

机器人与全腔镜不停跳房间隔缺损修补术对比分析

王道斌,吴延虎*,朱锦富,刘翔,周景昕,唐义虎,韩旭,戴亚伟

南京医科大学第一附属医院心脏大血管外科,江苏 南京 210029

[摘要] 目的:对比采用机器人手术系统(da Vinci Si)辅助和完全胸腔镜下,体外循环心脏不停跳进行房间隔缺损(atrial septal defects, ASD)修补术的临床效果。方法:回顾性分析2016年1月—2017年12月开展的38例ASD手术,其中25例接受机器人不停跳ASD修补术(机器人组),13例全腔镜右胸3孔不停跳ASD修补术(全腔镜组)临床效果。结果:术毕食道超声评估两组患者心内畸形均成功矫治,无术式转化,术后无严重并发症发生。机器人组在手术时间、体外循环转流时间上较全腔镜组明显延长($P < 0.05$),但在术后机械通气、重症监护室滞留时间、术后住院天数和术后引流量上的差异无明显统计学意义($P > 0.05$)。术后全部患者原扩张的右心房、右心室及左心房均较术前明显缩小($P < 0.05$);两组患者间右心改善效果无明显统计学差异($P > 0.05$),与手术方式无关。出院后随访复查1~6个月,无伤口愈合不良、残余分流等并发症;心功能均为I级。结论:机器人和全腔镜不停跳ASD修补术安全可靠,可重复性高,疗效满意,微创效果佳;机器人辅助下能完成更为复杂的的心脏手术。

[关键词] 机器人;心脏不停跳;微创心脏手术;房间隔缺损

[中图分类号] R654.2

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2018)08-1140-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20180824

房间隔缺损(atrial septal defects, ASD)约占所有先天性心脏病的10%,占成人先天性心脏病的30%~40%,女性多见。指南推荐^[1-2],因有血流动力学意义的心房水平左向右分流存在,造成了右心持续扩大,无论症状有无,都应行房间隔缺损修补。微创心脏手术不破坏胸廓骨性结构,最大程度保留胸廓完整性,机器人手术系统的出现,将微创心脏外科的发展推向最高峰。经导管介入治疗ASD创伤小,短期、远期疗效确切,为首选治疗方法,但对那些解剖条件欠佳不适合介入治疗的患者,如原发孔型、静脉窦型,缺损 $> 36\sim 40$ mm,缺损残端边缘薄弱 < 5 mm或距房室瓣 < 7 mm,合并房室瓣或其他先天畸形,仍应首选外科手术治疗。术者将全胸腔镜心脏手术技巧运用于机器人心脏手术中,成功开展机器人不停跳ASD矫治术。本文回顾性分析25例患者临床资料,并对比全腔镜ASD手术,统计分析并经验总结。

1. 对象和方法

1.1 对象

2016年1月—2017年12月,微创不停跳ASD修

补术38例,其中机器人手术25例,包括三尖瓣成型术7例,肺动脉狭窄矫治术1例,部分肺静脉异位引流矫治术1例;全腔镜手术13例,包括三尖瓣成型术3例。所有患者术前经胸或经食道超声诊断明确,常规股动静脉及颈内静脉彩超或胸腹股部CT血管造影(CTA)评估外周血管条件,排除血管畸形或狭窄等外周体外循环插管禁忌;排除右胸外伤、手术、胸膜炎史,肺功能和动脉血气分析正常,存在冠心病高危因素者冠脉双源CTA排除冠心病。统计两组患者术前一般情况、ASD类型、肺动脉收缩压、心功能等资料(表1)。

1.2 方法

全部患者全麻诱导成功后,予双腔气管插管(纤维支气管镜辅助并用于确定插管位置及效果)。放置食道超声探头辅助外周体外循环建立、再次确认心内畸形情况及评价术毕效果等。右颈内静脉插管作为上腔静脉引流,股动静脉插管,建立体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB),右锁骨下静脉开放静脉通路。取平卧位,右侧垫高 30° ,右上肢半垂位固定,心尖部及左肩胛内侧放置体外除颤电极。

1.2.1 机器人组

左侧单肺通气,右腋前线第4肋间做2.5 cm工作孔,同一肋间向内侧1 cm左右处设1.2 cm镜头

[基金项目] 江苏省六大人才高峰(2012-WSW-108)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: wuyanhu@njmu.edu.cn

