

# 超声心动图评价心脏瓣膜病患者心功能与心肌受损的研究进展

雷佳瑞(综述) 郭瑞强(审校)

**摘 要** 心脏瓣膜病由于心腔内血流动力学异常,可导致心功能减低和心肌受损,而心功能减低和心肌受损的程度决定瓣膜病患者的预后,因此术前评估心功能十分重要。应用超声心动图技术在明确诊断心脏瓣膜病变的同时,可以准确评估心功能及心肌受损程度,选择恰当的治疗时机和方案,对患者预后和生存质量的改善极其重要。近年来随着超声技术的发展,超声心动图可获得心脏运动功能相对准确的定量数据,对早期诊断瓣膜病患者心肌受损及手术风险分层具有重要的临床应用价值。本文就超声心动图评价心脏瓣膜病患者心功能与心肌受损的研究进展进行综述。

**关键词** 超声心动描记术;斑点追踪技术;心脏瓣膜病;心功能;瓣膜置换

[中图分类号]R542.5;R540.45

[文献标识码] A

## Progresses of echocardiography in evaluating cardiac function and impaired myocardium in patients with valvular heart disease

LEI Jiarui, GUO Ruiqiang

Department of Ultrasound, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China

**ABSTRACT** Valvular heart disease(VHD) can cause chronic cardiac dysfunction and impaired myocardium due to the abnormalities of intracardiac hemodynamics, therefore it is important to evaluate the cardiac function of patients with VHD before cardiac surgery for the determination of surgical benefit and risk. With clear diagnosis of the diseased valve by echocardiography, the accurate assessment of cardiac function and impaired myocardial motion would be also crucial for the selection and timing of cardiac surgery. With the development of ultrasonic technology, echocardiography can obtain data for accurate and quantitative diagnosis by evaluation of cardiac mechanics, especially speckle tracking echocardiography, which has clinical value for early diagnosis of impaired myocardium and surgical risk stratification of VHD. In this article, we reviews the progresses of echocardiography in evaluating cardiac function and impaired myocardium in VHD patients.

**KEY WORDS** Echocardiography; Speckle tracking technology; Valvular heart disease; Cardiac function; Valve replacement

心脏瓣膜病可导致心脏瓣膜结构与功能的异常,引起血流动力学的紊乱和心肌运动功能的损害,严重影响患者的生存质量和预后。瓣膜置换手术是心脏瓣膜病的外科治疗方式,主要根据临床症状和血流动力学的发展作为手术指征<sup>[1-2]</sup>。经胸超声心动图是无创性评估静息状态下心脏瓣膜病的首选方法,通过探查瓣膜的形态和活动状态判断瓣膜病变程度及心功能状态,对于临床评估患者病情,选择恰当的手术治疗时机,改善患者预后和提高生存率极其重要<sup>[1-2]</sup>。本文就超声心动图评价心脏瓣膜病患者心功能与心肌受损的研究进展进行综述。

### 一、心脏瓣膜病的基本介绍

#### (一)心脏瓣膜病的定义及病理生理学改变

心脏瓣膜病是指心脏瓣膜有解剖和功能性改变,多由先天

畸形及后天因素(如炎症、黏液样变性及退行性病变等)引起,可累及一个或多个瓣膜,进而导致瓣膜狭窄与关闭不全,使心腔内血流动力学紊乱,造成心肌运动功能受损,心功能减低,最终导致心脏功能衰竭。

在心脏瓣膜病变早中期,心肌收缩力并未表现出明显的下降,而是由于瓣膜的狭窄或反流造成心脏腔室结构、房室腔内压力及肺血管内压力的改变;在中晚期,临床主要表现为左心功能不全,多表现为左室射血分数(LVEF)下降,原因可能是心脏的瓣膜功能异常、相应的神经体液调节功能引起容量压力负荷的改变及心肌结构或功能的异常,其中心肌细胞及心肌间质发生纤维化改变,使心肌顺应性降低,局部舒缩功能下降,导致心肌逐步损害失代偿时,心肌重构进一步恶化,瓣膜病的后期心肌收

