

经食管超声心动图评估肥厚型梗阻性心肌病心肌切除术后残余二尖瓣反流及影响因素*

汪慧¹ 朱英¹ 周玮¹ 田洁¹ 成雪晴¹ 刘诗良¹ 包雨微¹ 邓又斌¹ 魏翔² 刘娅妮¹

[摘要] 目的:评估肥厚型梗阻性心肌病(HOCM)患者经心尖不停跳室间隔心肌切除(TA-BSM)术后残余二尖瓣反流(MR)及其影响因素,随访其术后转归,为临床处置决策提供客观依据。方法:前瞻性纳入2023年5月—2023年12月在我院确诊为HOCM且接受TA-BSM的患者155例,术中全程采用经食管超声心动图(TEE)实时监测与导航,在心肌切除术前、术后:①评估最大室间隔厚度、左室流出道峰值压差(LVOT-PG)、SAM等级、MR程度;②测量二尖瓣(MV)二维结构特征,包括前、后叶长度、残余瓣叶长度、前后叶对合高度;③获取MV三维(3D)容积图像,采用Tomtec工作站分析瓣叶面积、帐篷高度、帐篷面积、帐篷容积以及瓣环内径、周长、面积与高度。以心肌切除术后即刻是否仍存在MR $\geq 2+$ 分为残余组与无残余组,比较两组间术前MV各结构参数有无差异。采用单因素及多因素二元logistic回归探讨影响心肌切除术后残余MR的MV结构特征指标。术后3个月采用经胸超声心动图(TTE)随访梗阻和MR改善情况。结果:TA-BSM术中,与心肌切除前相比,心肌切除术后前、后室间隔基底段及中间段室壁厚度均显著减小(均 $P < 0.01$),LVOT-PG明显降低($P < 0.01$);术后即刻MR $\geq 3+$ 的患者由111例(71.6%)减少至9例(5.8%)(均 $P < 0.01$);术后即刻MR $\geq 2+$ 的残余组患者39例(25.2%),无残余组116例(74.8%)。经过两组间比较、单因素分析和多因素二元logistic回归分析显示,年龄、MV钙化、MV增厚 ≥ 5 mm、MV环高度 < 10.0 mm是术后即刻残余MR反流的独立影响因素(均 $P < 0.05$)。术后3个月随访,51%的残余组患者MR程度改善至2+以下($P < 0.01$)。结论:TA-BSM单纯心肌切除能够有效改善HOCM相关性MR,年龄、MV钙化或增厚以及瓣环高度是影响术后即刻残余MR $\geq 2+$ 的主要因素,51%的术中残余反流能够在随访中得以改善,不需要术中手术处理。

[关键词] 经食管超声心动图;肥厚型梗阻性心肌病;二尖瓣反流

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.12.006

[中图分类号] R542.2 [文献标志码] A

Transesophageal echocardiography evaluates the residual mitral regurgitation and its influencing factors in patients with HOCM after myocardial resection

WANG Hui¹ ZHU Ying¹ ZHOU Wei¹ TIAN Jie¹ CHENG Xueqing¹
LIU Shiliang¹ BAO Yuwei¹ DENG Youbin¹ WEI Xiang² LIU Yani¹

(¹Department of Ultrasound Imaging, ²Department of Cardiovascular Surgery, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430030, China)

Corresponding author: LIU Yani, E-mail: yani.liu@tjh.tjmu.edu.cn

Abstract Objective: To evaluate the residual mitral regurgitation(MR) and its influencing factors in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy(HOCM) after transapical Beating-Heart Septal Myectomy(TA-BSM), and to follow up the postoperative outcome, so as to provide an objective basis for clinical management decisions. **Methods:** A total of 155 patients diagnosed with HOCM and receiving TA-BSM in our hospital from May 2023 to December 2023 were prospectively enrolled. Transesophageal echocardiography(TEE) was used for real-time monitoring and navigation throughout the operation. 1) The maximum ventricular septal thickness, left ventricular outflow tract peak pressure difference(LVOT-PG), SAM grade and MR Degree were evaluated. 2) The two-dimensional structural characteristics of the mitral valve(MV) were measured, including the length of the anterior and posterior leaflets, the length of the residual leaflets, and the involutinal height of the anterior and pos-

*基金项目:国家自然科学基金面上项目(No:82472010);云南省心血管超声创新团队(No:202305AS350021)

