

中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识 (2024版) (转载)

中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病学组, 亚太结构性心脏病俱乐部

通信作者: 宋光远, E-mail: songgy_anzhen@vip.163.com; 潘文志, E-mail: peden@sina.com; 周达新, Email: zhou.daxin@zs-hospital.sh.cn; 吴永健, Email: yongjianwu_nccd@163.com

【摘要】 经导管主动脉瓣置换术(TAVR)已经日臻成熟,2017~2023年期间我国开展中心数量由不到10家增加至600余家,每年置入量由数百例增加至超过10 000例,TAVR在我国已进入持续稳定发展阶段。《中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识》2018版及2021版在我国TAVR快速发展的黄金时期发挥了重要指导作用。随着TAVR领域在循证证据、应用经验、指南更新、器械研发、术式改良等方面的进展,尤其是中国原创技术及治疗方案优化等方面陆续取得重要突破,特更新旧版临床路径专家共识。新版临床路径专家共识对TAVR患者术前临床评价、围术期影像学评估、规范化手术流程、围术期综合管理及术后康复随访等方面进行了详尽阐述,以进一步助力我国TAVR技术健康、规范发展,促进围绕该技术的临床和研究能力的稳定提升。

【关键词】 经导管主动脉瓣置换术; 临床评估; 影像学评估; 规范化手术流程; 围术期管理

【文章编号】 2095-834X(2024)11-38-16

DOI: 10.26939/j.cnki.CN11-9353/R.2024.11.003

本文著录格式: 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病学组, 亚太结构性心脏病俱乐部. 中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识(2024版)(转载)[J]. 当代介入医学电子杂志, 2024, 1(11): 38-53.

2024 Expert consensus on clinical pathway for transcatheter aortic valve replacement in China (reprinted)

Structural Cardiology Committee of Cardiovascular Physicians Branch, Chinese Medical Doctor Association; Asia Pacific Structural Heart Disease Club

Co-corresponding Authors: Song Guangyuan, E-mail: songgy_anzhen@vip.163.com; Pan Wenzhi, E-mail: peden@sina.com; Zhou Daxin, E-mail: zhou.daxin@zs-hospital.sh.cn; Wu Yongjian, E-mail: yongjianwu_nccd@163.com

【Abstract】 Transcatheter aortic valve replacement (TAVR) has reached maturity and has entered a stage of steady and stable development in China. From 2017 to 2023, the number of centers conducting TAVR in China has increased from less than 10 to over 600, and the annual implantation volume has increased from hundreds to over 10 000. The 2018 and 2021 editions of the "Expert Consensus on Clinical Pathway for Transcatheter Aortic Valve Replacement in China" played a crucial guiding role during the golden period of TAVR development in China. With significant progress in evidence-based practice, clinical experience, guideline updates, device development, and procedure technique improvements in the TAVR field, especially the important advances in technologies developed from China, protocol optimization based on Chinese clinical practices, it is necessary to update the previous clinical pathway consensus. The new version of the clinical pathway expert consensus has updated the standard procedures for preoperative clinical assessment, perioperative imaging evaluation, standardized procedural processes, comprehensive perioperative management, and postoperative rehabilitation follow-up for TAVR patients. This update aims to further promote the healthy and standardized development

of TAVR technology in China and to steadily enhance the medical and scientific research capabilities with this therapeutic technology.

【Keywords】 Transcatheter aortic valve replacement; Clinical evaluation; Imaging assessment; Standardized transcatheter aortic valve replacement procedures; Perioperative management

经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)在我国经过十余年的发展,目前已进入崭新而关键的阶段。2018年、2021年我国推出了两部理论与实践相结合的全流程TAVR临床路径《中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识》^[1-2],对我国近年来TAVR开展发挥了重要指导作用。近3年来,TAVR领域在循证证据、应用经验、指南更新、器械研发、术式改良等方面陆续取得重要进展。为进一步紧贴最新证据经验,推进我国TAVR治疗技术规范、安全、稳步发展,特更新此版临床路径专家共识。

本共识在2021版《中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识》基础上,依据Delphi法制定^[2]。首先检索国内外数据库PubMed、中国知网(CNKI)及万方数据库中近4年相关文献,主要检索词为经导管主动脉瓣置换术,文献类型包括指南、共识、专家意见、系统综述、回顾分析、随机对照试验、队列研究等,以及从中外指南和综述、荟萃分析所附参考文献继续扩展检索及筛选,形成共识文献库。其后,专家组成员根据国内外最新指南、共识及诊疗经验制定共识的总体框架和核心信息后专家分组为共识各部分查证相关文献,形成初稿。专家组就相关问题进行讨论,>75%专家同意表示获得一致意见,未获得一致意见的问题进入第二轮讨论。经过多轮讨论和修改,最终在全体专家成员一致同意下,形成本共识。

1 TAVR团队的构成与临床评估

1.1 TAVR团队的构成

核心观点 1

TAVR团队是一个由多学科组成的综合管理团队,负责术前评估、手术策略制定、手术实施及术后全病程管理。

一个完整的TAVR团队包括心血管内科医师、影像评估医师、瓣膜性心脏病介入医师、心血管外科手术医师、重症监护室医师、麻醉科医师、导管室技术人员、护理及康复管理人员等^[3-4]。TAVR团队需要完成:(1)充分评估患者的临床及解剖适应证及禁忌证,并了解患者意愿及经济能力等情况;(2)综合患者手术获益与风险,制定手术策略,评估其可行性及可能出现的并发症,并制定预案;(3)实施TAVR治疗,进行围术期管理;(4)术后全病程管理。

1.2 临床评估

核心观点 2

临床评估是以患者主动脉瓣疾病干预指征为核心的临床综合评估,其重点包括TAVR的适应证、手术方式选择及禁忌证三大步骤。内容包括主动脉瓣疾病症状及严重程度评估、临床基线数据的采集、心血管相关合并症的评估、非心血管相关合并症的评估、老年综合评估、神经系统功能评估和无效性评估。

瓣膜置换的适应证和预期获益主要通过评估患者超声心动图及临床症状,确定主动脉瓣疾病的严重程度及风险分期,从而确认干预时机及获益^[5]。在手术方式选择方面,外科风险评分不再是衡量主动脉瓣疾病治疗方式的独立指标,而是综合考虑患者临床情况、解剖特点、手术意愿以及预期寿命等因素,由心脏综合管理团队决策。禁忌证评估方面则需要根据患者临床资料的全面采集了解有无急性心肌梗死、流出道梗阻、左心血栓形成或解剖不适合TAVR的情况,同时还需要进行无效性评估,考量术后预期寿命及生活质量改善的可能^[6-9]。

1.3 TAVR的适应证和禁忌证

核心观点 3

近年来TAVR指南更新的重点是适应证的拓展和干预方式的转变,强调干预方式选择依赖于临床评估团队和根据患者个体化的临床和解剖特点共同决策。

1.3.1 TAVR的绝对适应证 主动脉根部及入路解剖结构符合TAVR(特别是经股动脉TAVR)要求且预期寿命>1年。

(1)年龄70岁及以上,有下列情况之一:①重度主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)患者有AS导致的如下临床症状:运动性呼吸困难、心力衰竭、心绞痛、晕厥、既往或运动试验时晕厥先兆。②运动试验可以诱发病状或血压下降的无症状的重度AS患者。③无症状的重度AS,左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)<55%(无其他诱因导致的左心室收缩功能不全)。④无症状的重度AS, LVEF>55%,运动试验结果正常,干预风险低且具备以下条件之一:极重度AS[平均压差 ≥ 60 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或最大峰值流速 >5 m/s];重度瓣膜钙化(经CT评估)且最大峰值流速进展 ≥ 0.3 ml/(s·y);经重复检测确认无其他诱因的B型利钠肽显著升高(大于经性别、年龄校正的正常值的3倍)。

(2) 年龄小于 70 岁的重度 AS 患者, 存在外科手术禁忌或高危或存在其他危险因素, 如胸部放射治疗后、肝功能衰竭、主动脉弥漫性严重钙化、极度虚弱等^[2]。

(3) 外科主动脉生物瓣膜毁损。

1.3.2 TAVR 的相对适应证

(1) 年龄 60~69 岁的患者, 满足 1.3.1 TAVR 的绝对适应证(1)中的条件之一, 经过临床团队综合评估认为更适合行 TAVR。

(2) 二叶式重度 AS 患者满足上述条件之一, 可在有经验的中心(年手术量 ≥ 50 例)或术者(年手术量 ≥ 25 例)中开展。

(3) 有症状的重度单纯主动脉瓣反流(pure aortic regurgitation, PAR)患者, 外科手术禁忌或高危, 预期治疗后能够临床获益, 解剖特点经过充分评估适合 TAVR, 可在有经验的中心(年手术量 ≥ 50 例)或术者(年手术量 ≥ 25 例)中开展^[10]。

(4) 无症状的重度 PAR 患者, 外科手术禁忌或高危, 预期治疗后能够临床获益, 解剖特点经过充分评估适合 TAVR, 需满足下述条件之一: 左心室舒张末期内径 > 70 mm; 左心室收缩末期内径 > 50 mm; 左心室收缩末期内径指数 > 25 mm/m²; LVEF $\leq 55\%$, 可在有经验的中心(年手术量 ≥ 50 例)或术者(年手术量 ≥ 25 例)中开展。

1.3.3 TAVR 的禁忌证 (1) 左心室内新鲜血栓; (2) 无纠正措施的左心室流出道严重梗阻; (3) 急性心肌梗死

不稳定期; (4) 主动脉根部解剖形态不适合行 TAVR 治疗; (5) 存在其他严重合并症, 即使纠正了主动脉瓣疾病仍预期寿命不足 1 年^[2]。

2 TAVR 围术期的影像学评估

核心观点 4

TAVR 围术期影像学评估中术前评估最为关键。CT 是评估主动脉根部及入路解剖结构和钙化的最重要手段, 特定情况下超声心动图、心脏磁共振成像(CMR)、造影等检查方式可以达到协同或替代评估作用。人工智能分析、数值仿真及三维(3 dimension, 3D)打印等新技术未来可能成为 TAVR 围术期评估的重要补充(表 1)。

