

◆ 专论

Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in evaluation of Carpentier's classification of mitral regurgitation

CHEN Xin, YANG Jun*, SHI Can, ZHANG Tingting,
SUN Dandan, WANG Xiaobing, ZHANG Jing
(Department of Cardiovascular Ultrasound, the First Hospital of
China Medical University, Shenyang 110001, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the feasibility of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography (RT3D TEE) in Carpentier's classification of patients with mitral regurgitation (MR). **Methods** Totally 124 patients with MR were divided into type I—III type according to Carpentier's classification, and the cases and methods of operation were followed up. **Results** In all of the 124 patients, 9 cases were Carpentier's type I, including 8 cases of atrial fibrillation, 1 case of mitral valve cleft; 102 patients were type II, including pure mitral valve prolapse in 16 cases, mitral valve prolapse with chordae rupture in 80 cases, infective endocarditis in 6 cases; 13 cases were type III, including III a type rheumatic heart disease in 8 cases, III b type of left ventricular systolic dysfunction in 5 cases. Totally 101 cases underwent MR surgery, including mitral valve plasty in 83 cases and valve replacement in 18 cases. **Conclusion** RT3D TEE is feasible and accurate in defining different types of MR, and it is useful to make management decisions and select the appropriate surgical strategy.

[Key words] Echocardiography, transesophageal; Mitral valve; Regurgitation

DOI:10.13929/j.1003-3289.201608141

实时三维经食管超声在二尖瓣反流 Carpentier's 分型中的应用

陈 昕, 杨 军*, 石 璨, 张婷婷, 孙丹丹, 王晓冰, 张 静
(中国医科大学附属第一医院心血管超声科, 辽宁 沈阳 110001)

[摘 要] **目的** 探讨实时三维经食管超声(RT3D TEE)在二尖瓣反流(MR)Carpentier's 分型中的应用价值。**方法** RT3D TEE 检查中度及以上 MR 患者共 124 例,按照 Carpentier's 分型分为 I ~ III 型,并随访手术例数和术式。**结果** 124 例患者中 Carpentier's I 型 9 例,其中心房颤动 8 例,二尖瓣裂 1 例;II 型 102 例,其中单纯二尖瓣脱垂 16 例,二尖瓣腱索断裂伴脱垂 80 例,感染性心内膜炎 6 例;III 型 13 例,III a 型风湿心脏病 8 例,III b 型左心收缩功能减低 5 例。MR 患者接受手术治疗 101 例,其中二尖瓣成形术 83 例,瓣膜置换 18 例。**结论** RT3D TEE 可对不同类型 MR 进行精确评价,并对易混淆病变起鉴别作用,可为临床治疗提供客观依据。

[关键词] 超声心动描记术,经食管;二尖瓣;反流

[中图分类号] R542.51; R540.45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)03-0360-05