¹华中科技大学同济医学院附属同济医院超声影像科

²华中科技大学同济医学院附属同济医院心脏大血管外科

通信作者:刘娅妮,E-mail:yani.liu@tjh.tjmu.edu.cn

terior leaflets. 3) Three-dimensional(3D) MV volume images were obtained, and Tomtec workstation was used to analyze the valve leaf area, tent height, tent area, tent volume, and inner diameter, perimeter, area and height of the valve ring. According to whether there was $MR \geq 2+$ immediately after myectomy, the patients were divided into residual group and non-residual group, and the differences of MV structural parameters between the two groups were compared. Univariate and multivariate binary logistic regression were used to explore the structural characteristics of MV that affected residual MR After myocardial resection. Transthoracic echocardiography (TTE) was used to follow up obstruction and MR Improvement 3 months after operation. **Results:** During TA-BSM, the wall thickness of the basal and middle segments of the anterior and posterior ventricular septum was significantly decreased(all $P < 0.01$), and the LVOT-PG was significantly decreased($P < 0.01$). The number of patients with $MR \geq 3+$ immediately after surgery decreased from 111 cases(71.6%) to 9 cases(5.8%)(all $P < 0.01$). There were 39 patients(25.2%) in residual group and 116 patients(74.8%) in non-residual group with $MR \geq 2+$ immediately after operation. Univariate analysis and multivariate binary Logistic regression analysis showed that age, MV calcification, MV thickening ≥ 5 mm and MV ring height < 10.0 mm were independent influencing factors of postoperative residual MR Reflux(all $P < 0.05$). At the follow-up of 3 months after operation, 51% of the residual group had MR Degree improved to less than 2+ ($P < 0.01$). **Conclusion:** Age, MV calcification or thickening, and annulus height are the main factors affecting the immediate postoperative residual MR $\geq 2+$. The 51% of intraoperative residual reflux can be improved during follow-up, and intraoperative surgical treatment is not required.

Key words transesophageal echocardiography; hypertrophic obstructive cardiomyopathy; mitral regurgitation

肥厚型梗阻性心肌病(hypertrophic obstructive cardiomyopathy, HOCM)是一种常见的遗传性心肌病,患者主要表现为左室流出道梗阻(left ventricular outflow tract obstruction, LVOTO)以及与收缩期前向运动(systolic anterior motion, SAM)相关的二尖瓣(mitral valve, MV)反流(mitral regurgitation, MR)。既往研究表明,单纯的室间隔心肌切除术通过消除 LVOTO,能够有效治疗 SAM 相关性 MR。然而,除了典型的 SAM 介导 MR,功能性和内源性 MV 病变所致 MR 亦常见于 HOCM 患者。既往观点认为,10%~20%的 HOCM 合并 MR 患者需要采用联合 MV 手术治疗,但是,这种适应证的定义并不明确。一项比较单纯心肌切除术与联合 MV 手术远期结局的研究表明,尽管联合 MV 外科手术能够更有效地减轻 MR 反流程度,但其术后及远期不良事件的发生率却更高。因此,针对 HOCM 合并 MR 患者,有必要建立可靠的评估标准为合理的手术决策提供客观诊疗依据。

最近,我们团队开发了一种新型经心尖不停跳室间隔心肌切除术(transapical beating-heart septal myectomy, TA-BSM)治疗 HOCM,该术式无需体外循环,具有创伤小、恢复快等优点。术中全程采用经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)进行实时器械导航、监测与评估,一方面有助于确保目标心肌切除、有效解除梗阻,另一方面,亦为充分评估 HOCM 相关 MR 的疗效与影响因素提供了窗口。本研究基于真实世界 HOCM 队列,前瞻性评估、分析术中 TA-BSM 单

纯心肌切除术后残余 MR 及其影响因素,并随访其术后转归。

1 对象与方法

1.1 对象

连续性纳入 2023 年 5 月—2023 年 12 月共 155 例在我院接受 TA-BSM 且 MR 程度 $\geq 2+$ 的 HOCM 患者,其中男 101 例,女 54 例,平均年龄(50 ± 13)岁。纳入标准:①根据《中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南 2023》^[1]确诊为 HOCM 且具有外科手术指征;②TTE 和 TEE 评估 MR 等级 $\geq 2+$;③接受 TA-BSM 治疗。

排除标准:①TEE 确诊严重 MV 器质性病变,如 MV 脱垂、感染性心内膜炎以及重度钙化等;②术中转开胸(心尖撕裂、腱索断裂)手术治疗;③图像质量差;④临床资料不完整。

本研究经我院医学伦理委员会批准(No: TJ-IRB20230362),所有患者均签署知情同意书。临床注册实验号:ChiCTR2300070982。

1.2 资料收集

本研究相关临床资料均通过查阅电子病历系统获取,包括一般情况(性别、年龄、身高、体重以及体表面积)、主要症状以及纽约心脏病学会心功能分级(New York Heart Association, NYHA)、合并症(心房颤动、高血压、冠心病、糖尿病)、实验室参数包括 N 末端 B 型利钠肽前体(N-terminal B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)和心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、治疗措施(药物治疗和非药物治疗)。