2.1 CT 评估

核心观点 5

CT 在 TAVR 术前评估、术中指导以及术后随访中处于核心地位, 是术前人工瓣膜及入路选择的影像“金标准”, 推荐心电门控全时相 CT 血管造影(CT angiography, CTA)扫描作为主动脉根部解剖评估的重要手段。

TAVR 术前 CT 检查图像采集需评估患者心肾功能以及相关用药, 尽量采用 64 排及以上 CT 扫描设备。检查应包括 3 个方面内容: (1) 心电门控非增强 CT 扫描; (2) 心电门控全时相 CTA 扫描; (3) 大范围非心电门控螺旋 CTA 扫描, 扫描范围及重建参数需

表 1 TAVR 术前影像学评估方法的推荐

项目	主要内容	首选	次选	备选
心脏瓣膜	瓣环大小和形状	CT	TEE、CMR	3D TTE
	瓣叶数量	CT	TEE、TTE	CMR
	钙化程度	CT	TEE、TTE	
冠状动脉	开口到瓣环距离	CT	—	TEE、CMR、造影
	合并冠心病	造影	CT、SPECT、PET	—
入路	同轴性	CT	—	—
	升主动脉	CT	CMR	TEE
	主动脉斑块	CT	—	TEE、CMR、造影
	髂动脉及股动脉	CT	—	造影、CMR

注: TAVR: 经导管主动脉瓣置换术; TTE: 经胸超声心动图; TEE: 经食道超声心动图; CMR: 心脏磁共振成像; SPECT: 单光子发射计算机断层成像; PET: 正电子发射断层成像; 3D: 三维。—: 无。

表 2 TAVR 术前 CT 推荐扫描范围、扫描模式及重建参数

CT 检查	推荐扫描范围	推荐扫描方式	推荐重建参数
心电门控非增强 CT 扫描	覆盖主动脉根部区域和全部心脏	舒张期前瞻性心电门控扫描	(1) 舒张期重建; (2) 小视野重建; (3) 层厚亚毫米级(计算冠状动脉钙化积分、主动脉瓣钙化时可用 2.5 mm 重建)
心电门控全时相 CTA 扫描	上界: 气管隆突处(包括升主动脉中段); 下界: 心脏下缘(全部心脏)	建议全心动周期回顾性心电门控扫描	(1) 以 10% R-R 间期为间隔重建多期图像; (2) 小视野重建; (3) 层厚亚毫米级
大范围非心电门控螺旋 CTA 扫描	上界: 下颌角水平(包括部分颈总动脉); 下界: 股骨小转子水平(包括左右股动脉近段)	(1) 非心电门控螺旋扫描; (2) 双源 CT 建议行大螺距扫描	(1) 大视野重建; (2) 层厚亚毫米级

注: TAVR: 经导管主动脉瓣置换术; CTA: CT 血管造影。

特别关注(表 2)。对比剂注射流率及总量的确定需综合考虑选用的对比剂浓度、管电压、设备扫描速度、患者静脉血管条件、患者体重、心肾功能状态等因素。TAVR 术前 CTA 检查需立刻评价图像质量及扫描完整度,如图像质量或完整度不足以满足 TAVR 术前规划的相关评估要求,则需要进行二次检查或补充扫描^[11]。

术前测量评估:需要有经验的影像核心实验室对 CT 图像通过专业软件进行分析,主要观察主动脉根部 and 入路的形态学特征,其中主要包括瓣叶分型、钙化情况、主动脉瓣环上下相关解剖径线、冠状动脉开口、左心室、入路血管管壁钙化程度、管腔狭窄程度及走行迂曲程度、合并严重的主动脉病变(动脉瘤、夹层及闭塞等)等指标^[12-13]。

核心观点 6

术者需要熟练掌握 CT 影像评估方法并对结果进行充分解读及个体化分析,可根据图像结果识别解剖难度、评估风险并制定正确的手术策略。

术中、术后 CT 评估:通过 CT 可对导丝跨瓣及最佳释放角度进行预测,以减少术中 X 线的辐射剂量及对比剂的使用并精确指导释放深度及位置,对于解剖结构复杂及单纯反流患者选择合理的投照角度尤为重要^[2]。术后通过主动脉根部 CT 可判断 TAVR 瓣膜置入位置及深度、瓣架膨胀程度及圆度,对功能区严重膨胀不良或椭圆率较高的患者可考虑再次进行经导管球囊扩张成形术治疗。同时术后 CT 可观察联合部错位程度及冠状动脉开口是否受到人工瓣膜缝制区或外裙边遮挡,评估冠状动脉通路通畅性及再介入可行性^[14]。通过舒张期及四维(4 dimension, 4D) CT 动态观察瓣叶,可了解有无异常瓣叶增厚或血栓形成来评价器械远期效果或制订抗凝抗栓策略。目前高分辨 4 D CT 是诊断 TAVR 瓣膜血栓形成的金标准,主要影像学特征是不同程度的低衰减瓣叶增厚征和瓣叶运动减弱^[2]。

核心观点 7

建议 TAVR 术后半年内常规行全时相 CT 扫描,评价瓣膜置换效果、位置、冠状动脉再介入可行性及血栓情况,制定合理抗栓方案。

2.2 超声心动图评估

核心观点 8

超声心动图主要评价主动脉瓣病变的严重程度、其他瓣膜及心脏功能及围术期并发症是围术期影像评价的重要手段。

术前评估:通过经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)可以对整体及主动脉瓣的形态学与功能学状态进行准确判定,重要的参数包括房室内径、心室壁厚度、LVEF,主动脉瓣形态学参数包括瓣环内径、瓣叶数目、钙化病变程度,功能学参数包括有效瓣口面积、峰值流速、平均/最大跨瓣压差等。对于低流速-低压差患者可进行多巴酚丁胺试验进一步检查^[2]。

术中监测及术后随访:术中监测方案根据患者采用麻醉方案不同可以选用不同方式[经食道超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)或 TTE]。术中超声心动图对于瓣膜置入后即刻评估瓣膜功能及心脏综合评价,尤其是主动脉瓣瓣周反流的定位、定量有优势。患者术后 TTE 随访早期的观察重点在于有无急性或亚急性并发症,如心包积液、主动脉根部血肿、瓣膜位置和功能等;远期随访重点在于心脏整体、人工瓣膜形态及功能状态的评估^[2]。

基于目前 TAVR 适应证向外科低危患者拓展,人工生物瓣膜耐久性成为术后评价的重要指标。瓣膜学术联盟-3 标准所提出的生物瓣膜功能障碍分为结构性瓣膜退化、非结构性瓣膜功能障碍、临床瓣膜血栓形成或心内膜炎^[15]。其中结构性瓣膜退化被定义为人工瓣膜发生的内在性永久性变化,包括磨损、瓣叶破损、瓣叶连枷、瓣叶纤维化和(或)钙化,支架断裂或变形,非结构性瓣膜功能障碍被定义为人工瓣膜本身以外任何因素导致的瓣膜功能障碍。

核心观点 9

生物瓣膜功能障碍的严重程度主要衡量指标为跨瓣压差绝对值升高,跨瓣压差较前进展,有效瓣口面积减少以及多普勒速度指数减少等,作为术后超声心动图随访评价瓣膜耐久性的重要指标,需特别关注。生物瓣膜退化分为三个阶段,具体见表 3。

2.3 人工智能分析、数值仿真及 3D 打印技术

表 3 生物瓣膜退化的阶段分级

项目	内容
阶段 1	形态学瓣膜退化:结构性瓣膜退化,非结构性瓣膜功能障碍(除瓣周漏或瓣膜-患者不匹配之外),血栓形成或心内膜炎的证据,但没有显著的血液动力学影响
阶段 2	中度血液动力学瓣膜退化:与术后 1-3 个月进行的超声心动图评估相比,平均跨瓣压差增加 ≥ 10 mmHg,导致平均压差 ≥ 20 mmHg,并伴有有效瓣口面积减少 ≥ 0.3 cm ² 或 $\geq 25\%$,和(或)多普勒速度指数减少 ≥ 0.1 或 $\geq 20\%$;或者新发的或增加 ≥ 1 级的假体内主动脉瓣反流,导致中度及以上的主动脉瓣反流
阶段 3	重度血液动力学瓣膜退化:与术后 1-3 个月进行的超声心动图评估相比,平均跨瓣压差增加 ≥ 20 mmHg,导致平均压差 ≥ 30 mmHg,并伴有有效瓣口面积减少 ≥ 0.6 cm ² 或 $\geq 50\%$,和(或)多普勒速度指数减少 ≥ 0.2 或 $\geq 40\%$;或者新发的或增加 ≥ 2 级的假体内主动脉瓣反流,导致重度主动脉瓣反流

注:1 mmHg=0.133 kPa。

核心观点 10

人工智能及 3D 打印等影像学新技术应用于 TAVR 患者影像学分析,可辅助提升评估的精准性和效率、缩短术者的学习曲线,有望进一步降低手术并发症风险,成为 TAVR 术前评估的重要手段^[16]。

基于人工智能的 TAVR 术前评估:通过导入高质量 CTA 影像至分析系统,自动完成主动脉根部多目标精细分割与 3D 重建,自动识别瓣叶分型、窦底及冠状动脉开口,精确定位关键解剖结构并测量,同时动态评估钙化斑块,辅助术者精准规划手术方案,提升手术成功率。

基于人工智能 TAVR 术后评估:通过对瓣膜支架的高精度分割、去伪影操作和逐层的全自动形态学指标定量评估,能够精准地评价支架膨胀程度和效果,为复盘手术过程、优化手术策略、改进器械设计提供重要参考依据。

