

◆ 综述

Research progresses of echocardiography in evaluation on volume and function of left atrium

ZHOU Hong, WANG Wugang, WANG Zhibin*

(Department of Echocardiography, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266001, China)

[Abstract] Many diseases can affect the structure and function of left atrium. Echocardiography can estimate left atrial volume and function noninvasively, providing quantitative indexes for diagnosis, treatment and prognosis of some diseases. The ellipsoid model or Simpson's rule based on 2D echocardiography can measure the left atrial volume in different functional phases and evaluate the corresponding left atrial function. New techniques, such as speckle tracking echocardiography, real-time three-dimensional echocardiography and velocity vector imaging, can better reflect the function of left atrium. The research progresses of echocardiography in evaluation on left atrial volume and function were reviewed in this article.

[Keywords] atrial function, left; atrial volume; echocardiography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201903056

超声心动图评价左心房容积与功能研究进展

周 红, 王吴刚, 王志斌*

(青岛大学附属医院心脏超声科, 山东 青岛 266001)

[摘要] 多种疾病可对左心房结构和功能造成影响。超声心动图可无创评价左心房容积和功能, 并提供多个定量指标对疾病进行诊断和评估预后。基于二维超声心动图的椭圆体模型法和辛普森法可以测量不同功能时相左心房的容积, 评估左心房功能。斑点追踪、实时三维超声心动图和速度向量成像等新技术可以更加全面地反映左心房功能。本文对超声心动图评价左心房容积和功能的研究进展进行综述。

[关键词] 心房功能, 左; 心房容积; 超声心动描记术

[中图分类号] R33; R540.45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)09-1418-04

近年来, 左心房容积测定和功能评估逐渐成为心血管领域的研究热点, 可为临床提供重要病理生理信息, 评估心血管疾病风险, 为疾病的诊断、治疗及预后评估提供可靠依据。超声心动图采用椭圆体模型法和辛普森法测定左心房容积, 以斑点追踪技术(speckle tracking echocardiography, STE)、实时三维超声心动图(real time 3 dimensional echocardiography, RT-3DE)及速度向量成像(velocity vector imaging, VVI)

等评估左心房功能, 可以反映不同疾病状态下左心房的容积, 为疾病的诊断和预后评估提供帮助。本文对超声心动图评估左心房容积和功能的研究进展进行综述。

1 左心房功能概述

左心房功能主要包括 3 个方面, 即助力泵功能、贮血池功能和管道功能, 使来自肺静脉的血液经左心房流入左心室。贮血池功能是指在心室等容收缩期、射

[第一作者] 周红(1993—), 女, 山东德州人, 在读硕士。研究方向: 心脏超声诊断学。E-mail: zhouhong4014@163.com

[通信作者] 王志斌, 青岛大学附属医院心脏超声科, 266001。E-mail: m17561928820@163.com

[收稿日期] 2019-03-09 **[修回日期]** 2019-06-27

血期及等容舒张期,来自肺静脉的血液充盈进入左心房进行储存。管道功能是指二尖瓣口开放后,心室舒张早期,左心房内的血液在心房与心室间压力阶差的作用下充填进入左心室,同时,左心房作为连接肺静脉与左心室的管道将来自肺静脉的血液引入左心室;而后左心房收缩进入短暂平台期,再后,左心房主动收缩,将其内血液泵入左心室,此即左心房的助力泵功能^[1]。

2 测量左心房容积

测量左心房容积能较测量径线更加准确地反映左心房大小,从而更加准确地评价左心房的非对称性重构。目前美国和欧洲超声心动图学会共同推荐 2 种测量左心房容积方法,即基于二维超声心动图的椭圆体模型法和辛普森法^[2]。椭圆体模型法假定左心房是扁长的椭圆体,按照公式椭圆体容积 = $4\pi/3 (L/2) (D_1/2) (D_2/2)$ 计算椭圆体容积, D_1 和 D_2 是相互正交的 2 个短轴的径线, L 为椭圆体的长轴径线。计算左心房容积时,将心尖四腔心切面左心房长径作为 L ,胸骨旁长轴切面左心房前后径作为 D_1 ,胸骨旁短轴切面左心房内外侧横径作为 D_2 。辛普森法与左心室容量测量方法相似,原理为将容量较大的物体平行切割成多个形状相似的较小的薄片,计算所有薄片的容量和。测量左心房容积时,将左心房划分成多层椭圆形切面,高度为 h ,正交短轴和长轴径线为 D_1 和 D_2 ,将各个切面体积相加,即得到左心房容积,左心房容积 = $\pi/4 (h) \sum (D_1) (D_2)$ 。超声心动图测定左心房容积与 CT、MRI 测量结果具有很好的相关性,但易出现低估^[2]。

