

经导管缘对缘修复术治疗中重度二尖瓣反流患者的近期临床疗效

马云龙,李瑞锋,何明俊,王 顺,卓小桢,韩 克

西安交通大学第一附属医院心血管内科,陕西 西安 710061

[摘要] 目的:研究经导管缘对缘修复术(TEER)治疗中重度二尖瓣反流的近期临床效果。方法:回顾性分析西安交通大学第一附属医院心血管内科2021年4月至2024年5月接受TEER的中重度二尖瓣反流患者的资料,包括术前基线临床和超声心动图资料、术中情况以及术后6个月随访资料。结果:共收集了67例患者的资料,其中完成6个月随访62例。手术即刻成功率为88.1%(59/67)。术后6个月时,二尖瓣反流2+及以下的比例为83.9%(52/62),较术前(均3+及以上)明显改善($P<0.05$),且退行性二尖瓣反流(DMR)组二尖瓣反流2+及以下的比例高于功能性二尖瓣反流(FMR)组($P<0.05$);DMR组二尖瓣平均跨瓣压差(MVG)由术后即刻的(3.1 ± 1.2)mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)升高至(3.7 ± 1.2)mmHg($P<0.05$),而FMR组则无明显变化($P>0.05$);FMR组和DMR组血清氨基末端B型脑钠肽前体较术前下降(均 $P<0.05$),左心房容积指数、左心房前后径较术前减小(均 $P<0.05$),FMR组左心室舒张末内径和左心室收缩末内径明显缩小(均 $P<0.05$),而DMR组无明显变化(均 $P>0.05$);两组患者射血分数与术前差异均无统计学意义(均 $P>0.05$);两组二尖瓣反流面积、三尖瓣反流面积以及肺动脉压力均降低(均 $P<0.05$)。结论:TEER治疗中重度二尖瓣反流有效,FMR患者左心室重构改善更明显,而DMR患者二尖瓣反流改善程度较FMR患者更显著但术后MVG升高更多见。



[关键词] 二尖瓣反流;经导管缘对缘修复术;二尖瓣平均跨瓣压差;心脏重构;临床疗效

[中图分类号] R542.5 **[文献标志码]** A

Short-term clinical efficacy of transcatheter edge-to-edge repair for moderate to severe mitral regurgitation

MA Yunlong, LI Ruifeng, HE Mingjun, WANG Shun, ZHUO Xiaozhen, HAN Ke

收稿日期(Received):2024-08-30 修改返回日期(Revised):2024-12-26 接受日期(Accepted):2025-02-21 网络预发表日期(Online):2025-03-19

第一作者(First author):马云龙,主治医师,主要从事冠心病及结构性心脏病研究;E-mail:mylong1989@126.com; ORCID:0000-0002-3809-3922

通信作者(Corresponding author):韩 克,副主任医师,主要从事冠心病及结构性心脏病研究;E-mail:hanke630@sina.com; ORCID:0009-0006-6384-6566

(Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

Corresponding author: HAN Ke, E-mail: hanke630@sina.com, ORCID: 0009-0006-6384-6566

[**Abstract**] **Objective:** To evaluate the short-term clinical efficacy of transcatheter edge-to-edge repair (TEER) in patients with moderate to severe mitral regurgitation. **Methods:** Clinical data of patients with moderate to severe mitral regurgitation who underwent TEER in the Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from April 2021 to May 2024, were retrospectively analyzed, including preoperative baseline clinical and echocardiography data, intraoperative data and 6-month postoperative follow-up data. **Results:** A total of 67 patients' (47 males and 20 females) data were included, of whom 62 completed 6-month follow-up. The immediately postoperative success rate was 88.1% (59/67), and 83.9% (52/62) patients exhibited mitral regurgitation $\leq 2+$ at 6 months postoperatively, showing significant improvement compared with preoperative ($P < 0.05$). The proportion of patients with mitral regurgitation $\leq 2+$ at 6 months was significantly higher in the degenerative mitral regurgitation (DMR) group than that in the functional mitral regurgitation (FMR) group ($P < 0.05$). The mean mitral valve gradient (MVG) in DMR group was increased from (3.1 ± 1.2) mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) to (3.7 ± 1.2) mmHg 6 months after operation ($P < 0.05$), while there was no significant change in FMR group ($P > 0.05$). Compared with those before operation, the N-terminal pro-B-type natriuretic peptide levels in both FMR and DMR groups were significantly lower at 6 months postoperatively (all $P < 0.05$), and the left atrial volume index and left atrial anteroposterior diameter were also significantly lower (all $P < 0.05$). The left ventricular end-diastolic diameter and left ventricular end-systolic diameter were significantly reduced 6 months after operation in the FMR group (all $P < 0.05$), but no significant changes were observed in the DMR group (all $P > 0.05$). The ejection fraction was not significantly changed before and after operation in both groups (all $P > 0.05$). The mitral regurgitation, tricuspid regurgitant, and pulmonary artery pressure were significantly reduced in both groups at 6 months postoperatively (all $P < 0.05$). **Conclusions:** TEER is effective for moderate to severe mitral regurgitation. The improvements in left ventricular remodeling are more pronounced in patients with FMR while the degree of mitral regurgitation is more significant in DMR patients. However, MVG elevation is more common during the follow-up.