[基金项目] 沈阳市科技计划项目基金(F15-199-1-32)。

[第一作者] 陈昕(1973—),女,辽宁沈阳人,博士,教授。研究方向:实时三维经食管超声的应用。E-mail: chen_heart@163.com

[通信作者] 杨军,中国医科大学附属第一医院心血管超声科,110001。E-mail: junyang63@sina.com

[收稿日期] 2016-08-31 **[修回日期]** 2016-12-16

二尖瓣反流(mitral regurgitation, MR)是心血管疾病中最常见的病理现象之一,发病率占二尖瓣病变的 40%^[1]。根据 MR 病因可分为缺血性 MR 和非缺血性 MR;根据 MR 发生机制分为原发性或器质性 MR(瓣膜本身病变)和继发性或功能性 MR(二尖瓣结构正常,MR 原因为心室重构)。20 世纪 80 年代 Carpentier 将上述分型综合,并根据二尖瓣的运动状态将 MR 进行分类,称为“病理生理三合体”,即 Carpentier's 分型,避免了前述分型间的交叉^[2]。不同类型 MR 的治疗策略不同,因此明确 MR 类型对治疗方案的制定有指导意义^[1,3]。传统二维经食管超声评价二尖瓣病变需多切面、多角度扫查,依赖操作者经验,且耗时。实时三维经食管超声(real-time three-dimensional transesophageal echocardiography, RT3D TEE)可快速清晰显示二尖瓣三维立体结构,为评价二尖瓣病变提供了新的方法。本研究旨在探讨 RT3D TEE 在 Carpentier's 分型中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2010 年 3 月—2016 年 7 月中度及以上 MR^[4]患者 124 例,其中男 77 例,女 47 例,年龄 19~77 岁,平均(55.1±12.9)岁。按照 Carpentier's 分型分为 I~III 型,并记录手术例数和术式。Carpentier's 分型标准^[2]:I 型,瓣膜运动正常,如瓣环扩张、瓣叶穿孔、二尖瓣裂等;II 型,瓣膜运动过度,如单纯二尖瓣脱垂、二尖瓣脱垂伴腱索断裂、感染性心内膜炎、外伤致腱索或乳头肌断裂;III 型,瓣膜运动受限,III a 型,二尖瓣收缩期和舒张期运动均受限,如风湿性心脏病、医源性(放射、药物)、炎症性(系统性红斑狼疮)等,III b 型,二尖瓣收缩期运动受限,如心肌病、心肌炎、任何原因引起的左心室功能减低。

1.2 仪器与方法 采用 Philips iE33、EPIQ 7 彩色多普勒超声心动图仪,经食管三维探头 X7-2t,频率 2~7 MHz, Qlab 7.0、Qlab 10.0 软件分析系统。受检者取左侧卧位,连接心电图,咽部给予利多卡因胶浆进行

局部表面麻醉。将经食管超声探头插入距门齿 30~40 cm 处,于食管中部长轴切面,首先采用二维超声模式清晰显示二尖瓣及主动脉瓣,然后对其进行实时“3D zoom”成像,成像范围完整包括二尖瓣、主动脉瓣及其瓣环,获得三维容积图像并保存。将容积图像旋转、切割、调节增益等,以主动脉瓣和左心耳为标识,显示二尖瓣左心房切面,调整时相,清晰显示病变区域^[5-6]。进入 Qlab 软件系统,于收缩末期描记二尖瓣环和瓣叶,获得二尖瓣模式图^[7]。

2 结果

124 例 MR 患者 Carpentier's 分型为 I 型 9 例(9/124, 7.26%)、II 型 102 例(102/124, 82.26%;图 1、2)、III 型 13 例(22/202, 10.48%;图 3、4)。101 例 MR 患者接受手术治疗,其中接受瓣膜成形术 83 例(83/101, 82.18%)、瓣膜置换术 18 例(18/101, 17.82%)。单纯二尖瓣脱垂及二尖瓣脱垂伴腱索断裂患者中 81 例接受手术,其中瓣膜成形率为 95.06%(77/81)。见表 1。

3 讨论

二尖瓣复合体包括二尖瓣、左心房、左心室、房室心内膜及主动脉—二尖瓣帘幕,其中二尖瓣包括瓣环、瓣叶、瓣下结构(腱索、乳头肌)^[8]。二尖瓣复合体中任一结构异常均可导致 MR 等功能障碍。明确 MR 发生的病因、机制以及二尖瓣复合体立体结构的改变有助于制定治疗方案,RT3D TEE 可迅速获取二尖瓣及其毗邻结构的实时三维图像,清晰显示在体二尖瓣装置,方便超声医师与临床医师进行交流^[9-11]。本研究采用 RT3D TEE 技术对 MR 流患者进行 Carpentier's 分型,为 MR 的诊断、治疗提供了有价值的信息。

临床最常见的 I 型 MR 是心房颤动引起左心房重构,二尖瓣环扩张,二尖瓣无病变,此型患者无需手术处理,转内科治疗。孤立性二尖瓣裂较少见,经胸超声检查左心室长轴切面二维超声常显示二尖瓣叶对合良好,但 CDFI 显示中心性 MR,反流起源显示不清;转

表 1 MR 患者 Carpentier's 分型及手术术式(例)

