

## • 病例报告 •

## 颈静脉入路经导管三尖瓣置换术一例



曹静怡, 乔帆, 宋智钢, 薛清, 蔡成良, 杨帆, 周广为, 李白翎, 王军, 韩林, 徐志云, 陆方林

海军军医大学附属长海医院 心血管外科(上海 200433)

**【摘要】** 介绍 1 例严重三尖瓣关闭不全患者, 因无法耐受常规体外循环手术, 采用颈静脉入路三尖瓣介入置换装置 LuX-Valve 的临床经验。患者, 女, 54 岁, 2021 年 11 月 9 日入院, 既往有二尖瓣机械瓣植入史, 诊断为二尖瓣置换术后三尖瓣严重关闭不全, 美国胸外科医师协会评分 8.27%。2021 年 11 月 13 日在全身麻醉下行颈静脉入路经导管三尖瓣置换术, 在心脏超声及 X 线透视辅助下, 顺利植入人工瓣膜, 三尖瓣反流消失, 患者恢复顺利, 10 d 后出院, 术后 1 个月病情明显改善。

**【关键词】** 三尖瓣关闭不全; 经导管; LuX-Valve; 颈内静脉; 病例报告

## Transcatheter tricuspid valve replacement via vena jugularis interna: A case report

CAO Jingyi, QIAO Fan, SONG Zhigang, XUE Qing, CAI Chengliang, YANG Fan, ZHOU Guangwei, LI Bailing, WANG Jun, HAN Lin, XU Zhiyun, LU Fanglin

Department of Cardiovascular Surgery, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai, 200433, P. R. China

Corresponding author: LU Fanglin, Email: drlufanglin@yeah.net

**【Abstract】** We reported a 54-year-old female patient with severe tricuspid regurgitation, who received mechanic valve in the mitral position 15 years ago. The patient's Society of Thoracic Surgeons score was 8.27%, and was intolerant to open heart surgery, so she was recommended for transcatheter tricuspid valve replacement via right vena jugularis interna. The procedures were guided by echocardiography and X ray fluoroscopy on November 13, 2021, the prosthesis was implanted successfully, and the patient was recovered without any adverse events. After 1 month follow-up, her general condition was apparently improved.

**【Key words】** Tricuspid regurgitation; transcatheter; LuX-Valve; vena jugularis interna; case report

**Foundation items:** "234" Panfeng Project of the Second Military Medical University (2019YXK031); Key Project of Technological Innovation 2025 in Ningbo (20181310092)

**临床资料** 患者, 女, 54 岁, 因“活动后胸闷、气喘, 双下肢水肿 3 年”入院。患者 16 年前因“风湿性心脏病”行二尖瓣置换术, 术后恢复可。3 年前开始反复出现活动后胸闷、气喘, 伴双下肢水肿、腹胀、纳差, 长期应用各类利尿剂治疗。入院诊断为“二尖瓣置换术后, 三尖瓣重度关闭不全, 心房颤动, 肺动脉高压, 纽约心脏协会(New York Heart Association, NYHA) 心功能 III 级”。入院体检: 血压 148/58 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa), 一般情况较差, 精神萎靡, 双肺呼吸音清, 未闻及干湿啰音, 心率 70 次/min, 心音强弱不等, 心律绝对不齐, 三尖瓣听诊区可

闻及 2/6 级收缩期吹风样杂音, 腹部膨隆, 轻度腹壁静脉曲张, 双下肢凹陷性水肿, 颈静脉明显怒张。经胸超声心动图提示三尖瓣重度关闭不全(瞬时反流量 143 mL); 左心房容积 177 mL、右心房容积 647 mL、右心室容积 176 mL; 左心室射血分数(ejection fraction, EF) 63%; 右心室面积变化分数(fractional area change, FAC) 40%, 三尖瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE) 19 mm; 肺动脉收缩压增高。右心室 CT 增强造影: 左右心房重度扩张, 心胸比率接近 1.0, 三尖瓣环周长达 191.4 mm, 平均直径超过 6.0 cm, 且呈极不规则的扁圆形; 颈静脉直径 9.8 mm (取最窄处测量); 右侧股静脉直径 10.0 mm (取最窄处测量); 见图 1。冠状动脉造影未见明显异常。右心导管测压: 右心房中部(21/4 mm Hg), 右心室中部(36/1 mm Hg), 主肺动脉(35/12 mm Hg), 左肺动脉(34/