1.3 超声心动图检查

1.3.1 常规 TTE 检查 采用 GE VividE95 超声

诊断仪和 M5S 超声探头(频率 2~4 MHz)。对所有患者术前均进行标准的 TTE 图像采集并进行分析。测量最大室间隔厚度、左室流出道峰值压差(LVOT-PG)、左心房前后径(left atrial diameter, LAD)、左心房最大容积指数(left atrial maximal volume index, LAVi max)、左心室舒张末期径、左心室舒张末期容积指数、左心室收缩末期容积指数、左心室射血分数、舒张早期 MV 血流峰值速度 E 与舒张早期 MV 瓣环峰值速度 e' 比值(E/e')。

1.3.2 TEE 引导下 TA-BSM 术 在 TA-BSM 开始时,通过 TTE 结合 TEE 定位心尖穿刺点引导旋切器进入左室流出道,心肌切除过程中采用 3D-TEE 分别在食管中段左室长轴切面确定切除的深度、在胃底短轴切面确定切除的方位,从而全程实现室间隔肌的定位切除^[2]。在心肌切除术前对 SAM 等级、MR 程度、左心室流出道峰值压差以及心肌切除范围进行评估。① SAM 等级^[3]:0 级, MV 前叶收缩期无前向运动;1 级, CD 段上抬与室间隔距离>10 mm;2 级, CD 段上抬与室间隔距离≤10 mm,但没有与室间隔接触;3 级, CD 段上抬触及室间隔左心室面,但接触室间隔小于全收缩期的 30%;4 级, CD 段上抬触及室间隔左心室面≥全收缩期 30%。② MR 程度^[4]:根据 ASE 指南定量综合评估 MR 分级为 0、1+(轻度)、2+(中度)、3+(中度至重度)、4+(严重)。③ 左心室流出道峰值压差^[5]:在食管中段长轴切面或胃底 MV 水平短轴切面上利用连续多普勒超声心动图获取最大的流出道的峰值压差(静息或激发试验)。④ 心肌切除范围的评估^[2]:在食管中段左心长轴切面测量切缘的长度;胃底 MV 水平短轴切面测量切缘的宽度;切除厚度为同一切面术前、术后室间隔厚度最大差值;胃底 MV 水平短轴切面上,以左心室中心为圆点,其与切缘两端的连线之间的夹角则为切除角度。

1.3.3 TA-BSM 术中 MV 结构的 TEE 检查 在全身麻醉下,使用 Philip EPIQ CVX 超声诊断仪以及 X8-2T 探头。所有患者的体位采用仰卧位,由工作经验 5 年以上的超声医师根据 2013 年美国超声心动图协会的 TEE 操作指南完成心脏各个切面的扫查以及标准的 3D-TEE 检查^[6]。① 二尖瓣 2D 结构:通过食管中段长轴、胃底短轴切面连续性观察,明确有无 MV 内源性结构异常,包括瓣叶钙化、增厚、脱垂、穿孔、赘生物、腱索断裂等,本研究将瓣膜厚度≥5 mm 定义为增厚^[7];在食管中段长轴切面(130°)上,测量舒张期的前叶长度和后叶长度,收缩期的 MV 残余长度和前后叶对合高度。② 二尖瓣 3D 结构:连接心电图患者,取左卧位,采用 X8-2T 的三维探头详细观察心尖长轴切面下的二

尖瓣,操作超声仪器选择 3D-ZOOM 模式,对 MV、瓣环等进行局部放大,从而获得 MV 的 3D 实时图像。采用优化体积率和空间分辨率的多周期模式采集方法获得 3D 数据。3D 数据集被导出到离线工作站(Tomtec),由两名超声医生使用四维 MV-ASSESSMENT 软件进行图像分析。MV 结构分析:在软件自动提取的四腔心和两腔心上,对准左心房和左心室的中心,将标志放置在 MV 和主动脉环的前点和后点以及 MV 接合点上,半自动跟踪得到 MV3D 模型,从而获得前叶面积、后叶面积、帐篷高度、帐篷面积、帐篷容积、瓣环前-后径、瓣环前外-后内侧间径、瓣环周长、瓣环面积、瓣环高度。

1.4 患者随访

对所有患者于术后 3 个月行全面 TTE 检查,并准确评估患者术后最厚的室间隔厚度、LVOT-PG(静息或激发状态)、SAM 等级、MR 等级。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,正态分布的计量资料采用 $\bar{X} \pm S$ 表示,两组间比较用两独立样本 t 检验;非正态分布的变量采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较用 Mann-Whitney 检验;分类变量采用百分数表示,两组间比较采用 χ^2 检验。运用 logistic 回归分析筛选出影响残余 MR 产生的独立影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线临床资料