TAVR 手术数值模拟仿真及 3D 打印技术: TAVR 数值模拟仿真可以根据患者解剖特点,通过计算机数值模拟不同尺寸和类型支架的置入效果,选择最优瓣膜型号和释放位置,分析并发症风险(图 1)。3D 打印技术通过 CT 构建 3D 模型进行仿真与体外模拟,优化手术策略与效果^[17-18]。利用 3D 打印具有内部传感器的主动脉根部模型模拟 TAVR,可以映射出施加在主动脉根部关键区域的压力,判断介入瓣膜锚定的稳定性、传导阻滞风险等问题^[19]。同时,3D 打印模型还可通过 4D 磁共振技术识别并量化 TAVR 术后瓣周漏,助力瓣周漏检测与量化^[20]。而水凝胶瓣膜与熔融电铸技术制造的高度可调且空间异质性的纤维管状支架的是目前 3D 生物打印前沿方向^[21-22]。

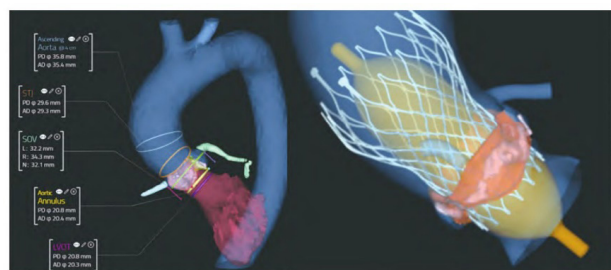


图 1 人工智能分析主动脉根部及经导管主动脉瓣置换术数值模拟仿真效果

注:Ascending Aorta: 升主动脉;STJ: 窦管交界;SOV: 瓦氏窦;LVOT: 左心室流出道;PD: 周长衍生直径;AD: 面积衍生直径;Aortic Annulus: 主动脉瓣环;L: 左冠窦;R: 右冠窦;N: 无冠窦。

2.4 CMR 评估

核心观点 11

在 TAVR 术前评估中,CMR 可在特定条件下作为 CT 的合理替代方案。

CMR 可精确测量主动脉根部的尺寸和形态,帮助确定解剖适应证并制定手术策略及器械选择,同时无

创地评估从主动脉根部到外周血管的解剖结构,帮助选择最佳的导管路径,减少术中并发症。其避免对比剂和辐射、对心功能和心肌纤维化疤痕组织评估能力强等特点具有一定优势和应用价值^[23]。

3 TAVR 的手术过程

3.1 场地以及器械的准备

核心观点 12

完整的多学科团队和完善的杂交手术室是 TAVR 的最好保障,但随着技术的发展和熟练程度的增加,各中心根据医院条件、团队配备情况在保障手术安全顺利的前提下,因地制宜地在导管室采用简化 TAVR 是可以推荐的。需根据术前评估方案及患者个体化需求充分准备好手术器械。

3.2 麻醉的准备与选择

核心观点 13

充分的麻醉术前准备非常必要,应根据患者的状况采用不同的麻醉方式。

麻醉方式包括:局部麻醉,镇静或监护麻醉,全身麻醉。决定 TAVR 麻醉方式的选择主要包含三大方面的因素,分别来自患者本身、术者和麻醉医师、TAVR 的入路,其中最主要的因素是入路^[24-27]。经股动脉入路 TAVR 建议优选镇静或监护麻醉方式,对于特殊入路、危重患者及各中心早期开展阶段可选择全身麻醉。

3.3 入路的选择和建立

核心观点 14

股动脉入路是 TAVR 最主要的入路,90% 以上患者可以选择股动脉入路。对于股动脉,如无钙化,一般置入鞘管外面积可以超过血管面积 20%~30%。在我国,颈动脉、锁骨下动脉(腋动脉)途径已成为仅次于股动脉途径之外的常用外周血管入路。

对经股动脉入路的患者,可以选择穿刺或者切开,建议术前细致评估穿刺位置,并在超声引导下进行穿刺。也可使用微穿刺装置进行主入路血管穿刺或副入路穿刺后,在造影指导下完成主入路穿刺并预置预缝合装置^[2]。颈动脉、心尖入路、升主动脉、锁骨下动脉以及下腔静脉入路建议需有血管外科或心脏外科支持,并且在经验较为丰富且具备完善心脏团队的 TAVR 中心来完成,具体入路也需要依据器械特点,患者解剖情况,由心脏团队讨论后决定^[28-29]。近期,国内开始尝试单支血管入路(all in one)技术,应用 all in one 完成经股动脉 TAVR 治疗^[30-32]。

3.4 瓣膜的选择

核心观点 15

进行瓣膜选择时应结合术前 CT 综合评估结

果,如瓣膜的分型、瓣膜钙化分布、冠状动脉堵塞风险、永久起搏器植入可能性、瓣环破裂风险、生物瓣膜不匹配等,并根据患者血管入路情况和人工瓣膜特性,做到个体化选择,必要时结合术中球囊扩张的结果。

目前中国大陆共有 8 款经股动脉入路的 TAVR 瓣膜、1 款经心尖入路的 TAVR 瓣膜上市,包括球囊扩张式瓣膜、自膨胀式瓣膜两大类,其中已有 4 款升级为可回收系统。数款针对 PAR 的经股动脉途径瓣膜已经完成临床试验,即将应用于临床。

3.5 脑保护装置的使用

核心观点 16

TAVR 术前完善脑血管和神经系统功能评估,对于高危栓塞风险的患者与神经内、外科及血管外科专家共同制定治疗策略,并推荐使用脑保护装置。

TAVR 术后高危栓塞风险包括既往脑卒中史、高龄、新发心房颤动、冠心病史、外周血管病史、术中反复球囊扩张、瓣膜移位、高流速高压差等因素^[15]。现有研究表明 TAVR 期间应用脑保护装置安全性高,但其临床结果仍需更多研究证实。

3.6 瓣膜置换前的准备

核心观点 17

瓣膜置换前应基于临床和影像评估结果合理制定手术方案。包括临时起搏电极植入,跨瓣角度的选择以及跨瓣导丝的操作,瓣膜释放角度的判定,球囊预扩张方案,瓣膜类型及型号选择和可能出现的并发症以及处理预案。

临时起搏电极植入:TAVR 术中的临时快速起搏用于球囊扩张或瓣膜释放过程中减弱心脏搏动幅度以减少球囊或瓣膜移位^[2]。左心室导丝起搏技术的应用逐渐增加^[33],但对于高风险患者仍建议传统起搏方式,必要时 TAVR 术后留置临时起搏电极 24~48 h^[34]。经颈静脉或锁骨下静脉置入心室主动电极,不仅可以满足术中起搏需要,必要时还可以桥接到过渡性永久起搏器技术以延长观察时间、有利于患者早期活动^[35]。

跨瓣角度的选择以及跨瓣导丝的操作:术前通过 CT 可帮助选择最合适的跨瓣角度及优先透视角度的。跨瓣的核心步骤是逐步有序地调整导管轴向及高度,操作导丝头端跨过瓣口,及时更换不同指引导管进行尝试^[2]。对于跨瓣困难的患者,也可采用经房间隔和经心尖穿刺后顺行跨瓣后抓捕导丝建立轨道。

瓣膜释放角度的选择:术前通过多排 CT 对器械释放角度进行预测,结合术中主动脉根部造影,确定瓣膜最佳释放角度,常用的方法包括右窦中心位、左右窦重叠位(cusp-overlap)及双 S(double S)曲线技术^[2]。

若存在特殊结构关注点或风险,例如存在冠状动脉堵塞风险时可选择冠状动脉切线位造影观察。对于二叶式主动脉瓣的患者,最理想角度通常为平行于交界区连线的方向(双窦展开位),无论采取何种方法,均需要打齐瓣环平面。

球囊预扩张:术前应根据 CT 评估瓣环及瓣上结构径线和患者心功能及临床状态来选择合适的球囊型号,同时应考虑是否有球囊扩张时观察球囊腰部及根部造影反流量、评估冠状动脉闭塞风险的需要进行型号调整。对于瓣叶重度钙化,瓣叶交界黏连、二叶式主动脉瓣的 AS 患者,建议球囊预扩张,但尽量避免多次球囊预扩张。球囊扩张前充分考虑可能发生的风险,准备好应对措施。

3.7 瓣膜的输送、定位及释放

核心观点 18

瓣膜输送时,应特别关注跨越主动脉弓和主动脉瓣这两个位置的过程。不同类型的瓣叶结构,不同型号的瓣膜,对起始定位的高度要求有所不同。应从术前 CT 分析中确定 TAVR 瓣膜的锚定区和封堵区,决定起始位置及优选释放位置。

跨越主动脉弓的时候,一定要同时观察弓部以及左心室导丝的情况,助手应适当后拉加硬导丝,形成相对运动,让瓣膜尽量平顺跨越主动脉弓。跨主动脉瓣时,需要在向前推送瓣膜的同时后拉加硬导丝,如果因为瓣膜钙化或升主动脉扩张,导致跨瓣困难时,应及时使用抓捕器辅助,切勿暴力操作导致主动脉夹层或心脏损伤。二叶式主动脉瓣大多数需要高位释放,其瓣膜的锚定区多数是瓣上结构;而对于三叶式主动脉瓣,多数的锚定区在瓣环到流出道之间,一般选择标准位释放。瓣膜释放过程中可能需要应用快速起搏,根据瓣膜类型以及释放策略不同,起搏频率常规 120~220 次/min^[2]。

3.8 瓣膜置换后的评估

核心观点 19

术后应观察血液动力学情况,通过超声心动图和主动脉根部造影来评估瓣膜的位置及反流情况,同时观察二尖瓣、左心室功能以及术中并发症。

TAVR 术后瓣膜反流的评估:TAVR 术后的瓣膜反流根据其位置分为中心型反流以及瓣周漏。瓣周漏与严重钙化、瓣环偏心、瓣膜尺寸过小、瓣膜置入过深等原因相关。

瓣周漏的评估应该建立综合评估体系:

(1)造影评估:根据左心室内对比剂相对密度评估反流程度,初筛反流,粗估反流总量,但不能评估反流数目、位置、方向。据 Selles 分级标准,分为 4 个等级:Ⅰ级:无反流;Ⅱ级:轻度反流:对比剂进入左心室流出道及中部,经过 1 次心搏即可排除;Ⅲ

