

## 机器人辅助二尖瓣成形术治疗原发性二尖瓣关闭不全的临床效果分析：倾向性评分匹配研究

王寒初, 尤斌, 曲政

(首都医科大学附属北京安贞医院微创心脏外科 北京 100029)

**摘要** **目的:** 利用倾向性评分匹配法对比机器人辅助与常规正中开胸二尖瓣成形术的手术情况与围手术期结局。**方法:** 回顾性分析 2016 年 6 月—2021 年 12 月于首都医科大学附属北京安贞医院行单纯二尖瓣成形术的 379 例患者记作总体人群。根据手术的入路方式分为两组, 即观察组 ( $n=122$ , 行机器人辅助手术) 和对照组 ( $n=257$ , 行传统正中开胸手术)。利用倾向性评分, 两组各选出 109 例患者进行匹配, 记作匹配人群。总体人群和匹配人群分别对比手术情况、围手术期结局事件发生情况。**结果:** 总体人群中, 观察组患者的手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间均长于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.001$ )。观察组患者围手术期死亡率与对照组相近, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。匹配人群中, 观察组患者的手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间同样均长于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.001$ )。**结论:** 行机器人辅助二尖瓣成形术患者的围手术期结局是安全、有效的, 但是需要进一步的长期随访资料评估远期有效性。

**关键词** 机器人辅助手术; 二尖瓣成形术; 倾向性评分匹配研究

**中图分类号** R654.2 TP242 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 06-1179-07

### Clinical efficacy of robot-assisted mitral valve repair for primary mitral regurgitation: a propensity score matching study

WANG Hanchu, YOU Bin, QU Zheng

(Department of Minimally Invasive Cardiac Surgery, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China)

**Abstract** **Objective:** To compare the operative situations and perioperative outcomes between robot-assisted and conventional mitral valve repair using propensity score matching. **Methods:** A retrospective analysis was performed on 379 patients who underwent isolated mitral valve repair at Beijing Anzhen Hospital from June 2016 to December 2021. 122 patients who underwent robotic surgery were divided into the observation group, while 257 patients who underwent conventional median sternotomy were divided into the control group. Propensity score matching was used to choose 109 patients from each group, resulting in the creation of a matched population. The operation situations and perioperative outcomes in the overall population and the matched population were compared. **Results:** In the overall population, the operative time, cardiopulmonary bypass time, and aortic cross-clamp time were longer in the observation group than those in the control group, and the difference was not statistically significant ( $P<0.001$ ). The perioperative mortality rate of the observation group was similar with the control group, and the difference was not statistically significant ( $P>0.05$ ). In the matched population, the operative time, cardiopulmonary bypass time, and aortic cross-clamp time were also longer in the observation group than those in the control group ( $P<0.001$ ). **Conclusion:** Robot-assisted mitral valve repair is safe and effective. However, further long-term follow-up data are required to evaluate its long-term efficacy.

**Key words** Robot-assisted Surgery; Mitral Valve Repair; Propensity Score Matching Study

收稿日期: 2024-01-25 录用日期: 2024-03-18

Received Date: 2024-01-25 Accepted Date: 2024-03-18

基金项目: 国家重点研发计划重点专项 (2022YFA1205904)

Foundation Item: Special Project of National Key R & D Plan (2022YFA1205904)

通讯作者: 尤斌, Email: dr\_youbin@vip.sina.com

Corresponding Author: YOU Bin, Email: dr\_youbin@vip.sina.com

引用格式: 王寒初, 尤斌, 曲政. 机器人二尖瓣成形术治疗原发性二尖瓣关闭不全的临床效果分析: 倾向性评分匹配研究 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (6): 1179-1185.

Citation: WANG H C, YOU B, QU Z. Clinical efficacy of robot-assisted mitral valve repair for primary mitral regurgitation: a propensity score matching study[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024,5(6): 1179-1185.