研究人群基线临床资料见表 1。

表 1 研究人群基线临床资料

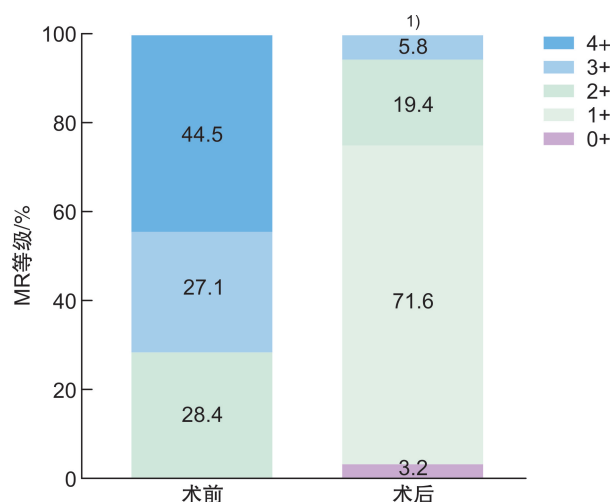
Table 1 General data

例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

项目	数值
男性	101(65.2)
年龄/岁	50±13
体表面积/m ²	1.8±0.2
NYHA 分级	
I 级	0
II 级	101(65.2)
III~IV 级	54(34.8)
糖尿病	10(6.5)
高血压	40(25.8)
冠心病	17(11.0)
NT-proBNP/(pg/mL)	961.7(352.4, 1 910.0)
cTnI/(pg/mL)	17.3(7.4, 69.4)
β-受体阻滞剂	96(61.9)
钙通道阻滞剂	29(18.7)
酒精消融术	4(2.6)
射频消融术	2(1.3)

2.2 总体研究人群术前和术后即刻 MR 等级变化情况

与术前相比,残余组 LVOT-PG 中位值从 79.0 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)下降至 13.0 mmHg,无残余组 LVOT-PG 中位值从 78.0 mmHg 下降至 11.5 mmHg,均差异有统计学意义(均 $P<0.01$),见表 2;MR $\geq 3+$ 的比例从 71.6% 下降到 5.8%,MR $\geq 2+$ 从 100% 下降至 25.2%,均差异有统计学意义(均 $P<0.01$),见图 1。



与术前比较,¹⁾ $P<0.01$ 。

图 1 总体研究人群术前和术后即刻 MR 等级变化
Figure 1 Overall MR grade changes preoperation and immediate postoperation

2.3 TA-BSM 术后即刻残余组与无残余组术前临床资料的比较

两组间男女性别比例、BSA、NYHA 分级 $\geq$ Ⅲ的例数和合并症(心房颤动、高血压、糖尿病、冠心病)的例数比较,均差异无统计学意义,见表 2。

2.4 TA-BSM 术后即刻残余组与无残余组常规超声心动图参数的比较

与无残余组相比,残余组术前的 LAD、LAVi max、E/e' 更大,均差异有统计学意义(均 $P<0.05$);两组间术前的左心室舒张末期直径、左心室射血分数、左心室收缩末期容积指数以及左心室舒张末期容积指数的比较,均差异无统计学意义,见表 2。

与无残余组相比,残余组 MV 钙化和 MV 瓣叶厚度 ≥ 5 mm 的例数更多,均差异具有统计学意义(均 $P<0.05$);两组间术中切前的最大室间隔厚度、LVOT-PG、SAM 等级 ≥ 2 和 MR 等级 ≥ 2 的例数的比较,均差异无统计学意义。两组间术中切后的 LVOT-PG、SAM 等级 ≥ 2 的例数的比较,差异无统计学意义,见表 2。

2.5 TA-BSM 术后即刻残余组与无残余组术中切

后心肌切除范围的比较

残余组与无残余组术中切后的切缘长度、宽度、厚度、角度、切除刀数以及切除的心肌重量的比较,差异无统计学意义,见表 2。

2.6 TA-BSM 术后即刻残余组与无残余组 MV 结构特征的比较

与术前相比,残余组与无残余组术后的残余瓣叶长度变短,术后的前后叶对合高度变高,术后帐篷高度、帐篷面积、帐篷容积均变小,均差异有统计学意义(均 $P<0.05$),但残余组术后帐篷高度与术前相比下降不显著,差异无统计学意义。残余组与无残余组术后的瓣环前-后径、前外-后内侧间径、周长、面积及高度均比术前的要小,均差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 3。