[**Key words**] Mitral regurgitation; Transcatheter edge-to-edge repair; Mean mitral valve gradient; Cardiac remodeling; Clinical efficacy

[J Zhejiang Univ (Med Sci), 2025, 54(2): 204-212.]

[**缩略语**] 经导管缘对缘修复术(transcatheter edge-to-edge repair, TEER); 退行性二尖瓣反流(degenerative mitral regurgitation, DMR); 功能性二尖瓣反流(functional mitral regurgitation, FMR); 美国胸外科医师学会(Society of Thoracic Surgeons, STS); 二尖瓣平均跨瓣压差(mean mitral valve gradient, MVG); 氨基末端B型脑钠肽前体

(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)

二尖瓣反流是最常见的瓣膜病之一,整体发病率约2.5%^[1],美国65岁以上人群中重度二尖瓣反流发病率达到2.3%^[2]。目前,我国仍缺乏二尖瓣反流的大规模流行病学数据。来自复旦大学中山医院和浙江大学第二附属医院的心脏超声筛查数据表明,重度二尖瓣反流检出率分别为1.44%和0.68%^[3-4]。二尖瓣反流的治疗主要以外科置换及修复为主,但我国中重度二尖瓣反流患者中40%以上为老年人^[5],常伴多器官疾病、心功能差以及不耐受外科二尖瓣置换等因素。二尖瓣TEER具有微创、恢复快、围手术期并发症发生率低以及死亡风险较低等优势。EVEREST II研究显示,TEER可明显减轻患者DMR严重程度,改善左心室功能,5年随访结果进一步证实了TEER的长期安全性及有效性^[6]。最新的Expand G4研究证实,TEER在复杂DMR病变中同样安全有效^[7]。COAPT研究5年随访结果证实,TEER在药物治疗后仍有症状的心力衰竭和中重度或重度FMR患者中是安全且有效的^[8]。MitraClip™是目前全球应用最成熟以及循证学证据最多的TEER器械。其作为第一款我国准入的TEER器械,截至2023年底,国内已累计应用超过1800例^[9]。第四代MitraClip™可以根据患者独特的二尖瓣解剖结构来制订更多的治疗方案。然而,尽管已经有很多中心开展TEER,其临床效果缺乏总结,尤其是针对不同病因的二尖瓣反流患者接受TEER后近期随访效果。本文回顾性分析西安交通大学第一附属医院接受MitraClip™治疗的患者资料,总结MitraClip™治疗中重度二尖瓣反流患者的近期临床疗效,以及不同病因二尖瓣反流患者在接受TEER后短期获益上的差异。

1 对象与方法

1.1 对象

回顾性分析西安交通大学第一附属医院心血管内科2021年4月至2024年5月应用MitraClip™系统完成TEER的中重度二尖瓣反流患者的资料。入选标准:①年龄18岁及以上;②经食管超声心动图评估二尖瓣反流中重度(3+)及以上且解剖学上无TEER禁忌证。排除标准:①二尖瓣狭窄;②合并严重

凝血功能障碍、恶性肿瘤、感染性心内膜炎、恶病质等严重疾病;③预期寿命不足1年。二尖瓣反流程度的分级标准根据反流面积分数、反流容积、有效反流口面积、反流束最窄部位宽度分为轻度、中度、中重度及重度,见表1^[10]。共入选67例患者,包括DMR患者38例、FMR患者29例。67例患者中,男性47例,女性20例;平均STS评分为4.8%,二尖瓣反流程度均在中重度(3+)及以上,平均反流容积为101.3 mL;中央区(单纯2区)病变25例,其余42例为非中央区(累及1区或3区)病变,其中累及交界区11例。1例FMR患者出院后1个月因外伤后败血症死亡,1例DMR患者失访。共完成6个月随访62例,其中FMR患者28例,DMR患者34例。所有FMR患者接受MitraClip™治疗前均接受至少1个月2021年欧洲心脏病学会/欧洲胸心外科协会心脏瓣膜病管理指南推荐的最佳药物治疗^[11],包括 β -受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素受体拮抗剂/血管紧张素受体II拮抗剂-脑啡肽酶抑制剂、盐皮质激素受体拮抗剂以及钠-葡萄糖共转运蛋白2抑制剂。研究对象的基线资料见附表1。

1.2 器械及设备

采用的器械为美国Abbott Vascular公司生产的二尖瓣夹合系统MitraClip™,包括输送鞘以及夹合器输送系统,其中夹合器型号包括XTR、NTR、XTW、NTW四种,根据术前经食管超声心动图结果选择不同型号的夹合器。

1.3 手术过程

所有患者TEER前均签署知情同意书,手术在全身麻醉下完成。①患者取仰卧位,全身麻醉、气管插管后插入食道超声探头备用;②穿刺右股静脉后送入房间隔穿刺针及穿刺鞘,穿刺房间隔成功后将超硬导丝送入左上肺静脉;③撤出

