

达芬奇机器人辅助与常规开胸 二尖瓣置换术的临床疗效 对比研究

陈盛忠¹, 赵刚², 杨苏民^{1*}

¹青岛大学附属医院心血管外科, 山东 青岛

²烟台经济开发区大季家医院普外科, 山东 烟台

收稿日期: 2023年3月24日; 录用日期: 2023年4月18日; 发布日期: 2023年4月27日

摘要

目的: 通过对比研究达芬奇机器人辅助与常规开胸二尖瓣置换术下患者的临床治疗效果, 进一步明确达芬奇机器人手术系统在二尖瓣置换手术中的优缺点, 为其在心脏外科手术中的应用提供一定的数据支持及改进方向。方法: 收集我院自2018年1月至2022年1月施行的二尖瓣置换手术患者282例, 其中达芬奇机器人辅助下二尖瓣置换手术患者70例, 命名为达芬奇组; 常规开胸二尖瓣置换手术患者212例, 命名为常规组。收集两组患者术前基本信息、术中资料及术后并发症的发生率、住院费用等, 以及两组病人的症状改善情况, 分为改善、无改善、加重。应用SPSS软件及统计学方法分析两组患者以上数据有没有差异, 且差异具不具有统计学意义(P值大于或小于0.05)。结果: 达芬奇组与常规组患者均顺利完成手术, 无院内死亡, 康复后出院。达芬奇组(70例)与常规组(212例)在术前基线特征方面无统计学差异(P > 0.05)。达芬奇组患者手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间较常规组明显延长, 差异有统计学意义(P < 0.001)。达芬奇组患者术中出血量、术后气管插管时间、术后ICU停留时间、术后胸腔引流量、术后住院时间均较常规组减少, 差异有统计学意义(P < 0.001)。两组患者术后并发胸腔积液、切口感染、下肢静脉栓塞、二次开胸探查的机率无统计学差异(P > 0.05)。达芬奇组及常规组患者术后1个月复查LVEF差异无统计学差异(P = 0.433), 且两组症状较术前均有改善。达芬奇组总住院费用较常规组明显增多(P < 0.001)。结论: 达芬奇机器人辅助二尖瓣置换术在手术安全性、可行性上与常规开胸二尖瓣置换术相当, 且并不增加术后并发症的发生; 此外达芬奇机器人辅助二尖瓣置换术在术后恢复上显著优于常规开胸二尖瓣置换术, 但其较长的手术时间、体外循环时间和主动脉阻断时间以及更高的住院费用也值得未来继续改进。

关键词

达芬奇机器人, 正中开胸, 二尖瓣置换术

*通讯作者 Email: yangsumin5850@163.com

Comparative Study of Clinical Effects of Da Vinci Robot-Assisted and Conventional Thoracotomy Mitral Valve Replacement

Shengzhong Chen¹, Gang Zhao², Sumin Yang^{1*}

¹Cardiovascular Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

²General Surgery, Dajijia Hospital of Yantai Economic Development Zone, Yantai Shandong