表1 两组患者基本资料

项目	机器人组 (n=25)	全腔镜组 (n=13)	P值
年龄(岁)	31.88 ± 3.15	36.00 ± 3.95	0.422
性别(男/女,n)	4/21	3/10	0.672
身高(cm)	161.50 ± 1.50	165.20 ± 1.80	0.770
体表面积(m ²)	1.56 ± 0.03	1.64 ± 0.04	0.125
继发孔型房缺(n)	23	13	0.538
边缘不足(n)	14	6	0.493
多孔型/房间隔瘤(n)	7/2	3/1	0.716
部分肺静脉异位引流(n)	1	0	-
肺动脉狭窄(n)	1	0	-
三尖瓣关闭不全			
无-轻/中/中-重(n)	17/8/0	9/3/1	0.340
肺动脉收缩压(mmHg)	43.74 ± 2.79	45.08 ± 2.54	0.725
范围(mmHg)	27~90	30~65	-
左心室射血分数(%)	65.38 ± 0.54	66.18 ± 0.83	0.371
心功能 I 级/II 级/III 级(n)	12/11/2	7/5/1	0.761
房性早搏(n)	12	7	1.000
房扑、房颤(n)	0	0	-

孔,并分别于第2、6肋间做左0.8 cm、右1.2 cm机械臂孔。打孔位置根据患者体型、术式要求做个体化调整。助手扶镜,以右机械臂孔为临时镜头孔,经左机械臂孔及操作孔,全腔镜下操作:辨认膈神经,于其前方2~3 cm处切开心包,上下至腔静脉心包反折处,悬吊牵引获良好暴露。心外探查解剖情况后,游离上下腔静脉,确定腔静脉引流管位置,套腔静脉阻断带。于患者左侧推入“da Vinci Si”机器人手术系统,适当调整手术台为头低左倾,经trocar向术野吹入CO₂气体,联接机械臂并插入机器人器械。开始CPB转机后阻断上下腔,在主动脉不阻断,心脏不停跳,控制心率在50~80次/min,平均动脉压>60 mmHg时完成机器人操作。术者在操作台上控制机械臂做右房切口并牵引切缘,暴露缺损全貌并探查有无其他畸形。剪开双孔或多孔缺损间残留组织、适当扩大后,全部患者取牛心包补片,修剪合适大小,4-0 Prolene线连续缝合。心内吸引置于冠状静脉窦,保持术野清晰。在修补完成前1~2针时,停止心内吸引并手控膨肺,彻底排出左心内残余气体。探及三尖瓣中度以上反流时,DeVega法或Kay法行三尖瓣成形;肺动脉狭窄(pulmonary stenosis, PS)患者,充分牵引右房,缝三尖瓣前瓣侧心肌组织牵引线,适当牵引后经三尖瓣口和右室流出道探及肺动脉瓣增厚,交界粘连,开放受限,予适当切开后,在心脏不停跳下探查肺动脉瓣启闭自如。

完成心内矫治后,4-0 Prolene线连续缝合右房。

1.2.2 全腔镜组

手术切口分布为:右侧腋前线第5肋间1 cm切口,置入10 mm 30°胸腔镜,经调整获得最佳视野后,分别于右侧腋中线第3肋间及右胸骨旁外侧第3肋间做2 cm左右切口为左、右手操作孔。以显示屏为术野完成全腔镜手术。基本步骤及体外循环建立方式与机器人组相同。

术毕全部患者循环氧合稳定,即可停机。鱼精蛋白中和肝素完成后依次拔除颈内静脉、股静脉和股动脉插管。排除心脏切口、腔静脉游离处活动性出血后撤离机械臂。术中食道超声检查排出残余分流。间断缝合心包后,肋间切口及穿刺点充分止血,留置28号胸腔引流管,双肺通气,切口缝合。

1.2.3 观察指标

收集两组患者手术时间、体外循环时间、术后呼吸机辅助通气、ICU滞留、术后住院时间、术后引流量,复查心脏彩超结果;术后门诊复查或电话随访恢复情况。

1.3 统计学方法

统计软件采用GraphPad Prism Version 6.0c,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,计量资料采用t检验,计数资料采用 χ^2 或Fisher精确概率法检验, $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

38例均在心脏不停跳下完成机器人或全腔镜心脏手术。术中全程单肺通气及并行循环稳定。机器人术中1例PS患者因心内畸形矫治完成后反复经食道超声及漂浮导管评价右室流出道情况;1例部分肺静脉异位引流患者于止血关胸时发现右侧胸顶锁骨下静脉术穿刺损伤,活动性出血,持纱布卵圆钳经操作孔压迫止血1.5 h后好转,造成手术时间延长。两组患者术前基本资料未见明显统计学差异($P > 0.05$)。两组患者手术方式中,在ASD直接缝合与补片修补方式上存在差异,机器人组在手术时间及体外循环时间上较全腔镜组明显延长($P < 0.05$);相对延长的体外循环时间使机器人组术后患者红细胞用量稍增加,但差异无统计学意义($P > 0.05$),其他指标间的差异均无明显统计学意义($P > 0.05$,表2)。两组患者术后血流动力学稳定,无低心排综合征;无2次手术;无空气栓塞、血栓栓塞,右侧肢体活动自如;无切口不良愈合,无皮下气肿、气胸、胸腔积液等;两组中各有1例出院前发生