表1 二尖瓣反流分级^[10]

Table 1 Grading degree of mitral regurgitation^[10]

分 级	反流面积 分数(%)	反流容积 (mL)	有效反流口 面积(cm ²)	反流束最窄部位 宽度(mm)
轻度(1+)	<30	<30	<0.2	<3
中度(2+)	30~<40	30~<45	0.2~<0.3	3~<7
中重度(3+)	40~<50	45~<60	0.3~<0.4	3~<7
重度(4+)	≥50	≥60	≥0.4	≥7

房间隔穿刺鞘,沿超硬导丝将体外冲洗好的输送鞘送至右心房,调整输送鞘角度跨间隔送入左心房备用;④沿输送鞘送入 MitraClip™ 输送系统至左心房,在经食管超声心动图指导下调整夹合器位置及方向,跨过左心耳及华法林嵴,朝向二尖瓣;⑤打开夹臂至 60℃,三维超声调整夹合器的方向,使夹臂方向垂直于需要夹持区域的二尖瓣对合缘;⑥推送夹合器进入左心室,彩色血流证实夹合器位于反流正中央,回拉捕捉二尖瓣叶,收紧夹合器后经食管超声心动图评估残余反流;⑦三维图像评估组织桥稳定性,测量 MVG 以及肺静脉逆流改善情况,释放夹合器;⑧如果释放后残余反流仍为 2+ 以上,可考虑植入第 2 枚或第 3 枚夹合器;⑨撤出 MitraClip™ 输送系统和输送鞘,加压包扎伤口,患者麻醉苏醒后拔除气管插管。

1.4 资料收集及相关定义

收集所有患者的基线资料,包括性别、年龄、既往病史、心功能分级、血液化验、经胸超声心动图及经食管超声心动图结果、夹合器数量等结果;收集患者出院后 6 个月时的 NT-proBNP 以及经胸超声心动图结果评估患者的获益情况。参照二尖瓣学术研究联盟标准^[12-13],定义手术即刻成功为手术即刻残余二尖瓣反流 2+ 及以下;二尖瓣狭窄为 MVG 在 5 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 及以上;单瓣叶夹持为在心脏舒张状态下瓣叶尖端与所植入的夹子完全脱离。

1.5 统计学方法

所有数据采用 SPSS 23.0 软件分析。所有计量资料进行正态性检验,符合正态分布的计量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验,不符合正态分布的资料采用中位数(上下四分位数)[*M*(*Q*₁,*Q*₃)]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料用例数(百分比)[*n*(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 手术结果

术中房间隔穿刺高度为 (4.1±0.3)cm。67 例患者中,35 例植入 1 枚夹合器,29 例植入 2 枚夹合器,3 例植入 3 枚夹合器。发生单瓣叶夹持 3 例,均通过再次植入夹合器补救。术后即刻

MVG 为 (3.1±1.0)mmHg。2 例患者术中发生心包填塞,其中心包穿刺后血流动力学稳定 1 例,术中接受外科手术最终因循环衰竭死亡 1 例。2 例患者出院前发生瓣叶撕裂转外科二尖瓣置换术。结果提示,对于术前经食管超声心动图评估解剖条件合适的中重度二尖瓣反流患者,TEER 是有效的,严重并发症概率低;对于术后发生瓣叶撕裂的患者,可采取外科二尖瓣置换术。

2.2 患者术后二尖瓣反流程度变化

患者术后即刻成功率为 88.1%(59/67),术后 6 个月二尖瓣反流 2+ 及以下的比例为 83.9%(52/62),均较术前明显改善($\chi^2=105.413$ 和 94.142 , 均 *P*<0.05),见表 2。中央区病变患者术后即刻成功率为 88.0%(22/25),非中央区病变患者术后即刻成功率为 88.1%(37/42),差异无统计学意义($\chi^2=0.001$, *P*>0.05);DMR 组术后即刻成功率为 89.5%(34/38),FMR 组为 86.2%(25/29),差异无统计学意义($\chi^2=0.167$, *P*>0.05),但术后 6 个月时 DMR 组二尖瓣反流 2+ 及以下比例明显高于 FMR 组(分别为 94.1% 和 75.0%, $\chi^2=4.523$, *P*<0.05)。结果提示,无论是 DMR 患者还是 FMR 患者,中央区病变还是非中央区病变患者,均可以从 TEER 获益,短期随访结果显示 DMR 患者二尖瓣反流改善程度较 FMR 患者更明显。

2.3 患者术后 MVG 变化

术后 6 个月时,患者 MVG 较术后即刻升高,由 (3.1±1.0)mmHg 升高至 (3.4±1.1)mmHg (*t*=−2.038, *P*<0.05)。其中,DMR 组由 (3.1±1.2)mmHg 升高至 (3.7±1.2)mmHg (*t*=−2.151, *P*<0.05);而 FMR 组术后即刻和术后 6 个月时 MVG 水平分别为 (3.0±0.8)和 (3.1±0.7)mmHg,差异无统计学意义(*t*=−0.517, *P*>0.05)。结果提示,术后 MVG 升高在 DMR 中更为多见,须在长期随访中持续关注 MVG 变化。