Received: Mar. 24th, 2023; accepted: Apr. 18th, 2023; published: Apr. 27th, 2023

Abstract

Objective: By comparing the clinical treatment effect of patients under the assistance of Da Vinci robot and conventional thoracotomy mitral valve replacement surgery, the advantages and disadvantages of Da Vinci robot surgery system in mitral valve replacement surgery are further clarified, providing certain data support and improvement direction for its application in cardiac surgery. **Methods:** 282 patients with mitral valve replacement surgery performed by the affiliated hospital of Qingdao University from January 2018 to January 2022 were collected, including 70 patients with mitral valve replacement surgery assisted by Da Vinci robot, named Da Vinci group; 212 patients with conventional open mitral valve replacement were named as the conventional group. We collect the basic preoperative information, intraoperative data, the incidence of postoperative complications, hospitalization costs, and the improvement of symptoms of the two groups of patients, which are divided into improvement, no improvement, and aggravation. SPSS software and statistical methods were used to analyze whether the above data of the two groups were different, and whether the difference was statistically significant (P value was greater than or less than 0.05). **Results:** The patients in the Da Vinci group and the conventional group successfully completed the operation without hospital death, and were discharged after rehabilitation. There was no statistical difference in preoperative baseline characteristics between the da Vinci group (70 cases) and the conventional group (212 cases) ($P > 0.05$). The operation time, cardiopulmonary bypass time and aortic occlusion time of patients in the da Vinci group were significantly longer than those in the conventional group ($P < 0.001$). The amount of intraoperative bleeding, postoperative tracheal intubation time, postoperative ICU stay time, postoperative thoracic drainage flow and postoperative hospital stay in the da Vinci group were significantly lower than those in the conventional group ($P < 0.001$). There was no statistical difference between the two groups in the probability of postoperative complications such as pleural effusion, incision infection, lower limb venous embolism and secondary thoracotomy ($P > 0.05$). There was no statistically significant difference in LVEF of patients in the da Vinci group and the conventional group after 1 month of operation ($P = 0.433$), and the symptoms of the two groups were improved compared with those before operation. The total hospitalization expenses in the da Vinci group were significantly higher than those in the conventional group ($P < 0.001$). **Conclusion:** The safety and feasibility of Da Vinci robot-assisted mitral valve replacement is equivalent to that of conventional thoracotomy mitral valve replacement, and does not increase the incidence of postoperative complications; In addition, Da Vinci's robot-assisted mitral valve replacement is significantly superior to conventional open-chest mitral valve replacement in terms of postoperative recovery, but its longer operation time, cardiopulmonary bypass time, aortic occlusion time and higher hospitalization costs are also worth further improvement in the future.

Keywords

Da Vinci Robot, Median Thoracotomy, Mitral Valve Replacement

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着微创外科理念的深入人心,达芬奇(Da Vinci)机器人手术系统也逐步应用于心脏外科手术当中[1] [2]。目前,二尖瓣成形术是达芬奇机器人手术系统应用于心脏外科领域最常用的术式[3]。然而,对于部分严重二尖瓣钙化患者,特别是风湿性心脏病后严重粘连的患者,二尖瓣置换术(MVR)是唯一的手术选择[4] [5]。2020年,国内团队报道过47例患者接受了机器人二尖瓣置换术,与常规开胸组相比,其手术效果可靠,并获得了良好的随访结果,证明了机器人技术的安全性和有效性[6]。国外Sicim H团队在2021年报道了64名接受机器人二尖瓣置换术的患者,肯定了其改善预后的诸多优势[7]。然而,机器人心脏手术系统也同样充满挑战。Mihaljevic T团队在2014年的研究报道了1290名接受二尖瓣手术的患者,包括机器人辅助473名、完全胸骨切开术227名、部分胸骨切开术349名、前外侧开胸术241名,结果表明机器人组手术成本均高于其他三组,但同时机器人组较高的手术成本也被其较低的术后成本和更早的重返工作岗位所部分抵消[8] [9]。值得注意的是,将机器人MVR与传统MVR进行比较的数据有限,通常是单中心报告,本研究旨在通过对比达芬奇机器人辅助二尖瓣置换术与常规开胸二尖瓣置换术下,两组患者的临床数据,评估机器人MVR的安全性及有效性,总结其不足之处,为达芬奇机器人辅助心脏手术系统未来的研究提供一定的参考。

2. 资料与方法

2.1. 病例选择和分组

收集我院自2018年01月至2022年01月施行的二尖瓣置换手术患者282例,其中达芬奇机器人辅助下二尖瓣置换手术患者70例,命名为达芬奇组;常规开胸二尖瓣置换手术患者212例,命名为常规组。

病人选取标准:两组均选取行单纯二尖瓣置换手术的患者,排除同时进行主动脉瓣手术、冠状动脉旁路移植术、三尖瓣成形术或心房颤动射频消融术的患者。

术前两组的患者均接受了完整的影像学检查,包括冠脉动脉造影、下肢血管超声、胸部CT、经胸超声心动图等,排除了肝肾等其他脏器损害,且所有的患者左心功能均为良好(LVEF > 30%)。收集患者其余术前资料包括年龄、性别、体重指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、糖尿病、高血压、脑梗史、冠心病、外周血管栓塞、心律失常(房颤)、心功能分级(NYHA)、术前LVEF、二尖瓣病变类型等,术中资料包括手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间、术中出血量,术后资料包括气管插管时间、术后ICU时间、术后引流量、术后是否输血、术后住院时间、术后并发症(二次开胸探查、肺部感染、胸腔积液、切口感染、下肢静脉栓塞、恶性心律失常、围手术期死亡)、住院总费用、术后1个月复查的LVEF。本研究中使用的所有数据均已获得我院伦理委员会的审批。