心房扑动, 心律转窦后出院, 余未出现新发心律失常。术后全部患者原扩张的右心房、右心室及左心房均较术前明显缩小($P < 0.05$), 肺动脉收缩压较术前明显降低($P < 0.05$), 三尖瓣关闭不全明显改善($P < 0.05$), 心功能明显改善; 机器人组对比全腹腔镜组, 右心房缩小(9.48 ± 0.87)mm和(7.62 ± 1.24)mm ($P=0.23$), 右心室缩小(8.88 ± 1.13)mm和(10.38 ± 1.60)mm ($P=0.45$), 肺动脉收缩压降低(17.83 ± 2.08)mmHg和(19.85 ± 2.95)mmHg ($P=0.58$), 差异无统计学意义, 与机器人或全腹腔镜手术方式无关。出院前及随访复查中全部患者复查心脏彩超均未见残余分流。PS患者术前跨瓣压差为56 mmHg, 复查心超时为16 mmHg, 无肺动脉瓣关闭不全。术后1个月全部患者恢复至术前状态参与日常工作学习, 心功能均为I级。手术相关资料及术后情况见表2、3。

表2 两组患者手术相关数据

项目	机器人组 (n=25)	全腹腔镜组 (n=13)	P值
房缺修补方式(n)			0.034
直接修补	0	3	
补片修补	25	10	
同期三尖瓣成形(n)			0.270
DeVega/Kay/成形环	4/3/0	1/1/1	
肺静脉异位引流矫治	1	0	-
肺动脉瓣狭窄矫治	1	0	-
手术时间(min)	278.0 ± 9.43	194.5 ± 19.17	0.001
体外循环时间(min)	105.5 ± 7.75	69.23 ± 10.03	0.008
机械通气时间(h)	9.72 ± 1.11	9.49 ± 1.44	0.900
ICU滞留时间(h)	17.05 ± 1.63	19.30 ± 2.14	0.410
术后住院天数(d)	6.68 ± 0.35	7.46 ± 0.45	0.180
胸腔引流量(mL)	302.0 ± 26.94	337.3 ± 91.06	0.720
输血(n)	4	2	1.000
红细胞用量(U)	2.15 ± 0.31	2.0 ± 0.0	0.720

表3 患者心功能变化情况

观察指标	术前	术后	P值
LAD(mm)	32.24 ± 0.68	30.37 ± 0.84	0.003
RAD(mm)	43.08 ± 0.61	34.24 ± 0.64	< 0.001
RVDd(mm)	44.87 ± 0.80	35.47 ± 0.75	< 0.001
PASP(mmHg)	44.36 ± 1.98	25.81 ± 1.25	< 0.001
三尖瓣关闭不全			
无-轻/中度(n)	26/12	37/1	0.001
LVEF(%)	65.66 ± 0.45	66.08 ± 0.39	0.530

LAD:左心房直径;RAD:右心房直径;RVDd:右心室舒张期直径。

3 讨论

微创手术的意义在于最大限度地减小手术创伤对人体的打击, 而非一味地减小手术切口。对于继发孔ASD, 传统外科治疗手段发展至今已有半个多世纪, 外科治疗效果确切, 几乎零病死率^[3]。ASD微创治疗正是微创心脏外科发展的缩影。随着外科手术器械、外周体外循环和心脏不停跳技术的发展, 机器人ASD修补手术最大限度地减小创伤、加速康复、优化伤口美容效果、提高术后生活质量^[4]。

目前, 机器人心脏手术中心肌保护方法有: ①经胸置入Chitwood阻断钳及加长主动脉冷灌针, 阻断后顺行灌注心肌保护液; ②经股动脉插管置主动脉球囊阻断系统(Heartport系统), 球囊阻断后顺行灌注心肌保护液; ③主动脉不阻断, 低温颤法; ④主动脉不阻断, 浅低温心脏不停跳法。为简化机器人心脏手术步骤, 术者采用浅低温心脏不停跳法^[5], 在心肌持续血液供应下操作, 最大程度减小体外循环造成的心肺损伤。本方法有效避免了胸部切口的增加、主动脉根部插管及荷包缝合造成的损伤、阻断钳对肺动脉和左心耳的损伤; 球囊阻断位置、压力不当致主动脉根部损伤、滑脱等风险; 心脏复跳若需要体外除颤时, 机器人系统docking状态下的矛盾情况。然而, 心脏跳动存在一定张力, 暴露、操作应轻柔, 避免冠脉扭曲, 造成局部心肌缺血加重心肌损伤; 术中保持缺损平面位于最高处, 尽量避免心内吸引持续通过缺损行左心吸引增加气栓风险; 左心排气时头低, 充分手控膨肺, 食道超声确保左房左室无残余空气; 术野持续吹入CO₂, 置换空气。

