临床研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003817

胸腔镜辅助二尖瓣手术近期临床结果单中心趋向性评分匹配研究

唐　黎[1]，赵　旭[1]，陈　灏[2]，吴洪坤[2]，罗永金[2]，何　勇[2]

（1.重庆大学附属人民医院/重庆市人民医院麻醉科，重庆　400020；2.重庆大学附属人民医院/重庆市人民医院心血管外科/重庆市心血管外科学临床医学研究中心，重庆　400020）

【摘　要】目的：比较胸腔镜辅助微创二尖瓣手术（微创手术组）与传统正中开胸二尖瓣手术（传统手术组）的近期临床效果，包括手术相关指标、术后并发症、输血量及住院死亡率。**方法：**回顾性分析重庆市人民医院2021年1月至2022年6月二尖瓣手术的141例患者数据，将患者分为微创手术组（42例）和传统手术组（99例）。通过倾向性评分1∶1匹配得到82例患者（每组41例），收集并对比了手术方式、体外循环时间、术后呼吸机使用时间、输血量，住院死亡率等数据。**结果：**微创手术组和传统手术组术前患者性别、年龄、纽约心功能分级，合并糖尿病，高血压差异无统计学意义，2组手术方式的比较，微创手术组和传统手术组同期行房颤消融术[11（26.2）vs. 26（26.2），*P*=0.583]。同期行三尖瓣成形术[14（33.3）vs. 39（39.4），*P*=0.310]差异均无统计学意义。主动脉瓣阻断时间，微创手术组明显长于传统手术组[（122 ± 48）min vs.（91 ± 50）min，*P*=0.031]，体外循环时间微创手术组也明显长于传统手术组[（180 ± 73）min vs.（136 ± 72）min，*P*=0.033]。术后微创手术组和传统手术组术后呼吸机使用时间比较[18.6（12.0，36.2）h vs. 24.0（15.5，33.1）h，*P*=0.265]，差异无统计学意义。术后并发急性肾功能衰竭微创手术组和传统手术组比较[1级，3（7.1）vs. 7（7.1），2级，0（0）vs. 2（2），3级，1（2.4）vs. 9（9.1），*P*=0.398]，差异无统计学意义。术后使用人工血液透析比较[1（2.4）vs. 4（4），*P*=0.531]，差异无统计学意义。术后输血量，微创手术组明显低于传统手术组，差异有统计学意义[120（80，240）mL vs. 400（200，600）mL，*P*=0.002]。2组住院死亡率比较，差异无统计学意义[1（2.4）vs. 2（2），*P*=0.665]。倾向性评分匹配后，2组患者在一般特征（性别、年龄、合并症等）上差异无统计学意义。体外循环时间[（165 ± 73）min vs.（122 ± 74）min，*P*=0.053]和主动脉阻断时间[（119 ± 48）min vs.（98 ± 52）min，*P*=0.073]微创手术组比传统手术组较长，但差异无统计学意义；微创组术后输血量明显低于传统组[120（80，240）mL vs. 400（200，600）mL，*P*<0.001]。在住院30 d死亡率和术后并发症（急性肾功能衰竭、人工血液透析需求等）方面，2组差异无统计学意义。**结论：**胸腔镜辅助二尖瓣微创手术与传统开胸手术在近期临床效果上具有相似的安全性。尽管微创手术的体外循环和主动脉阻断时间较长，但其术后输血需求较低，显示出良好的临床效果。

【关键词】二尖瓣手术；胸腔镜辅助微创手术；临床效果

【中图分类号】R654　　**【文献标志码】**A　　**【收稿日期】**2024-11-26

Short-term clinical outcomes of thoracoscopy-assisted mitral valve surgery: a single-center propensity score matching study

Tang Li[1]，*Zhao Xu*[1]，*Chen Hao*[2]，*Wu Hongkun*[2]，*Luo Yongjin*[2]，*He Yong*[2]

（*1. Department of Anesthesiology, Chongqing General Hospital, Chongqing University;*

2. Department of Cardiovascular Surgery, Chongqing General Hospital, Chongqing University, Chongqing Clinical Medical Research Center of Cardiovascular Surgery）