2.2. 手术方法

2.2.1. 达芬奇机器人辅助二尖瓣置换术

全身麻醉诱导后,插双腔气管插管,并插入经食道超声心动图(TEE)探头和动脉压力监测线[10]。于腋中线第4肋间切约5 cm左右小口,作为内窥镜头进出口及操作口;于腋前线第2肋间、第6肋间打孔,为左、右机械臂进口;于第5肋间胸骨右缘2 cm处打孔,为拉钩器械入口。全身肝素化后,采用Seldinger导丝法和TEE引导,通过3 cm右侧腹股沟横向切口进行股动脉和股静脉插管并建立体外循环(CPB)[11]。连接达芬奇机械臂与套管,并置入操作器械。此后的手术过程中持续将二氧化碳气体吹入胸腔以进行空气置换,气流量保持在2~3 L/min。体外循环下纵行切开心包并悬吊,循环降温,Chitwood阻断钳阻断升主动脉,经升主动脉根部灌注冷血停跳液,心脏停跳完全。沿平行于房间隔的切口切开左心房,探查二尖瓣瓣膜病变。术中予以切除前瓣叶并尽可能保留后瓣叶。缝合人工瓣膜时采用双头针带垫片在原瓣环结构上缝合10~12针,将人工瓣膜从持瓣器拆下后通过工作孔置入胸腔内,并通过小切口垂直固定[12]。瓣膜置换结束后,采用4-0GORE-TEX线双针连续缝合房间沟,并充分排气,松开阻断钳开放升主动脉,循环复温。常规于右心室表面放置起搏导线。双肺通气,还氧债,至BP、HR、SPO₂平稳后逐渐停CPB并将机械臂撤离,停机后利用TEE观察人工瓣膜有无反流、瓣周漏等情况。确认无误后麻醉医师给予鱼精蛋白中和肝素。彻底止血,放置心包及胸骨后引流管,逐层关胸。术毕常规监护治疗及随访。

2.2.2. 常规开胸二尖瓣置换术

病人取平卧位,全身麻醉后插单腔气管插管。前胸正中切口,纵劈胸骨,置入胸骨撑开器,逐层游离暴露心脏,打开心包。经升主动脉依次插入动脉灌注管及灌注针头,将静脉管道依次插入上下腔静脉,左心引流管置入右肺上静脉,进而建立体外循环。循环降温,阻断升主动脉,由主动脉根部灌注心脏停搏液。斜切右心房,纵切房间隔,心房拉钩显露左心房,探查二尖瓣瓣膜病变,切除前瓣叶,保留或部分保留后瓣组织,瓣膜置换后测试人工瓣膜开闭情况。确认工作良好后依次缝合房间隔及右房切口。复温,充分排左心系统气体,开放阻断钳,心脏自动复跳或电除颤后复跳,恢复窦性心律。循环复温,还氧债,至BP、HR、SPO₂平稳后逐渐停CPB。充分检查无活动性出血后使用鱼精蛋白中和肝素,依次拔除各CPB管道。放置心包及胸骨后引流管。彻底止血,应用钢丝间断缝合行胸骨内固定。术毕带气管插管返回监护室。

2.3. 术后治疗及随访

两组患者术后均由手术室返回心脏外科重症监护室治疗,综合治疗评估后拔除气管插管。术后根据患者病情需要给予强心、利尿、抗凝、镇痛等系统性治疗。患者各项生命体征基本平稳后复查心脏超声,结果满意后出院。所有患者均于出院后1月来院复查,复查内容包括:主诉症状改善情况、超声心动图、心电图、胸部X线片、抗凝指标、并发症情况、生活质量及手术满意度等。

2.4. 统计学方法

连续变量用均数±标准差表示,两组连续变量的比较采用t检验,分类变量统计学描述使用百分比(%)来表示,两样本率的比较使用 χ^2 检验或Fisher精确检验,组间反应变量有序的计数资料采用单向有序的秩和检验。P值<0.05认为差异具有统计学意义。所有数据统计分析均采用SPSS软件进行。