级：中度反流：对比剂进入整个左心室，1 次心搏不能完全清除，经过数次心搏后显影变淡；Ⅳ级：重度反流：整个左心室及主动脉均匀显影，1 次心搏后仍保持。

(2) 根据 Sinning 和 Hasan 主动脉反流指数 (aortic regurgitation index, ARI) 作为评估指标： $ARI = [(DBP - LVEDP) / SBP] \times 100$ 或者 $ARI = [(DBP - LVEDP) / HR] \times 80$ (DBP: 主动脉舒张压; SBP: 主动脉收缩压; LVEDP: 左心室舒张末期压力; HR: 心率)。ARI 与反流程度呈负相关，研究显示 ARI < 25 患者术后一年死亡率 2.9 倍于 ARI > 25 患者，故 ARI 阈值定为 25，作为判断瓣周漏是否需要采取进一步治疗的评估依据。

(3) 超声心动图多普勒评估：TAVR 术后超声心动图评估时需要尽可能将患者血液动力学控制在较稳定的范围内，对于新发的快速性心律失常可影响瓣周漏判断，必要时可以使用药物干预。计算彩色多普勒反流束的内径与左心室流出道的比值、胸骨旁短轴切面测量的弧状反流长度与瓣环长度的比值 (无：无彩色反流；轻度：10% 以下；中度：10%~30%；重度：>30%)、主动脉舒张期反向血流频谱。

3.9 TAVR 术中常见并发症的处理

核心观点 20

TAVR 术中常见并发症包括循环崩溃、瓣周漏、瓣膜移位、冠状动脉闭塞及心肌梗死、脑卒中、血管并发症、传导阻滞，需特别关注。

TAVR 术中常见并发症包括^[15]：

(1) 循环崩溃：循环崩溃常见原因包括术中新发的急性主动脉瓣反流、术前心功能低下、冠状动脉阻塞、难以耐受高频起搏、瓣环破裂、心包填塞、自杀左心室、血管并发症、急性二尖瓣反流等。术前评估需要甄别循环崩溃的高危患者，采取相应预防和处理措施。

(2) 瓣周漏：新一代瓣膜的瓣周漏显著减少。对于中度以上的瓣周漏，需要立即进行纠正，瓣周漏的处理应基于对其病因的正确判断，如膨胀不良，则应该考虑球囊后扩张；如果瓣膜释放位置不佳，则应该考虑瓣中瓣；如果由于严重钙化导致瓣膜不能完全贴壁，则

应该考虑瓣周漏封堵。

(3) 瓣膜移位：瓣膜移位可能导致紧急开胸或再次置入瓣膜。术前影像学评估瓣环及环上结构非常重要，对已发生移位的瓣膜，可尝试使用抓捕器调整位置。某些病例瓣膜置换后突发临床症状加重或血液动力学恶化需考虑迟发瓣膜移位的发生。

(4) 冠状动脉闭塞及心肌梗死：在术前评估时应特别注意冠状动脉开口高度、窦部容积、瓣叶增厚及钙化情况以及人工瓣膜与冠状动脉开口的关系，术中球囊预扩张同时行主动脉根部造影有助于观察冠状动脉灌注情况。预判冠状动脉闭塞高风险则建议预先冠状动脉保护，可预埋延长导管、球囊或支架保护冠状动脉。BASILICA 技术可通过撕裂瓣叶来预防冠状动脉开口阻塞^[2]。

(5) 脑卒中：脑卒中的预防措施包括充分的术前评估、减少术中操作次数和采用脑保护装置 (表 4)。脑保护装置已被证实安全，其临床疗效需更多循证医学证据支持。

(6) 血管并发症：血管入路并发症发生率较高，有时甚至可致命。对可能出现血管并发症的患者，应积极准备应急处理措施，包括外周血管球囊、覆膜支架等，必要时及时外科切开处理。

(7) 传导阻滞：TAVR 术后传导阻滞主要与瓣膜架体或导管与传导系统之间的直接机械相互作用导致的局部炎症、水肿或缺血相关。术后发生传导阻滞后植入永久起搏器时机存在较大差异。起搏方式的选择建议尽量生理起搏。左心室功能降低的患者中，预期右心室起搏要求高 (>40%) 可考虑心脏再同步化治疗。过渡性永久起搏器技术可以延长观察时间，降低 TAVR 术后永久起搏器植入率，降低成本，有利于患者早期活动早期康复，改善患者生活质量 (图 2)^[35]。

核心观点 21

TAVR 术中其他并发症包括：(1) 心包积液及心包填塞；(2) 左心室左心房漏；(3) 主动脉瓣环撕裂；(4) 主动脉夹层、撕裂；(5) 二尖瓣功能损伤；(6) 感染性心内膜炎；(7) 瓣膜血栓；(8) 急性肾功能损伤；(9) 出血^[2]。

表 4 脑卒中的预防措施

时间点	措施	作用
术前	头颅 CT/ 颈动脉超声	高危患者筛查
	TAVR CT	评估最佳跨瓣角度
		主动脉根部结构
		升主动脉及弓部结构
术中	优化释放方式	避免反复释放及回收
	超声心动图和影像评估	合理后扩张
	缩短高速起搏时间	避免低灌注
麻醉	局部麻醉加镇静麻醉方式	更好监测患者神经系统功能

注：TAVR：经导管主动脉瓣置换术。

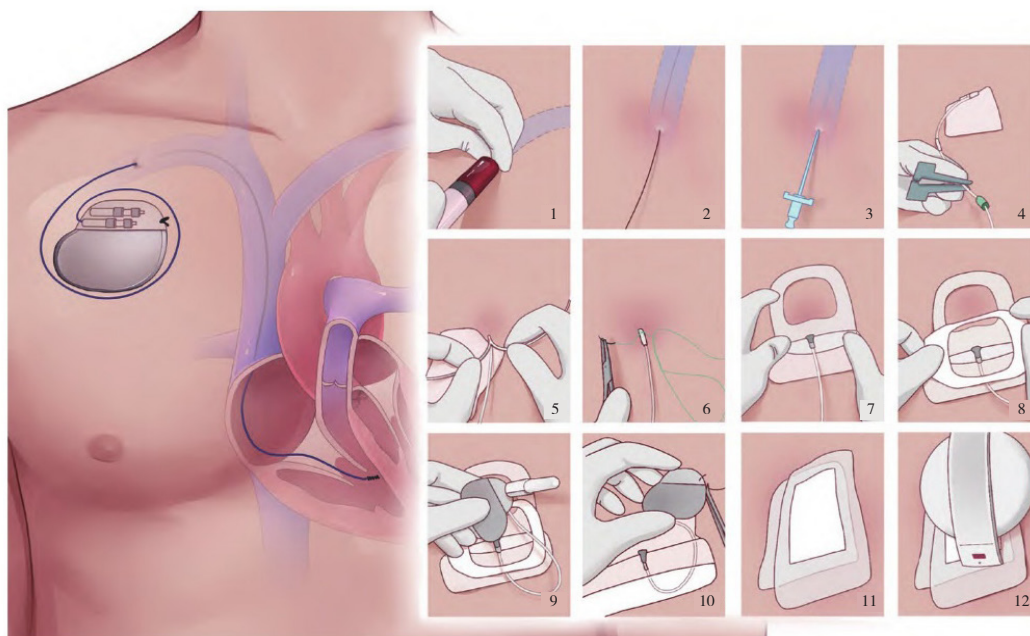


图2 过渡性永久起搏器技术

注：1：穿刺锁骨下静脉或腋静脉；2：保留穿刺导丝；3：置入 7F 或 8F 可撕开鞘管；4：植入心室主动电极至右心室间隔部；5：撕开鞘管；6：用缝线将电极固定在皮肤表面；7、8：无菌敷料覆盖电极；9：电极尾端连接起搏器脉冲发生器；10：用缝线将起搏器脉冲发生器固定在皮肤表面；11：无菌敷料覆盖脉冲发生器；12：通过程控仪调整起搏器参数。

3.10 急诊 TAVR

核心观点 22

对药物治疗反应性差的难治性症状性重度 AS 患者, 伴或不伴有血液动力学不稳定, 需要最短时间内完成的紧急经导管主动脉瓣球囊扩张或主动脉瓣置换术, 定义为急诊主动脉瓣球囊扩张术/TAVR。

核心观点 23

急诊主动脉瓣球囊扩张术/TAVR 适应证包括：(1) 心源性休克；(2) 合并有持续性室性心动过速或发生心室颤动；(3) 药物难以改善需要机械循环辅助装置的不稳定性心绞痛或慢性心力衰竭；(4) 在 TAVR 评估及手术阶段出现血液动力学崩溃接受心肺复苏的患者。

核心观点 24

如果决定使用机械循环辅助装置, 建议在 TAVR 术前预防性植入, 优选体外膜氧合装置, 如不具备条件, 可选择主动脉内球囊反搏装置。

核心观点 25

因病情严重无法完善增强 CT 时, 平扫 CT、术中 3D TEE 及血管造影的联合应用对于入路及根部评价有一定的作用。

根据目前国内经验做出以下建议：(1) 首选全身麻醉, 根据血管超声及术中造影结果, 优选经股动脉入路；(2) 应用 TEE 评估主动脉根部结构；(3) 根据 CT 和超声心动图评估结果选择预扩张球囊型号, 术中预扩张时应特别关注冠状动脉灌注以及反流量情况, 必要时可选择小球囊连续扩张, 避免大量反流所致循环不稳定；(4) 根据术中根部造影和球囊扩张造

影选择人工瓣膜型号；(5) 术后建议患者在监护病房进行过渡治疗^[36-38] (图 3)。

3.11 简化 TAVR

核心观点 26

简化 TAVR 的安全性和有效性不逊于传统 TAVR, 能够促进患者早期恢复, 缩短住院时间, 降低医疗费用。各中心可因地制宜, 制定适合本中心的简化手术方案 (表 5)。