【Abstract】*Objective*: To compare the short-term clinical outcomes of thoracoscopy-assisted minimally invasive mitral valve surgery (minimally invasive cardiac surgery MICS group) versus conventional median sternotomy mitral valve surgery (conventional surgery group), including surgical metrics, postoperative complications, transfusion volume, and in-hospital mortality rate. ***Methods*:** A retrospective analysis was performed for 141 patients who underwent mitral valve surgery in Chongqing General Hospital from January 2021 to June 2022, and these patients were divided into MICS

作者介绍：唐　黎，Email：284753883@qq.com，研究方向：心脏手术麻醉的器官保护。

通信作者：吴洪坤，Email：wuhongkuncq@163.com。

基金项目：重庆市卫健委医学高端人才资助项目（编号：ZQNYXGDRCGS2019005）。

优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20250327.1539.002（2025-03-28）

group with 42 patients and conventional surgery group with 99 patients. Propensity score matching at a ratio of 1∶1 was performed to obtain 82 patients, with 41 patients in each group, and related data were collected and compared, including surgical procedure, cardiopulmonary bypass time, postoperative ventilation time, transfusion volume, and in-hospital mortality. ***Results***: There were no significant differences between the MICS group and the conventional surgery group in sex, age, cardiac functional grading, and comorbidity with diabetes or hypertension, and as for the surgical procedure, there was no significant difference between the two groups in the number of patients undergoing atrial fibrillation radiofrequency ablation (11/42 vs. 26/99, *P*=0.583) or tricuspid valvuloplasty (14/42 vs. 39/99, *P*=0.310). Compared with the conventional surgery group, the MICS group had significantly longer aortic cross-clamp time[(122 ± 48) min vs. (91 ± 50) min, *P*=0.031] and cardiopulmonary bypass time [(180 ± 73) min vs. (136 ± 72) min, *P*=0.033], while there was no significant difference in postoperative ventilation time between the two groups after surgery [18.6(12.0, 36.2) h vs. 24.0(15.5, 33.1) h, *P*=0.265]. There was no significant difference in the number of patients with acute renal failure after surgery between the MICS group and the conventional surgery group [grade 1: 3(42) vs. 7(99); grade 2: 0(42) vs. 2(99); grade 3: 1(42) vs. 9(99); *P*=0.398]. There was also no significant difference in the number of patients receiving hemodialysis after surgery between the two groups[1(42) vs. 4(99), *P*=0.531]. The MICS group had a significantly lower postoperative transfusion volume than the conventional surgery group [120(80, 240) mL vs. 400(200, 600) mL, *P*=0.002], and there was no significant difference in in-hospital mortality rate between the two groups[1(42) vs. 2(99), *P*=0.665]. After propensity score matching, there were no significant differences between the two groups in general characteristics (sex, age, and comorbidities). Compared with the conventional surgery group, the MICS group had longer cardiopulmonary bypass time[(165 ± 73) min vs. (122 ± 74) min, *P*=0.053] and aortic cross-clamp time[(119 ± 48) min vs. (98 ± 52) min, *P*=0.073] and a significantly lower postoperative transfusion volume [120(80, 240) mL vs. 400(200, 600) mL, *P*< 0.001]. There were no significant differences between the two groups in 30-day in-hospital mortality rate and postoperative complications (including acute renal failure and requirement for hemodialysis). ***Conclusion***: Thoracoscopy-assisted minimally invasive mitral valve surgery has comparable short-term clinical outcomes and safety to conventional sternotomy. Although MICS requires longer cardiopulmonary bypass time and aortic cross-clamp time, it has relatively low requirements for postoperative transfusion and shows favorable clinical outcomes.

【Key words】mitral valve surgery; thoracoscopy-assisted minimally invasive surgery; clinical outcomes

近年来，胸腔镜辅助下二尖瓣手术由于切口小，手术入路是右侧肋间，不劈开胸骨，术后切口感染率低，术后恢复快等优点[1]，逐渐成为各大心脏外科中心的首选手术方式。但是，由于胸腔镜辅助下二尖瓣手术的技术难度较大，需要较长的学习曲线，所以临床结果不尽相同[2]。有学者提出，胸腔镜微创二尖瓣手术不适合高龄，体质指数超标，心功能差，合并三尖瓣手术的患者[3]。早期的二尖瓣微创手术仅推荐有经验的大的心脏中心开展[4]。本研究基于重庆市人民医院心脏中心真实的二尖瓣手术情况，回顾研究胸腔镜辅助微创二尖瓣手术和中正开胸二尖瓣手术的近期临床效果。