3. 结果

3.1. 术前基线特征

达芬奇组与常规组患者均顺利完成手术,无院内死亡,康复后出院。两组患者的术前基线特征如表1

所示。两组患者年龄、性别、BMI、饮酒史等无显著差异($P > 0.05$), 两组患者在术前合并症: 高血压($P = 0.071$)、脑梗史($P = 0.112$)、心房颤动($P = 0.787$)方面未见明显差异, 在糖尿病($P = 0.019$)、外周血管栓塞($P = 0.003$)、冠心病($P = 0.005$)方面存在差异。两组患者术前 LVEF、心功能分级(NYHA)无显著差异($P > 0.05$), 二尖瓣病变类型: 二尖瓣狭窄($P = 0.545$)、二尖瓣关闭不全($P = 0.889$)、二尖瓣狭窄伴关闭不全($P = 0.359$)均无明显差异, 二尖瓣病理类型: 风湿性($P = 0.367$)、退行性($P = 0.788$)、缺血性改变($P = 0.080$)、感染性心内膜炎($P = 0.337$)方面无明显差异。

Table 1. Preoperative baseline characteristics

表 1. 术前基线特征

Characteristics	Conventional (n = 212)	Robotic (n = 70)	P value
Age (years)	60.0 ± 10.1	59.3 ± 7.5	0.521
Gender (male)	101 (47.6%)	29 (41.4%)	0.444
BMI (kg/m ²)	24.9 ± 3.2	25.6 ± 3.2	0.085
Smoking	76 (35.8%)	12 (17.1%)	0.005
Drinking	57(26.9%)	16 (22.9%)	0.610
Diabetes mellitus	43 (20.3%)	5 (7.1%)	0.019
Hypertension	85 (40.1%)	19 (27.1%)	0.071
Cerebral infarction	25 (11.8%)	3 (4.3%)	0.112
Peripheral vascular embolism	33 (15.6%)	1 (1.4%)	0.003
Coronary disease	54 (25.5%)	6 (8.6%)	0.005
Atrial fibrillation	94 (44.3%)	33 (47.1%)	0.787
LVEF (%)	57.6 ± 5.5	58.5 ± 6.5	0.222
NYHA class			
II	140 (66%)	40 (57.1%)	0.230
III	61 (28.8%)	23 (32.9%)	0.619
IV	11 (5.2%)	7 (10%)	0.164
Mitral valve stenosis	48 (22.6%)	19 (27.1%)	0.545
Mitral valve regurgitation	108 (50.9%)	37 (52.9%)	0.889
Mitral stenosis with regurgitation	56 (26.4%)	14 (20%)	0.359
Mitral valve pathology			
Rheumatic	133 (62.7%)	39 (55.7%)	0.367
Degenerative	67 (31.6%)	24 (34.3%)	0.788
Ischemic	9 (4.2%)	7 (10%)	0.080
Infective endocarditis	5 (2.4%)	0 (0%)	0.337

BMI: body mass index; LVEF: left ventricle ejection fraction.

3.2. 术中数据

达芬奇组与常规组术中数据见表 2。达芬奇组的手术时间(321.7 ± 73.8 min)、体外循环时间(164.2 ± 50.7 min)、主动脉阻断时间(98.4 ± 39.3 min)均明显长于常规组的手术时间(239.2 ± 49.9 min)、体外循环时间(91.0 ± 23.5 min)、主动脉阻断时间(64.5 ± 21.5 min) (P 均 < 0.001)；达芬奇组的术中出血量(552.9 ± 227.0 ml)少于常规组(652.5 ± 175.0 ml) ($P < 0.001$)。

3.3. 术后结局

两组患者术后均于心外 ICU 中拔出气管插管，达芬奇组的气管插管时间(18.2 ± 9.6 h)、ICU 停留时间(59.0 ± 24.5 h)、术后住院时间(13.2 ± 3.1 d)均短于常规组气管插管时间(22.2 ± 16.2 h)、ICU 停留时间(71.0 ± 44.0 h)、术后住院时间(15.7 ± 4.4 d) (P 均 < 0.05)。达芬奇组术后引流量(573.9 ± 317.1 ml)少于常规组术后引流量(693.6 ± 459.4 ml) ($P = 0.016$)。两组患者在术后并发症方面无统计学差异(P 均 > 0.05)。两组患者术后 1 个月复查心超示：达芬奇组 LVEF ($56.3 \pm 6.4\%$)、常规组 LVEF ($56.3\% \pm 5.8\%$)，两组间比较无明显统计学差异，且两组患者自述症状较术前均有改善。达芬奇组住院费用(158511.5 ± 24420.2 元)较常规组(115698.9 ± 27257.5 元)明显增多($P < 0.001$)。