表 2 患者 MitraClip™ 治疗后二尖瓣反流分级变化
Table 2 Changes in mitral regurgitation degree before and after transcatheter edge-to-edge repair using MitraClip™ [n(%)]

时 间	<i>n</i>	无反流(0+)	轻度(1+)	中度(2+)	中重度(3+)	重度(4+)
术前	67	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	30(44.8)	37(55.2)
术后即刻	67	10(14.9)	37(55.2)	12(17.9)	5(7.5)	3(4.5)
术后 6 个月	62	8(12.9)	35(56.5)	9(14.5)	7(11.3)	3(4.8)

2.4 患者术后心脏重构变化

术后6个月DMR患者和FMR患者血清NT-proBNP较术前均下降(均 $P<0.05$),左心房容积指数、左心房前后径较术前减小(均 $P<0.05$),FMR组左心室舒张末内径和左心室收缩末内径缩小(均 $P<0.05$),而DMR组无明显变化(均 $P>0.05$),两组患者射血分数与术前差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。两组二尖瓣反流面积、三尖瓣反流面积以及肺动脉压力均降低(均 $P<0.05$),见表3。结果提示,TEER后DMR患者和FMR患者左心房均缩小,但左心室重构改善在FMR患者中更明显,且二尖瓣反流改善后三尖瓣反流程度和肺动脉压力均得到有效改善。

3 讨论

目前,在全球范围内二尖瓣反流的患病率较高,且随着患者年龄增长而升高。根据英国和美国的研究数据,75岁以上老年人中,2+及以上二尖瓣反流的患病率分别达到7.7%^[14]和9.3%^[1]。若不进行手术干预,二尖瓣反流会显著增加患者的死亡风险。自2003年世界上首例TEER成功实施并展现出良好的随访结果^[15]以来,国外已开展了多项大型随机对照研究和真实世界研究,充分证实了TEER在中重度二尖瓣反流治疗中的有效性和安全性,为临床实践提供了丰富的循证医学依据。然而,国内仅有少数医疗中心报道了接受TEER患者的随访结果^[16]。本研究旨在对中重度二尖瓣反流患者接受TEER后近期临床疗效进

行分析,探索不同病因患者的获益情况差异,为TEER在国内的临床应用提供实践指导。

EVEREST II研究证实,中重度二尖瓣反流患者接受TEER后随访5年时的存活率与接受外科二尖瓣置换术患者无明显差别,虽然TEER组再次手术干预比例高于外科二尖瓣置换术组,但多数发生在术后6个月内,考虑可能与残余二尖瓣反流有关,而术后6个月至5年两组再次干预二尖瓣比例无明显差异^[17]。由于发病机制不同,DMR患者和FMR患者的治疗及预后也不同。中重度DMR患者的10年病死率为19%^[18],反流程度越严重死亡风险越高^[19],单纯抗心力衰竭药物治疗仅能改善DMR患者症状,而无法改善二尖瓣反流程度。因此,对于有症状的中重度DMR患者,指南均推荐外科修复术或置换术治疗,外科高危患者可选择TEER^[11],以期尽可能减轻反流程度。FMR是临床更多见的类型,往往伴左心室功能障碍,其反流的主要原因是心脏扩大、心房颤动等病理生理现象导致乳头肌移位、瓣环扩张,因此促进左心逆向重塑的药物治疗是FMR的一线治疗方法。有报道显示,FMR患者接受外科治疗的比例远低于DMR患者(分别为36.1%和84.1%),但单接受药物治疗的重度FMR患者的5年存活率仅为50%^[18]。因此,如何通过降低FMR程度来逆转心脏重塑进而降低患者远期死亡风险是目前治疗的突破点。STS/ACC TVT注册研究中DMR患者接受TEER30 d成功率达到89%,能够有效减轻二尖瓣反流程度,且手术成功

表3 患者MitraClip™治疗前与术后6个月心脏重构及心功能比较

Table 3 Comparison of cardiac remodeling and cardiac function before and 6 months after transcatheter edge-to-edge repair using MitraClip™ in patients with degenerative and functional mitral regurgitation

[$M(Q_1, Q_3)$ 或 $\bar{x} \pm s$]							
组 别		n	NT-proBNP(pg/mL)	左心房容积指数 (mL/m ²)	左心房前后径 (mm)	左心室舒张末内径 (mm)	左心室收缩末内径 (mm)
DMR 组	术前	38	2131.0(648.1, 4377.8)	81.1±30.4	46.2±7.5	58.7±7.2	40.2±7.1
	术后6个月	34	490.5(319.8, 1511.0)*	75.6±24.7*	41.4±7.0*	55.7±5.8	39.1±6.5
FMR 组	术前	29	4487.0(1331.0, 7437.0)	86.8±36.4	47.5±9.5	65.3±9.8	50.7±10.5
	术后6个月	28	1147.0(526.5, 2378.3)*	80.4±31.8*	42.1±8.0*	60.7±10.0*	43.9±11.7*