1 资料与方法

1.1 基本资料

回顾性的分析重庆市人民医院心血管外科2021年1月1日至2022年6月1日所有二尖瓣手术患者141例，手术方式分为2组，胸腔镜辅助下二尖瓣手术（微创手术组）42例，传统中正开胸二尖瓣手术（传统手术组）99例。收集所有患者的人口学特征数据，术前用药史，术前血浆肌酐值，手术方式，术中体外循环时间，术后呼吸机使用时间，术后血浆肌酐值，术后并发症，术中术后输血量，住院30 d内死亡率。倾向性评分1∶1配对方式，筛选出82例，A组41例，B组41例。纳入标准：所有二尖瓣手术同期行或者不行三尖瓣手术，房颤消融手术。排除标准：①瓣膜手术合并冠脉旁路手术；②二尖瓣手术合并主动脉瓣或者主动脉手术；③术前需要人工血液透析的患者；④再次手术的患者。本研究经过重庆市人民医院医学伦理委员会的审查（编号：XJSS2021-003-010）。

1.2 住院死亡、呼吸机使用时间、手术相关急性肾功能衰竭的定义

住院死亡指住院30 d内无论什么原因引起的死亡。呼吸机使用时间包括气管插管呼吸机时间和后续无创通气时间。手术相关急性肾功能衰竭分为3期，Ⅰ期：术后血肌酐增加≥26.4 μmol/L，或者1.5~2.0倍。Ⅱ期：术后血肌酐增加26.4~44 μmol/L，或者2~3倍，Ⅲ期：术后血肌酐增加≥44 μmpl/L，或者≥3倍[5]。

1.3 手术方法

胸腔镜辅助二尖瓣手术采用股动静脉插管，颈内静脉插管建立体外循环。主操作孔右侧第4肋间锁骨中线到腋前

线之间5 cm左右切口。副操作孔右侧第4肋间腋中线1 cm小孔，腔镜孔第6肋间腋前线1 cm小孔。心脏停搏液采用1∶4含血冷停跳液，每间隔25~30 min灌注1次。单纯二尖瓣手术采用左房切口，合并三尖瓣，房颤消融手术采用右房-房间隔切口，房颤消融联合使用Atrcure双极消融钳和消融笔。气管插管采用双腔气管插管。

正中开胸二尖瓣手术采用正中切口，锯开胸骨，上下腔静脉插管，升主动脉插管建立体外循环，心脏停搏液采用1∶4含血冷停跳液，每间隔25~30 min灌注1次。单纯二尖瓣手术采用左房切口，合并三尖瓣，房颤消融手术采用右房-房间隔切口。房颤消融使用Atrcure双极消融钳。气管插管采用单腔气管插管。

1.4 统计学方法

本研究采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。计量资料符合正态分布者以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用独立样本t检验（方差齐性经Levene检验确认），配对资料比较采用配对t检验；非正态分布资料以中位数（四分位距）[$M_d(P_{25},P_{75})$]表示。计数资料以例数（百分比）[n(%)]表示，组间比较采用χ^2检验（当理论频数≥5时）或Fisher确切概率法（当理论频数<5时）。所有统计检验均为双侧检验，检验水准α=0.05。

2 结 果

2.1 一般资料比较

微创手术组与传统手术组患者的基线特征比较显示：男性比例[47.6%（20/42） vs. 44.4%（44/99），P=0.461]及年龄[（60.76±9.68）岁 vs.（59.69±11.67）岁，P=0.602]的组间差异均无统计学意义。术前高血压占比[9(21.4) vs. 26(26.3)，P=0.355]、糖尿病占比[3(7.1) vs. 9(9.1)，P=0.775]差异无统计学意义。术前纽约心功能分级Ⅲ~Ⅳ占比[31(73.8) vs. 74(74.7)，P=0.900]差异无统计学意义。见表1。