DOI: 10.7507/1007-4848.202201001

基金项目: 海军军医大学“234”学科攀登计划(2019YXK031); 宁波科技创新 2025 重大专项(20181310092)

通信作者: 陆方林, Email: drlufanglin@yeah.net

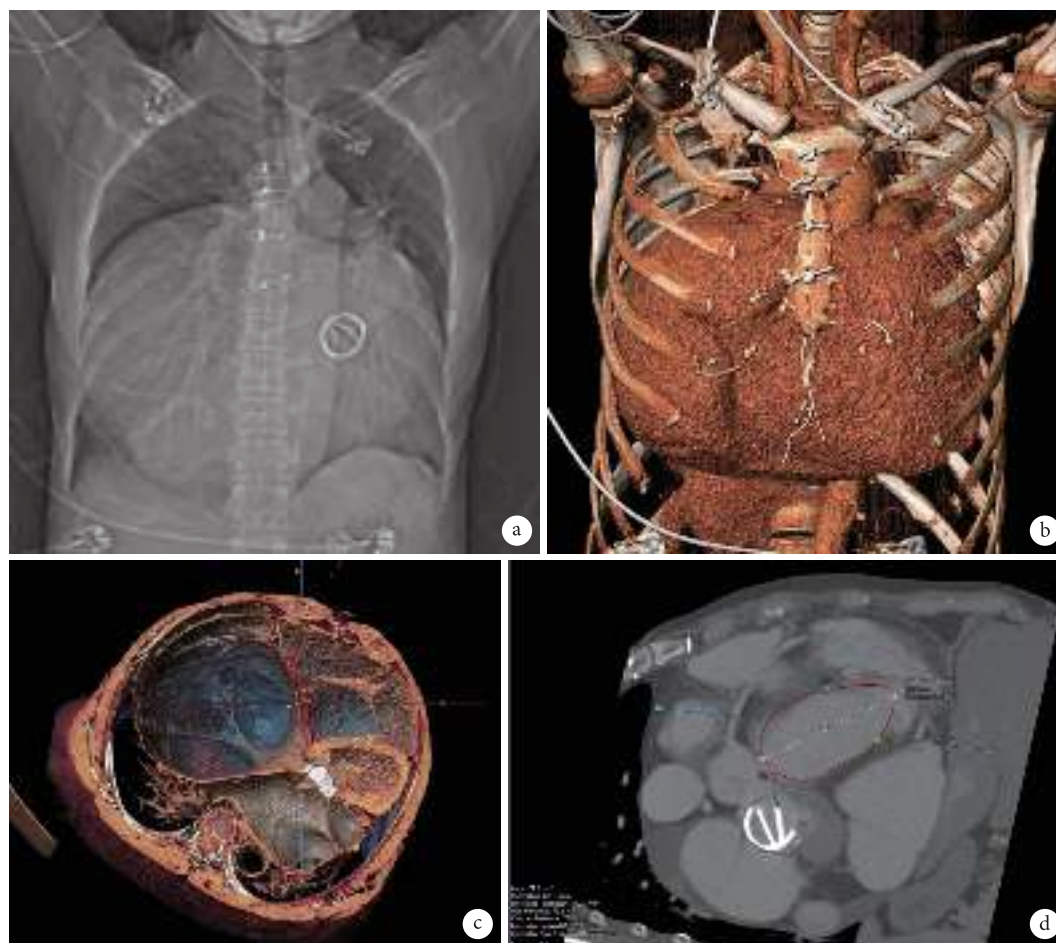


图 1 术前患者影像学图像

a: 术前患者胸部 X 线片检查提示心胸比率接近 1.0; b~c: 术前患者 CT 重建显示巨大右心房及增大的右心室; d: 患者术前 CT 重建显示扩大变形的三尖瓣环