Table 2. Intraoperative and postoperative data

表 2. 术中和术后数据

Characteristics	Conventional (n = 212)	Robotic (n = 70)	P value
Operative time (min)	239.2 ± 49.9	321.7 ± 73.8	< 0.001
CPB time (min)	91.0 ± 23.5	164.2 ± 50.7	< 0.001
Cross-clamp time (min)	64.5 ± 21.5	98.4 ± 39.3	< 0.001
Blood loss (ml)	652.5 ± 175.0	552.9 ± 227.0	0.001
Tracheal intubation time (h)	22.2 ± 16.2	18.2 ± 9.6	0.015
ICU stay(h)	71.0 ± 44.0	59.0 ± 24.5	0.005
Postoperative hospital stay (d)	15.7 ± 4.4	13.2 ± 3.1	< 0.001
Postoperative drainage (ml)	693.6 ± 459.4	573.9 ± 317.1	0.016
Postoperative transfusion	186 (87.7%)	33 (47.1%)	< 0.001
Postoperative complications			
Re-exploration for bleeding	3 (1.4%)	1 (1.4%)	1.000
Pulmonary infection	18 (8.5%)	3 (4.3%)	0.368
Pleural effusion	15 (7.1%)	3 (4.3%)	0.576
Wound infection	10 (4.7%)	1 (1.4%)	0.303
Lower extremity venous embolism	2 (0.9%)	2 (2.9%)	0.258
Postoperative LVEF (%)	56.3 ± 5.8	56.3 ± 6.4	0.984
Hospitalization costs	115698.9 ± 27257.5	158511.5 ± 24420.2	< 0.001

Data are expressed as the mean \pm standard deviation or n (%).

4. 讨论

在过去几十年中,微创心脏外科技术不断发展和改进,机器人心脏手术系统发展迅速[13][14]。传统的正中开胸心脏手术虽然提供了良好的手术视野和预后结局,但因此也需要完全锯开胸骨,胸骨的完整性遭到破坏,增加了患者术后的疼痛及术后出血的风险,并留下残余的永久钢丝[15][16][17]。机器人手术系统因为其切口尺寸小、伤口感染少、术后出血少,因此,对血液制品输注的需求减少,重症监护时间和住院时间更短、患者术后切口满意度更高[18]。这些优势为外科医生在微创心脏手术方面提供了巨大的帮助,但不能忽略的几点是,机器人手术的 CPB 和总缺血时间较长,因此可能会影响患者术后的血凝机制,增加患者术后的发病率[19]。

随着机器人辅助二尖瓣手术的广泛应用,国内外相关研究报导的文献也不断涌现。在 Cao 等人的 Meta 分析中,比较了 960 例机器人二尖瓣手术和 690 例常规二尖瓣手术,共 1650 名患者进行了 6 项研究,结果显示两组患者术后中风和再次手术的风险之间没有显著差异,而机器人组的 CPB 和主动脉阻断时间更长,重症监护时间和住院时间比常规组更短[20]。在 Takagi 等人的 Meta 分析中,对 2020 年共 3764 名接受机器人和常规二尖瓣手术的患者进行了比较,结果表明机器人组的体外循环和主动脉阻断时间更长。研究结果显示,常规组的患者对术后输血的需求更高,ICU 和住院时间更长。两组患者在术后二尖瓣瓣膜功能障碍、肺炎、中风、肾功能障碍、和死亡率方面没有显著差异[21]。Hawkins 等人研究了 2300 名接受二尖瓣手术的患者,结果表明机器人组比常规组的手术时间更长[22]。Paul 等人对 3145 名接受机器人二尖瓣手术的患者进行了人群分析研究,发现机器人组的住院时间比常规组更短,并且两组在术后并发症方面没有明显差异[23]。在 Wang 等人进行的研究中,对 503 例接受机器人二尖瓣手术和 503 例常规二尖瓣手术的患者进行了比较,发现机器人组的 CPB 和主动脉阻断时间更长,同时其 ICU 住院时间更短、术后心房颤动发生风险更低[24]。Mihaljevic 等人进行了一项研究,比较了机器人辅助二尖瓣修复术($n = 261$)与全胸骨切开术($n = 114$)、胸骨部分切开术($n = 170$)和微创小切口入路($n = 114$)。几组患者在术后肺部并发症、神经系统并发症、肾功能衰竭率和术后死亡率方面没有显著差异。机器人组的术后心房颤动和胸腔积液风险最低,与其他组相比,机器人组住院时间显著减少。然而,机器人组的 CPB 时间明显长于其他组,这与机器人手术相关的漫长学习曲线有关[25]。Senay 等人对 18 名重度风湿性二尖瓣患者进行了机器人辅助二尖瓣置换术,结果显示,严重风湿性二尖瓣疾病的患者接受机器人辅助二尖瓣置换术在技术上是可行的[26]。在 Kuo 等人的研究中,共有 52 名二尖瓣疾病患者接受了带生物瓣膜的机器人辅助二尖瓣置换术;他们证实了使用生物瓣膜的机器人辅助二尖瓣置换术是安全、可行和可重复的[27]。尽管在目前的研究当中,患者数量很少,无法提供充分的评估,但机器人手术和胸骨切开术之间的主要优势和劣势已经得到了明确的证明。此次研究的结果也佐证了上述文献的结论。

