

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2018.22.015
文章编号: 1005-8982 (2018) 22-0080-05

经食管三维超声在二尖瓣成形术中的应用*

洪灿¹, 刘素君¹, 周佳¹, 田方平¹, 丁正东¹, 冯耀光², 龙超众², 常帅¹, 刘骞¹
(南华大学附属第一医院 1. 超声科, 2. 心胸外科, 湖南 衡阳 421001)

摘要: **目的** 探讨经食管实时三维超声心动图 (RT3D-TEE) 在二尖瓣成形术中的应用价值。**方法** 18 例拟行二尖瓣成形术的二尖瓣脱垂患者, 术前及术后即刻均接受 RT3D-TEE 检查。术前观察二尖瓣脱垂的三维特征及小叶区域, 与外科术中所见对照; 术后即刻评估二尖瓣成形的手术效果, 比较手术前后二尖瓣的对合高度、瓣环周长和反流面积。**结果** RT3D-TEE 显示二尖瓣脱垂的三维图像与外科视野所见高度一致, 术前诊断脱垂小叶的敏感性、特异性分别为 96.00%、100.00%。18 例患者中有 2 例转行二尖瓣置换术, 其余 16 例成功完成二尖瓣成形术。RT3D-TEE 观察术后二尖瓣叶及人工瓣环的形态良好, 二尖瓣反流程度明显改善。二尖瓣的对合高度较术前增加, 瓣环周长、反流面积较术前减少, 差异有统计学意义 ($t = -13.556, 37.789$ 和 20.847 , 均 $P = 0.000$)。**结论** RT3D-TEE 能清晰显示二尖瓣的三维形态, 术前准确诊断脱垂小叶及术后即刻评估手术效果, 在二尖瓣成形术中发挥重要的作用。

关键词: 超声心动图; 三维; 经食管; 二尖瓣成形; 二尖瓣脱垂

中图分类号: R654.2; R445.1

文献标识码: A

Application of three-dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve plasty*

Can Hong¹, Su-jun Liu¹, Jia Zhou¹, Fang-ping Tian¹, Zheng-dong Ding¹,
Yao-guang Feng², Chao-zhong Long², Shuai Chang¹, Qian Liu¹

(1. Department Of Ultrasonography, 2. Department Of Cardiothoracic Surgery, the First Affiliated Hospital, University Of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: Objective To explore the value of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography (RT3D-TEE) in mitral valve plasty. **Methods** A total of 18 patients, who underwent mitral valve plasty for mitral valve prolapse, were given RT3D-TEE examination preoperatively and postoperatively. Three-dimensional features and leaflet segments of mitral valve prolapse were observed by preoperative RT3D-TEE, and the results were compared with those found by surgeons intraoperatively. Postoperative RT3D-TEE was performed to assess the effect of mitral valve plasty, and the preoperative and postoperative parameters such as coaptation height, annulus circumference, and regurgitation area of mitral valve were compared. **Results** RT3D-TEE showed that three-dimensional image of mitral valve prolapse was highly consistent with the surgical view. The sensitivity and specificity of diagnosing prolapsed leaflet by RT3D-TEE were 96.00% and 100.00%, respectively. Among the 18 patients, 2 cases were switched to mitral valve replacement, and in the remaining 16 cases mitral valve plasty was successfully completed. Postoperative RT3D-TEE showed that the morphology of mitral valve and prosthetic annulus was good, and the degree of mitral regurgitation decreased significantly. Compared with the parameters of mitral valve obtained by preoperative RT3D-TEE, the coaptation height was significantly increased, and the annulus

收稿日期: 2017-10-09

* 基金项目: 湖南省卫生计生委项目 (No: B2015-53); 湖南省技术创新引导计划临床医疗技术创新引导项目 (No: 2017-38)

[通信作者] 周佳, E-mail: 58073227@qq.com

circumference and regurgitation area were significantly decreased ($P < 0.05$). **Conclusions** RT3D-TEE can clearly display three-dimensional morphology of mitral valve, accurately diagnose prolapsed leaflet before operation and evaluate effect of surgery immediately after operation. Therefore RT3D-TEE plays an important role in mitral valve plasty.