12 mm Hg)。心电图检查: 心房颤动, 完全性右束支阻滞, 左后分支阻滞。腹部超声提示淤血肝。术前 6 分钟步行距离 (6-minute walk distance, 6MWD) 160 m, 美国胸外科医师协会评分 8.27%。实验室化验检查: 红细胞计数  $3.63 \times 10^{12}/L$ , 血红蛋白 86 g/L, 白细胞计数  $4.11 \times 10^9/L$ , 血小板计数  $158 \times 10^9/L$ , 总胆红素 33.6  $\mu\text{mol}/L$ , 白蛋白 46 g/L, 肌酐 59  $\mu\text{mol}/L$ , B 型钠尿肽 111.4 pg/mL。2021 年 11 月 13 日在全身麻醉下经颈静脉入路经导管三尖瓣置换术。术中取平卧位, 肩部略垫高, 并放置食管 4D 超声探头。右侧股静脉穿刺, 放置造影导管至右心室, 行右心室造影明确反流量并确定瓣环位置; 切开右侧颈部皮肤, 显露右侧颈内静脉, 双侧荷包缝合后置入 36F 保护外鞘, 全身肝素化 (0.5 mg/kg 体重)。置入引导导丝至右心室, 瓣膜选用 30/60 规格 LuX-Valve, 输送器通过外鞘, 在导丝引导下沿颈内静脉、上腔静脉小心进入右心房。通过输送器横向 90°调弯、整体前向伸长等动作, 将瓣膜送入三尖瓣环。在数字减影血管造影和 4D 食管超声共同指引下, 缓慢释放介入瓣至前瓣夹持键释放; 轻柔调整输送器, 见夹持键与瓣叶接触良好,

继续缓慢释放, 至右心房盘片打开。在经食管超声心动图监测下, 通过瓣膜轴向旋转等微调动作, 调整植入瓣膜的位置以最大限度消除瓣周反流。最终将锚定针锚定在室间隔上固定瓣膜, 释放瓣膜并退出输送器。随后行右心室造影显示无明显瓣周漏, 瓣膜定位良好; 见图 2。拔除右颈内静脉鞘管, 缝合颈部切口, 完成手术操作。术后血流动力学检测显示右心房平均压明显下降, 从术前的 20 mm Hg 降至术后即刻的 13 mm Hg, 至监护室下降至 8 mm Hg。术后 4 h 患者拔除气管插管, 第 2 d 即下床活动。术后 X 线检查提示瓣膜在位; 见图 3。术后 4 d 复查经胸超声心动图提示三尖瓣人工介入瓣回声正常, 启闭正常。彩色多普勒超声显示瓣口未见反流, 瓣周未见反流; 见图 4。左心室 EF 64%; 右心室 FAC 14%。术后血生化提示: 红细胞计数  $3.19 \times 10^{12}/L$ , 血红蛋白 80 g/L, 白细胞计数  $5.39 \times 10^9/L$ , 血小板计数  $114 \times 10^9/L$ , B 型钠尿肽 75.70 pg/mL。该患者已于术后 10 d 顺利出院。术后 1 个月随访, 心脏超声提示右心房及右心室内径有所减小, FAC、TAPSE 等指标无明显变化, 6MWD 明显增加, 目前正在进一步随访中。