近年来,原发性二尖瓣关闭不全在我国的患病率呈上升趋势<sup>[1]</sup>,越来越多的患者需要接受手术治疗。在众多手术方案中,二尖瓣成形术以其更高的长期生存率和更低的瓣膜相关并发症发生率<sup>[2]</sup>而被各大指南作为首选推荐<sup>[3-4]</sup>。目前,二尖瓣成形术应用最广泛的术式仍然是传统的正中开胸手术<sup>[5]</sup>。近年来,随着微创心脏外科技术的发展,经肋间小切口的心脏手术得到了进一步应用。然而,该入路方式面临视野暴露差、操作空间局限的挑战,在此背景下,达芬奇手术机器人应运而生<sup>[6]</sup>。目前,由于该手术难度高、学习曲线长<sup>[7-8]</sup>,国内对于该术式研究及相关研究的病例数均较少。本研究回顾性分析机器人辅助与常规正中开胸二尖瓣成形术的手术情况与围手术期结局,通过倾向性评分匹配的方法消除基线差异,以探究机器人辅助二尖瓣成形术的安全性及有效性。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 回顾性分析2016年6月—2021年12月于首都医科大学附属北京安贞医院行单纯二尖瓣成形术的患者。纳入标准:①术前诊断原发性二尖瓣关闭不全(二尖瓣退行性变、Ballow综合征等);②拟行二尖瓣成形术;③年龄18~70岁。排除标准:①合并二尖瓣狭窄或考虑病因为风湿性二尖瓣病变者;②合并其他心脏病(冠心病、主动脉瓣病变、三尖瓣病变、肺动脉瓣病变、大血管病变、心肌病、先天性心脏病、心房颤动等)且需要同期手术处理者;③行经肋间小切口直视手术、胸腔镜手术者;④临床资料不完善者。

根据上述纳排标准,总共379例患者纳入本研究,记作总体人群。根据手术的入路方式分为两组,即观察组( $n=122$ ,行机器人辅助手术)和对照组( $n=257$ ,行传统正中开胸手术)。统计所有患者的基线资料(见表1),采用Logistic回归进行倾向性评分匹配,以基线资料作为协同变量,卡钳值选择0.02,匹配度1:1。总计218例患者纳入匹配,观察组、对照组各109例,记作匹配人群。在匹配人群中,两组患者的基线资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性(见表2)。

## 1.2 手术方法

**1.2.1 机器人辅助二尖瓣成形术** 患者取平卧

位,右侧垫高30°,双腔支气管插管全麻,经右股动静脉及右颈内静脉插管建立体外循环。右腋前线第4肋间向前5 cm切口进胸,右肺萎陷后,在膈神经上方2 cm纵行切开心包并悬吊,经右腋前线第3肋间打辅助孔并插入CO<sub>2</sub>吹管,术中持续吹入CO<sub>2</sub>。于升主动脉、左上肺静脉缝制荷包,肝素化后插入左心引流管。经右锁骨中线第2、第4肋间及右腋前线第6肋间打孔,置入机械臂。体外循环启动后,经第3肋间辅助孔插入Chitwood阻断钳,阻断升主动脉,经主动脉根部灌注停搏液,心脏停跳满意后经房间沟入路显露二尖瓣结构并行二尖瓣成形术。心脏复跳后复查经食道超声心动图评估二尖瓣成形效果,如无残余大量反流、SAM征等,则逐步撤除体外循环,止血关胸。

**1.2.2 常规正中开胸手术** 患者取平卧位,气管插管全麻,正中开胸,纵劈胸骨,升主动脉、上下腔静脉插管建立体外循环,常规阻断钳阻断升主动脉,于主动脉根部灌注停搏液,经右心房-房间隔联合切口或房间沟切口进入左心房行二尖瓣成形术。经食道超声复查结果满意后逐步撤除体外循环,止血关胸。

**1.2.3 术后监护** 全部患者手术结束后携气管插管入ICU,继续予以药物镇静及呼吸机辅助通气。病情稳定的患者统一于术后第1 d早晨停止使用镇静药物。待患者苏醒且复查血气结果满意后,试停呼吸机并拔除气管插管。

**1.3 统计学方法** 所有数据均采用SPSS 26.0进行统计学分析,符合正态分布的计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用独立样本 $t$ 检验分析;不符合正态分布的计量资料用中位数(四分位数间距)[ $M(P25, P75)$ ]表示,采用秩和检验分析;计数资料用例数(百分比)[ $n(\%)$ ]表示,采用 $\chi^2$ 检验分析。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 手术情况** 总体人群中,共12例患者因术中成形效果不理想改行二尖瓣置换术,其中,观察组1例,对照组11例。观察组患者有1例因术中主动脉夹层而紧急改为常规正中开胸手术。观察组患者的手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间均长于对照组,差异有统计学意义( $P<0.001$ )。术后监护方面,观察组与对照组