缩力下降,进而引起心脏整体收缩与舒张功能的改变<sup>[3-4]</sup>,此时瓣膜因素对血流动力学的影响又可加重患者心力衰竭的症状。

## (二)心功能的评价方法

临床上检测心脏瓣膜病患者心功能时,可采用侵入性检查如心导管,非侵入性检查如超声心动图、CT、MRI、核素显像及实验室检查等。通过这些检查方法获得的心功能指标在不同方面体现了心脏瓣膜病患者的心功能状态,其中超声心动图评价左室收缩功能的经典指标 LVEF 为临床公认。超声心动图因其简便快捷、无创、可重复操作的特点,已广泛应用于心脏疾病结构和功能的诊断,经过 M 型、二维、彩色多普勒及频谱多普勒、组织多普勒及实时三维超声心动图的发展过程,超声心动图可以从不同方面评价心脏瓣膜病患者的心功能。

## (三)心脏瓣膜病患者心功能异常的预后

左室收缩功能是决定瓣膜置换术后预后最重要的指标之一,左室功能正常的瓣膜病患者手术治疗后预后相对较好,而左室功能异常的瓣膜病患者预后较差,并发症较多,心功能难以恢复<sup>[5]</sup>。因此及时发现心脏瓣膜病变,应用合适的心功能指标进行早期诊断及危险分层评估,在恰当的治疗时机选择适合的治疗方案对心脏瓣膜病患者预后和生存率的改善极其重要<sup>[6]</sup>。2014 年美国心脏协会和美国心脏病学会心脏瓣膜病管理指南、2012 年欧洲心脏病学会心脏瓣膜病管理指南一致认为,早期识别瓣膜疾病心功能的下降,及时进行干预治疗能改善症状、降低死亡率、预防和减少并发症,且 AHA/ACC 指南强调,早期、全程的干预治疗较瓣膜病终末期治疗更有意义。因此,应用超声心动图评价瓣膜病变对心功能的影响,对进行瓣膜置换手术患者的预后具有重要作用<sup>[7]</sup>。

## 二、超声心动图评价心脏瓣膜病患者的心功能

### (一)常规超声心动图

目前超声评价左室收缩功能主要是通过 LVEF 这一临床常用指标,正常参考值范围为(62±5)%,静息状态下 LVEF<50%常表示左室收缩功能减退<sup>[8]</sup>。文献<sup>[9]</sup>报道 LVEF 与纽约心功能分级和脑钠肽密切相关,且有助于评估心脏病患者预后。然而,针对心脏瓣膜病患者,由于瓣膜狭窄或关闭不全造成的心脏内血流动力学障碍,LVEF 不能代表左室的真实收缩功能,此时虽然 LVEF 测值正常,实际左室有效排量是降低的。因此临床仅凭 LVEF 判断心脏瓣膜病患者的手术风险与收益存在不足,需要寻找更准确、敏感地反映心脏瓣膜病患者心功能的评价指标判断患者手术时机。

### (二)超声新技术

#### 1. 负荷超声心动图评估心脏瓣膜病患者左室功能

负荷超声心动图可用于评估伴有左室功能障碍患者的左室收缩储备和瓣膜狭窄的严重程度,包括多巴酚丁胺负荷超声心动图(dobutamine stress echocardiography, DSE)和运动负荷超声心动图。研究<sup>[10]</sup>发现由运动诱发临床症状和瓣膜病患者心功能的评估对临床预后有一定的预测作用,虽然已经接受运动试验对于无症状的严重主动脉瓣狭窄患者的风险分层和功能评估,但仍需更多的临床试验研究数据证实。周海霞<sup>[11]</sup>应用 DES 联合

二维斑点追踪技术评价心脏瓣膜病患者左室收缩储备功能及判断手术的可行性,结果表明 DSE 能够早期诊断左室收缩储备功能的下降,可用来评价手术是否可行及评估预后。Donal 等<sup>[12]</sup>研究表明在进行运动负荷试验的患者中应用左室整体纵向应变(GLS)能够准确评估左室收缩功能。

#### 2. 组织多普勒成像(tissue Doppler imaging, TDI)技术评估心脏瓣膜病患者左室功能

TDI 技术能够评价心室运动的收缩、舒张功能及同步性,其中二尖瓣环的组织多普勒运动速度是评价舒张功能的重要指标<sup>[13]</sup>。二尖瓣环运动速度不受前负荷的影响,与二尖瓣舒张期血流频谱相比,可有效鉴别舒张功能的假性正常化。由于心脏瓣膜病患者病变早期血流动力学的紊乱,导致舒张功能减低、心脏运动的不同步,而此时收缩功能尚处在正常范围,因此对心脏瓣膜病患者舒张功能及心脏同步性的评估十分重要。应用 TDI 技术记录二尖瓣环运动的多普勒频谱可以评估舒张功能,其频谱由收缩期的 Sa 峰、舒张早期的 Ea 峰及舒张晚期的 Aa 峰组成,当左室舒张功能正常时  $Ea > Aa$ ,当舒张功能减退时  $Ea < Aa$ ;随着舒张功能的减退, Ea 峰进一步减低, Aa 增大。然而,TDI 技术对于心室运动功能的评价具有角度依赖性,若存在二尖瓣病变,则瓣环运动不能真实反映收缩与舒张功能,需要通过寻找其他方法评估心脏的收缩与舒张功能。