2.2 手术资料比较

微创手术组和传统手术组手术方式的比较，微创手术组和传统手术组同期行房颤消融术差异无统计学意义[11(26.2) vs. 26(26.3)，P=0.583]。同期行三尖瓣成形术差异无统计学意义[14(33.3) vs. 39(39.4)，P=0.310]。主动脉瓣阻断时间，微创手术组明显长于传统手术组[（122±48）min vs.（91±50）min，P=0.031]，体外循环时间微创手术组也明显长于传统手术组[（180±73）min vs.（136±72）min，P=0.033]。见表2。

2.3 术后数据对比

微创手术组和传统手术组术后呼吸机使用时间比较，差异无统计学意义[18.6(12.0,36.2) h vs. 24.0(15.5,33.1) h，P=0.265]。术后并发急性肾功能衰竭微创手术组和传统手术组比较差异无统计学意义[1级，3(7.1) vs. 7(7.1)，2级，0(0.0) vs. 2(2.0)，3级，1(2.4) vs. 9(9.1)，P=0.398]。术后使用人工血液透析差异无统计学意义[1(2.4)vs. 4(4.0)，P=0.532]。术后输血量，微创手术组明显低于传统手术组，差异有统计学意义[120(80,240) mL vs. 400(200,600) mL，P=0.002]。2组住院死亡率，差异无统计学意义[1(2.4) vs. 2(2.0)，P=0.665]。见表3。

2.4 2组倾向性评分匹配后比较

2组倾向性评分匹配变量是性别、年龄、术前合并症、术前心功能分级、术中合并手术方式，采用1∶1模糊匹配方式，最大卡尺宽度0.05。微创手术组和传统手术组通过倾向性评分匹配后得到82例，微创手术组41例，传统手术组41例。微创手术组和传统手术组比较，主动脉阻断时间[（119±48）min vs.（98±52）min，P=0.073]体外循环时间[（165±73）min vs.（122±74）min，P=0.053]，呼吸机使用时间[18.6(12.0,36.2) h vs. 24(15.5,33.1) h，P=0.794]，以及术后并发急性肾功能衰竭[1级，3(7.3) vs. 1(2.4)，2级，0(0.0) vs. 0(0.0)，3级，1(2.4) vs. 2(4.9)，P=0.750]及术后血液透析[1(2.4%) vs. 3(7.3%)，P=0.296]差异无统计学意义。只有术后输血量差异有统计学意义，微创手术组术后输血明显少于传统手术组[120(80,240) mL vs. 400(200,600) mL，P<0.001]。见表4。

表1 2组间患者临床基线对比（n,%;$\bar{x}\pm s$）

变量	微创手术组（n=42）	传统手术组（n=99）	χ^2/t值	P值
性别（男）	20(47.6)	44(44.4)	0.121	0.461
年龄（岁）	60.76±9.68	59.69±11.67	0.586	0.602
高血压	9(21.4)	26(26.3)	0.365	0.355
糖尿病	3(7.1)	9(9.1)	2.490	0.755
心功能分级（Ⅲ~Ⅳ）	31(73.8)	74(74.7)	0.016	0.900

表2 2组间患者手术资料对比（n,%;$\bar{x}\pm s$）

项目	微创手术组（n=42）	传统手术组（n=99）	χ^2/t值	P值
房颤消融	11(26.2)	26(26.3)		0.583
三尖瓣成型	14(33.3)	39(39.4)	0.456	0.310
主动脉阻断时间（min）	122±48	91±50	3.216	0.031
体外循环时间（min）	180±73	136±72	3.042	0.033

表3 微创与传统手术组术后结局比较[$M_d(P_{25},P_{75})$;n,%]

项目	微创组（n=42）	传统组（n=99）	Z/χ^2值	P值
呼吸机时间（h）	18.6（12.0,36.2）	24.0（15.5,33.1）	1.115	0.265
术后输血量（mL）	120（80,240）	400（200,600）	3.423	0.002
术后血液透析	1（2.4）	4（4.0）	0.240	0.532
急性肾衰竭			2.984	0.398
0级	38（90.5）	81（81.8）		
1级	3（7.1）	7（7.1）		
2级	0（0.0）	2（2.0）		
3级	1（2.4）	9（9.1）		
住院死亡	1（2.4）	2（2.0）	0.018	0.665