组 别		n	射血分数(%)	二尖瓣反流面积(cm ²)	三尖瓣反流面积(cm ²)	肺动脉压力(mmHg)
DMR 组	术前	38	60.3±8.8	12.6±5.2	4.2±3.3	42.9±16.7
	术后6个月	34	62.3±7.1	3.2±1.9*	2.7±1.9*	31.8±11.5*
FMR 组	术前	29	44.8±12.5	13.2±5.0	6.3±4.6	47.8±20.1
	术后6个月	28	47.2±12.8	3.8±2.8*	4.0±3.6*	40.3±20.5*

与术前比较,* $P<0.05$ 。DMR:退行性二尖瓣反流;FMR:功能性二尖瓣反流;NT-proBNP:氨基末端B型脑钠肽前体。1mmHg=0.133 kPa。

组的存活率显著高于手术失败组^[20]。同样,Ben-Shoshan等^[21]发现,TEER后残余二尖瓣反流2+以上患者的心力衰竭再住院以及死亡风险显著高于2+及以下者。因此对于DMR患者,在MVG为5 mmHg及以下时应尽可能降低残余二尖瓣反流程度以提高手术成功率,进而避免接受二次干预。COAPT研究证实,外科高危FMR患者中,TEER组的病死率以及再住院率明显低于药物治疗组^[22]。最新公布的COAPT研究5年随访结果显示,TEER组心功能I级和II级占比明显高于药物治疗组^[8]。而临床研究以及荟萃分析也验证了TEER对于FMR患者左心功能恢复方面的优势^[23-25]。因此,对于最优药物治疗之后仍存在中重度FMR的患者,2021欧洲心脏病学会/欧洲胸心外科协会心脏瓣膜病管理指南中对TEER的推荐级别提高到了IIa水平^[11]。本文资料中,患者6个月的随访结果证实了TEER能明显改善FMR患者的左心室重塑,对其心功能恢复有一定作用。但同时发现,术后6个月时DMR组二尖瓣反流2+及以下比例较术后即刻略有升高,而FMR组较术后即刻下降,且显著低于DMR组,提示短期效果FMR劣于DMR,考虑与FMR患者常合并左心室功能障碍相关。心室重构是导致心功能下降的主要原因,持续进展的心肌病变会导致残余二尖瓣反流恶化,相互形成恶性循环,同时室性心律失常风险显著增加,这也是导致FMR患者远期预后不如DMR患者的主要原因。这一发现也说明在FMR患者的治疗中优化药物治疗的重要性,接受TEER后依然需要强化指南推荐的最佳药物治疗。

在解剖适应证方面,最初都是建议选择中央区病变进行TEER,复杂病变包括非中央区病变以及合并有特殊解剖类型等归为黄区或红区病变^[26],这类解剖会影响TEER后效果,可能造成残余反流较多、跨瓣压差升高或单瓣叶夹持,最终会导致患者远期存活率下降^[21]。然而,随着TEER的发展以及植入经验的积累,非中央区病变已不再是TEER的禁忌证。有报道显示,接受TEER的DMR患者中,非中央区病变者占比达38%,其最终临床效果不逊于中央区病变者^[27-28]。EXPAND研究纳入了更多复杂解剖的二尖瓣反流患者,结果显示复杂解剖组TEER后二尖瓣反流2+及以下以及心功能改善等临床结局与非复

杂解剖组接近^[29]。EXPAND G4研究中,新一代的MitraClip™产品能够进一步改善复杂解剖的中重度二尖瓣反流患者的结局^[30]。本研究中,非中央区病变患者超过60%,术后即刻成功率与中央区病变患者接近;出院前发生瓣叶撕裂的两例均为累及外交界区的DMR患者,考虑为交界区与二尖瓣瓣环平面存在夹角、术中超声心动图解剖定位相比中央区更为困难,导致夹合器轴向调整存在偏差以及植入夹合器后瓣叶张力过高。两例患者术中均使用XTR,术后即刻夹合器外侧仅残余少量脱垂及反流,但出院前经食管超声心动图检查均在夹合器外侧交界区可见前叶撕裂,并引发大量反流。其原因首先考虑与使用XTR导致前叶张力过高有关;其次,由于XTR不能完全到达内交界使得夹合后残余少量脱垂,术中经食管超声心动图可能低估了残余脱垂程度以及反流量;再者,TEER使用第三代MitraClip™产品,没有宽尺寸夹合器,导致夹合宽度有限,最终造成瓣叶撕裂。因此,对于此类病变应通过调整经食管超声心动图角度,在更加清晰的超声影像下进行操作,同时对于交界区病例,短尺寸夹合器能够使夹合效果更优。这两例患者最终接受外科二尖瓣置换术,术后6个月复查经胸超声心动图提示二尖瓣人工瓣膜功能良好,MVG及二尖瓣流速正常,未见明显瓣周漏。此外,TEER患者的预后与临床中心的经验密切相关,因此需要根据临床中心的经验水平调整解剖复杂程度。在开展TEER起步阶段,建议选择中央区和非交界区的病变进行治疗,不仅可以缩短手术时间,还能降低围手术期并发症的风险。随着术者对器械的熟悉程度增加、经验的积累以及产品的更新换代,可尝试对外科高风险且解剖结构复杂的二尖瓣反流病变进行TEER,能够提供优于药物治疗的效果,同时进一步降低并发症和二次干预的概率。