项目	I 型(n=9)		II 型(n=102)			III 型(n=13)			合计
	心房颤动	二尖瓣裂	单纯二尖瓣脱垂	二尖瓣腱索断裂伴脱垂	感染性心内膜炎	风湿心脏病(III a 型)	系统性红斑狼疮(III a 型)	左心室收缩功能减低(III b)	
MR 患者例数	8	1	16	80	6	8	—	5	124
二尖瓣成形术	—	—	9	68	—	2	—	4	83
二尖瓣置换术	—	1	1	3	6	6	—	1	18

到二尖瓣短轴切面仅显示瓣叶连合部的线样回声失落,反流起源于该处,此时靠近连合部的脱垂易误诊为二尖瓣裂。RT3D TEE 可避免上述误诊,直观显示连合部的瓣叶区域向左心房面凸起。因二维超声扫查切面可显示脱垂区域的基底部,该处由于脱垂无瓣叶结构,故在二维切面上显示为瓣叶的线样中断,误诊为二尖瓣裂^[5]。

Ⅱ型 MR 的原因为二尖瓣的器质性病变造成二尖瓣的运动过度、对合不良,尤其合并腱索断裂,一般反流程度为中—重度,需要外科手术,首选瓣膜成形术。RT3D TEE 在评价Ⅱ型 MR 中应用最广^[5,11],也越来越受到临床医师特别是心脏外科医师的关注。2D TEE 时需多角度扫查二尖瓣各区域,且有操作者经验依赖性。RT3D TEE 仅需一个切面就可实时在机形成等同于外科手术视野的二尖瓣左心房切面,并可清晰显示脱垂的区域及脱垂面积的大小、有无腱索断裂及断裂腱索的数目、瓣叶对合情况,可在机测量需切除瓣叶的大小、所需人工腱索的长度等,有利于术前充分了解病变范围,制定合适的瓣膜修复方案。RT3D TEE 评价多区域病变具有优越性,准确率高于 2D TEE^[5]。二尖瓣脱垂尤其是 Barlow's 病易合并瓣叶裂(图 2),因瓣叶的翻腾卷曲,2D TEE 检查时瓣叶裂缺情况显示较困难,但 RT3D TEE 可全面显示二尖瓣的各区域,最大限度地减少了漏诊率,协助外科医师提高复杂病变成形术的成功率。