#### 3. 斑点追踪成像技术评估心脏瓣膜病患者左室功能

斑点追踪成像技术是近年来不断发展并逐步应用于临床的超声心动图技术。二维斑点追踪成像(two-dimensional speckle tracking echocardiography, 2D-STE)技术基于二维斑点追踪原理,不受声束角度限制,通过准确追踪心肌运动的声信号,能对心肌纵向、径向、周向及心室扭转运动进行定量检测,获得心肌空间形变和实时运动计算的速度向量,不同节段心肌的收缩期峰值应变反映局部心肌收缩功能,将所有节段室壁收缩期峰值应变取平均值则反映左室整体收缩功能<sup>[14]</sup>,从而客观有效地评价心肌局部或整体的运动功能。分层应变技术较 2D-STE 技术更精确,其将心肌分为心内膜、中层及心外膜,可通过对心肌斑点信号的逐层追踪,量化各节段心肌的峰值速度、应变及应变率,从而更准确、有效地对心肌形变(纵向、周向)和左室扭转运动进行评价<sup>[15]</sup>。因此分层应变技术可以从整体、局部及分层应变多个层面对左室心功能进行评估,较 LVEF 更为精确,对于心脏瓣膜病患者术前早期心功能受损及术后心功能改善的评估具有较大的临床应用价值。

心脏瓣膜病患者在出现左室功能不全之前多存在隐匿性左室功能障碍,主要表现为常规测量左室功能的指标均显示正常且无明显临床症状<sup>[16]</sup>。鉴于此,近期一些学者建议将包括 2D-STE 的心肌形变成像技术应用于隐匿性左室功能障碍诊断中。在这些应变参数中, GLS 具有可行性高、重复性好的特点<sup>[17]</sup>,其测值稳定,与 LVEF 有良好的相关性<sup>[18]</sup>,能准确评估静息状态下左室心功能<sup>[19]</sup>,还能有效预测心脏瓣膜病患者术后左室功能的改善情况<sup>[20-21]</sup>。Dahl 等<sup>[22]</sup>对 125 例重度主动脉瓣狭窄且 LVEF>40%患者进行术前心功能评估,通过 4 年随访发现 GLS 测值偏

低的患者主要心脏不良事件发生率和心源性死亡率显著增加,同时 GLS 与心血管事件发生率和死亡率显著相关,表明术前 GLS 对术后心功能改善及随访较 LVEF 更重要。Lancellotti 等<sup>[23]</sup>发现在静息状态下左房容积、GLS 及 GLS 收缩峰值可作为术后左室功能不全(LVEF<50%)的预测指标,通过 ROC 曲线分析发现,GLS 收缩期峰值为-18.5%(敏感性 84.6%,特异性 76.5%)和运动诱发状态下的 GLS 变化为 1.9%(敏感性 92.3%,特异性 73.6%)均被认为预测术后左室功能不全的最佳截断值。Magne 等<sup>[24]</sup>研究显示运动诱发状态下 GLS 值增加 $\geq 2\%$ 时预测心血管事件风险能力提高了 2 倍,而 LVEF 值增加 4%对预测结果无影响,这种差异反映了 LVEF 具有负荷依赖性,使伴随二尖瓣反流严重程度的变化受到了较大影响。上述研究均表明 GLS 为左室收缩储备功能的评估提供更准确的信息,较 LVEF 更好地预测术后患者心功能<sup>[25]</sup>。

目前心肌层应变技术在心脏瓣膜病临床研究中的应用较少。Hyodo 等<sup>[26]</sup>根据超声心动图测得瓣口面积将 73 例主动脉瓣狭窄患者分为轻度、中度及重度狭窄组,结果发现各组整体和心外膜层径向应变差异较小,仅心内膜层与心外膜层径向应变比值随着疾病严重程度的上升明显下降,两个心肌层的径向应变比值与主动脉瓣狭窄程度呈显著独立相关( $P=0.001$ ),表明心内膜层和心外膜层径向应变可作为一项评价主动脉瓣狭窄患者左室功能的新方法。