表4 2组间患者手术数据和术后数据倾向性评分匹配后对比[$\bar{x}\pm s$;$M_d(P_{25},P_{75})$;n,%]

项目	微创手术组（n=41）	传统手术组（n=41）	$t/Z/\chi^2$值	P值
主动脉阻断时间（min）	119 ± 48	98 ± 52	1.821	0.073
体外循环时间（min）	165 ± 73	122 ± 74	2.010	0.053
呼吸机使用时间（h）	18.6（12.0,36.2）	24.0（15.5,33.1）	0.257	0.794
术后血液透析	1（2.4）	3（7.3）		0.617
术后输血（mL）	120（80,240）	400（200,600）	3.423	<0.001
术后急性肾功能衰竭			1.382	0.750
0级	37（90.2）	38（92.7）		
1级	3（7.3）	1（2.4）		
2级	0（0.0）	0（0.0）		
3级	1（2.4）	2（4.9）		
死亡	1（2.4）	0（0.0）		

3 讨 论

尽管胸腔镜辅助二尖瓣微创手术发展了几十年，但是心血管外科医生担心其手术的安全性，担心微创手术会延长体外循环时间导致术后肺部并发症发生，术后急性肾功能的发生，从而导致患者负担增加，故胸腔镜微创二尖瓣手术占比并不高。加之胸腔镜辅助二尖瓣微创手术的学习周期较长，国内仅有大型的心脏中心开展。据美国胸外科协会统计，2011 年至 2016 年美国所有的微创二尖瓣手术占比为 23%[6]，德国胸心外科协会注册研究表明二尖瓣微创手术从 2004 年的 13% 上升至 2018 年的 55%[7-8]，日本二尖瓣微创手术占比从 2008 年 6% 上升至 2012 年 16%[9]。本院从 2013 年开始行胸腔镜辅助二尖瓣微创手术。经过 10 年的发展，2023 年至 2024 年微创二尖瓣手术占整个二尖瓣手术 30%。

虽然微创二尖瓣手术发展了近三十年，但是微创二尖瓣手术主动脉阻断时间仍然不确定[10]。1 项国际性、多中心回顾性注册研究，分析了 2015 年 1 月至 2021 年 12 月来自 17 个心脏中心的 6 878 例微创二尖瓣手术，主动脉阻断时间的中位数传统开胸手术为 73 min，胸腔镜微创手术为 85 min，机器人微创二尖瓣手术为 129 min[11]。由于我国的二尖瓣手术不同于欧美，多合并三尖瓣手术和房颤消融术，本院二尖瓣手术主动脉阻断时间的均值为传统开胸手术 91 min，胸腔镜微创手术 122 min。普遍认为胸腔镜微创手术会增加主动脉阻断时间，但是，是否会增加手术死亡率还有很大争议。有研究表明，无论是低风险还是高风险心脏手术，主动脉阻断时间超过 60 min，会增加手术死亡率，主动脉阻断时间超过 90 min，死亡率会明显增加[12]。也有研究显示，尽管微创二尖瓣手术的主动脉阻断时间（均值：86 min）长于正中开胸主动脉阻断时间（均值：75 min），但是不会增加手术死亡率[13]。微创二

尖瓣手术尽管延长了心脏手术主动脉阻断时间（98 min vs. 85 min），术后 30 d 住院死亡率（1% vs. 3%）差异无统计学意义[14]。有学者使用美国胸外科协会 2015 年到 2021 年成人心脏手术的数据分析了 62 322 例二尖瓣手术患者，机器人二尖瓣手术死亡率（0.7%），微创二尖瓣手术死亡率（1.1%），正中开胸二尖瓣手术死亡率（1.2%），3 者都无明显统计学差异，研究进一步显示，在微创手术超过 40 例，甚至超过 200 例的心脏中心，微创二尖瓣手术的死亡率和并发症率会明显降低[15]。本院微创手术开展了十多年，累计超过了 300 例，虽然微创二尖瓣主动脉阻断时间比正中开胸时间长（122 min vs. 91 min），手术死亡率差异无统计学意义（2.3% vs. 2.0%）。