表 1 总体人群术前基线资料 [ $\bar{x} \pm s$ ,  $n$  (%) ]  
Table 1 Baseline data of overall population [ $\bar{x} \pm s$ ,  $n$  (%) ]

指标	观察组 (n=122)	对照组 (n=257)	P 值
性别 (男/女)	83/39	169/88	0.661
年龄 (岁)	49.9 ± 12.3	51.5 ± 12.8	0.270
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.6 ± 5.5	24.6 ± 3.6	0.895
高血压	39 (32.0)	106 (41.2)	0.083
糖尿病	8 (6.6)	15 (5.8)	0.784
高脂血症	47 (38.5)	80 (31.1)	0.154
脑血管病史	3 (2.5)	25 (9.7)	0.189
周围血管疾病	4 (3.3)	3 (1.2)	0.309
房颤	11 (9.0)	9 (3.5)	0.025
吸烟史	48 (39.9)	74 (28.8)	0.040
饮酒史	26 (21.3)	77 (30.0)	0.077
甲状腺功能异常	4 (3.3)	1 (0.4)	0.069
感染性心内膜炎	4 (3.3)	5 (1.9)	0.654
冠心病史	15 (12.3)	30 (11.7)	0.839
PCI 史	4 (3.3)	5 (1.9)	0.663
急性心衰史	6 (4.9)	3 (1.2)	0.060
肺动脉高压	24 (19.7)	33 (12.8)	0.082
心功能 III~IV 级	65 (53.3)	94 (36.6)	0.002
术前 LVEF (%)	63.9 ± 5.7	64.2 ± 25.0	0.654
术前 LVEDD (mm)	56.0 ± 6.0	55.0 ± 21.4	0.138

注：PCI. 经皮冠状动脉介入 (Percutaneous Coronary Intervention, PCI)；LVEF. 左心射血分数 (Left Ventricular Ejection Fraction, LVEF)；LVEDD. 左心室舒张末期径 (Left Ventricular End Diastolic Diameter, LVEDD)

的 ICU 时间相近, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但观察组患者的呼吸机使用时间更长, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。延迟拔管定义为在术后第 1 d 没有成功拔除气管并因此在 ICU 滞留或因肺部并发症在后续治疗中再次进行气管插管并呼吸机辅助通气的患者。两组患者延迟拔管率比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。在围手术期出血与输血方面, 观察组患者的术中出血量、术后第 1 d 引流量、二次开胸止血率、输血率与对照组相似 (见表 3)。

匹配人群中, 观察组患者的手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间均长于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.001$ )。术后监护情况中, 观察组与对照组的 ICU 时间相近, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但观察组患者的呼吸机使用时间更长, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 同样观察组也没有观察到更高的延迟拔管率, 差异

无统计学意义 ( $P>0.05$ )。其余结果比较, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 4。

**2.2 围手术期结局与术后常见并发症** 总体人群中, 总共 9 例患者在院内死亡或自动出院, 其中观察组 4 例, 对照组 5 例, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 死亡原因包括: 术中主动脉夹层、大面积脑梗死、肺部感染、脓毒症休克、凝血功能障碍。并发症方面, 与对照组比较, 观察组患者术后气胸率更高, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 其余术后常见并发症发生率与对照组患者类似, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。所有患者出院前复查超声心动图评估心功能, 两组患者的术后 LVEF 值、术后 LVEDD、残余中度以上反流的发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 5。

匹配人群中, 总共 6 例患者死亡或自动出院, 其中观察组 4 例, 对照组 2 例, 差异无统计学

表 2 匹配人群术前基线资料 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]  
Table 2 Baseline data of matched population [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