简化 TAVR 必须对能够从简化手术中获益的患者进行严格筛选, 以确保其安全性。简化 TAVR 倾向于选择血管解剖条件合适的低危患者, 应遵从个体化的原则, 筛选标准包括：(1) 具备合适的血管入路；(2) 冠状动脉闭塞风险较低；(3) 无慢性疼痛；(4) TTE 声窗条件好；(5) 可紧急插管；(6) 可以平卧。不适宜行简化 TAVR 的标准包括：(1) 入路血管条件较差；(2) 冠状动脉闭塞风险较高；(3) 瓣环破裂风险较高；(4) 患者焦虑、术中不能配合；(5) 瓣膜大小不确定；(6) 患者无法平卧；(7) TTE 声窗差。目前, 国内大多数中心采用的简化 TAVR 方法包括在导管室进行局部麻醉、穿刺股动脉为主入路、桡动脉作为副入路或 all in one 技术、左心室导丝起搏、直接瓣膜置换术、减少有创监测和通路、术中采用 TTE、鼓励早期活动、早期出院等^[39-42]。

3.12 PAR 的 TAVR

核心观点 27

我国目前尚无确切主动脉瓣反流患病率的流行病学数据, 但现有证据显示其流行病学规律不同于西方, 我国的主动脉瓣反流可能更常见。

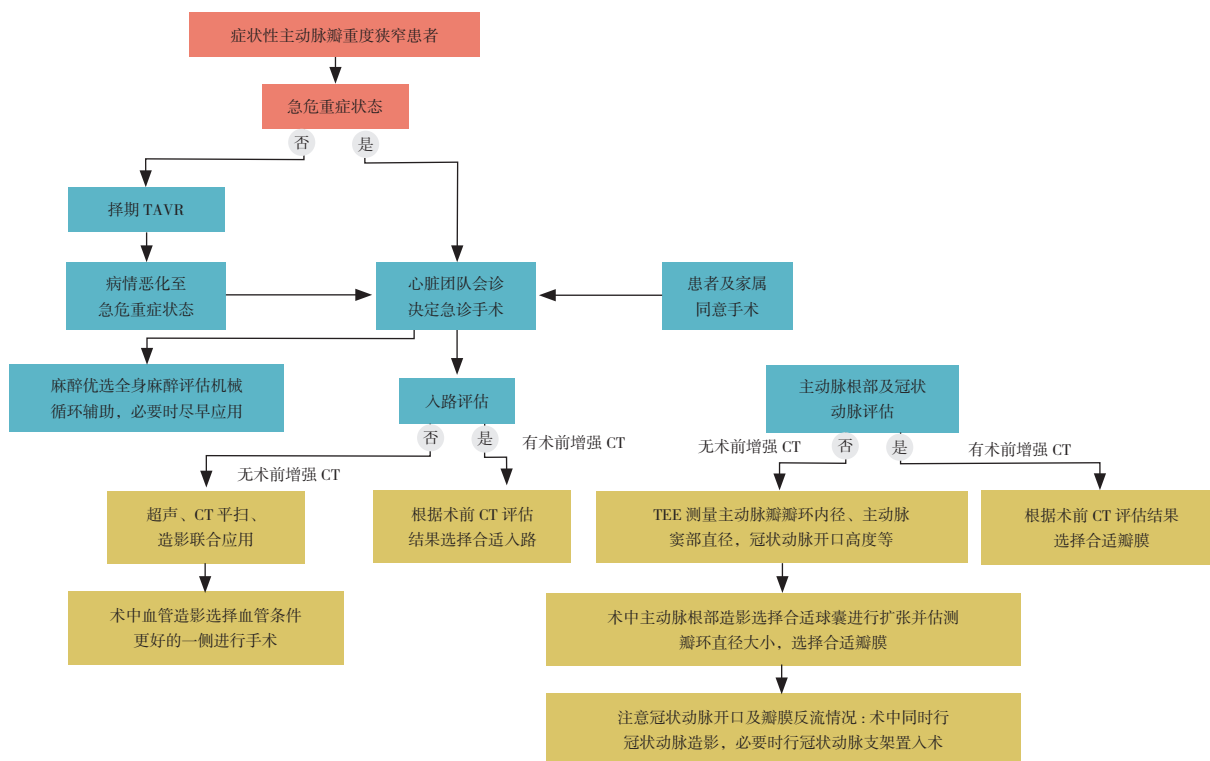


图3 急诊TAVR流程

注:TAVR: 经导管主动脉瓣置换术;TEE: 经食道超声心动图。

表5 传统TAVR和简化TAVR的对比

项目	传统 TAVR	简化 TAVR
麻醉	气管插管全身麻醉	局部麻醉 + 镇静 / 局部麻醉
入路	动脉切开 / 经皮穿刺	经皮穿刺 / all in one
起搏	植入临时起搏电极	左心室导线起搏
超声	TEE	TIE
导尿	Foley 尿管	不导尿
静脉置管	颈内静脉	颈内静脉 / 肘正中
循环监测	Swan-Ganz 导管	动脉压力
手术地点	杂交手术室	导管室

注:TAVR: 经导管主动脉瓣置换术;TEE: 经食道超声心动图;TIE: 经胸超声心动图;all in one: 单支血管入路。

核心观点 28

CT 双锚定多平面测量方案和解剖分型对 PAR 的 TAVR 有指导意义。建议人工瓣膜在锚定平面的直径(周长)超尺寸比率应在 10% 以上。

目前我国仅有经心尖入路的 J-Valve 人工主动脉瓣膜被批准用于主动脉瓣反流的 TAVR 治疗,但是多款经股动脉瓣膜已经完成临床试验,即将上市。对 PAR 患者行经股动脉 TAVR,超适应证应用时推荐使用可回收的自膨胀式瓣膜,建议术前采用 CTA 评估患者的解剖,根据 CTA 分析结果判断患者是否适合手术,并选择合适的瓣膜型号。CT 双锚定多平面测量方案和解剖分型对 TAVR 有指导意义:1 型:瓣环、左心室流出道、升主动脉均能锚定;2 型:左心室流出道不能锚定,瓣环、升主动脉可锚定;3 型:瓣环、左心室流出道可锚定、升主动脉不能锚定;4 型:瓣环、左心室流出道、升主动脉均不能锚定(图 4)。术中应以高速心

室起搏辅助,快速释放瓣膜到可回收位置,然后根据情况选择回收或完全释放^[43]。

3.13 TAVR 合并冠心病的血运重建策略

核心观点 29

重度 AS 合并冠心病发病率为 30%~50%,但是目前关于冠心病是否影响 TAVR 患者预后的临床研究结果并不完全一致,而且这些冠心病患者是否均需要血运重建仍存在争议。

核心观点 30

一站式 TAVR+经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)应在有经验的中心开展,早期应选择简单组合进行处理,建议进行预先跨瓣置入猪尾导管。对于合并左主干病变、多个靶病变、需要旋磨以及二叶式主动脉瓣的复杂 TAVR+PCI 一站式治疗的患者,应特别注意基础心功能及肾功能,避免多个难点进行组合导致手术难度过

大、时间过长、对比剂用量过多从而增加风险(表 6)。手术过程中对于冠状动脉病变复杂及基础心功能状态不佳患者,应充分评估其麻醉方式及是否需要左心辅助装置^[44-48]。

TAVR 术前均应进行冠状动脉影像学评估。国外指南建议冠状动脉造影仍是大多数 TAVR 患者进行冠心病评估的主要手段;但冠状动脉 CTA 作为 TAVR 术前冠状动脉评估的主要初筛手段是可行的,若冠状动脉 CTA 提示病变严重,则进一步行冠状动脉造影检查。严重 AS 患者的冠状动脉生理学评估的临床价值需要更多数据支持。指南建议 TAVR 患者合并冠状动脉近端狭窄>70%时可采用 PCI 方式进行干预。PCI 相对于 TAVR 的时间安排应基于患者临床表现、解剖特征和冠状动脉病变的复杂性。目前 TAVR 后进行 PCI 因冠状动脉入路难度增加不作为常规推荐。

3.14 AS 伴心房颤动患者的 TAVR 与左心耳封堵治疗

核心观点 31

左心耳封堵术(left atria lappendage closure, LAAC)是 TAVR 合并心房颤动患者重要的脑卒中二级预防手段,对于出血高危患者或术后无法坚持长期抗凝患者可考虑行同期手术。

核心观点 32

盘式封堵器患者可口服氯吡格雷 75 mg qd+阿司匹林 100 mg qd,半年后改为口服阿司匹林 100 mg qd;塞式封堵器患者可口服抗凝+阿司匹林 100 mg qd 45 d,45 d 后改为阿司匹林 100 mg qd+氯吡格雷 75 mg qd 至

术后 6 个月,6 个月后阿司匹林 100 mg qd 持续服用。若患者不能耐受高强度抗栓治疗,抗栓方案可根据患者耐受程度降级。术后第 45 天、6 个月时通过 TEE 或 CTA 观察封堵器是否完全封闭左心耳,有无器械表面血栓^[49-52]。

TAVR+LAAC 的最适人群为心房颤动伴脑卒中高危患者,不能耐受长期抗凝治疗或在规范抗凝治疗中仍反复发生心源性脑卒中的患者。LAAC 在 TAVR 术后进行,推荐 TEE/心腔内超声心动图指引下完成 LAAC,确保手术安全性和封堵的有效性。患者具备 TAVR+LAAC 指征,但由于各种原因并未接受 LAAC 治疗(包括经济原因、个人意愿、患者身体状况等),TAVR 术后因服用抗凝药导致出血事件发生,或再发心源性脑卒中,除外瓣膜血栓因素后,可考虑再次行 LAAC 治疗。术后抗栓方案尚存在部分争议,可根据患者脑卒中和出血风险进行个体化策略制定。

3.15 主动脉瓣生物瓣损毁的瓣中瓣技术

核心观点 33

生物瓣损毁是即将面对的重要问题,包括在外科毁损瓣中行 TAVR 治疗(TAVR-in-SAVR)及在 TAVR 毁损瓣中行 TAVR 治疗(TAVR-in-TAVR)的瓣中瓣技术是解决生物瓣毁损的重要方式。