心脏术后肺部并发症发生率，术后呼吸机使用时间，急性肾功能衰竭的发生率以及术中用血的情况都是评估心脏手术的重要指标。胸腔镜微创手术增加心脏手术主动脉阻断时间，体外循环时间，会增加术后患者肺部并发症，急性肾功能衰竭的发生率吗？会增加术中术后用血量吗？传统正中开胸手术因需要纵向切开胸骨，手术创伤大，患者术后恢复较慢，而微创二尖瓣手术采用小切口或胸腔镜技术，避免了胸骨的切开，保护了胸廓的稳定性，从而减少了手术创伤，术后患者咳嗽会更加主动，从而减少术后呼吸道并发症，研究表明，微创二尖瓣手术平均呼吸机使用时间 24 h，明显低于传统正中开胸二尖瓣手术呼吸机使用时间 34 h[16]。术后肺部并发症发生率，微创二尖瓣手术为 8.2%，传统正中开胸二尖瓣手术为 8.8%，2 组差异无统计学意义[17]。本组研究微创二尖瓣手术术后平均呼吸机使用时间为 36 h，而传统正中开胸手术术后平均呼吸机使用时间为 28 h，差异无统计学意义。

在心脏手术中，围术期输血量和输血率是评估手术质量的重要指标。研究表明，输血量与患者术后死亡率及并发症发生率呈正相关。由于微创二尖瓣手术没有劈开胸骨，创伤较小，手术出血量会减少，但是微创手术会延长手术时间，延长体外循环时间，理论上又会增加出血风险。有学者回顾性分析 591 例二尖瓣手术患者，其中 317 例微创二尖瓣手术，发现微创二尖瓣手术组血液制品使用率明显低于传统中正开胸组（26.8% vs. 41.1%，P=0.03）[18]。有学者通过荟萃分析，微创二尖瓣手术组输血量明显低于传统开胸手术组[19]。本研究微创手术组平均输血量 207 mL，传统开胸组平均出血量 534 mL，微创组输血量明显低于传统手术组。心脏手术后并发急性肾损伤高达 30%，大部分是 1 期急性肾损伤[20]。急性肾损伤会增加心脏手术住院死亡率，延长患者住院时间[21-22]。心脏手术相关的急性肾损伤与体外循环时间密切相关，研究显示，体外循环时间超过 140 min，急性肾损伤发生的风险明显提高[23]。微创二尖瓣手术对术后急性肾损伤的影响具有双重性：一方面，手术可能延长体外循环时间，增加急性肾损伤发生风险；另一方面，其减少围术期输血需求的优势可能降低急性肾损伤发生风险。因此，需要综合评估微创二尖瓣手术对术后急性肾损伤的净效应。本研究显示，微创二尖瓣手术不增加心脏术后急性肾损伤发生率，不增加心脏术后人工血液透析的风险。高龄二尖瓣患者是否适合行微创二尖瓣手术？微创二尖瓣手术一方面减少了手术创伤，减少了术中术后用血，降低了手术风险。但是，另一方面微创二尖瓣手术增加体外循环时间，增加了手术风险。有学者回顾分析了 131 例>75 岁的老年患者，认为微创二尖瓣手术对于老年患者都有良好的近期和远期临床结果[24]。作者认为，在熟练掌握了微创二尖瓣手术技术的心脏中心，微创二尖瓣手术同样适合老年患者，本研究微创二尖瓣手术患者最大年龄 71 岁，未增加手术风险和手术并发症发生率。

胸腔镜辅助二尖瓣微创手术具有明显的美学效果，切口小，切口隐蔽，术后恢复快的优点。尽管微创手术的体外循环和主动脉阻断时间比传统开胸时间长，但在近期临床效果上具有相似的安全性，显示出良好的临床效果。

本研究存在以下局限性：首先，研究仅评估了胸腔镜微创二尖瓣手术的近期临床效果，缺乏对中远期预后的系统分析。其次，对于再入院率、长期生存率、中远期并发症发生率以及患者术后生活质量等关键指标，仍需通过延长随访时间（建议≥5 年）进行持续追踪观察。最后，建议采用标准化的生活质量评估量表（如 SF-36 或 EQ-5D）进行定期评估，以获得更全面、客观的长期疗效数据。

参 考 文 献

[1] Grossi EA, Goldman S, Alan Wolfe J, et al. Minithoracotomy for mitral valve repair improves inpatient and postdischarge economic savings [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 148(6): 2818-2822.