通过本次研究证实,达芬奇机器人手术系统辅助二尖瓣置换术相较常规开胸手术而言,达芬奇机器人手术能够明显改善患者预后情况。研究结果表明,达芬奇组与常规组的 ICU 停留时间和术后住院时间之间存在显著差异,特别是在年轻的患者中,创伤小意味着术后可以尽早下床活动,同时提高了患者术后恢复的舒适度,同时可以使年老和久坐的患者恢复地更快、疼痛更轻、下地更早。常规组的手术入路 20 cm 左右,需正中纵劈胸骨,侧面上增加了术中出血量及术后引流量,增大了术后出血的风险。由于大范围的胸骨骨质的破坏,术后胸骨容易出现松动,特别是在合并糖尿病、高龄、肥胖、长期口服激素导致骨质疏松的患者尤为明显,切口感染发生的概率增加。达芬奇组患者均无中转开胸,安全有效的完成手术,并且术后 1 个月复查心脏超声示,达芬奇组患者手术效果满意,与常规组相比,两组间无显著差异,证明了机器人辅助与常规正中开胸二尖瓣置换术具有同等可靠的手术效果。

但是,本次研究同时证实,达芬奇组的 CPB 时间、主动脉阻断时间、手术时间与常规组相比,均有

所增加。体外循环与主动脉阻断时间的延长主要与达芬奇手术系统操作步骤繁琐及额外的股动脉插管有关。手术时间延长考虑去除体位调整时间、机器组装位置摆放时间、气管插管更换时间等客观因素以外,术中主刀医师、助手、洗手护士之间的配合默契程度也同样重要,换言之,在手术量增加的基础上,提高手术团队整体素质水平,加强团队协作配合能力,上述时间想必将会缩短。同时,心脏外科手术中使用机器人辅助系统需要一个漫长而艰难的学习曲线和过程[28]。达芬奇组患者术后出现3例肺部感染、3例胸腔积液,常规组患者出现11例肺部感染、8例胸腔积液,考虑主要原因是常规组患者术中创面广,分离组织过程中胸膜破损未被发现、术后营养状态欠缺及心功能不全,这无疑增加患者术后并发肺部感染及肺不张的风险,同时影响患者血氧饱和度,牵连各脏器缺氧性损害[29]。而达芬奇组患者术后常规放置胸腔引流,充分引流胸腔积液,肺部感染的风险大大降低。同时经术后对比分析,达芬奇组患者术后引流量要比常规组低,可能与其手术创面较小、手术的精准度提高有关。达芬奇组患者住院费用比常规组显著增加,这与机器人昂贵的设备成本有关,然而,部分研究者认为,这些费用可以通过减少重症监护和术后住院时间来抵消,国外有研究指出,如果考虑到机器人技术的优势,医院的总运营成本并不会显著增加[30]。