指标	观察组 (n=109)	对照组 (n=109)	P 值
性别 (男/女)	74/35	69/40	0.476
年龄 (岁)	50.3 ± 12.2	49.8 ± 13.5	0.809
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.7 ± 5.6	24.2 ± 3.8	0.404
高血压	34 (31.2)	32 (29.4)	0.768
糖尿病	7 (6.4)	8 (7.3)	0.789
高脂血症	41 (37.6)	39 (35.8)	0.779
脑血管病史	3 (2.8)	2 (1.8)	1.000
周围血管疾病	3 (2.8)	2 (1.8)	1.000
房颤	7 (6.4)	8 (7.3)	0.789
吸烟史	43 (39.4)	39 (35.8)	0.576
饮酒史	24 (22.0)	28 (25.7)	0.525
甲状腺功能异常	1 (0.9)	1 (0.9)	1.000
感染性心内膜炎	4 (3.7)	5 (4.6)	0.733
冠心病史	11 (10.1)	7 (6.4)	0.325
PCI 史	3 (2.8)	3 (2.8)	1.000
急性心衰史	1 (0.9)	3 (2.8)	0.614
肺动脉高压	18 (16.5)	22 (20.2)	0.484
心功能 III~IV 级	54 (49.5)	51 (46.8)	0.684
术前 LVEF (%)	64.0 ± 5.7	63.8 ± 6.4	0.755
术前 LVEDD (mm)	55.8 ± 6.0	55.8 ± 6.8	0.996

意义 ( $P>0.05$ )。观察组患者的气胸发生率与对照组相似, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 其余统计结果与总体人群相似 (见表 6)。

### 3 讨论

微创化是未来心脏外科发展的必然趋势。经肋间小切口手术作为微创心脏外科的重要组成部分, 不仅具有外观上的美容效果, 还能够保留胸廓的完整性, 降低了围手术期用血、感染、伤口愈合不良的概率, 使得患者在术后能够早期下地活动, 有利于心脏术后的快速恢复并缩短住院时间, 已在各类心脏瓣膜手术中得到安全、有效地应用<sup>[9-11]</sup>。然而, 更小的切口意味着更加狭小的术野与操作空间, 为微创手术带来了一定的挑战。达芬奇机器人手术系统能够提供三维高清视野, 并对视野内的重点部分进行放大, 还能够滤除人手的自然抖动, 进行更加灵活的操作<sup>[12]</sup>, 尤其适合于对精细操作要求更高的二尖瓣成形术。

本研究通过倾向性评分匹配的方法消除了研究队列的基线差异, 使得对比研究结果更加接近随机分组的前瞻性研究。此外, 本研究还详细统计了入组患者的围手术期情况, 包括手术情况及术后结局与常见并发症发生率, 以此对机器人辅助二尖瓣成形术的安全性与有效性进行评估。

在本研究中, 无论是总体人群还是匹配人群, 观察组的手术时间、体外循环时间与主动脉阻断时间更长, 但是这并没有带来更高的死亡率及围手术期严重不良事件发生率。这与 Mihaljevic T 等人<sup>[7]</sup>的研究结果相似。术后监护方面, 本研究观察到无论是总体人群还是匹配人群, 与对照组相比, 观察组患者呼吸机使用时间均较长, 但 ICU 驻留时间且延迟拔管率相近。结合本中心 ICU 的呼吸机管理策略, 考虑呼吸机使用时间延长与观察组手术开始与结束时间结束较早有关, 并不能提示观察组患者肺保护效果更差。在术后并发症方面, 总体人群中观

表 3 总体人群围手术期情况 [ $\bar{x} \pm s$ ,  $n$  (%) ,  $M$  (  $P25$ ,  $P75$  ) ]Table 3 Perioperative conditions of overall population [ $\bar{x} \pm s$ ,  $n$  (%) ,  $M$  (  $P25$ ,  $P75$  ) ]