TEER后二尖瓣瓣口面积减小及MVG升高是影响TEER结局的重要因素。国外有研究报道,97.3%的TEER后患者MVG为3~5 mmHg^[6]。一项纳入713例接受TEER患者的研究显示,MVG超过5 mmHg可增加患者5年死亡风险。多项研究发现,术后MVG对DMR患者预后的影响尤为明显,而FMR患者中未观察到类似结局^[31-32],可能因为DMR患者大多左心室扩大不明显,术前二尖

瓣瓣口面积较FMR患者小,加之部分DMR患者脱垂宽度较宽,术中可能植入2枚或更多枚夹合器,瓣口面积损失较多;而FMR患者往往因左心房或左心室扩张导致瓣环增大,基线瓣口面积较大,夹合后瓣口面积损失相对较小,因而术后MVG升高较DMR患者少见。目前国内外公认的可接受的术后MVG是二尖瓣学术研究联盟标准,即MVG为5 mmHg及以下,但TEER后MVG的目标值如何界定还需要更多探索性研究来验证。本文资料中,患者术后即刻MVG为3.0 mmHg,术后6个月时FMR组MVG无明显升高,而DMR组MVG升高但未超过6 mmHg,与前述国外研究基本一致。因此,DMR患者接受TEER时应选择合适的手术策略,在减少反流的同时尽可能控制MVG,以降低远期二尖瓣狭窄的风险,避免因二尖瓣狭窄接受二次干预。Ludwig等^[33]对1509例接受TEER的患者随访两年发现,残余二尖瓣反流2+及以上与终点事件显著相关,而MPG大于5 mmHg却与终点事件无关。由于MVG受到左心功能、血压、心率影响较大,因此如何取舍残余反流和MVG还要结合术中具体情况而定。随着MitraClip™第四代产品的应用,相信在血流动力学方面会有更好结果。

综上所述,TEER对于中重度二尖瓣反流患者的改善效果显著,且随着TEER的进步以及产品的更新换代,以往被视为治疗禁区的病变也可通过TEER治疗;相比于外科以及药物治疗,TEER能够有效改善患者短期心功能以及心脏重构,且不增加围手术期死亡风险。但本文资料随访时间较短,且样本量较小,中重度二尖瓣反流患者TEER后的确切效果及远期预后仍需通过更大样本量和更长期的随访研究来进一步验证。

本文附表见电子版。



医学伦理 研究通过西安交通大学第一附属医院伦理委员会审查(XJTU1AF2025LSYY-43)并符合1964年《赫尔辛基宣言》及之后的修订版或类似的伦理标准。研究豁免患者知情同意

Ethical Approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the First Affiliated Hospital of Xi'an

Jiaotong University (XJTU1AF2025LSYY-43), and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards. This research exemption from informed consent

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Conflict of Interests The authors declare that there is no conflict of interests

©The author(s) 2025. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

参考文献(References)

- [1] COFFEY S, ROBERTS-THOMSON R, BROWN A, et al. Global epidemiology of valvular heart disease [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18(12): 853-864.
- [2] O'GARA P T, MACK M J. Secondary mitral regurgitation[J]. *N Engl J Med*, 2020, 383(15): 1458-1467.
- [3] LI J, PAN W, YIN Y, et al. Prevalence and correlates of mitral regurgitation in the current era: an echocardiography study of a Chinese patient population[J]. *Acta Cardiol*, 2016, 71(1): 55-60.
- [4] HU P, LIU X B, LIANG J, et al. A hospital-based survey of patients with severe valvular heart disease in China [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 231: 244-247.
- [5] 叶蕴青, 许海燕, 李 喆, 等. 中国不同区域老年瓣膜性心脏病构成和病因分析[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2019, 21(7): 676-682.
YE Yunqing, XU Haiyan, LI Zhe, et al. Distribution and etiology of valvular heart disease in the elderly in different regions of China[J]. *Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases*, 2019, 21(7): 676-682. (in Chinese)
- [6] YOON S H, MAKAR M, KAR S, et al. Prognostic value of increased mitral valve gradient after transcatheter edge-to-edge repair for primary mitral regurgitation[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(9): 935-945.
- [7] VON BARDELEBEN R S, ROGERS J H, MAHONEY P, et al. Real-world outcomes of fourth-generation mitral transcatheter repair: 30-day results from EXPAND G4 [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2023, 16(12): 1463-1473.
- [8] STONE G W, ABRAHAM W T, LINDENFELD J, et al. Five-year follow-up after transcatheter repair of secondary mitral regurgitation[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(22): 2037-2048.
- [9] 中国医师协会心血管分会结构性心脏病学组. 结构性心脏病介入治疗2023年度报告精要[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2024, 32(3): 121-135.
Structural Cardiology Committee of Cardiovascular Physicians Branch of Chinese Medical Doctor Asso-