Keywords: echocardiography; three-dimensional; transesophageal; mitral valve plasty; mitral valve prolapse

二尖瓣脱垂是引起原发性二尖瓣严重反流的常见原因之一, 外科治疗包括二尖瓣置换术和二尖瓣成形术, 后者因保留瓣叶与瓣下结构完整性、无需长期抗凝、术后并发症少及远期生存率高等优点, 近年来已成为临床首选的手术方法^[1-2]。经食管实时三维超声心动图 (real-time three-dimensional transesophageal echocardiography, RT3D-TEE) 作为新兴的超声检查技术, 对二尖瓣病变的显像具有独一无二的优势^[3]。本研究采用 RT3D-TEE 对 18 例拟行二尖瓣成形术的二尖瓣脱垂患者进行术中监测, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

随机选取 2016 年 8 月 -2017 年 4 月在南华大学附属第一医院心胸外科住院拟行二尖瓣成形术的二尖瓣脱垂患者 18 例。其中, 男性 11 例, 女性 7 例; 年龄 36 ~ 62 岁, 平均 (42.3 ± 13.6) 岁; 二尖瓣脱垂原因为腱索断裂 12 例、腱索延长 6 例, 所有患者均无经食管超声心动图检查的禁忌证。

1.2 仪器与方法

采用 Philips EPIQ 7C 彩色多普勒超声诊断仪 (美国飞利浦公司), 配备矩阵纯净波经食管实时三维探头 X7-2t (频率 2 ~ 7 MHz), 具备在机三维图像处理软件 (iCrop)。

患者全身麻醉后即刻进行术前 RT3D-TEE 检查, 具体步骤如下: 患者取仰卧位, 插入经食管探头后, 先在四腔心、五腔心及左心室长轴等常规二维切面下观察二尖瓣, 然后调节好适当的增益、取样框角度及大小, 连续采集 3 ~ 5 个心动周期的三维放大 (three-dimensional zoom, 3D zoom) 和三维彩色血流 (three-dimensional color, 3D color) 2 种模式的动态图像并储存。调整 3D zoom 图像至与外科手术中视野相同的“二尖瓣动态鸟瞰图”, 即主动脉位于图像上方 12 点钟位置, 二尖瓣居于其下方的图像中央部分, 观察脱垂的三维特征及小叶分区, 与外科术中所见对照, 根据 CARPENTIER 分类法^[4]: 二尖瓣前、后叶从外向内依次分为外侧 (A1、P1)、中间 (A2、P2) 和内侧 (A3、

P3) 共 6 个小叶分区。旋转 3D color 图像多角度观察二尖瓣反流的起源、走向及三维空间分布, 目测反流束面积与左心房面积的比例来判断反流程度^[5]: 轻微, < 10%; 轻度, 10% ~ 20%; 中度, 20% ~ 40%; 重度, > 40%。

二尖瓣瓣叶修复及人工瓣环植入完成后, 再次行 RT3D-TEE 检查即时评估成形效果, 具体步骤同术前, 观察修复后二尖瓣的启闭活动和人工瓣环的形态位置, 判断有无残余二尖瓣反流及其程度。最后, 在机应用 iCrop 处理手术前后采集的三维图像, 测量二尖瓣的对合高度、瓣环周长和反流面积, 以快速定量评估成形术效果: ①剪切 3D zoom 图像, 使剪切线分别垂直通过二尖瓣的外侧、中间和内侧部分, 测量 A1 - P1、A2 - P2 及 A3 - P3 区收缩期前、后叶对合点到瓣尖的长度, 取 3 者的平均值作为二尖瓣的对合高度 (有脱垂时该小叶分区的对合高度记为 0 mm); 使剪切线水平通过二尖瓣环平面, 测量舒张期二尖瓣环内缘一周的长度, 即为二尖瓣的瓣环周长; ②旋转 3D color 图像至显示二尖瓣反流束最大面积的切面, 在直面反流束的视角下, 电子游标完整包络反流束边缘测量, 即为二尖瓣的反流面积。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 17.0 统计软件, 计量资料用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 计数资料以例数表示, 比较手术前后二尖瓣的对合高度、瓣环周长和反流面积采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