与无残余组相比,残余组术前的 MV 后叶长度、前后叶对合高度均更小、瓣环前-后径、前外-后内侧间径、周长、面积及高度均更大,均差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 3。

与无残余组相比,残余组术后的前后叶对合高度更小、帐篷高度更高,瓣环前-后径、前外-后内侧间径、周长、面积及高度均更大,差异均具有统计学意义(均 $P<0.05$)。残余组的术后残余瓣叶长度、帐篷面积及帐篷容积与无残余组相比,差异无统计学意义,见表 3。

2.7 TA-BSM 术后即刻产生 MR $\geq 2+$ 的影响因素

以术后即刻是否会产生 MR $\geq 2+$ 为临床终点,将年龄、MV 是否存在钙化、MV 瓣膜是否增厚 ≥ 5 mm、术前参数(LAD、LAVi max、E/e'、后叶长度、前后叶对合高度、MV 环前-后径、前外-后内侧径、周长、面积、高度)等代入到单因素和多因素 logistic 回归分析。单因素分析显示,年龄、MV 是否存在钙化、MV 瓣膜是否增厚 ≥ 5 mm、术前参数(LAD、LAVi max、后叶长度、前后叶对合高度、MV 环前-后径、前外-后内侧径、周长、面积、高度)与术后即刻是否会产生 MR $\geq 2+$ 具有相关性,均差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。多因素分析显示,年龄、MV 是否存在钙化、MV 瓣膜是否增厚 ≥ 5 mm、术前收缩期较低的 MV 环高度很可能是术后即刻产生 MR $\geq 2+$ 的独立预测因子,均差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 4。ROC 曲线分析显示,瓣环高度的截断值为 10 mm,曲线下面积为 0.828($P<0.01$)。

2.8 残余组术后 3 个月随访

残余组存在 MR $\geq 3+$ 的患者例数占比在术前、术后即刻、术后 3 个月分别为 100%、23%、5%,差异均具有统计学意义(均 $P<0.01$)。与术后即刻相比,术后 3 个月 MR $\geq 2+$ 的例数减少了 51%,差异具有统计学意义($P<0.01$),见图 2。

表2 TA-BSM术后即刻残余组与无残余组术前术后各参数比较

Table 2 TA-BSM parameters post operation		例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$	
参数	残余组(39例)	无残余组(116例)	P
女性	17(43.6)	37(31.9)	0.185
年龄/岁	60(52,67)	45(38,58)	<0.001
体表面积/ m^2	1.8 $\pm$ 0.2	1.8 $\pm$ 0.2	0.540
NYHA 分级 $\geq$ III	20(51.3)	40(34.5)	0.062
心房颤动	3(7.7)	2(1.7)	0.193
高血压	15(38.5)	27(23.3)	0.065
糖尿病	2(5.1)	8(6.9)	0.990
冠心病	6(15.4)	11(9.5)	0.308
术前			
最大室间隔厚度/mm	20.0(17.0,23.0)	22.0(19.0,26.0)	0.070
LVOT-PG/mmHg	79.0(62.0,103.0)	78.0(64.0,100.0)	0.817
SAM 等级 $\geq$ 2	38(97.4)	116(100.0)	0.566
MR 等级 $\geq$ 2	39(100.0)	116(100.0)	1.000
LAD/mm	45(41,50)	41(38,47)	0.008
左心室舒张末期直径/mm	46.0(43.0,48.0)	45.0(42.0,48.0)	0.355
左心室射血分数/%	71.0(66.0,75.0)	73.0(68.0,75.8)	0.150
LAVi max/(mL/m^2)	45.6(39.4,65.8)	43.1(35.8,53.2)	0.035
左心室收缩末期容积指数/(mL/m^2)	10.7(8.3,16.8)	13.7(10.3,18.8)	0.106
左心室舒张末期容积指数/(mL/m^2)	54.5 $\pm$ 12.0	55.6 $\pm$ 13.6	0.664
E/e'	16.3(13.6,20.9)	13.8(10.8,17.5)	0.027
二尖瓣钙化	20(51.3)	24(20.7)	<0.001
二尖瓣瓣叶厚度 $\geq$ 5mm	10(25.6)	8(6.9)	0.002
术后			
LVOT-PG/mmHg	13.0(10.0,20.0)	11.5(8.0,16.8)	0.064
SAM 等级 $\geq$ 2	4(10.3)	9(7.8)	0.878
切缘长度/mm	33.0(29.0,40.0)	38.0(31.0,41.0)	0.177
切缘宽度/mm	37.0(30.0,40.0)	38.0(28.3,45.0)	0.521
切缘厚度/mm	7.0(6.0,8.0)	8.0(7.0,9.0)	0.143
切缘角度/ $^\circ$	101.1(89.0,118.5)	105.9(89.1,117.0)	0.797
切除刀数/刀	6(4,7)	5(4,7)	0.820
切除的心肌重量/g	3.9(2.7,5.5)	4.6(3.2,6.0)	0.271