Ⅲa 型 MR 中最常见的风湿性二尖瓣病变较容易判断,但对

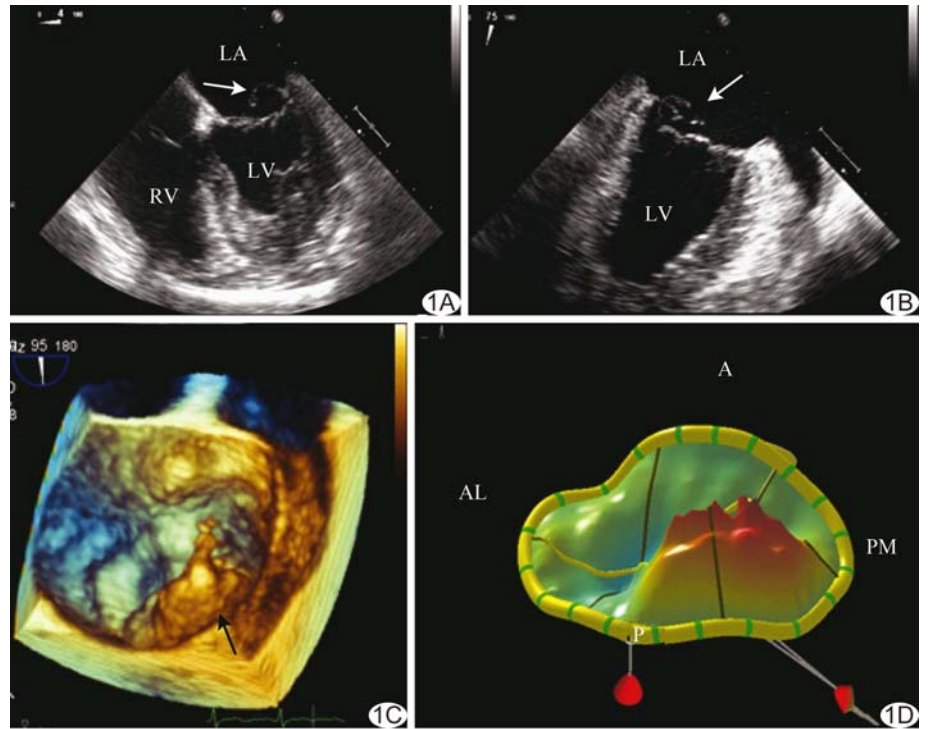


图 1 二尖瓣弹性纤维组织缺乏症超声图像(Carpentier's Ⅱ型 MR) A. 二维 TEE 四腔心切面显示 P2 区脱垂(箭); B. 二维 TEE 两腔心切面显示 P3 区脱垂(箭); C. RT3D TEE“3D zoom”模式二尖瓣左心房切面显示 P2、P3 区腱索断裂伴脱垂(箭); D. 二尖瓣脱垂(红色区域)模式图 (A: 前;P:后;LA:左心房;LV:左心室;RV:右心室;AL:前外连合;PM:后内连合)

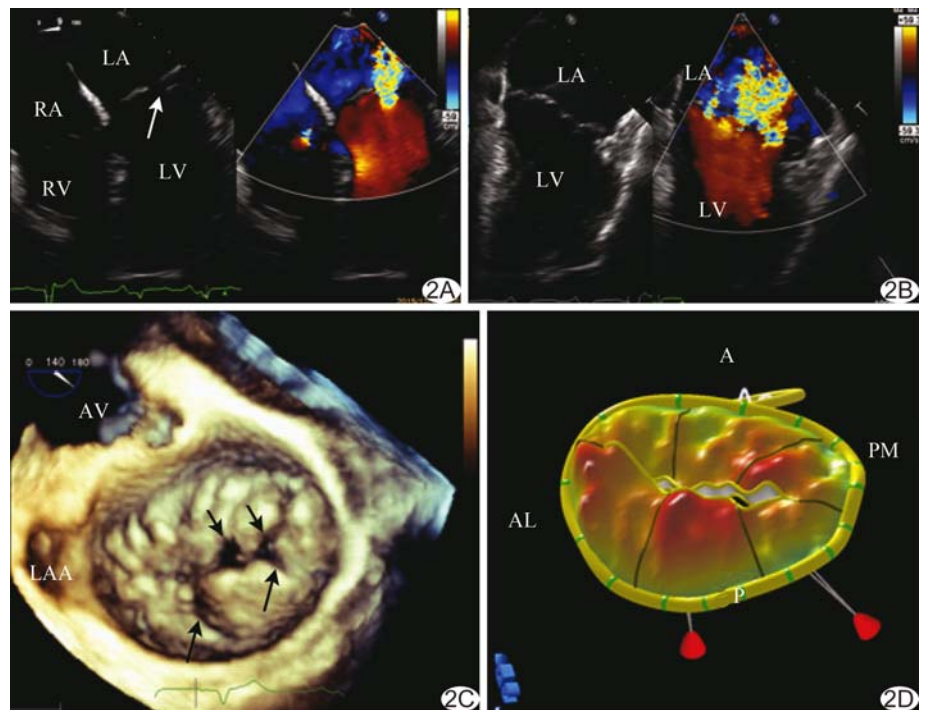


图 2 Barlow's 病超声图像(Carpentier's Ⅱ型 MR) A. 二维 TEE 四腔心切面显示二尖瓣 A2、P2 区瓣叶卷曲、收缩期脱向左心房侧, A2 区与 P2 区间明显缝隙(箭), 多普勒探及重度反流; B. 二维 TEE 两腔心显示二尖瓣瓣叶增厚、翻腾样改变, 收缩期各区域均脱向左心房侧; C. RT3D TEE“3D zoom”模式二尖瓣左心房切面显示瓣叶弥漫增厚, 卷曲, 膨向左心房侧, A2、A3 区与 P2、P3 区间明显对合缝隙(短箭), P2、P3 区两处瓣叶裂(长箭); D. 二尖瓣脱垂模式图 (AV: 主动脉瓣;LA: 左心房;LV: 左心室;LAA: 左心耳;RA: 右心房;RV: 右心室;A: 前;P: 后;AL: 前外连合;PM: 后内连合)