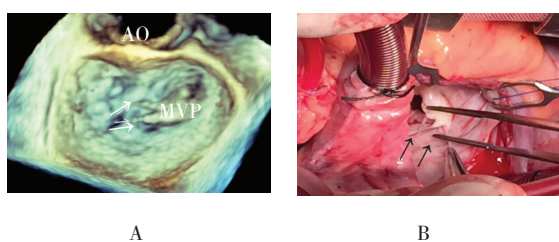
2 结果

所有患者均顺利完成 RT3D-TEE 术中监测, 取得手术前后二尖瓣的 3D zoom 和 3D color 2 种模式的图像。18 例患者共计 108 个二尖瓣小叶, 3D zoom 模式诊断脱垂小叶 24 个, 其中单个小叶脱垂 14 例 (A1 区 2 例, P2 区 9 例, A2、P3、P1 区各 1 例), 多个小叶脱垂 4 例 (A2+P1 区、A3+P3 区、A2+P2+P3 区、A2+A3+P1 区各 1 例); 3D color 模式显示二尖瓣反流均为偏心性, 中度反流 3 例、重度反流 15 例。以外科术中所见为金标准, RT3D-TEE 仅漏诊 1 例 A1+A2

区为 A2 区, 其诊断二尖瓣脱垂小叶分区的敏感性为 96.00%, 特异性为 100.00%。所有脱垂小叶、断裂腱索的三维超声特征与外科术中所见高度一致。见表 1 和图 1A、B。

表 1 RT3D-TEE 诊断二尖瓣脱垂小叶与手术比较 例

手术	RT3D-TEE		合计
	脱垂	无脱垂	
脱垂	24	1	25
无脱垂	0	83	83
合计	24	84	108



A: 3D zoom 图像示二尖瓣内侧小叶 A3、P3 脱垂, 向左心房间明显膨隆突出于瓣环平面, 并可见两个短条索状的断裂腱索回声与之相连 (白色箭头所指); B: 外科术中视野所见与三维超声图像高度一致, 二尖瓣 A3、P3 小叶确有脱垂, 其末端连有两根断裂的主腱索 (黑色箭头所指)。AO: 主动脉; MVP: 二尖瓣脱垂

图 1 二尖瓣脱垂 3D zoom 图像与外科手术中所见

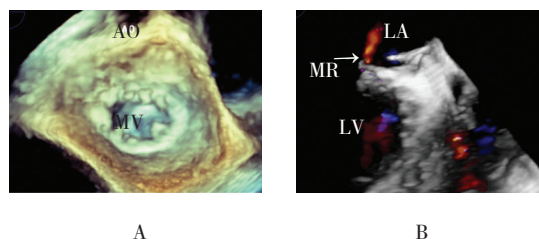
16 例患者成功完成二尖瓣瓣叶修复并植入合适型号的人工瓣环, 3D zoom 图像显示成形术后瓣叶及人工瓣环的形态、功能良好; 3D color 图像显示二尖瓣反流程度较术前好转, 其中无反流 4 例、轻微反流 9 例、轻度反流 3 例。1 例 A2+A3+P1 区脱垂患者因多根主腱索断裂, 外科医师考虑成形难度极大, 直接改行二尖瓣置换术; 另 1 例 A2+P1 区脱垂患者成形术后注水实验见瓣口轻度反流, 但 3D color 提示中度反流, 予以再次成形仍有中度反流, 而转行二尖瓣置换术。应用 iCrop 定量分析图像发现, 16 例二尖瓣成形患者术后二尖瓣的对合高度为 (8.89 ± 0.73) mm, 较

表 2 RT3D-TEE 定量评估成形术前后的二尖瓣参数

$(\bar{x} \pm s)$

时间	对合高度/mm	瓣环周长/mm	反流面积/cm ²
术前即刻	5.22 ± 1.09	123.43 ± 5.05	9.67 ± 2.02
术后即刻	8.89 ± 0.73	102.69 ± 4.89	1.44 ± 1.04
t 值	-13.556	37.789	20.847
P 值	0.000	0.000	0.000

术前增加 ($t = -13.556, P = 0.000$); 瓣环周长、反流面积分别为 (102.69 ± 4.89) mm、 (1.44 ± 1.04) cm², 较术前减少 ($t = 37.789$ 和 20.847 , 均 $P = 0.000$)。见表 2 和图 2A、B。



A: 3D zoom 图像显示二尖瓣成形术后瓣叶的启闭情况良好, 人工瓣环的形态位置正常; B: 3D color 图像显示术后二尖瓣存在轻微反流信号, 呈无偏心性的细窄暗淡红色血流束 (白色箭头所指)。AO: 主动脉; MV: 二尖瓣; MR: 二尖瓣反流; LA: 左心房; LV: 左心室