Yao等^[6]对有无机器人辅助的腔镜下ASD修补的荟萃分析表明: 机器人下与全腹腔镜下手术成功率无明显统计学差异, 在术后房颤、肺炎、肺不张、主动脉根部出血等并发症方面, 两者之间亦无明显差异。

相比全腹腔镜下操作, 机械臂更加灵活、可控制性强、角度刁钻、操作精细、裸眼三维视野清晰, 解剖结构暴露层次分明, 术者劳动强度降低, 可提高工作效率及准确度, 可重复性强, 但系统安装步骤复杂、耗时较长, 操作缺乏触觉反馈, 需要一定的学习曲线等。机器人手术系统庞大, 术中人员互相配合要求高, 尤其在连续缝合时需谨防绕线或缠绕周边器械、组织。腔镜手术均存在学习曲线, 完成学习曲线后手术耗时将明显缩短并稳定于一定范围。有研究显示的学习曲线为10~20例^[7-8], 而另有研究所得学习曲线则需30~50例^[9-10]。相比手术、体

外循环时间,初期机器人手术则明显延长。Bonaros^[7]指出相对延长的手术及体外循环时间并不影响患者愈后。遇ASD合并严重PS时,经右胸三孔法无法充分暴露肺动脉瓣并对其黏连增厚的交界进行切开或其他矫治方式,通常需要在心脏停跳下,左侧第3肋间加做2 cm左右小切口辅助完成^[11]。机器人手术时,灵活的机械臂将可触及范围进一步延伸,无需添加额外切口,顺利完成不停跳ASD+PS矫治手术^[12]。全腔镜或机器人,对经验丰富的心脏外科医生而言仅是一种工具,成功的不停跳心脏手术,离不开整个手术团队的默契配合。

微创心脏外科手术入路也因患者个体差异及术者经验不尽相同,应在保证手术安全和效果的情况下做最合适、美观的切口。优化机器人心脏手术的各步骤,结合全腔镜技术并做出改良,取长补短,可扩大手术适应证,获得最佳疗效。进一步推广并创新,仍需多中心大样本研究证实。机器人手术系统作为手的进一步延伸,进行不停跳房间隔缺损修补术安全可靠,可重复性高,疗效满意,微创效果佳,机器人手术系统辅助下,能完成更为复杂的心脏手术。

[参考文献]

- [1] Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, et al. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease). Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography, Heart Rhythm Society, International Society for Adult Congenital Heart Disease, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 52(23): e143-263
- [2] Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, et al. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010) [J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(23): 2915-2957
- [3] Geva T, Martins JD, Wald RM. Atrial septal defects [J]. *Lancet*, 2014, 383(9932): 1921-1932
- [4] Liu X, Wu Y, Zhu J, et al. Totally thoracoscopic repair of atrial septal defect reduces systemic inflammatory reaction and myocardial damage in initial patients [J]. *Eur J Med Res*, 2014, 19(1): 13
- [5] 吴延虎,张石江.完全胸腔镜手术治疗房间隔缺损[J].*腹腔镜外科杂志*, 2012, 17(10): 725-727
- [6] Yao DK, Chen H, Ma LL, et al. Totally endoscopic atrial septal repair with or without robotic assistance: a systematic review and meta-analysis of case series [J]. *Heart Lung Circ*, 2013, 22(6): 433-440
- [7] Bonaros N, Schachner T, Oehlinger A, et al. Robotically assisted totally endoscopic atrial septal defect repair: insights from operative times, learning curves, and clinical outcome [J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 82(2): 687-693
- [8] Xiao C, Gao C, Yang M, et al. Totally robotic atrial septal defect closure: 7-year single-institution experience and follow-up. [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 19(6): 933-937
- [9] 马增山.全胸腔镜下心脏手术临床分析和学习曲线初探[J].*中国循环杂志*, 2011, 26(增刊): 312-313
- [10] 王跃军,邓海青,吴根社,等.全胸腔镜房间隔室间隔缺损修补术学习曲线[J].*中华胸心血管外科杂志*, 2012, 28(4): 209-211
- [11] 张国伟,刘宏宇,樊占威.全胸腔镜下心脏手术38例学习曲线经验[J].*岭南心血管病杂志*, 2014, 20(增刊): 206
- [12] Gao C, Yang M, Xiao C, et al. Novel totally robotic repair of right ventricular outflow tract obstruction [J]. *Innovations (Phila)*, 2015, 10(4): 285-287

[收稿日期] 2018-02-23