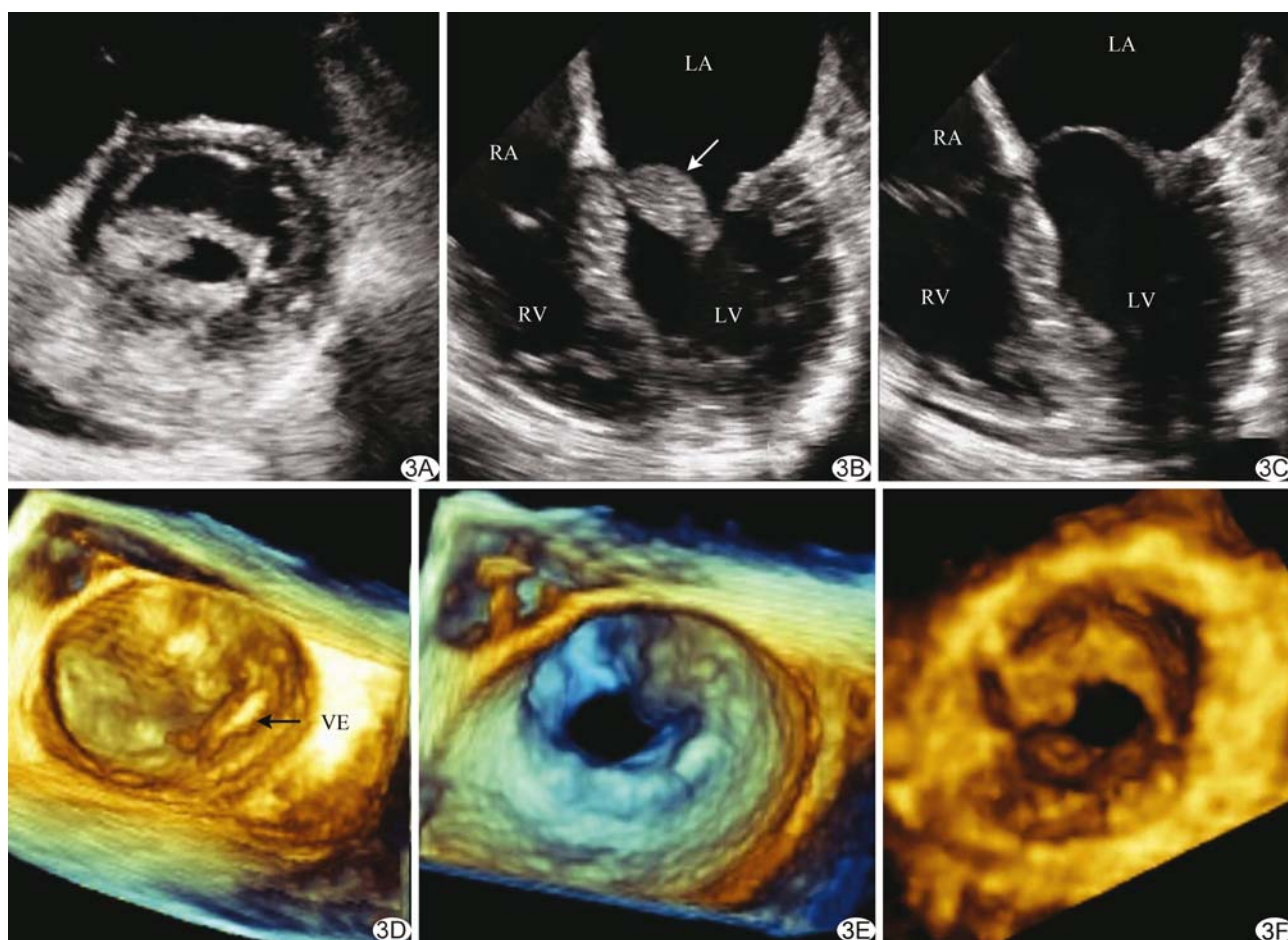


图3 风湿性二尖瓣狭窄合并赘生物超声图像(Carpentier's III a 型 MR) A. 经胸二维超声二尖瓣短轴切面显示二尖瓣弥漫增厚粘连,以后内连合处增厚为主,回声均匀一致,开放受限,但不同于单纯风湿性改变; B. TEE 二维超声四腔心切面显示舒张期二尖瓣呈均匀增厚样改变(箭); C. 二维 TEE 四腔心切面显示收缩期二尖瓣增厚样附加回声消失; D. RT3D TEE 显示二尖瓣前叶左心房面附着不规则赘生物(VE,箭),瓣叶增厚; E. 舒张期赘生物进入狭窄的二尖瓣口; F. 二尖瓣狭窄合并赘生物舒张期开放左心室切面 (LA:左心房;LV:左心室;RA:右心房;RV:右心室)

于 III b 型 MR 的判断存在困难。如经胸超声显示左心增大、收缩功能减低,二尖瓣瓣尖有增厚且运动幅度减低,收缩期关闭时可见对合缝隙,多普勒探及中度以上反流。上述病变有时不易与风湿性二尖瓣反流相鉴别,且这两种病变的治疗方法截然不同,风湿性二尖瓣反流目前采取的治疗仍多为瓣膜置换,而左心室重构导致的二尖瓣瓣下结构的几何形态的改变可以进行瓣膜成形术,所以准确地区别上述反流对其治疗的选择有重要意义。对于此类患者,RT3D TEE 可直观显示二尖瓣的闭合平面位于二尖瓣环以下,左心房切面无脱垂区域,瓣叶表面光滑,无增厚,收缩期二尖瓣对合中心可见缝隙(图 4);由于左心室重构,导致腱索、乳头肌向心尖部及后外侧移位,使瓣尖受腱索的显著牵拉,二尖瓣的粗糙部与体部几

乎呈直角甚至锐角改变,粗糙部接触区对合面积减小引起 MR。因为二尖瓣的粗糙部为腱索附着区域,上述情况导致二尖瓣的粗糙部腱索排列紊乱,且与受牵拉的瓣缘重合,所以在经胸二维超声切面可显示瓣尖的增厚。

本研究的局限性:本研究 I 型 MR 的心房颤动患者和部分 III 型 MR 患者,由于 MR 为继发性,二尖瓣无器质性病变,故转内科治疗,无手术证实,所以无法证实分型的准确性,尚需随访患者,并扩大样本量进一步研究。

总之,RT3D TEE 技术可完整清晰显示二尖瓣的立体结构,可精确评价不同类型 MR 的病因,并可鉴别易混淆病变,为临床个体化治疗、选择内科治疗或外科手术方案提供客观依据。

[参考文献]

- [1] Enriquez-Sarano M, Akins CW, Vahanian A. Mitral regurgitation. *Lancet*, 2009, 373(9672):1382-1394.
- [2] Carpentier A. Cardiac valve surgery—the French correction. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1983, 86(3):323-337.
- [3] Nishimura RA, Vahanian A, Eleid MF, et al. Mitral valve disease—current management and future challenges. *Lancet*, 2016, 387(10025):1324-1334.