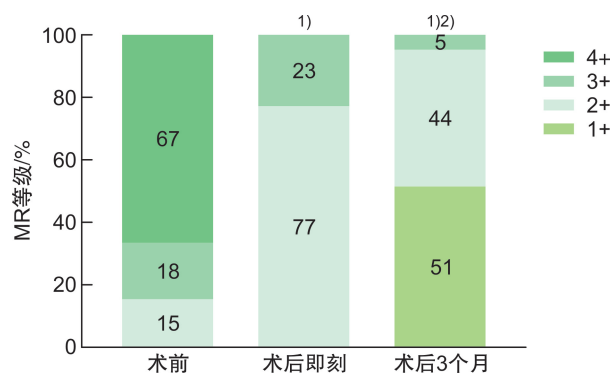
表3 TA-BSM术后即刻残余组与无残余组二尖瓣结构的比较

Table 3 Mitral valve structure after TA-BSM surgery			例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$	
参数	残余组(39 例)		无残余组(116 例)	
	术前	术后	术前	术后
二尖瓣叶				
前叶长度/mm	30.0(26.0,34.0)		30(25.0,34.0)	
后叶长度/mm	15.0(15.0,20.0)		18.0(16.0,20.0) ²⁾	
残余瓣叶长度/mm	9.0(7.0,11.0)	9.0(6.0,10.0) ¹⁾	10.0(7.0,13.0)	8.0(6.0,10.0) ¹⁾
前后叶对合高度/mm	4.0(4.0,5.0)	7.0(6.0,8.0) ¹⁾	5.5(4.0,7.0) ²⁾	8.0(7.0,9.0) ¹⁾³⁾
前叶面积/cm ²	8.5(7.4,9.4)		8.7(7.8,9.7)	
后叶面积/cm ²	6.8(6.0,8.0)		6.9(6.0,7.9)	
帐篷高度/mm	7.1(4.1,9.2)	7.0(4.0,10.0)	6.1(4.5,9.3)	5.4(3.2,8.6) ¹⁾³⁾
帐篷面积/cm ²	1.0(0.5,1.6)	0.8(0.4,1.3) ¹⁾	1.0(0.5,1.5)	0.7(0.4,1.0) ¹⁾
帐篷容积/mL	1.8(1.3,2.7)	1.5(0.9,2.3) ¹⁾	1.8(1.2,2.7)	1.5(1.0,2.5) ¹⁾
二尖瓣环				
前-后径/mm	38.3±4.2	36.7±3.2 ¹⁾	36.1±4.0 ²⁾	34.5±3.5 ¹⁾³⁾
前外-后内侧间径/mm	38.5(36.5,40.6)	36.0(33.6,38.0) ¹⁾	35.3(32.1,38.1) ²⁾	34.2(30.8,37.5) ¹⁾³⁾
周长/mm	126.8(119.6,137.0)	122.5(119.5,131.0) ¹⁾	122.4(113.0,129.2) ²⁾	118.1(110.1,129.1) ¹⁾³⁾
面积/mm ²	1 212.0	1 121.0	1 073.5.0	1 010.0
	(1 111.0,1 331.0)	(1 032.0,1 261.0) ¹⁾	(949.8,1 192.0) ²⁾	(899.3,1 166.8) ¹⁾³⁾
高度/mm	8.4±1.7	9.6(8.0,10.9) ¹⁾	10.9±2.1 ²⁾	11.3(10.1,12.8) ¹⁾³⁾

与同组术前比较,¹⁾ $P<0.05$;与残余组术前比较,²⁾ $P<0.05$;与残余组术后比较,³⁾ $P<0.05$ 。

表4 TA-BSM术后即刻产生MR $\geq 2+$ 影响因素的单因素和多因素二元logistic回归分析
Table 4 Single factor and multiple factor binary logistic regression analysis

变量	单因素分析			多因素分析		
	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI
年龄	<0.001	1.077	1.040~1.115	0.018	1.082	1.014~1.155
LAD	0.007	1.081	1.021~1.145			
LAVi max	0.040	1.024	1.001~1.047			
E/e'	0.098	1.048	0.992~1.107			
二尖瓣钙化	<0.001	4.498	2.060~9.820	0.040	4.353	1.069~17.722
二尖瓣瓣叶厚度 ≥ 5 mm	0.008	4.050	1.439~11.398	0.022	7.699	1.336~44.368
术前						
后叶长度	0.022	0.859	0.755~0.978			
前后叶对合高度	0.017	0.777	0.632~0.955			
前-后径	0.005	1.144	1.042~1.256			
前外-后内侧间径	<0.001	1.222	1.111~1.343			
周长	0.001	1.052	1.020~1.084			
面积	<0.001	1.003	1.002~1.005			
高度	<0.001	0.516	0.402~0.661	<0.001	0.487	0.341~0.696