在首次瓣膜置换时即应考虑全生命周期中再次瓣膜置换面临的问题,冠状动脉风险和冠状动脉通路风险以及瓣膜-患者不匹配是要考虑的最重要问题。TAVR-in-SAVR 的关键步骤包括:(1)术前明确外科生物瓣膜的类型与型号,与 CT 结果互相印证,并需要特别了解冠状动脉开口闭塞风险,选择合适 TAVR 瓣

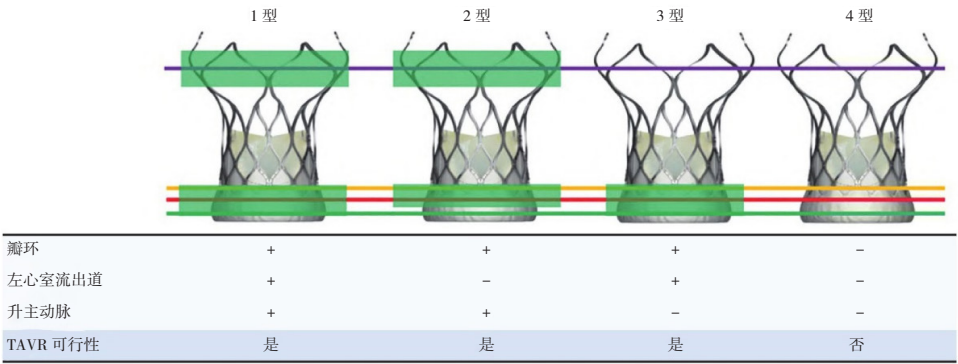


图 4 CT 双锚定多平面测量方案和解剖分型

注:TAVR:经导管主动脉瓣置换术。+:能锚定;-:不能锚定。

表 6 TAVR 和 PCI 时机及利弊

项目	TAVR 前分站式 PCI	TAVR 后分站式 PCI	TAVR 术中一站式 PCI
优点	(1) 减少 TAVR 手术操作时间;(2) 减少单次手术的射线曝光量;(3) 更加优化对比剂用量;(4) 保证 TAVR 术中血液动力学稳定	(1) 减少双联抗血小板治疗时间;(2) 降低 TAVR 术后出血风险;(3) 更好地鉴别患者临床症状是否由冠心病引起	(1) 减少花费、减少两次手术的时间延搁;(2) 避免两次手术,减少血管及出血并发症的发生;(3) 避免 TAVR 期间心肌缺血的影响和冠心病相关血液动力学后果
缺点	(1) 对临界病变的 FFR/iFR 评估受限;(2) 多次动脉穿刺;(3) PCI 术中出现循环崩溃,补救 TAVR 困难;(4) 花费更大	(1) 由于受 TAVR 人工瓣膜支架的影响,指引导管与造影导管到达冠状动脉开口可能出现困难;(2) PCI 操作过程中可能会导致 TAVR 瓣膜移位	(1) 增加手术时间;(2) 增加射线曝光量;(3) 增加对比剂用量

注:TAVR:经导管主动脉瓣置换术;PCI:经皮冠状动脉介入治疗;FFR:血流储备分数;iFR:瞬时无波形比率。

膜类型及型号;(2)除非毁损形式为重度狭窄,多数采用不预扩张直接释放介入瓣膜,优先选择自膨式瓣膜,若术后认为形态差、跨瓣压差高等情形存在时,可选择球囊进行适当的后扩张;(3)应注意主动脉瓣生物瓣膜毁损时,如果首次外科开胸手术的瓣膜尺寸较小,特别外科生物瓣膜内径小于 17 mm 时,建议考虑非顺应强力球囊打断原有外科生物瓣环^[2]。冠状动脉闭塞高风险是 TAVR-in-SAVR 待解决的问题,瓣叶切割技术对原外科瓣膜的瓣叶进行切割,减少冠状动脉闭塞风险发生。

TAVR-in-TAVR [再次 TAVR (Redo-TAVR)] 时需要特别关注的内容包括:(1)根据首次置入瓣膜类型与型号,评估冠状动脉风险并选择第二枚置入瓣膜的类型和尺寸、确定置入瓣膜的位置;(2)充分的 CT 分析,包括首次置入前 CT、首次置入后 CT 影像;(3)Redo-TAVR 时,窦隔离是重要的冠状动脉闭塞风险因素,瓣叶切割技术、Chimney 支架技术在 Redo-TAVR 中效果并不确切且操作困难^[53-55]。瓣膜的几何形状、瓣架的长短、释放位置均可以影响新裙边的高度,应根据患者的个体情况制定相应的手术策略(图 5)。

4 TAVR 患者围术期及远期管理

4.1 TAVR 患者围术期管理及随访康复策略

核心观点 34

TAVR 患者病情复杂并发症病情变化快,围术期管理尤为重要。

核心观点 35

术后随访和康复对 TAVR 患者术后远期预后和生活质量具有重要作用。

在术后应根据麻醉方式及入路情况,酌情于重症监护室进行过渡或于普通病房进行治疗,需进行精细的循环容量管理,疼痛管理,呼吸系统、神经系统及消化系统的综合管理^[2]。容量管理建议根据患者性别、年龄、体重、疾病特点、术前全身状况和血循环容量状态等指标,采取个体化补液方案^[56]。TAVR 围术期脑卒中的发病机制复杂多样,涉及瓣膜置入过程中的机

械损伤、血液动力学改变、血栓形成等多个环节,需要遵循标准化流程评估和管理。其他监测重点包括心律的变化(起搏器评估)、呼吸道感染、穿刺点出血、急性肾损伤、谵妄、心脏结构并发症及瓣周反流等^[2](详见本文“3 TAVR 的手术过程”)。

术后抗栓方面:对于有抗凝适应证者(如心房颤动、血栓栓塞等),建议长期应用口服抗凝药物,对于合并急性冠状动脉综合征和近期 PCI 患者可酌情加用单种抗血小板药物;对于无抗凝适应证者,建议直接单种抗血小板药物长期治疗,如患者为高栓塞风险、急性冠状动脉综合征或近期 PCI 的予以适当时长的双联抗血小板治疗^[5,57-58]。对于明确出现临床瓣膜血栓证据患者应调整为维生素 K 拮抗剂口服。目前基于术后抗栓方案国内相关 TAORTA 研究^[59]、CREATE 研究(ChiCTR2400087454)、SCOPE 研究(ChiCTR2400087453)等均在进展,旨在进一步探索抗栓优化方案。

TAVR 后康复包括围术期康复、门诊康复和居家康复^[60]。围术期康复包括术前预康复、术后监护病房康复、术后普通病房康复。术后康复主要根据患者整体情况和穿刺置管条件个体化评估运动康复方案。完善患者在院相关检查、体能及运动耐力测试等相关评估后,结果良好、状态平稳者可于术后 2~5 d 内出院,并于术后 1 个月、6 个月、12 个月和每年完成常规门诊随访,包括常规实验室检查、超声心动图及其他常规功能检查,其中 6 个月建议检查主动脉根部 CT,评估人工瓣膜形态位置及亚临床血栓形成情况,调整抗栓方案^[2]。若出现心血管系统疾病或其他系统疾病的症状,应随时增加随访内容和频率。术后管理团队、评估团队、康复团队联合心内科医师可通过门诊随访为主,微信、电话为辅,及时获悉患者不良事件,共同完成术后中长期随访及评估,及时处理并发症,合理调整药物,术后康复指导等。建议术后 3 个月于康复门诊继续进行康复训练,根据情况制订长期家庭康复计划,定期复诊,修正心脏康复处方^[2]。

4.2 特殊类型患者随访要点

特殊类型的 TAVR 术后患者需要增加个体化的随访项目,明确各种特殊患者的随访重点。对于二叶式

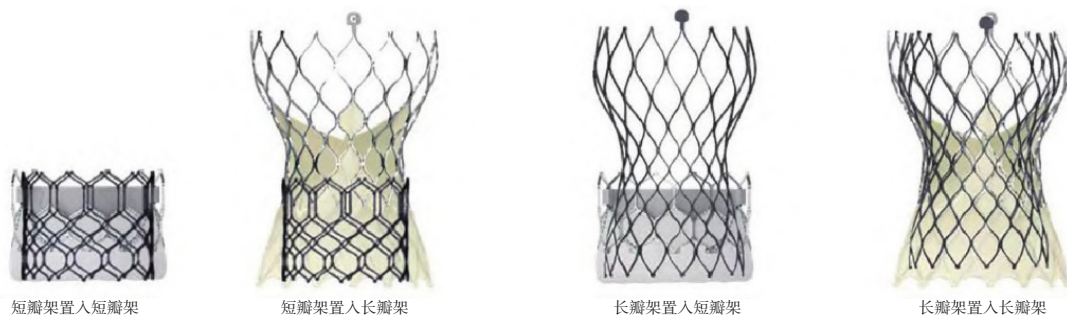


图 5 Redo-TAVR 的手术策略规划

注:Redo-TAVR:再次经导管主动脉瓣置换术。

主动脉瓣患者:应着重主动脉内径(尤其是升主动脉内径)CT评估,监测二叶式主动脉瓣患者升主动脉内径的扩张程度及速度,必要时行CMR进一步评估管壁应力及涡流位置等,警惕严重大血管并发症。对于升主动脉内径较大(>4.5 cm)、增长速度较快或具有家族遗传史患者,应适当增加影像评估频率(每6个月评估1次),综合包括心外科医师在内的瓣膜性心脏病团队意见,考虑干预与否及方式。对于瓷化主动脉或主动脉严重动脉粥样硬化患者,出院时加强宣教,及时纠正高血糖、高血压、血脂异常等心血管不良事件危险因素。必要时增加外周血管和脑血管评估内容。对于TAVR同期行冠状动脉支架置入患者应密切关注冠状动脉病变的进展情况,规范口服抗血小板药物的使用情况,综合评估瓣膜和冠状动脉的治疗策略^[2]。