这项研究有几个局限性,包括回顾性研究设计,在数据收集方面存在固有的偏见,此外,这项研究是在单中心进行的。与其他回顾性分析一样,外科医生在选择特定手术方法时存在固有的选择偏差。最后,此次研究术后随访时间仅为1个月,需要更长的随访期来证明长期生存率和治疗成功率。

随着电子科技的进步,机器人手术系统将不断趋于完善,手术的适应证也将不断增多,手术的安全性、可行性也将不断提升。微创手术势必将成为未来外科手术的主流,达芬奇机器人辅助下的心脏外科发展前景广阔,机器人手术必然将在未来的常规临床应用中占据重要的一席之地[31][32]。

参考文献

- [1] Pettinari, M., Navarra, E., Noirhomme, P. and Gutermann, H. (2017) The State of Robotic Cardiac Surgery in Europe. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **6**, 1-8. <https://doi.org/10.21037/acs.2017.01.02>
- [2] 王东进, 王强. 达芬奇机器人手术系统在心脏手术中的临床应用经验[J]. 中国循环杂志, 2018, 33(S1): 40.
- [3] Bush, B., Nifong, L.W., Alwair, H. and Chitwood, W.R. (2013) Robotic Mitral Valve Surgery-Current Status and Future Directions. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **2**, 814-817.
- [4] Senay, S., Gullu, A.U. and Alhan, C. (2017) Robotic Mitral Valve Replacement for Rheumatic Mitral Disease. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **6**, 64-66. <https://doi.org/10.21037/acs.2016.08.03>
- [5] Bonatti, J., Crailsheim, I., Grabenwöger, M. and Winkler, B. (2021) Minimally Invasive and Robotic Mitral Valve Surgery: Methods and Outcomes in a 20-Year Review. *Innovations (Phila)*, **16**, 317-326. <https://doi.org/10.1177/15569845211012389>
- [6] 赵海智, 张华军, 杨明, 肖苍松, 王瑶, 高长青, 王嵘. 机器人辅助与胸骨正中切开二尖瓣置换术的生活质量及远期疗效比较[J]. 南方医科大学学报, 2020, 40(11): 1557-1563.
- [7] Sicim, H., Kadan, M., Erol, G., et al. (2021) Comparison of Postoperative Outcomes between Robotic Mitral Valve Replacement and Conventional Mitral Valve Replacement. *Journal of Cardiac Surgery*, **36**, 1411-1418. <https://doi.org/10.1111/jocs.15418>
- [8] Moss, E. and Halkos, M.E. (2017) Cost Effectiveness of Robotic Mitral Valve Surgery. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **6**, 33-37. <https://doi.org/10.21037/acs.2017.01.03>
- [9] Mihaljevic, T., Koprivanac, M., Kelava, M., et al. (2014) Value of Robotically Assisted Surgery for Mitral Valve Disease. *JAMA Surgery*, **149**, 679-686. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2013.5680>
- [10] 潘文明, 赵强, 潘翠珍, 王哲, 舒先红, 董丽莉, 陈安清. 经食管超声心动图在机器人辅助心脏手术中的应用价值[J]. 中华超声影像学杂志, 2006(3): 161-163.
- [11] 王涛, 杨苏民, 陆岩, 杨林山, 林冠军. 机器人辅助下二尖瓣成形或置换术的体外循环管理[J]. 中国体外循环杂志, 2015, 13(4): 227228+239. <https://doi.org/10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2015.04.09>
- [12] Gao, C., Yang, M., Xiao, C., Wang, G., Wu, Y., Wang, J. and Li, J. (2012) Robotically Assisted Mitral Valve Replace-