指标	观察组 ( $n=122$ )	对照组 ( $n=257$ )	$P$ 值
再次阻断	3 ( 2.5 )	12 ( 4.7 )	0.454
术中 SAM 征	3 ( 2.5 )	4 ( 1.6 )	0.844
转换瓣	1 ( 0.8 )	11 ( 4.3 )	0.138
手术时间 ( h )	5.3 $\pm$ 1.1	3.9 $\pm$ 1.1	<0.001
体外循环时间 ( min )	145.1 $\pm$ 46.4	110.5 $\pm$ 42.2	<0.001
阻断时间 ( min )	100.0 $\pm$ 35.6	72.9 $\pm$ 30.1	<0.001
术中出血 ( mL )	700.0 ( 500.0, 875.0 )	800.0 ( 600.0, 800.0 )	0.189
ICU 时间 ( h )	20.0 ( 18.0, 23.0 )	20.0 ( 16.0, 23.0 )	0.156
呼吸机时间 ( h )	19.3 ( 18.0, 21.5 )	18.0 ( 14.8, 21.5 )	0.007
延迟拔管	13 ( 10.7 )	30 ( 11.7 )	0.770
围术期输血	35 ( 28.7 )	67 ( 26.1 )	0.591
再次开胸探查	4 ( 3.3 )	3 ( 1.2 )	0.311
术日引流量 ( mL )	300.0 ( 200.0, 437.5 )	300.0 ( 200.0, 450.0 )	0.886
术后住院天数 ( d )	6.4 $\pm$ 1.9	6.8 $\pm$ 3.8	0.211

表 4 匹配人群围手术期情况 [ $\bar{x} \pm s$ ,  $n$  (%) ,  $M$  (  $P25$ ,  $P75$  ) ]Table 4 Perioperative conditions of matched population [ $\bar{x} \pm s$ ,  $n$  (%) ,  $M$  (  $P25$ ,  $P75$  ) ]

指标	观察组 ( $n=109$ )	对照组 ( $n=109$ )	$P$ 值
再次阻断	3 ( 2.8 )	4 ( 3.7 )	1.000
术中 SAM 征	3 ( 2.8 )	2 ( 1.8 )	1.000
转换瓣	1 ( 0.9 )	3 ( 2.8 )	0.614
手术时间 ( h )	5.3 $\pm$ 1.2	4.0 $\pm$ 1.1	<0.001
体外循环时间 ( min )	146.7 $\pm$ 47.3	111.5 $\pm$ 43.0	<0.001
阻断时间 ( min )	100.9 $\pm$ 34.7	75.5 $\pm$ 31.4	<0.001
术中出血 ( mL )	700.0 ( 550.0, 950.0 )	100.0 ( 600.0, 800.0 )	0.739
ICU 时间 ( h )	20.0 ( 18.0, 23.0 )	20.0 ( 16.0, 21.0 )	0.366
呼吸机时间 ( h )	19.0 ( 18.0, 21.3 )	17.5 ( 14.0, 21.0 )	0.011
延迟拔管	12 ( 11.0 )	13 ( 11.9 )	0.883
围术期输血	31 ( 28.4 )	34 ( 31.2 )	0.657
再次开胸探查	4 ( 3.7 )	3 ( 2.8 )	1.000
术日引流量 ( mL )	300.0 ( 190.0, 425.0 )	300.0 ( 200.0, 450.0 )	0.794
术后住院天数 ( d )	6.2 $\pm$ 1.9	6.7 $\pm$ 2.0	0.090

察组患者的气胸发生率更高。然而，经过倾向性评分匹配后，我们并未观察到更高的气胸发生率。观察组的全部气胸患者均为右侧气胸，这可能与术中经右侧胸腔操作时过度牵拉肺组织而造成机械性创伤有关<sup>[13]</sup>，这也提示我们术中应注意操作轻柔，避免对肺组织的机械性损

伤。此外，在拔除胸腔闭式引流管时应由操作技术熟练的医师进行，避免拔除引流管相关的气胸事件发生。

在本研究中，观察组患者在总体人群和匹配人群中均展现出更低换瓣率、术中 SAM 征率及再次主动脉阻断率。Mori M 等人<sup>[14]</sup>进行的一

表 5 总体人群术后并发症及复查结果 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]Table 5 Postoperative complications and follow-up results of overall population [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

