行 TAVR 术治疗 AR 患者尤其是合并心功能衰竭、外科手术高风险的患者是可行的，且手术结果满意，尤其是对于主动脉根部结构较大、心脏角度较大且呈横位的患者，体外循环辅助完成瓣膜植入是非常有必要的。本研究发现术后即刻出现完全性左束支传导阻滞发生率较高，但

随着术后心肌恢复,流出道心肌水肿减轻,约 2/3 患者恢复正常心律,出现的完全性左束支阻滞并未影响患者心功能。但是本研究尚有不足:仅纳入笔者医院心脏外科单中心数据,有一定的局限性,并且纳入的患者数量有限,缺少术后远期随访结果,仍待后续更大规模的数据总结和更多的临床经验积累证明自膨式瓣膜在治疗单纯 AR 的安全性和长期有效性。此外,随着经股动脉入路 TAVR 输送系统器械和技术的不断改革创新,相信在不久的将来会出现更多的瓣膜款式和更安全的输送系统治疗 AR,使得治疗过程中的并发症进一步降低,进一步提高手术安全性。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

王华君:可行性分析,文献检索,统计学分析及论文撰写;吴雪达:数据收集与整理,患者随访;石凤梧、刘苏、马千里:进行论文修订,文章质量控制及审校;安景辉:提出研究构思并制订整体研究目标

参考文献

- [1] 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(6): 301-309. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2020. 06. 001.
- [2] 中华医学会心血管病学分会结构性心脏病学组, 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[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2018, 26(12): 661-668. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2018. 12. 001.
- [3] Lung B, Baron G, Butchart EG, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease [J]. Eur Heart J, 2003, 24(13): 1231-1243. DOI: 10. 1016/s0195-668x(03)00201-x.
- [4] 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]. Circulation, 2021, 143(5): e35-e71. DOI: 10. 1161/CIR. 0000000000000932.
- [5] 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, 中华医学会心血管病学分会结构性心脏病学组. 经导管主动脉瓣置换术中国专家共识[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2015, 23(12): 661-667. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2015. 12. 001.
- [6] Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [J]. Eur Heart J, 2017, 38(36): 2739-2791. DOI: 10. 1093/eurheartj/ehx391.
- [7] 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. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3614. 2022. 01. 003.
- [8] 时瑞娟, 张依曼, 陈飞, 等. 经导管主动脉瓣置换术治疗高危单纯性主动脉瓣重度反流一例[J]. 华西医学, 2020, 35(4): 459-462. DOI: 10. 7507/1002-0179. 202003061.
- [9] 蒋巨波, 刘先宝, 高峰, 等. 经导管主动脉瓣置换术治疗白塞病合并重度主动脉瓣反流一例[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(1): 71-73. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112148-20200225-00127.
- [10] Gomes B, Bekerredjian R, Leuschner F, et al. Transfemoral aortic valve replacement for severe aortic valve regurgitation in a patient with a pulsatile-flow biventricular assist device [J]. ESC Heart Fail, 2019, 6(1): 217-221. DOI: 10. 1002/ehf2. 12384.
- [11] Bax JJ, Delgado V, Bapat V, et al. Open issues in transcatheter aortic valve implantation. Part 2: procedural issues and outcomes after transcatheter aortic valve implantation [J]. Eur Heart J, 2014, 35(38): 2639-2654. DOI: 10. 1093/eurheartj/ehu257.
- [12] Siontis GC, Jüni P, Pilgrim T, et al. Predictors of permanent pacemaker implantation in patients with severe aortic stenosis undergoing TAVR: A meta analysis [J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(2): 129-140. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2014. 04. 033.
- [13] Tarantini G, Mojoli M, Purita P, et al. Unravelling the (arte)fact of increased pacemaker rate with the Edwards SAPIEN 3 valve [J]. EuroIntervention, 2015, 11(3): 343-350. DOI: 10. 4244/EIJY14M11_06. PMID: 25405801.
- [14] Liu H, Yang Y, Wang W, et al. Transapical transcatheter aortic valve replacement for aortic regurgitation with a second-generation heart valve [J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2018, 156(1): 106-116. DOI: 10. 1016/j. jtcvs. 2017. 12. 150.
- [15] Testa L, Latib A, Rossi ML, et al. CoreValve implantation for severe aortic regurgitation: A multicentre registry [J]. EuroIntervention, 2014, 10(6): 739-745. DOI: 10. 4244/EIJV10I6A127.
- [16] Kinno M, Raissi SR, Olson KA, et al. Three-dimensional echocardiography in the evaluation and management of paravalvular regurgitation [J]. Echocardiography, 2018, 35(12): 2056-2070. DOI: 10. 1111/echo. 14194.
- [17] 陈宗皓, 张海波, 李岩, 等. 术前血清 HMGB1、MFG-E8、CysC 水平与心脏瓣膜置换术后急性肾损伤发生的相关性分析 [J]. 疑难病杂志, 2022, 21(8): 809-814. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6450. 2022. 08. 007.
- [18] 谭威, 李儒正, 邢杰, 等. 心脏瓣膜病置换术同期行冠状动脉搭桥术 116 例临床分析 [J]. 疑难病杂志, 2017, 16(9): 943-946. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6450. 2017. 09. 020.
- [19] Moat NE, Ludman P, de Belder MA, et al. Long-term outcomes after transcatheter aortic valve implantation in high-risk patients with severe aortic stenosis: the U. K. TAVI (United Kingdom Transcatheter Aortic Valve Implantation) Registry [J]. J Am Coll Cardiol, 2011, 58(20): 2130-2138. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2011. 08. 050.

(收稿日期: 2024-01-13)