5 结语

随着TAVR适应证的拓宽、手术器械的多样化、操作流程优化,TAVR在我国必将有着更为广泛的应用。通过十余年的不懈探索,中国数据和方案在TAVR领域已经开始在国际舞台绽放,并具有越来越大的影响力。希望本临床路径的更新可以更好地助力我国TAVR技术,继续开拓中国TAVR特色创新之路,造福更多瓣膜性心脏病患者。

院士专家顾问组(按姓氏汉语拼音排序):

高润霖(中国医学科学院阜外医院),
葛均波(复旦大学附属中山医院),
韩雅玲(中国人民解放军北部战区总医院),
王建安(浙江大学医学院附属第二医院)
核心专家组成员(按姓氏汉语拼音排序):
安贵鹏(山东大学齐鲁医院),
白明(兰州大学第一医院),
白元(海军军医大学第一附属医院),
卜军(上海交通大学医学院附属仁济医院),
陈晖(首都医科大学附属北京友谊医院),
陈静(武汉大学人民医院),
陈良龙(福建医科大学附属协和医院),
陈茂(四川大学华西医院),
陈绍良(南京市第一医院),
陈生龙(北京大学人民医院),
陈韵岱(中国人民解放军总医院),
程翔(华中科技大学同济医学院附属协和医院),
董念国(华中科技大学同济医学院附属协和医院),
范瑞新(广东省人民医院),
方军(福建医科大学附属协和医院),
方臻飞(中南大学湘雅二医院),

冯沅(四川大学华西医院),
傅国胜(浙江大学医学院附属邵逸夫医院),
龚韧(南昌大学第二附属医院),
谷兴华(山东大学齐鲁医院),
郭亮(中国医科大学附属第一医院),
郭然(大连医科大学附属第一医院),
郭晓刚(浙江大学医学院附属第一医院),
郭延松(福建省立医院),
郭应强(四川大学华西医院),
韩克(西安交通大学第一附属医院),
何奔(上海交通大学医学院附属胸科医院),
何泉(重庆医科大学附属第一医院),
何怡华(首都医科大学附属北京安贞医院),
洪浪(江西省心血管病医院),
黄晖(宁夏医科大学总医院),
霍晓川(首都医科大学附属北京安贞医院),
季福绥(北京医院),
贾绍斌(宁夏医科大学总医院),
江磊(青岛大学附属医院),
姜楠(天津市胸科医院),
姜小飞(珠海市人民医院),
姜正明(首都医科大学附属北京安贞医院),
晋军(陆军军医大学第二附属医院),
孔祥清(江苏省人民医院),
来永强(首都医科大学附属北京安贞医院),
李传宝(山东大学齐鲁医院),
李飞(空军军医大学第一附属医院),
李捷(广东省人民医院),
李伟栋(浙江大学医学院附属第一医院),
李怡(中山大学附属第一医院),
李妍(空军军医大学第二附属医院),
李永在(中国台北振兴医院),
林逸贤(中国香港嘉诺撒医院亚洲心脏中心),
刘斌(吉林大学第二医院),
刘健(北京大学人民医院),
刘杰(南宁市第一人民医院),
刘巍(首都医科大学附属北京积水潭医院),
刘先宝(浙江大学医学院附属第二医院),
刘新民(首都医科大学附属北京安贞医院),
刘洋(空军军医大学第一附属医院),
刘长福(中国人民解放军总医院),
陆方林(海军军医大学第一附属医院),
罗建方(广东省人民医院),
吕滨(中国医学科学院阜外医院),
马根山(东南大学附属中大医院),
马为(北京大学第一医院),
马翔(新疆医科大学第一附属医院),

马玉良(北京大学人民医院),
聂如琼(中山大学孙逸仙纪念医院),
牛冠男(中国医学科学院阜外医院),
潘文志(复旦大学附属中山医院),
潘欣(上海交通大学医学院附属胸科医院),
裴汉军(内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院),
彭小平(南昌大学第一附属医院),
彭勇(四川大学华西医院),
乔帆(海军军医大学第一附属医院),
曲鹏(大连医科大学附属第二医院),
尚小珂(华中科技大学同济医学院附属协和医院),
宋光远(首都医科大学附属北京安贞医院),
宋思贤(中国台北荣民总医院),
苏晞(武汉亚心总医院),
孙英贤(中国医科大学附属第一医院),
谭冠昶(中国澳门镜湖医院),
唐熠达(北京大学第三医院),
陶凌(空军军医大学第一附属医院),
王斌(厦门大学附属心血管病医院),
王墨扬(中国医学科学院阜外医院),
王晟(首都医科大学附属北京安贞医院),
王焱(厦门大学附属心血管病医院),
王宇彬(首都医科大学宣武医院),
吴延庆(南昌大学第二附属医院),
吴永健(中国医学科学院阜外医院),
修建成(南方医科大学南方医院),
徐凯(中国人民解放军北部战区总医院),
徐磊(首都医科大学附属北京安贞医院),
徐吉喆(兰州大学第一医院),
薛亚军(清华大学附属北京清华长庚医院),
杨剑(空军军医大学第一附属医院),
杨杰孚(北京医院),
杨毅宁(新疆医科大学第一附属医院),
杨跃进(中国医学科学院阜外医院),
殷伟贤(中国台北振兴医院),
于波(哈尔滨医科大学附属第二医院),
俞飞成(浙江大学医学院附属邵逸夫医院),
袁义强(河南省胸科医院),
袁祖贻(西安交通大学第一附属医院),
曾和松(华中科技大学同济医学院附属同济医院),
张纯(首都医科大学附属北京安贞医院),
张春鹏(吉林大学第二医院),
张东会(哈尔滨医科大学附属第二医院),
张海波(首都医科大学附属北京安贞医院),
张慧平(北京医院),
张俊杰(南京市第一医院),
张龙岩(武汉亚心总医院),

张力(上海交通大学医学院附属新华医院),
张瑞岩(上海交通大学医学院附属瑞金医院),
张申伟(郑州市第七人民医院),
张晓春(复旦大学附属中山医院),
张志辉(陆军军医大学第一附属医院),
钟禹成(华中科技大学同济医学院附属协和医院),
钟炜(梅州市人民医院),
周浩(温州医科大学附属第一医院),
周达新(复旦大学附属中山医院),
周胜华(中南大学湘雅二医院),
周玉杰(首都医科大学附属北京安贞医院),
朱政斌(上海交通大学医学院附属瑞金医院),
庄晓东(中山大学附属第一医院)

审核组成员(按姓氏汉语拼音排序):

白元(海军军医大学第一附属医院),
方军(福建医科大学附属协和医院),
韩克(西安交通大学第一附属医院),
马为(北京大学第一医院),
李飞(空军军医大学第一附属医院),
李捷(广东省人民医院),
李妍(空军军医大学第二附属医院),
刘长福(中国人民解放军总医院),
彭小平(南昌大学第一附属医院),
尚小珂(华中科技大学同济医学院附属协和医院),
王斌(厦门大学附属心血管病医院),
王建德(中国医学科学院阜外医院),
徐凯(中国人民解放军北部战区总医院),
张海波(首都医科大学附属北京安贞医院)

主要执笔专家(按姓氏汉语拼音排序):

刘新民(首都医科大学附属北京安贞医院),
王墨扬(中国医学科学院阜外医院)

写作组成员(按姓氏汉语拼音排序):

陈阳(北京大学人民医院),
杜润(上海交通大学医学院附属瑞金医院),
胡祥铭(中国医学科学院阜外医院),
姜正明(首都医科大学附属北京安贞医院),
科雨彤(首都医科大学附属北京安贞医院),
李兰兰(空军军医大学第一附属医院),
林多茂(首都医科大学附属北京安贞医院),
刘然(首都医科大学附属北京安贞医院),
刘先宝(浙江大学医学院附属第二医院),
刘新民(首都医科大学附属北京安贞医院),
牛冠男(中国医学科学院阜外医院),
潘文志(复旦大学附属中山医院),
宋光远(首都医科大学附属北京安贞医院),
王墨扬(中国医学科学院阜外医院),
王力涵(浙江大学医学院附属第二医院),

王 瑞(首都医科大学附属北京安贞医院),
王宇彬(首都医科大学宣武医院),
修建成(南方医科大学南方医院),
席子惟(首都医科大学附属北京安贞医院),
姚 晶(首都医科大学附属北京安贞医院),
叶蕴青(中国医学科学院阜外医院),
苑 飞(首都医科大学附属北京安贞医院),
赵 晟(中国医学科学院阜外医院),
张 倩(中国医学科学院阜外医院),
周 政(中国医学科学院阜外医院),
朱政斌(上海交通大学医学院附属瑞金医院)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 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]. 中国循环杂志, 2018, 33(12): 1162–1169.
- [2] 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.
- [3] Bavaria JE, Tommaso CL, Brindis RG, et al. 2018 AATS/ACC/SCAI/STS expert consensus systems of care document: operator and institutional recommendations and requirements for transcatheter aortic valve replacement: a joint report of the American Association for Thoracic Surgery, American College of Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons[J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(3): 340–374.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Gertz ZM, Pibaró TP, Douglas PS, et al. Implications of left ventricular geometry in low-flow aortic stenosis: a partner 2 trial subanalysis[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2019, 12(2): 367–368.
- [7] Sharma N, Sachedina AK, Kumar S. Low-flow, low-gradient severe aortic stenosis: a review[J]. Heart Int, 2023, 17(1): 8–12.
- [8] 于子凯, 许海燕, 齐喜玲, 等. 老年综合评估在经导管主动脉瓣置换术患者心脏康复中的应用价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(7): 691–694.
- [9] Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease[J]. Eur Heart J, 2022, 43(7): 561–632.
- [10] 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病学组. 单纯主动脉瓣反流经股动脉主动脉瓣置换中国专家共识 2023[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2023, 31(11): 801–809.
- [11] 中国医师协会放射医师分会心血管学组, 国家心血管病专业质控中心心血管影像质控专家工作组, 中国研究型医院学会心血管影像专业委员会. 经导管主动脉瓣置换术 CT 检查技术中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2024, 58(4): 365–374.
- [12] Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, et al. Computed tomography imaging in the context of transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/transcatheter aortic valve replacement (TAVR): an expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2019, 12(1): 1–24.
- [13] 中国医师协会放射医师分会心血管学组, 国家心血管病专业质控中心心血管影像质控专家工作组, 中国研究型医院学会心血管影像专业委员会. 经导管主动脉瓣置换术 CT 规范化评估中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2024, 58(6): 576–586.
- [14] Tarantini G, Tang G, Nai Fovino L, et al. Management of coronary artery disease in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. A clinical consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions in collaboration with the ESC Working Group on Cardiovascular Surgery[J]. EuroIntervention, 2023, 19(1): 37–52.
- [15] GÉNÉREux P, Piazza N, Alu MC, 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.
- [16] Wang M, Niu G, Chen Y, et al. Development and validation of a deep learning-based fully automated algorithm for pre-TAVR CT assessment of the aortic valvular complex and detection of anatomical risk factors: a retrospective, multicentre study[J]. EBioMedicine, 2023, 96(104794): 1–15.