三维斑点追踪成像技术(three-dimensional speckle tracking, 3D-STE)能够对心血管疾病获得更准确的诊断。与 2D-STE 相比,3D-STE 测量正常左室参数的空间分布更为均一,这与其能够测量所有空间方向上的心肌位移向量有关<sup>[27]</sup>,可以从心尖声窗的一个数据容积中分析整个左室的心肌功能,因此能够更全面、准确地分析心肌的功能,且其检查时间少于 2D-STE。3D-STE 对于心脏瓣膜病患者术前心功能评估、术后左室功能不全及心血管事件的预测具有重要价值。Casas-Rojo 等<sup>[28]</sup>研究发现,3D-STE 参数可作为无症状且 LVEF 正常的重度二尖瓣关闭不全手术患者相关心血管事件的预测因子,其三维斑点追踪的面积应变可有效评价左室功能,能够预测心力衰竭的发展。由此可见,3D-STE 在指导患者选择二尖瓣置换手术时机上具有重要的临床价值,尤其是对于早期无症状且射血分数正常的患者。

#### 4. 三维超声心动图评估心脏瓣膜病患者左室功能

实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)是近年发展起来的一项超声技术,可用于显示整个心室的立体三维结构,不受心脏几何形态假设影响,能够快速呈现左室内膜面与外膜面,分析不同节段左室容积与功能,获取更为准确的 LVEF,此外还能通过动态三维图像的重建了解心脏内血流的位置、时相、途径及范围等参数,定量反映心室形态结构与功能<sup>[29]</sup>。刘园园等<sup>[30]</sup>应用 RT-3DE 对 80 例主动脉瓣病变患者主动脉瓣置换术治疗前后左室形态结构及功能进行评估,结果表明主动脉瓣置换术可以逆转不同主动脉瓣病变患者左室重构,且术后不同时期应用 RT-3DE 获得的 LVEF 与左室心肌质量均有较高相关性,说明 RT-3DE 能够定量评价主动脉

瓣置换术后左室重构及逆转,对术后心功能的评价有重要价值。

#### 三、总结

综上所述,超声心动图是心脏瓣膜病诊断和治疗的主要影像学检查方法,随着超声新技术的发展,RT-3DE、STE 技术尤其是分层应变技术可无创、定量评价左室心肌局部和整体功能,较以往的超声检查能更准确地评价心肌运动功能,早期诊断无症状心脏瓣膜病患者的心肌受损程度,并对具有严重症状的患者进行手术风险评估和危险分层,对于瓣膜置换手术的术后生存率及心血管事件的发生均有重要的预测价值。

#### 参考文献

- [1] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, 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]. J Am Coll Cardiol, 2014, 63(22): 2438-2488.
- [2] Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): the Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2012, 42(4): 1-44.
- [3] 张伯尧, 徐志云. 凋亡微环境促瓣膜间质细胞钙化的机制 [J]. 国际心血管病杂志, 2013, 40(1): 41-43.
- [4] 郭文波, 徐会圃, 刘长梅, 等. 脂蛋白相关磷脂酶 A2、脂蛋白(a)活性水平与退行性心脏瓣膜病的相关性 [J]. 临床心血管病杂志, 2016, 32(4): 359-363.
- [5] Parikh R, Goodman AL, Barr T, et al. Outcomes of surgical aortic valve replacement for severe aortic stenosis: Incorporation of left ventricular systolic function and stroke volume index [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 149(6): 1558-1566.
- [6] de Gevigney G, Groupe de travail sur les valvulopathies de la Societe francaise de cardiologie. The best of valvular heart disease in 2006 [J]. Arch Mal Coeur Vaiss, 2007, 100(1): 19-28.
- [7] Henri C. Exercise testing and stress imaging in valvular heart disease [J]. Can J Cardiol, 2014, 30(9): 1012-1026.
- [8] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2015, 16(3): 233-270.
- [9] 林琳, 李俊, 龚青, 等. BNP 与老年心力衰竭患者 LVEF、心功能分级及预后相关性研究 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2014, 6(4): 464-466.
- [10] Lancellotti P, Lebois F, Simon M, et al. Prognostic importance of quantitative exercise Doppler echocardiography in asymptomatic valvular aortic stenosis [J]. Circulation, 2005, 112(9): 377-382.
- [11] 周海霞. 多巴酚丁胺负荷试验评估心脏瓣膜病左室功能不全患者手术的可行性 [D]. 长春: 吉林大学, 2016.