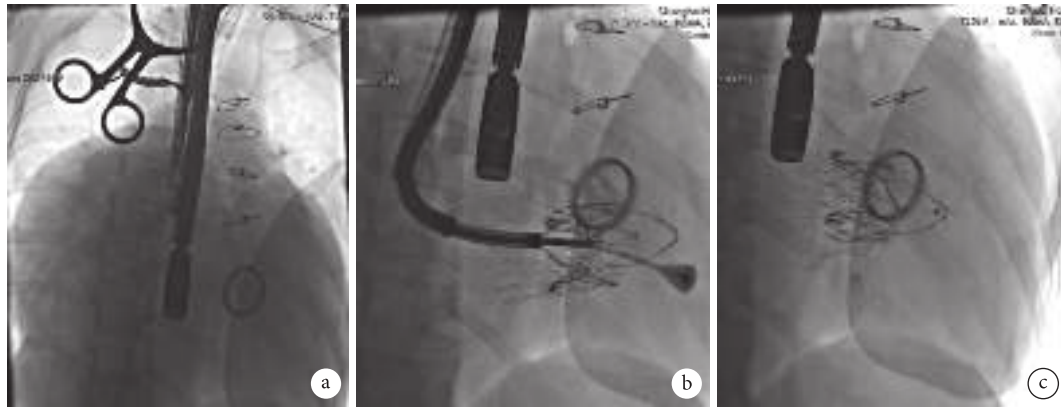


图2 术中影像

a: 输送器在导丝引导下进入右心房; b: 右心房盘片释放; c: 室间隔锚定针固定后撤离输送器

本研究获得我院伦理委员会批准(批准号: CHEC2021-162), 患者及其家属同意后签署知情同意书。

**讨论** 三尖瓣关闭不全(tricuspid regurgitation, TR)是一种常见的心脏瓣膜疾病, 其发病率低于二尖瓣病变但高于主动脉瓣病变<sup>[1-2]</sup>。轻度TR极少出现相关症状, 发展至中度及重度关闭不全可出现右心房和右心室扩大, 右心功能减退, 引起右心衰竭, 最终出现水肿、腹腔积液、胸腔积液等水潴留, 以及肝肾功能不全、血细胞减少等临床表现。有文献<sup>[3]</sup>报道严重TR患者内科治疗的1年死亡率高达36.1%。一项研究<sup>[4]</sup>显示, 576例慢性心力衰竭(心衰)合并中重度三尖瓣反流的患者, 经内科治疗1年的复合终点(死亡/心脏移植/左心室辅助装置植入)的发生率为57%。因此, 通过手术治疗纠正TR, 方能更好地解决右心衰竭问题。

常规外科手术治疗的方法是三尖瓣成形术或三尖瓣置换术。但严重TR患者, 由于病程较长, 右心功能不全或衰竭的临床表现较重, 患者常合并有内脏器官功能不全, 外科手术治疗TR死亡率极高<sup>[5]</sup>。因此, 外科手术治疗TR仍然是一种高风险性手术。

在此背景之下, 经导管三尖瓣介入术应运而生。TR介入治疗包括介入修复(transcatheter tricuspid valve repair, TTVr)和介入置换(transcatheter tricuspid valve replacement, TTVR)。与修复相比, 置换对TR的小叶形态或病因的依赖程度较低, 且大大降低了与开胸手术相关的外科发病率和死亡率<sup>[6]</sup>。2005年Boudjemline等<sup>[7]</sup>报道了首次在8只母羊身上进行了TTVR的动物实验。2014年Kefer等<sup>[8]</sup>报道了人类第1例采用TTVR治疗的病例, 该患者在经过多次手术修复失败后, 接受TTVR将瓣膜植入原位三尖瓣内, 成功缓解了三尖瓣狭窄和反流, 术后1周和5个月随访时超声心动图提示瓣膜功能良好。目前适用于TTVR的瓣膜较少, 主要有Evoque、NaviGate以及LuX-Valve<sup>[6]</sup>。作者单位于2018年研发了一种不依赖于径向支撑力的经导管三尖瓣置换装置LuX-Valve, 在动物实验<sup>[9]</sup>的基础上, 成功地将



图3 术后胸部正位X线片显示瓣膜在位

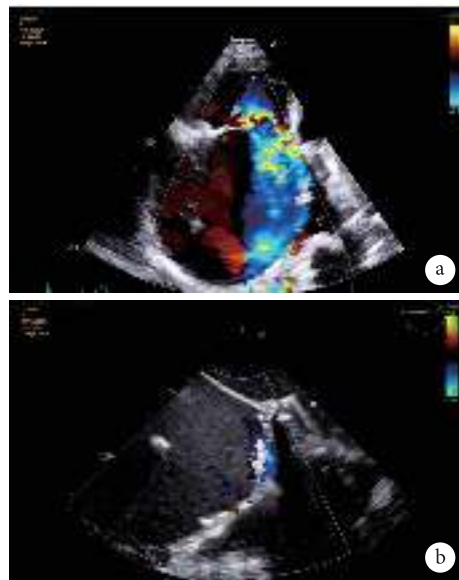


图4 经胸超声心动图

a: 术前超声显示三尖瓣极重度反流; b: 术后超声显示三尖瓣反流基本消失

其应用于重度TR患者, 取得了较好的临床效果<sup>[10-11]</sup>。但前期临床试验发现, 由于入组患者TR病程长、静脉压高、凝血机制差, 会出现胸壁切口出血等并发症, 严重时影响治