与术前比较,¹⁾ $P < 0.01$; 与术后即刻比较,²⁾ $P < 0.01$ 。

图2 残余组术前、术后即刻以及术后3个月MR等级变化

Figure 2 Changes in MR grade before, immediately after, and 3 months after surgery in residual group

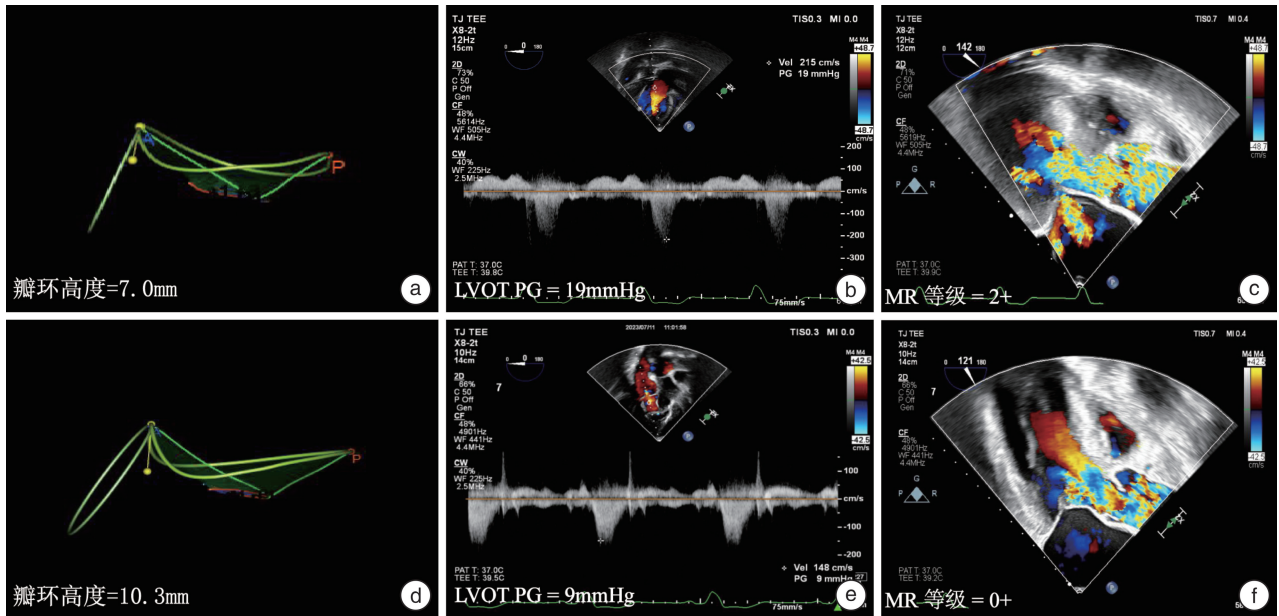
3 讨论

HOCM患者接受TA-BSM后,最大室间隔厚度明显变小,LVOT-PG显著下降。术后收缩期MV对合高度变大,残余瓣叶长度变短、瓣环的各径线变小,前后叶对合得更加紧密。在心肌切除术后即刻,MR $\geq 3+$ 患者的比例由71.6%减少至5.8%。尽管术后即刻仍有一小部分患者(25.2%)存在MR $\geq 2+$,但在术后3个月重新评估MR程度,有一半以上的患者(51%)MR程度得到了进一步改善,不需要实施额外的二尖瓣手术。由此可见,TA-BSM对HOCM患者的疗效是十分显著的。这与梅奥诊所的研究结果是一致的,他们认为除了严重的内源性二尖瓣病变,单纯的心肌切除术足以治疗HOCM患者严重的MR^[8]。尽管以往的研究表明,传统的经主动脉入路的手术方式是治疗

药物难治性的HOCM的有效手段,但不容忽视的是该术式具有视野受限、创伤较大且无法进行实时评估的缺点^[9]。另外,还有许多研究者提出单纯心肌切除术联合二尖瓣手术的治疗方式^[10],然而研究已证实额外的二尖瓣手术会增加患者远期预后不良的风险^[8]。本院新研发的TA-BSM通过3D-TEE实时导航能够精准切除肥厚的心肌,有效地改善了传统术式视野小且创伤较大的缺点,并且可以在手术全程对患者的疗效进行实时监测,从而可以充分地保证良好的治疗效果^[2]。