图 2 二尖瓣成形术后 3D zoom 和 3D color 图像

3 讨论

二尖瓣成形术是外科治疗二尖瓣脱垂的首选方法, 能最大限度地保留正常的瓣膜组织, 恢复二尖瓣装置的生理功能。长期以来, 由于传统的经胸或经食管超声二维心动图无法提供精确的二尖瓣解剖信息, 使得成形手术十分依赖于外科医师术中的经验判断。近几年随着经食管三维超声技术的进步, 已能实时采集、快速成像, 获取同外科手术视野一致的“二尖瓣动态鸟瞰图”^[3, 6-8], 为二尖瓣成形术的广泛开展起到促进作用。笔者采用 RT3D-TEE 顺利完成对 18 例二尖瓣脱垂患者的术中监测, 取得实时动态、清晰逼真的三维超声图像, 并能在机对图像进行旋转、切割、缩放等优化处理, 可即时进行术前诊断和术后评估。

术前对二尖瓣脱垂部位及特征的精确诊断有助于制定合理的手术预案。与既往报道类似^[7-8], 本研究发现 RT3D-TEE 术前诊断二尖瓣脱垂小叶的敏感性、特异性极高, 与外科术中所见比较, 108 个小叶分区的诊断结果中仅漏诊 1 个。外科医师在正式开胸手术之前就能通过三维超声图像从左心房面俯瞰二尖瓣全貌, 及时与超声医师交流, 掌握脱垂小叶的三维解剖信息, 了解二尖瓣反流的严重程度。

KOPRIVANAC 等^[9]综合术前超声诊断和术中探查结果, 按二尖瓣脱垂的部位及特征而制定详实的成形手术方案, 二尖瓣成形术成功率高达 98%。本研究 18 例患者中单独的 P2 区小叶脱垂例数最多, 占 50% (9/18 例), 术中采用三角形或矩形切除缝合法修复二

尖瓣后叶; 外、内侧小叶 (A1/P1、A3/P3 区) 脱垂有 5 例, 采用交界成形法“缘对缘”缝合修复瓣叶; 累及前叶 A2 区脱垂共 4 例, 手术难度相对较大, 3 例谨慎行三角形切除冗余的瓣叶, 并使用人工腱索加固与瓣下结构连接。只有 1 例 RT3D-TEE 术前诊断 A2+A3+P1 区脱垂且伴多根主腱索断裂, 外科医师术中探查所见与超声诊断完全符合, 考虑瓣叶修复难度极大, 直接改行二尖瓣置换术。其余 17 例患者在完成瓣叶修复后, 均植入了合适型号的人工成形瓣环。值得注意的是, 术前 RT3D-TEE 最好在患者全身麻醉后即刻插管进行, 此时心脏处于充盈状态, 有利于采集到优质的三维图像。笔者唯一漏诊的 1 例 A1+A2 区脱垂是因为研究前期缺乏经验, 在开胸建立体外循环时才开始插管, 此时心脏充盈度下降, 导致采集的图像质量不理想, 未能发现瓣叶外侧部分的 A1 区脱垂。

二尖瓣成形术后即刻的成形效果评估是完成手术的关键步骤。一般情况下外科医师只用注水实验观察瓣口有无反流来定性评估成形效果。本研究中有 1 例 A2+P1 区脱垂患者术后注水实验有二尖瓣轻度反流, 但心脏复跳后 RT3D-TEE 提示存在残余中度偏心性反流, 再次手术发现仍存在 A2 区脱垂和中度反流, 而转行人工二尖瓣置换术; 另有注水实验发现轻度反流的病例, RT3D-TEE 显示无反流或轻微反流。这说明 RT3D-TEE 评估二尖瓣反流程度较外科注水实验更准确可靠, 其原因可能是 RT3D-TEE 在心脏不停跳、心腔充盈接近生理负荷下观察二尖瓣, 更能反映二尖瓣反流程度的真实性。本组 16 例顺利完成二尖瓣成形术的患者中, 有 12 例术后 3D color 图像显示瓣口仍残余轻微或轻度反流, 但反流束呈中心性, 与修复不佳导致残余的偏心性反流截然不同。此外, RT3D-TEE 能在 3D zoom 模式下观察二尖瓣成形术后瓣叶的启闭情况、人工瓣环的形态位置, 提供直观立体的形态学评估信息。