图 5 LuX-Valve 介入三尖瓣

疗效果,为此,研发经血管通路的介入置换输送系统尤为迫切,在前期动物研究基础上,我们团队研发了第二代经血管介入三尖瓣置换装置:LuX-Valve Plus。

LuX-Valve 是一种新型经导管三尖瓣置换装置,采用独特的非径向支撑力依赖设计理念;见图 5。其外观呈牛仔帽状,由 4 个部分组成:(1)带有牛心包的三叶人工半月瓣,经过 Genigal 抗钙化工艺处理;(2)由聚四氟乙烯膜覆盖的自膨胀镍钛合金瓣膜支架,由 1 个心房盘片和 1 个柔软的自适应环形密封裙边组成,其目的在于减少瓣周漏;(3)1 个室间隔锚定件,使用三叉镍钛合金锚将瓣膜支架锚定在室间隔上;(4)2 个金属夹持件,可定位捕获三尖瓣前瓣瓣叶及腱索并固定瓣膜装置。Lux-Valve Plus 的输送器由输送系统和手柄构成。整个输送系统包括锚定系统、连接旋转系统、调弯系统以及 1 个 TIP 头组成。手柄包括数个旋钮及开关以满足调弯、锚定和瓣膜释放的需求;见图 6。相较于第一代 LuX-Valve 的输送器, LuX-Valve Plus 的输送器不仅仅是做了简单的延长,其加入了 3 个新的功能:(1)新一代输送器不仅能够水平调弯将瓣膜送至右心室,还可在垂直方向上调弯以调整瓣膜与瓣环的同轴性;(2)联动状态下旋转撤鞘旋钮可调整导管向心室进入的深度;(3)转动旋转控制按钮,可控制瓣膜自身旋转,使瓣膜锚定件与室间隔平行。这 3 个功能的加入更有利于瓣膜的植入与固定。

参与本临床试验的受试者主要入组标准包括:(1)严重三尖瓣关闭不全(采用五分法对三尖瓣反流进行评级,严重的三尖瓣反流为 3 级及以上);(2)存在严重三尖瓣关闭不全的临床表现, NYHA 分级 $\geq$  III 级;(3)左心收缩功能良好(EF $\geq$ 50%);(4)经多学科心脏团队(2 名心外科医生和 1 名心内科医生)评估为不适合外科手术的高危患者,符合以下条件之一:CRS 评分 $\geq$ 8 分,或胸外科医师协会评分 $>$ 8%,或存在 2 个或以上虚弱指数,或存在 2 个或以上术后仍不能改善的主要脏器功能不全;(5)颈静脉直径 $\geq$ 9 mm(取最窄处测量);(6)能够理解试验目的自愿参加并签署

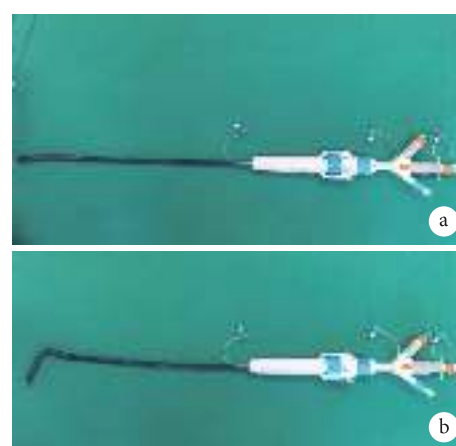


图 6 LuX-Valve Plus 输送器

a: 正常形态下; b: 头端调弯 90°

知情同意书,愿意接受相关检查和临床随访的受试者。

此类患者因长期严重三尖瓣关闭不全,常因体循环淤血导致肝功能不全、脾功能亢进以及营养不良等,术前常合并肝功能不全、血细胞三系减少,术前需对症处理,避免术后出现感染、脏器功能不全等并发症。术前常规应用华法林抗凝治疗者,于术前 3~5 d 停止口服华法林,改为皮下注射低分子肝素,国际标准化比值恢复正常后手术,或于术前 6~12 h 应用华法林拮抗剂 Vitk1 20~40 mg 静脉注射;术前应用阿司匹林长期抗栓治疗者,可不必停用阿司匹林。三尖瓣关闭不全患者行介入治疗前,需详尽分析心脏超声及心脏 CT 影像资料,重点了解心脏功能、腔室大小、瓣环及角度等多种数据,为术中操作及产品规格选择提供帮助。

由于 LuX-Valve Plus 新一代输送器装载区直径为 34.5F,因此,此次手术为避免出现颈内静脉并发症,术者予以切开显露。植入 36F 外鞘保护,术中通过右侧颈内静脉穿刺供输液观察液体进入速度来考察右侧颈内静脉回流情况。本次及后续几例患者均未出现右侧颈内静脉回流受阻情况,可能与长期 TR 患者颈内静脉较粗、侧枝循环开放等因