指标	观察组 (n=122)	对照组 (n=257)	P 值
ECMO	1 (0.8)	0 (0.0)	0.703
IABP	0 (0.0)	1 (0.4)	1.000
CRRT	2 (1.6)	2 (0.8)	0.819
术后脑梗死	0 (0.0)	4 (1.6)	0.397
术后低心排血量	2 (1.6)	1 (0.4)	0.507
肺部感染	5 (4.1)	9 (3.5)	1.000
脓毒血症	2 (1.6)	1 (0.4)	0.507
消化道出血	0 (0.0)	2 (0.8)	0.827
房颤	32 (26.2)	70 (27.2)	0.836
气胸	14 (11.5)	11 (4.3)	0.008
胸腔积液	53 (43.4)	99 (38.5)	0.298
心包积液	20 (16.4)	44 (17.1)	0.913
切口愈合不良	0 (0.0)	3 (1.2)	0.563
死亡 / 自动出院	4 (3.3)	5 (1.9)	0.663
术后 LVEF (%)	59.3 ± 6.5	59.8 ± 5.9	0.367
术后 LVEDD (mm)	47.5 ± 5.0	46.4 ± 5.0	0.080
残余中 - 大量反流	5 (4.5)	8 (3.1)	0.849

表 6 匹配人群术后并发症及复查结果 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]Table 6 Postoperative complications and follow-up results of matched population [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

指标	观察组 (n=109)	对照组 (n=109)	P 值
ECMO	1 (0.9)	0 (0.0)	1.000
IABP	0 (0.0)	0 (0.0)	1.000
CRRT	2 (1.8)	0 (0.0)	0.477
术后脑梗死	0 (0.0)	1 (0.9)	1.000
术后低心排血量	2 (1.8)	0 (0.0)	0.477
肺部感染	5 (4.6)	3 (2.8)	0.719
脓毒血症	2 (1.8)	1 (0.9)	1.000
消化道出血	0 (0.0)	0 (0.0)	1.000
房颤	26 (23.9)	22 (20.2)	0.513
气胸	11 (10.1)	6 (5.5)	0.207
胸腔积液	49 (45.0)	44 (40.4)	0.421
心包积液	18 (16.5)	22 (20.2)	0.645
切口愈合不良	0 (0.0)	3 (2.8)	0.679
死亡 / 自动出院	4 (3.7)	2 (1.8)	0.245
术后 LVEF (%)	59.1 ± 6.8	60.0 ± 6.4	0.285
术后 LVEDD (mm)	47.2 ± 5.1	46.7 ± 5.4	0.474
残余中 - 大量反流	5 (4.6)	4 (3.7)	1.000

项多中心研究同样展现了更低的转行二尖瓣置换术的概率。这意味着利用手术机器人进行二尖瓣修复的成功率更高。这或许得益于达芬奇机器人手术系统的机械臂具有7个自由度，比人手更加灵活，使得术者能够进行更加精细的操作<sup>[12]</sup>。

全世界范围内，关于机器人辅助二尖瓣成形术的中远期随访结果仍然较少。部分单中心、非对照研究表明，机器人辅助二尖瓣成形术具有令人满意的中远期生存率、无复发率以及免于再次手术率<sup>[15-16]</sup>。其中，常见的再次手术原因包括复发性二尖瓣中-重度反流和感染性心内膜炎。Arghami A 等人<sup>[17]</sup>的一项单中心研究还报道了2例患者因二尖瓣成形环相关性溶血而进行的再次手术干预。然而，由于没有相应的对照组，其结论缺乏一定的可靠性。目前，本课题组对两组患者的随访正在进行，后续结果将及时公布。

在二尖瓣成形术中，合适的成形方案对于手术的成功与否十分重要。成形方案的设计往往取决于术者对于病理解剖的理解以及既往手术经验。目前，对于原发性二尖瓣关闭不全常见的成形方法包括：瓣叶楔形或矩形切除、人工腱索植入、滑动成形、“缘对缘”缝合、叶间裂闭合、成形环植入等<sup>[15]</sup>。其中，瓣叶切除是处理后叶脱垂的常用方法，人工腱索植入则应用于前叶脱垂或者广泛后叶脱垂的患者<sup>[18]</sup>。在本研究中，观察组的患者全部由同一名术者进行手术，无论前后叶脱垂，均更倾向于采用人工腱索植入的方法进行修复，并根据瓣环扩张情况进行成形环植入。对照组患者的手术由本中心的不同术者进行手术，对后叶脱垂的患者更倾向于采用楔形切除或折叠的手法进行修复。此外，对照组的术者们还采用了滑动成形术、Magic Stich、“缘对缘”缝合等一系列不同技术对病变二尖瓣进行修复。成形方案的差异可能会导致手术时间及远期效果不同。本课题组将进一步根据成形方案细分患者队列并进行研究。