在目测完成术后定性评估的基础上, 本研究还应用二尖瓣的对合高度、瓣环周长和反流面积等 3 个定量参数来评估成形效果: ①二尖瓣的对合高度能定量评价瓣叶的对合程度。正常二尖瓣闭合时前、后叶的粗糙带是完全对合的, 二尖瓣脱垂时部分小叶失去对合而发生反流。SAITO 等^[10]研究发现, 二尖瓣反流组的对合高度小于正常组, 重度反流组的对合高度又小于非重度反流组。潘泽雁等^[11]研究证实对合高度是评估二尖瓣成形术效果的有效指标, 当对合高度 >

8 mm 时, 远期不易发生反流。本组 16 例患者成形术后的对合高度较理想, 达 (8.89 ± 0.73) mm。②二尖瓣的瓣环周长可以直接反映瓣环成形的效果。本组患者均有不同程度的瓣环扩张, 故在瓣膜成形完成后植入合适型号的人工瓣环, 其目的在于: 使扩大的二尖瓣环缩小至正常大小, 确保瓣叶对合良好^[12]; 重塑瓣环形状减少瓣叶张力, 预防瓣环再扩大^[13]。本次测量术后的瓣环周长较术前减少, 达到瓣环成形的效果。③二尖瓣的反流面积是常用定量评估瓣膜闭合功能的参数。二尖瓣脱垂时反流束一般呈偏心性、贴心房壁走行, 二维超声很难获取最大反流束切面, 3D color 模式可实时观察反流束在左心房的三维空间分布, 容易测量反流束的最大面积。虽然目测反流束与左心房面积比例的定性评估法更简单, 且能基本满足术后即刻评估的需要, 但反流面积作为量化指标更能客观评估反流程度, 有利于日后随访和研究工作。

综上所述, RT3D-TEE 能实时快速获取二尖瓣的立体动态图像, 清晰显示二尖瓣脱垂的三维特征, 术前能准确诊断脱垂小叶和判断二尖瓣反流程度, 术后能即刻定性、定量地评估手术效果, 在二尖瓣成形术中发挥重要的作用。

参 考 文 献:

- [1] 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.
- [2] MADESIS A, TSAKIRIDIS K, ZAROGULIDIS P, et al. Review of mitral valve insufficiency: repair or replacement[J]. *Journal of Thoracic Disease*, 2014, 6(Suppl 1): S39-S51.
- [3] 黄丹青, 张连仲. 经食管实时三维超声心动图在二尖瓣疾病中应用研究进展 [J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2015, 29(9): 835-836.
- [4] CARPENTIER A. Cardiac valve surgery-the “French correction”[J]. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 1983, 86(3): 323-337.
- [5] NISHIMURA R A, OTTO C M, BONOW R O, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2014, 129(23): 2440-2492.
- [6] GRIPARI P, MURATORI M, FUSINI L, et al. Three-dimensional echocardiography: advancements in qualitative and quantitative analyses of mitral valve morphology in mitral valve prolapse[J]. *Journal of Cardiovascular Echography*, 2014, 24(1): 1-9.

- [7] 陈昕, 杨亮, 冯伟, 等. 实时三维经食管超声心动图术前评价二尖瓣脱垂的准确性研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2012, 28(4): 327-329.
- [8] 韩建成, 何怡华, 李治安, 等. 实时三维经食管超声心动图定位二尖瓣脱垂部位临床应用 [J]. 心肺血管病杂志, 2013, 32(4): 444-447.
- [9] KOPRIVANAC M, KELAVA M, ALANSARI S, et al. Degenerative mitral valve disease -contemporary surgical approaches and repair techniques[J]. Annals of Cardiothoracic Surgery, 2017, 6(1): 38-46.
- [10] SAITO K, OKURA H, ABE N, et al. Influence of chronic tethering of the mitral valve on mitral leaflet size and coaptation in functional mitral regurgitation[J]. Journal of the American College of Cardiology: Cardiovascular Imaging, 2012, 5(4): 337-345.
- [11] 潘泽雁, 何怡华, 李治安, 等. 超声测量二尖瓣对合高度对二尖瓣脱垂成形效果的评价 [J]. 心肺血管病杂志, 2012, 31(6): 690-693.
- [12] 杨进福, 唐浩, 周新民, 等. 人工腱索加瓣环成形在二尖瓣前瓣脱垂修复中的应用 [J]. 中南大学学报 (医学版), 2012, 37(9): 920-923.
- [13] 张明, 王勇, 童继春, 等. 二尖瓣成形术的临床应用 [J]. 中国现代医学杂志, 2013, 23(7): 68-71.

(张蕾 编辑)