- ment. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **143**, S64-S67. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.01.045>
- [13] 董念国, 胡行健. 微创心脏外科发展现状及思考[J]. 临床心血管病杂志, 2015, 31(4): 362-366.
- [14] 杨昌, 穆祉锬, 胡义杰. 机器人心脏手术进展和未来趋势[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2019, 26(10): 1014-1020.
- [15] Iribarne, A., Russo, M.J., Easterwood, R., *et al.* (2010) Minimally Invasive versus Sternotomy Approach for Mitral Valve Surgery: A Propensity Analysis. *The Annals of Thoracic Surgery*, **90**, 1471-1477. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.06.034>
- [16] Plass, A., Grunenfelder, J., Reuthebuch, O., *et al.* (2007) New Transverse Plate Fixation System for Complicated Sternal Wound Infection after Median Sternotomy. *The Annals of Thoracic Surgery*, **83**, 1210-1212. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.03.080>
- [17] Levisman, J., Shemin, R.J., Robertson, J.M., *et al.* (2010) Migrated Sternal Wire into the Right Ventricle: Case Report in Cardiothoracic Surgery. *Journal of Cardiac Surgery*, **25**, 161-162. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2009.00955.x>
- [18] Dogan, S., Aybek, T., Risteski, P.S., *et al.* (2005) Minimally Invasive Port Access versus Conventional Mitral Valve Surgery: Prospective Randomized Study. *The Annals of Thoracic Surgery*, **79**, 492-498. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.08.066>
- [19] Raanani, E., Spiegelstein, D., Sternik, L., *et al.* (2010) Quality of Mitral Valve Repair: Median Sternotomy versus Port-Access Approach. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **140**, 86-90. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.09.035>
- [20] Cao, C., Wolfenden, H., Liou, K., *et al.* (2015) A Meta-Analysis of Robotic vs. Conventional Mitral Valve Surgery. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **4**, 305-314.
- [21] Takagi, H., Hari, Y., Nakashima, K., Kuno, T. ando, T. and ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group (2020) Meta-Analysis of Propensity Matched Studies of Robotic versus Conventional Mitral Valve Surgery. *Journal of Cardiology*, **75**, 177-181. <https://doi.org/10.1016/j.jcc.2019.06.014>
- [22] Hawkins, R.B., Mehaffey, J.H., Mullen, M.G., *et al.* (2018) A Propensity Matched Analysis of Robotic, Minimally Invasive, and Conventional Mitral Valve Surgery. *Heart*, **104**, 1970-1975. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-313129>
- [23] Paul, S., Isaacs, A.J., Jalbert, J., *et al.* (2015) A Population-Based Analysis of Robotic-Assisted Mitral Valve Repair. *The Annals of Thoracic Surgery*, **99**, 1546-1553. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.12.043>
- [24] Wang, A., Brennan, J.M., Zhang, S., *et al.* (2018) Robotic Mitral Valve Repair in Older Individuals: An Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Database. *The Annals of Thoracic Surgery*, **106**, 1388-1393. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.05.074>
- [25] Mihaljevic, T., Jarrett, C.M., Gillinov, A.M., *et al.* (2011) Robotic Repair of Posterior Mitral Valve Prolapse versus Conventional Approaches: Potential Realized. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **141**, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.09.008>
- [26] Senay, S., Gullu, A.U., Kocyigit, M., *et al.* (2014) Robotic Mitral Valve Replacement for Severe Rheumatic Mitral Disease: Perioperative Technique, Outcomes, and Early Results. *Innovations (Phila)*, **9**, 292-296. <https://doi.org/10.1097/imi.0000000000000078>
- [27] Kuo, C.C., Chang, H.H., Hsing, C.H., *et al.* (2018) Robotic Mitral Valve Replacements with Bioprosthetic Valves in 52 Patients: Experience from A Tertiary Referral Hospital. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **54**, 853-859. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy134>
- [28] Bonatti, J., Schachner, T., Bernecker, O., *et al.* (2004) Robotic Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass: Program Development and Learning Curve Issues. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **127**, 504-510. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2003.09.005>
- [29] 李道麟, 董平栓, 杜来景, 等. 心脏瓣膜置换术后肺部感染的相关危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2013, 23(16): 3908-3910.
- [30] Morgan, J.A., Thornton, B.A., Peacock, J.C., *et al.* (2005) Does Robotic Technology Make Minimally Invasive Cardiac Surgery Too Expensive? A Hospital Cost Analysis of Robotic and Conventional Techniques. *Journal of Cardiac Surgery*, **20**, 246-251. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2005.200385.x>
- [31] Van Praet, K.M., Kempfert, J., Jacobs, S., *et al.* (2021) Mitral Valve Surgery: Current Status and Future Prospects of the Minimally Invasive Approach. *Expert Review of Medical Devices*, **18**, 245-260. <https://doi.org/10.1080/17434440.2021.1894925>
- [32] Harky, A., Kwok, H.T. and Fan, K.S. (2020) The Evolution of Mitral Valve Surgery: The Future in the Hand of Robots. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, **35**, 555-564. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2019-0192>