术前增大的左房和E/e'、扩张的MV环、更短的MV后叶长度以及MV前后叶对合高度可能是患者术后产生MR $\geq 2+$ 的潜在影响因素。高龄、MV钙化、MV叶厚度 ≥ 5 mm以及术前收缩期更低的MV环高度是术后产生MR $\geq 2+$ 的独立影响因素。既往研究已经证实,MV钙化和增厚挛缩等器质性病变,是产生MV关闭不全的重要影响因素,并且多出现在高龄的患者当中^[7,11]。因此这也是为什么残余组存在更多的钙化和瓣膜增厚的高龄患者。本研究更具有指导意义的是,我们提出心肌切除术前收缩期MV环高度 < 10 mm是术后即刻产生MR $\geq 2+$ 的独立预测因子。研究证实,MV环收缩期折叠能力越差,马鞍状的瓣环拱起的高度更低,MV叶帐篷下降幅度变小,因此前后叶对合不良^[12],见图3。

本研究的不足之处在于:第一,研究人群仍较小,且为单中心研究,研究结果很可能会存在偏倚。第二,对患者的随访时间较短,因此未来仍需要对患者的MR改善情况进行更长时间的随访,从而使结果更加具有客观性。第三,本研究缺乏与接受了传统开胸以及合并有二尖瓣手术患者的疗效进行比较的结果,日后应当增加这一部分患者的对照研究。



术前瓣环高度更低的患者,尽管术后压差显著改善,MR 等级仍有 2+(a, b, c);相反,术前瓣环高度更高的患者,术后压差同样得到改善,MR 等级只有 0+(d, e, f)。

图 3 超声心动图
Figure 3 Echocardiography

综上,TA-BSM 能够有效地治疗 HOCM 患者严重的 MR,年龄,MV 钙化或增厚以及更低的瓣环高度是影响术后即刻残余 $\text{MR} \geq 2+$ 的主要因素,51%的术中残余反流能够在随访中得以改善,不需要在术中进行处理。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 国家心血管病中心心肌病专科联盟. 中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南 2023[J]. 中国循环杂志, 2023,38(1):1-33.
- [2] 朱英,汪慧,周玮,等. 经食管三维超声心动图导航经心尖不停跳室间隔切除术治疗肥厚型梗阻性心肌病[J]. 中华超声影像学杂志, 2023,32(12):1030-1038.
- [3] Panza JA, Maris TJ, Maron BJ. Development and determinants of dynamic obstruction to left ventricular outflow in young patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Circulation, 1992,85(4):1398-1405.
- [4] Bonow RO, O'Gara PT, Adams DH, et al. 2020 focused update of the 2017 ACC expert consensus decision pathway on the management of mitral regurgitation: a report of the American college of cardiology solution set oversight committee[J]. J Am Coll Cardiol, 2020,75(17):2236-2270.
- [5] Nagueh SF, Phelan D, Abraham T, et al. Recommendations for multimodality cardiovascular imaging of patients with hypertrophic cardiomyopathy: an update from the American society of echocardiography, in collaboration with the American society of nuclear cardiology, the society for cardiovascular magnetic resonance, and the society of cardiovascular computed tomography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2022,35(6):

533-569.

- [6] Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American society of echocardiography and the society of cardiovascular anesthesiologists[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2013,26(9):921-964.
- [7] Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, et al. Recommendations for noninvasive evaluation of native valvular regurgitation A report from the American society of echocardiography developed in collaboration with the society for cardiovascular magnetic resonance[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2017,30(4):303-371.
- [8] Hong JH, Schaff HV, Nishimura RA, et al. Mitral regurgitation in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy: implications for concomitant valve procedures[J]. J Am Coll Cardiol, 2016,68(14):1497-1504.
- [9] Sun DK, Schaff HV, Nishimura RA, et al. Transapical septal myectomy for hypertrophic cardiomyopathy with midventricular obstruction[J]. Ann Thorac Surg, 2021,111(3):836-844.
- [10] Sherrid MV, Balaram S, Kim B, et al. The mitral valve in obstructive hypertrophic cardiomyopathy: a test in context[J]. J Am Coll Cardiol, 2016,67(15):1846-1858.
- [11] 于子翔,程琦,李晓梅,等. 新疆地区二尖瓣反流发病情况和临床特征:单中心 10 年超声资料分析[J]. 临床心血管病杂志, 2024,40(4):329-334.
- [12] Pressman GS, Movva R, Topilsky Y, et al. Mitral annular dynamics in mitral annular calcification: a three-dimensional imaging study[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2015,28(7):786-794.

(收稿日期:2024-08-11)