- [17] Faza NN, Harb SC, Wang DD, et al. Physical and computational modeling for transcatheter structural heart interventions[J]. JACC Cardiovascular Imaging, 2024, 17(4): 428–440.
- [18] Haghiastiani G, Qiu K, Zhingre Sanchez JD, et al. 3D printed patient-specific aortic root models with internal sensors for minimally invasive applications[J]. Sci Adv, 2020, 6(35): eabb4641.
- [19] Aigner P, Sella Bart E, Panfili S, et al. Quantification of paravalvular leaks associated with TAVI implants using 4D MRI in an aortic root phantom made possible by the use of 3D printing[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10(1083300): 11–12.
- [20] Saidy NT, Fernandez-Colino A, Heidari BS, et al. Spatially heterogeneous tubular scaffolds for in situ heart valve tissue engineering using melt electrowriting[J]. Advanced functional materials, 2022, 32(2110716): 1–9.
- [21] Rioux Y, Fradette J, Maciel Y, et al. Biofabrication of sodium alginate hydrogel scaffolds for heart valve tissue engineering[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(15): 1–15.
- [22] Yang H, Ji M, Yang M, et al. Fabricating hydrogels to mimic biological tissues of complex shapes and high fatigue resistance[J]. Matter, 2021, 4(6): 1–15.
- [23] Reindl M, Lechner I, Holzknecht M, et al. Cardiac magnetic resonance imaging versus computed tomography to guide transcatheter aortic valve replacement: a randomized, open-label, noninferiority trial[J]. Circulation, 2023, 148(16): 1220–1230.
- [24] Sato K, Jones PM. Sedation versus general anesthesia for transcatheter aortic valve replacement[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(Suppl 30): S3588–S3594.
- [25] Hyman MC, Vemulapalli S, Szeto WY, et al. Conscious sedation versus general anesthesia for transcatheter aortic valve replacement: insights from the National Cardiovascular Data Registry Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Valve Therapy Registry[J]. Circulation, 2017, 136(22): 2132–2140.
- [26] Goins AE, Smeltz A, Ramm C, et al. General anesthesia for transcatheter aortic valve replacement: total intravenous anesthesia is associated with less delirium as compared to volatile agent technique[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32(4): 1570–1577.
- [27] Ahmad M, Patel JN, Vipparthy SC, et al. Conscious sedation versus general anesthesia in transcatheter aortic valve replacement: a cost and outcome analysis[J]. Cureus, 2019, 11(6): e4812.
- [28] Toggweiler S, Gurvitch R, Leipsic J, et al. Percutaneous aortic valve replacement: vascular outcomes with a fully percutaneous procedure[J]. J Am Coll Cardiol, 2012, 59(2): 113–118.
- [29] Schymik G, Würth A, Bramlage P, et al. Long-term results of transapical versus transfemoral TAVI in a real world population of 1000 patients with severe symptomatic aortic stenosis[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2015, 8(1): e000761.
- [30] 刘新民, 姚晶, 董哲, 等. 使用单动脉入路技术行经导管主动脉瓣置换术三例[J]. 中国循环杂志, 2022, 37(4): 421–424.
- [31] 刘新民, 姚晶, 董哲, 等. 使用单血管入路技术行经导管主动脉瓣置换术 1 例[J]. 中华心血管病杂志, 2023, 51(1): 73–75.
- [32] 姚晶, 刘新民, 苑飞, 等. 使用"All in One"单动脉/血管技术行经导管主动脉瓣置换术[J]. 中华心血管病杂志, 2023, 51(9): 990–994.
- [33] 宋光远, 刘新民, 滕思勇, 等. 使用左心室导丝起搏技术行经导管主动脉瓣置换术[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(5): 461–466.
- [34] Lilly SM, Deshmukh AJ, Epstein AE, et al. 2020 ACC expert consensus decision pathway on management of conduction disturbances in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: a report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(20): 2391–2411.
- [35] Chang S, Jiang Z, Liu X, et al. Permanent pacemaker reduction using temporary-permanent pacemaker as a 1-month bridge after transcatheter aortic valve replacement: a prospective, multicentre, single-arm, observational study[J]. EClinicalMedicine, 2024, 72: 102603.
- [36] Besis G, Dimitrakakis G, Chetty G, et al. Aortic stenosis presenting with cardiogenic shock. Is there a role for intra-aortic balloon pump use?[J]. Hellenic J Cardiol, 2020, 61(6): 447–449.
- [37] Husser O, Holzamer A, Philipp A, et al. Emergency and prophylactic use of miniaturized veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in transcatheter aortic valve implantation[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013, 82(4): E542–E551.
- [38] 周政, 张龙岩, 杨剑, 等. 急诊经导管主动脉瓣置换术的疗效初探: 一项多中心研究[J]. 中华心血管病杂志, 2022, 50(7): 698–704.

- [39] Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter aortic-valve replacement in low-risk patients at five years[J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(21): 1949–1960.
- [40] 宋光远, 赵跃武, 杜国勇, 等. 股动脉路径经导管主动脉瓣置换术式简化的单中心经验[J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50(6): 563–569.
- [41] 赵振燕, 张洪亮, 张喆, 等. 在单纯局部麻醉下行经导管主动脉瓣置换术可行性和安全性的初步研究[J]. *中国循环杂志*, 2022, 37(4): 341–347.
- [42] 陈阳, 谢慕蓉, 罗彤, 等. 中国首例完全局部麻醉且无镇静下极简式经导管主动脉瓣置换术[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(10): 1027–1030.
- [43] Yao J, Lu ZN, Modine T, et al. Evaluation of the safety and efficacy of a novel anatomical classification and dual anchoring theory to optimize the TAVR strategy for pure severe aortic regurgitation (aurora): a prospective cohort study[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(445): 1–10.
- [44] Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding valve in low-risk patients[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(18): 1706–1715.
- [45] Sankaramangalam K, Banerjee K, Kandregula K, et al. Impact of coronary artery disease on 30-day and 1-year mortality in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: a meta-analysis[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(10): 1–19.
- [46] D'ascenzo F, Verardi R, Visconti M, et al. Independent impact of extent of coronary artery disease and percutaneous revascularisation on 30-day and one-year mortality after TAVI: a meta-analysis of adjusted observational results[J]. *EuroIntervention*, 2018, 14(11): e1169–e1177.
- [47] Minten L, Wissels P, Mccutcheon K, et al. The effect of coronary lesion complexity and preprocedural revascularization on 5-year outcomes after TAVR[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(16): 1611–1620.
- [48] Faroux L, Guimaraes L, Wintzer-Wehekind J, et al. Coronary artery disease and transcatheter aortic valve replacement: JACC state-of-the-art review[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74(3): 362–372.
- [49] 王宇彬, 张澍, 张文佳, 等. 经导管主动脉瓣置换术后心房颤动行左心耳封堵术二例[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(2): 196–197.
- [50] 王宇彬, 吴永健, 宋光远, 等. 接受其他心脏介入手术治疗的心房纤颤患者左心耳封堵术应用观察[J]. *山东医药*, 2018, 58(35): 28–32.
- [51] Kapadia SR, Krishnaswamy A, Whisenant B, et al. Concomitant left atrial appendage occlusion and transcatheter aortic valve replacement among patients with atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2024, 149(10): 734–743.
- [52] Price MJ, Friedman DJ, Du C, et al. Comparative safety of transcatheter laao with the first-generation watchman and next-generation watchman FLX devices[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(21): 2115–2123.
- [53] De Backer O, Landes U, Fuchs A, et al. Coronary access after TAVR-in-TAVR as evaluated by multidetector computed tomography[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(21): 2528–2538.
- [54] Akodad M, Sellers S, Landes U, et al. Balloon-expandable valve for treatment of evolut valve failure: implications on neoskirt height and leaflet overhang[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(4): 368–377.
- [55] Khan JM, Bruce CG, Babaliaros VC, et al. TAVR roulette: caution regarding basilica laceration for TAVR-in-TAVR[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(6): 787–789.
- [56] 中华医学外科学分会. 外科病人围手术期液体治疗专家共识(2015)[J]. *中国实用外科杂志*, 2015, 35(9): 7–15.
- [57] Ten Berg J, Sibbing D, Rocca B, et al. Management of antithrombotic therapy in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: a consensus document of the ESC Working Group on Thrombosis and the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), in collaboration with the ESC Council on Valvular Heart Disease[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(23): 2265–2269.
- [58] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 经导管主动脉瓣植入术后抗血栓治疗中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50(2): 117–131.
- [59] Hu X, Xu H, Wang C, et al. Early 6 months usage of single antiplatelet OR anticoagulant followed by single antiplatelet after transcatheter aortic valve replacement: protocol for a multicentre, open-label, randomised controlled clinical trial[J]. *BMJ Open*, 2023, 13(11): 1–8.
- [60] 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后运动康复专家共识[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2020, 28(7): 361–368.
- (文章原载于《中国循环杂志》2024 年 11 月第 39 卷第 11 期)