- ciation. Annual report on interventional therapy for structural heart disease in 2023[J]. **Chinese Journal of Interventional Cardiology**, 2024, 32(3): 121-135. (in Chinese)
- [10] 中国医师协会超声分会超声心动图专业委员会, 中华医学会超声医学分会超声心动图学组, 中华医学会心血管病分会结构性心脏病学组, 等. 二尖瓣反流介入治疗的超声心动图评价中国专家共识[J]. **中国介入心脏病学杂志**, 2019, 27(1): 6-12. Echocardiography Committee of Ultrasound Branch in Chinese Medical Doctor Association, Echocardiography Group of Ultrasound Medicine Branch in Chinese Medical Association, Structural Heart Disease Group of Cardiovascular Branch in Chinese Medical Association, et al. Echocardiographic evaluation of interventional therapy for mitral regurgitation in China[J]. **Chinese Journal of Interventional Cardiology**, 2019, 27(1): 6-12. (in Chinese)
- [11] 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(7): 561-632.
- [12] STONE G W, ADAMS D H, ABRAHAM W T, et al. Clinical trial design principles and endpoint definitions for transcatheter mitral valve repair and replacement: part 2: endpoint definitions: a consensus document from the mitral valve academic research consortium[J]. **J Am Coll Cardiol**, 2015, 66(3): 308-321.
- [13] STONE G W, VAHANIAN A S, ADAMS D H, et al. Clinical trial design principles and endpoint definitions for transcatheter mitral valve repair and replacement: part 1: clinical trial design principles: a consensus document from the mitral valve academic research consortium[J]. **J Am Coll Cardiol**, 2015, 66(3): 278-307.
- [14] CAHILL T J, PROTHERO A, WILSON J, et al. Community prevalence, mechanisms and outcome of mitral or tricuspid regurgitation[J]. **Heart**, 2021, 107(12): 1003-1009.
- [15] CONDADO J A, ACQUATELLA H, RODRIGUEZ L, et al. Percutaneous edge-to-edge mitral valve repair: 2-year follow-up in the first human case[J]. **Catheter Cardiovasc Interv**, 2006, 67(2): 323-325.
- [16] 高漫辰, 段福建, 张戈军, 等. 经导管缘对缘修复技术初步实践: MitraClip 治疗二尖瓣反流多中心早期结果[J]. **中国胸心血管外科临床杂志**, 2022, 29(5): 547-552. GAO Manchen, DUAN Fujian, ZHANG Gejun, et al. Primary practice of transcatheter edge-to-edge repair for mitral regurgitation: early results of MitraClip in multiple centers[J]. **Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery**, 2022, 29(5): 547-552. (in Chinese)
- [17] FELDMAN T, KAR S, ELMARIAH S, et al. Randomized comparison of percutaneous repair and surgery for mitral regurgitation 5-year results of EVEREST II [J]. **J Am Coll Cardiol**, 2015, 66(25): 2844-2854.
- [18] GOEL S S, BAJAJ N, AGGARWAL B, et al. Prevalence and outcomes of unoperated patients with severe symptomatic mitral regurgitation and heart failure: comprehensive analysis to determine the potential role of MitraClip for this unmet need[J]. **J Am Coll Cardiol**, 2014, 63(2): 185-186.
- [19] ANTOINE C, BENFARI G, MICHELENA H I, et al. Clinical outcome of degenerative mitral regurgitation: critical importance of echocardiographic quantitative assessment in routine practice[J]. **Circulation**, 2018, 138(13): 1317-1326.
- [20] MAKAR R R, CHIKWE J, CHAKRAVARTY T, et al. Transcatheter mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation[J]. **JAMA**, 2023, 329(20): 1778-1788.
- [21] BEN-SHOSHAN J, OVERTHOOK P, BUIHIEU J, et al. Predictors of outcomes following transcatheter edge-to-edge mitral valve repair[J]. **JACC Cardiovasc Interv**, 2020, 13(15): 1733-1748.
- [22] GIUSTINO G, CAMAJ A, KAPADIA S R, et al. Hospitalizations and mortality in patients with secondary mitral regurgitation and heart failure: the COAPT trial [J]. **J Am Coll Cardiol**, 2022, 80(20): 1857-1868.
- [23] PIO S M, MEDVEDOFSKY D, STASSEN J, et al. Changes in left ventricular global longitudinal strain in patients with heart failure and secondary mitral regurgitation: the COAPT trial[J/OL]. **J Am Heart Assoc**, 2023, 12(17): e029956.
- [24] ITABASHI Y, KOBAYASHI S, MIZUTANI Y, et al. Treatment of secondary mitral regurgitation by transcatheter edge-to-edge repair using MitraClip[J]. **J Med Ultrason**, 2022, 49(3): 389-403.
- [25] MESSORI A, FADDA V, RIVANO M, et al. Mitraclip versus medical therapy or surgery in patients with mitral regurgitation: long-term outcomes determined by the reconstruction of individual patient data[J/OL]. **Cureus**, 2024, 16(5): e60204.
- [26] 亚太心脏病学会(APSC)专家组. 经导管缘对缘技术(MitraClip)治疗二尖瓣反流——亚太心脏病学会(APSC)专家共识[J]. **中国循环杂志**, 2022, 37(1): 4-11. Asian Pacific Society of Cardiology (APSC). Asian Pacific Society of Cardiology consensus recommendations on the use of MitraClip for mitral regurgitation [J]. **Chinese Circulation Journal**, 2022, 37(1): 4-11. (in Chinese)
- [27] GAVAZZONI M, TARAMASSO M, ZUBER M, et al. Conceiving MitraClip as a tool: percutaneous edge-to-edge repair in complex mitral valve anatomies[J]. **Eur Heart J Cardiovasc Imaging**, 2020, 21(10): 1059-1067.
- [28] ESTÉVEZ-LOUREIRO R, FRANZEN O, WINTER R, et al. Echocardiographic and clinical outcomes of central versus noncentral percutaneous edge-to-edge