素有关,也为后续临床试验积累了经验。操作过程中借助心脏超声及X线显影技术,重点在输送器进入三尖瓣口,尽可能保证输送器的同轴性,在装置释放过程中,最为关键的步骤是必须确认前瓣夹持件位于前瓣右心室侧,可借助2D及3D超声,以及夹持件运动情况来综合判断。本病例患者曾接受二尖瓣置换术,术中数字减影血管造影显示二尖瓣位置可以帮助定位三尖瓣;对于其他未行瓣膜置换手术的患者,术中采取股动脉穿刺放置造影导管至主动脉窦以标记三尖瓣环位置,通过右侧股静脉放置的造影导管在输送器进入前进行造影,以确定三尖瓣环位置,释放室间隔锚定钉后再次造影明确有无瓣周漏。由于TR患者三尖瓣瓣环偏大,三尖瓣装置植入过程中,血流动力学影响较小,无需植入临时起搏电极控制心率;在装置的心房盘片释放后,偶有刺激室间隔引起早搏或心跳减慢,可暂停操作或调整输送器角度来缓解。

相当一部分TR患者曾接受左心手术,此类患者术后抗凝以满足左心手术瓣膜抗凝要求为主,未接受过心脏手术患者,术后应尽早抗凝,国际标准化比值维持在2.0~3.0。术后复查患者心功能情况,必要时可强心治疗,监测术后体重变化,若有上升趋势则应加强利尿。

此次手术的顺利开展,得益于术前全方位多角度的评估,以及术中多学科的配合,包括麻醉科、超声科、心外科,同时还有体外循环技术人员的准备,以应对急诊手术可能,术后监护也是患者良好预后的关键因素。

如今,三尖瓣不再是“被遗忘的瓣膜”,三尖瓣疾病越来越为人们所重视。随着介入技术的不断完善、瓣膜装置的优化、操作医生的经验积累,微创化介入手术将更加普及。经颈静脉路径的TTVR对患者来说出血量更少,创伤更小,恢复更快,适用于病情严重的患者,其发展前景值得期待。

利益冲突:无。

作者贡献:曹静怡撰写文章;周广为收集、分析资

料;乔帆、宋智钢、薛清、蔡成良、杨帆、李白翎、王军、韩林、徐志云、陆方林完成手术;陆方林、乔帆修改论文。

#### 参考文献

- 1 Asmarats L, Taramasso M, Rodés-Cabau J. Tricuspid valve disease: Diagnosis, prognosis and management of a rapidly evolving field. *Nat Rev Cardiol*, 2019, 16(9): 538-554.
- 2 Chorin E, Rozenbaum Z, Topilsky Y, et al. Tricuspid regurgitation and long-term clinical outcomes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, 21(2): 157-165.
- 3 Nath J, Foster E, Heidenreich PA. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival. *J Am Coll Cardiol*, 2004, 43(3): 405-409.
- 4 Neuhold S, Huelsmann M, Pernicka E, et al. Impact of tricuspid regurgitation on survival in patients with chronic heart failure: Unexpected findings of a long-term observational study. *Eur Heart J*, 2013, 34(11): 844-852.
- 5 Dhoble A, Zhao Y, Vejpongsa P, et al. National 10-year trends and outcomes of isolated and concomitant tricuspid valve surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2019, 60(1): 119-127.
- 6 Goldberg YH, Ho E, Chau M, et al. Update on transcatheter tricuspid valve replacement therapies. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 619558.
- 7 Boudjemline Y, Agnoletti G, Bonnet D, et al. Steps toward the percutaneous replacement of atrioventricular valves an experimental study. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46(2): 360-365.
- 8 Kefer J, Sluysmans T, Vanoverschelde JL. Transcatheter Sapien valve implantation in a native tricuspid valve after failed surgical repair. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 83(5): 841-845.
- 9 Lu F, Qiao F, Lv Y, et al. A radial force-independent bioprosthesis for transcatheter tricuspid valve implantation in a preclinical model. *Int J Cardiol*, 2020, 319: 120-126.
- 10 Lu FL, Ma Y, An Z, et al. First-in-man experience of transcatheter tricuspid valve replacement with LuX-Valve in high-risk tricuspid regurgitation patients. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(13): 1614-1616.
- 11 Lu FL, An Z, Ma Y, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement in patients with severe tricuspid regurgitation. *Heart*, 2021, 107(20): 1664-1670.

收稿日期: 2022-01-01 修回日期: 2022-02-21

本文编辑: 雷芳