- [12] Donal E, Thebault C, O'Connor K, et al. Impact of aortic stenosis on longitudinal myocardial deformation during exercise [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2011, 12(3):235-241.
- [13] Appleton CP, Jensen JL, Hatle LK, et al. Doppler evaluation of left and right ventricular diastolic function: a technical guide for obtaining optimal flow velocity recordings [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 1997, 10(3):271-291.
- [14] Abduch MC, Alencar AM, Mathias W Jr, et al. Cardiac mechanics evaluated by speckle tracking echocardiography [J]. *Arq Bras Cardiol*, 2014, 102(4):403-412.
- [15] Bachner-Hinezon N, Ertracht O, Malka A, et al. Layer-specific strain analysis: investigation of regional deformations in a rat model of acute versus chronic myocardial infarction [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2012, 303(5):549-558.
- [16] Weidemann F, Jamal F, Sutherland GR, et al. Myocardial function defined by strain rate and strain during alterations in inotropic states and heart rate [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2002, 283(2):792-799.
- [17] Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popović ZB, et al. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(2):185-191.
- [18] Amundsen BH, Helle-Valle T, Edvardsen T, et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(4):789-793.
- [19] Mignot A, Donal E, Zaroui A, et al. Global longitudinal strain as a major predictor of cardiac events in patients with depressed left ventricular function: a multicenter study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(10):1019-1024.
- [20] Di Salvo G, Rea A, Mormile A, et al. Usefulness of bidimensional strain imaging for predicting outcome in asymptomatic patients aged  $\leq 16$  years with isolated moderate to severe aortic regurgitation [J]. *Am J Cardiol*, 2012, 110(7):1051-1055.
- [21] Witkowski TG, Thomas JD, Debonnaire PJ, et al. Global longitudinal strain predicts left ventricular dysfunction after mitral valve repair [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2013, 14(1):69-76.
- [22] Dahl JS, Videbæk L, Poulsen MK, et al. Global strain in severe aortic valve stenosis: relation to clinical outcome after aortic valve replacement [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(5):613-620.
- [23] Lancellotti P, Cosyns B, Zacharakis D, et al. Importance of left ventricular longitudinal function and functional reserve in patients with degenerative mitral regurgitation: assessment by two-dimensional speckle tracking [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2008, 21(12):1331-1336.
- [24] Magne J, Mahjoub H, Dulgheru R, et al. Left ventricular contractile reserve in asymptomatic primary regurgitation [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(24):1608-1616.
- [25] Mascle S, Schnell F, Thebault C, et al. Predictive value of global longitudinal strain in a surgical population of organic mitral regurgitation [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012, 25(7):766-772.
- [26] Hyodo E, Arai K, Koczo A, et al. Alteration in subendocardial and subepicardial myocardial strain in patients with aortic valve stenosis: an early marker of left ventricular dysfunction [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012, 25(2):153-159.
- [27] Maffessanti F, Nesser HJ, Weinert L, et al. Quantitative evaluation of regional left ventricular function using three-dimensional speckle tracking echocardiography in patients with and without heart disease [J]. *Am J Cardiol*, 2009, 104(12):1755-1762.
- [28] Casas-Rojo E, Fernández-Golfín C, Moya-Mur JL, et al. Area strain from 3D speckle-tracking echocardiography as an independent predictor of early symptoms or ventricular dysfunction in asymptomatic severe mitral regurgitation with preserved ejection fraction [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2016, 32(8):1189-1198.
- [29] Hahn R. Recent advances in echocardiography for valvular heart disease [J]. *F1000Res*, 2015, 4(F1000 Faculty Rev):914.
- [30] 刘园园, 张连仲, 刘琳, 等. 实时三维超声心动图评价主动脉瓣患者手术前后左心室重构与功能 [J]. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(3):226-230.

(收稿日期: 2017-03-05)

## 超声及影像学专业常用术语中英文对照

CDFI (color Doppler flow imaging) —— 彩色多普勒血流成像  
 CT (computed tomography) —— 计算机断层成像  
 CTA —— CT 血管造影  
 PET (positron emission tomography) —— 正电子发射计算机断层显像  
 DSA (digital subtraction angiography) —— 数字减影血管造影技术  
 MRI (magnetic resonance imaging) —— 磁共振成像  
 MRA (magnetic resonance angiography) —— 磁共振血管造影  
 今后本刊将在文中直接使用以上专业术语的英文缩写, 不再注明英文全称。

临床超声医学杂志编辑部