[2] Holzhey DM, Seeburger J, Misfeld M, et al. Learning minimally invasive mitral valve surgery: a cumulative sum sequential probability analysis of 3895 operations from a single high-volume center[J]. Circulation, 2013, 128(5): 483-491.

[3] Sündermann SH, Czerny M, Falk V. Open *vs.* minimally invasive mitral valve surgery: surgical technique, indications and results[J]. Cardiovasc Eng Technol, 2015, 6(2): 160-166.

[4] Pope NH, Ailawadi G. Minimally invasive valve surgery[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2014, 7(4): 387-394.

[5] Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury [J]. Crit Care, 2007, 11(2): R31.

[6] Gammie JS, Chikwe J, Badhwar V, et al. Isolated mitral valve surgery: the society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database analysis[J]. Ann Thorac Surg, 2018, 106(3): 716-727.

[7] Beckmann A, Meyer R, Lewandowski J, et al. German heart surgery report 2018: the annual updated registry of the German society for thoracic and cardiovascular surgery[J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2019, 67(5): 331-344.

[8] Wilbring M, Charitos E, Silaschi M, et al. Minimally invasive mitral valve surgery[J]. Indian J Thorac Cardiovasc Surg, 2022, 34: 113-116.

[9] Nishi H, Miyata H, Motomura N, et al. Propensity-matched analysis of minimally invasive mitral valve repair using a nationwide surgical database[J]. Surg Today, 2015, 45(9): 1144-1152.

[10] Randolph Chitwood W. The optimal aortic cross-clamp time in minimally invasive mitral valve surgery: still a conundrum? [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2023, 63(6): ezad215.

[11] Doenst T, Berretta P, Bonaros N, et al. Aortic cross-clamp time correlates with mortality in the Mini-mitral International Registry[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2023, 63(6): 147-153.

[12] Al-Sarraf N, Thalib L, Hughes A, et al. Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low- and high-risk cardiac patients[J]. Int J Surg, 2011, 9(1): 104-109.

[13] 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.

[14] Pojar M, Karalko M, Dergel M, et al. Minimally invasive or sternotomy approach in mitral valve surgery: a propensity-matched comparison[J]. J Cardiothorac Surg, 2021, 16(1): 228.

[15] 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.

[16] 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.

[17] Paparella D, Margari V, Santarpino G, et al. Comparison of a full sternotomy with a minimally invasive approach for concomitant mitral and tricuspid valve surgery[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2022, 62(3): ezac167.

[18] Helmers MR, Kim ST, Altshuler P, et al. Mitral valve surgery in pulmonary hypertension patients: is minimally invasive surgery safe?[J]. Ann Thorac Surg, 2021, 111(6): 2012-2019.

[19] Hage AL, Hage FD, Al-Amodi H, et al. Minimally invasive versus sternotomy for mitral surgery in the elderly: a systematic review and meta-analysis[J]. Innovations (Phila), 2021, 16(4): 310-316.

[20] Harky A, Joshi M, Gupta S, et al. Acute kidney injury associated with cardiac surgery: a comprehensive literature review[J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2020, 35(2): 211-224.

[21] Karkouti K, Wijeysundera DN, Yau TM, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery: focus on modifiable risk factors[J]. Circulation, 2009, 119(4): 495-502.

[22] Machado MN, Nakazone MA, Maia LN. Prognostic value of acute kidney injury after cardiac surgery according to kidney disease: improving global outcomes definition and staging (KDIGO) criteria[J]. PLoS One, 2014, 9(5): e98028.

[23] Karim HMR, Yunus M, Saikia MK, et al. Incidence and progression of cardiac surgery-associated acute kidney injury and its relationship with bypass and cross clamp time[J]. Ann Card Anaesth, 2017, 20(1): 22-27.

[24] Cocchieri R, Mousavi I, Verbeek EC, et al. Elderly patients benefit from minimally invasive mitral valve surgery: perioperative risk management matters[J]. Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg, 2024, 38(1): ivad211.

（责任编辑：周一青）

本文引用格式：

唐 黎，赵 旭，陈 灏，等. 胸腔镜辅助二尖瓣手术近期临床结果单中心趋向性评分匹配研究[J]. 重庆医科大学学报，2025，50(6)：828-833.