- [4] Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, et al. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: An executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2013, 14(7):611-644.
- [5] Chen X, Sun D, Yang J, et al. Pre-operative assessment of mitral valve prolapse and chordae rupture using real time three-dimensional transesophageal echocardiography. *Echocardiography*, 2011, 28(9):1003-1010.
- [6] Lang RM, Badano LP, Tsang W, et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012, 25(1):3-46.
- [7] 周文艳, 陈昕, 杨军, 等. 实时三维经食管超声心动图定量分析正常二尖瓣立体结构动态的变化. *中国医学影像技术*, 2014, 30(12):1814-1817.
- [8] Zeng X, Tan TC, Dudzinski DM, et al. Echocardiography of the mitral valve. *Prog Cardiovasc Dis*, 2014, 57(1):55-73.
- [9] Vegas A, Meineri M. Core review: Three-dimensional transesophageal echocardiography is a major advance for intraoperative clinical management of patients undergoing cardiac surgery: A core review. *Anesth Analg*, 2010, 110(6):1548-1573.
- [10] Tsang W, Freed BH, Lang RM. The role of 3-dimensional echocardiography in the diagnosis and management of mitral valve disease myxomatous valve disease. *Cardiol Clin*, 2013, 31(2):203-215.
- [11] Faletta FF, Demertzis S, Pedrazzini G, et al. Three-dimensional transesophageal echocardiography in degenerative mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(4):437-448.