repair of degenerative mitral regurgitation[J]. **J Am Coll Cardiol**, 2013, 62(25): 2370-2377.

[29] KAR S, VON BARDELEBEN R S, ROTTBAUER W, et al. Contemporary outcomes following transcatheter edge-to-edge repair: 1-year results from the EXPAND study[J]. **JACC Cardiovasc Interv**, 2023, 16(5): 589-602.

[30] VON BARDELEBEN R S, MAHONEY P, MORSE M A, et al. 1-year outcomes with fourth-generation mitral valve transcatheter edge-to-edge repair from the EXPAND G4 study[J]. **JACC Cardiovasc Interv**, 2023, 16(21): 2600-2610.

[31] KOELL B, LUDWIG S, WEIMANN J, et al. Long-term outcomes of patients with elevated mitral valve pressure gradient after mitral valve edge-to-edge repair

[J]. **JACC Cardiovasc Interv**, 2022, 15(9): 922-934.

[32] PATZELT J, ZHANG W, SAUTER R, et al. Elevated mitral valve pressure gradient is predictive of long-term outcome after percutaneous edge-to-edge mitral valve repair in patients with degenerative mitral regurgitation (MR), but not in functional MR[J/OL]. **J Am Heart Assoc**, 2019, 8(13): e011366.

[33] LUDWIG S, KOELL B, WEIMANN J, et al. Impact of intraprocedural mitral regurgitation and gradient following transcatheter edge-to-edge repair for primary mitral regurgitation[J]. **JACC Cardiovasc Interv**, 2024, 17(13): 1559-1573.

[本文编辑 沈 敏 余 方]



·读者·作者·编者·

2024年9—10月为本刊审稿的专家名单

(按姓氏音序排列)

陈红波	浙江中医药大学附属第一医院	刘 淼	解放军总医院第二医学中心
陈金中	复旦大学生命科学学院	卢志南	首都医科大学附属北京安贞医院
陈 琪	浙江大学化学系	陆方林	海军军医大学附属长海医院
陈如程	浙江中医药大学公共卫生学院	马楚凡	空军军医大学特色医学中心
陈 适	中国医学科学院北京协和医学院	潘文志	复旦大学附属中山医院
程智刚	中南大学湘雅医院	庞 静	郑州大学附属胸科医院
丁汉升	上海市卫生和健康发展研究中心	蒲朝霞	浙江大学医学院附属第二医院
丁惠国	首都医科大学附属北京佑安医院	邱昌建	四川大学华西医院
杜峻峰	解放军总医院	沈海丽	兰州大学第二医院
范 琳	同济大学附属上海市肺科医院	史 艺	北京大学人民医院
冯 沅	四川大学华西医院	宋光远	首都医科大学附属北京安贞医院
谷兴华	山东大学齐鲁医院	谢小洁	浙江大学医学院附属第二医院
韩 涛	天津市第三中心医院	徐方忠	浙江省立同德医院
韩雅玲	解放军北部战区总医院	徐望红	复旦大学公共卫生学院
胡春梅	南京中医药大学附属南京医院	闫小响	上海交通大学医学院瑞金医院
吉冰洋	中国医学科学院阜外医院	易 欣	武汉大学人民医院
蒋晨阳	浙江大学医学院附属邵逸夫医院	曾聪彦	广州中医药大学附属中山中医院
蒋 峻	浙江大学医学院附属第二医院	张国明	暨南大学附属深圳眼科医院
金其庄	北京大学第一医院	张海波	北京安贞医院
李道兵	遵义医科大学附属医院	张良文	厦门大学公共卫生学院
李建民	山东大学齐鲁医院	张翔南	浙江大学药学院
李伟栋	浙江大学医学院附属第一医院	张遵真	四川大学华西公共卫生学院
李宪花	山东大学齐鲁医院	周 英	广州中医药大学第一附属医院