综上所述，机器人辅助二尖瓣成形术的围手术期结局是安全、有效的，但是需要更进一步的长期随访资料评估远期有效性。

**利益冲突声明：** 本文不存在任何利益冲突。

**作者贡献声明：** 王寒初负责设计并实施研究，撰写

文章；尤斌负责完成研究所涉及的主要手术操作，指导文章撰写并最终定稿；曲政负责参与研究设计及部分数据采集。

## 参考文献

- [1] 胡盛寿, 王增武. 《中国心血管健康与疾病报告 2022》概述 [J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(07): 577-600.
- [2] Lazam S, Vanoverschelde J L, Tribouilloy C, et al. Twenty-year outcome after mitral repair versus replacement for severe degenerative mitral regurgitation: analysis of a large, prospective, multicenter, international registry [J]. *Circulation*, 2017, 135(5): 410-422.
- [3] Otto C M, Nishimura R A, Bonow R O, 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.
- [4] 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.
- [5] WEI S X, ZHANG X, CUI H M, et al. Comparison of clinical outcomes between robotic and thoracoscopic mitral valve repair [J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2020, 10(5): 1167-1174.
- [6] Carpentier A, Loulmet D, Aupecle B, et al. Computer assisted open heart surgery. First case operated on with success [J]. *C R Acad Sci III*, 1998, 321(5): 437-442.
- [7] Mihaljevic T, Jarrett C M, Gillinov A M, et al. Robotic repair of posterior mitral valve prolapse versus conventional approaches: potential realized [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 141(1): 72-80.
- [8] 许李力, 李平, 徐屹, 等. 机器人心脏外科手术早期随访的安全性及有效性研究 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2021, 2(6): 421-430.
- [9] Lange R, Voss B, Kehl V, et al. Right minithoracotomy versus full sternotomy for mitral valve repair: a propensity matched comparison [J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 103(2): 573-579.
- [10] Akowuah E F, Maier R H, Hancock H C, et al. Minithoracotomy vs Conventional Sternotomy for mitral valve repair: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2023, 329(22): 1957-1966.
- [11] 许李力, 尤斌, 高峰, 等. 直视微创与传统正中开胸主动脉瓣置换术倾向性评分匹配对比研究 [J]. 疑难病杂志, 2015, 14(1): 42-44.
- [12] 许世广, 王述民. 浅谈达芬奇机器人手术 500 例体会 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2015, 22(10): 895-900.
- [13] 李霞, 马华怡, 赖军华, 等. 心脏外科术后肺部并发症研究进展 [J]. 实用医学杂志, 2023, 39(04): 510-513.
- [14] Mori M, Parsons N, Krane M, et al. Robotic mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation [J]. *Ann Thorac Surg*, 2024, 117(1): 96-104.
- [15] Suri R M, Taggarse A, Burkhart H M, et al. Robotic mitral valve repair for simple and complex degenerative disease: midterm clinical and echocardiographic quality outcomes [J]. *Circulation*, 2015, 132(21): 1961-1968.
- [16] Aphram G, Melina G, Noirhomme P, et al. Robotic mitral valve repair-the Bruxelles experience [J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2022, 11(6): 589-595.
- [17] Arghami A, Jahanian S, Daly R C, et al. Robotic mitral valve repair: a decade of experience with echocardiographic follow-up [J]. *Ann Thorac Surg*, 2022, 114(5): 1587-1595.
- [18] Javadikasgari H, Suri R M, Mihaljevic T, et al. Technical aspects of robotic posterior mitral valve leaflet repair [J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2016, 5(6): 577-581.

编辑：赵敏