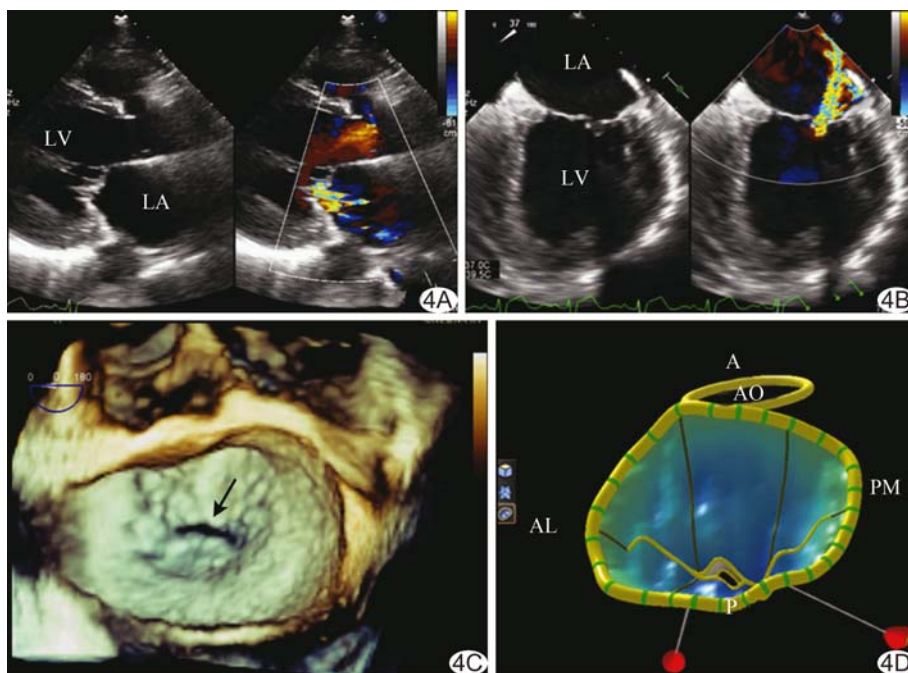


图4 左心室收缩功能减低超声图像(Carpentier's IIIb型MR) A.左心室长轴切面显示左心增大、二尖瓣对合欠佳伴中度反流; B.二维TEE两腔心切面显示二尖瓣中度反流; C. RT3D TEE示二尖瓣中心对合缝隙(箭); D.二尖瓣关闭不全模式图 (A:前;P:后;AL:前外连全;PM:后内连全;LA:左心房;LV:左心室)

本刊可以直接使用的英文缩略语(一)

计算机断层摄影术(computed tomography, CT)
 多层螺旋CT(multiple-slice CT, MSCT)
 高分辨率CT(high resolution CT, HRCT)
 容积CT(volumetric computed tomography, VCT)
 CT血管造影(computed tomographic angiography, CTA)
 CT静脉造影(CT venography, CTV)
 磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)

功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)
 扩散(弥散)加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)
 磁敏感加权成像(susceptibility-weighted imaging, SWI)
 扩散(弥散)张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)
 灌注加权成像(perfusion weighted imaging, PWI)
 自旋回波(spin echo, SE)