3 测定左心房功能

3.1 STE 应变指节段性心肌长度的变化分数,以心肌长度的变化值占心肌原长度的百分数来表示,代表心肌形变。应变率指心肌发生形变的速度,即单位时间内的应变^[3-4]。二维声像图中的小像素,即自然的声学斑点与组织的运动同步,2D-STE 在二维超声图像的基础上划定 ROI,逐帧追踪 ROI 内的心肌声学斑点的运动,记录各心肌节段的运动轨迹,可计算其运动速度、应变及应变率,从而分析心肌的运动。在左心房的贮血池功能相,左心房充盈并伸展,左心房应变曲线逐渐上升,至左心房充盈末即二尖瓣开放前达顶峰;随后二尖瓣开放,左心房被动排空,应变曲线方向反转,应变减低至平台期,即心休息期;再后,左心房主动收缩,应变曲线出现第 2 个折点,并降至最小值。左心房总体长轴应变或称左心室收缩期左心房应变,应于贮血池功能相末测量;左心房总体收缩应变或称左心室舒

张晚期左心房应变于心电图 P 波出现时测量,对应左心房的主动收缩^[5]。2D-STE 可以较为准确地反映左心房形变,在定量分析左心房功能方面具有可行性,且重复性好^[4]。2D-STE 的局限性在于其结果多依赖于较高的图像质量和帧频,并受心房壁描记误差的干扰^[6]。

3D-STE 在实时超声心动图和 2D-STE 的基础上发展而来,可获取心脏全容积成像,根据心肌斑点回声运动信号,对心肌组织位移、速度、应变及应变率进行定量分析,并可细化测定左心房圆周、长轴、面积等不同角度的应变,从三维立体空间角度对心肌节段的形变进行评估,无角度依赖性,具有较高临床应用价值及科研价值。

3.2 RT-3DE RT-3DE 通过描记左心房心内膜边界重建左心房图像,以获得左心房时间-容积曲线,通过描述心动周期内不同时相左心房容积的动态变化来反映左心房功能^[7]。

3.3 VVI VVI 是将斑点追踪和心内膜边界描记结合起来的新技术,以人工描记某一帧图像上的心内膜边界作为 ROI,并产生速度向量图像,随着心动周期内心肌的伸长和缩短,通过 ROI 内心内膜像素斑点的位移及形变速度,自动计算出应变和应变率,并可获得时间-心肌运动和容积的定量数据。同二维超声心动图相比,VVI 测量时间减少了 62%,且 VVI 时间-容积曲线测定的左心房容积与以常规方法测得的结果具有良好相关性^[8]。

4 左心房容积和功能在不同病理状态下的临床意义

4.1 高血压 高血压患者左心房功能障碍的病理生理改变归因于左心室舒张期左心房压力缓慢上升,使其贮血池和管道功能减低。Hennawy 等^[9]发现,即使在左心房容积仍然正常的情况下,利用 3D-STE 可以发现高血压患者早期左心房功能异常,如左心房总体射血分数、左心房膨胀指数和左心房长轴峰值应变降低。Tadic 等^[10]利用容积法和 STE 测定不同时相左心房功能,发现隐匿性高血压和持续性高血压患者左心房贮血池功能均低于血压正常组,提示从血压正常到持续性高血压,左心房管道功能逐渐降低,而助力泵功能逐渐增加。

4.2 糖尿病 糖尿病常与心血管疾病并存,与左心房结构和功能改变有着紧密联系。Kadappu 等^[11]研究证实,排除高血压和左心室舒张功能减低的影响,糖尿病患者左心房容积较对照组增大;2D-STE 测得糖尿病患者左心房总体应变明显减低,且随着左心室舒张

功能减低程度加重,左心房应变无明显改变,提示糖尿病是左心房功能的独立影响因素。Zoppini 等^[12]研究表明,在左心室收缩功能正常的 2 型糖尿病患者中,左心房容积指数增加与糖尿病病程呈强相关。应用 3D-STE 测量 1 型糖尿病年轻患者的左心房容积和应变参数,与正常对照组比较,发现存在左心房功能改变,表明 1 型糖尿病患者左心房重构出现在其他心血管事件之前^[13]。在一项对 121 例 2 型糖尿病患者的研究^[14]中,与舒张功能正常患者相比,VVI 测得轻到中度左心室舒张功能减低的 2 型糖尿病患者左心房应变受损。

4.3 心房颤动(简称房颤) 房颤是临床最常见的心律失常类型之一,左心房重构和功能障碍与房颤有关。房颤患者中,左心房贮血池功能相和管道功能相的应变和应变率均降低,助力泵功能相的应变及应变率减低或缺失,其原因在于左心房的电兴奋传导通路被阻断,左心房机制出现异常^[15]。Yoon 等^[15]研究表明左心房收缩期应变减低是阵发性房颤向持续性房颤发展的最强的独立预测因素。还有研究^[16]证明,应变参数是房颤电复律或消融后复发的独立预测因素。Hongning 等^[17]认为在左心室收缩功能正常、左心房正常或轻度扩大的房颤患者中,应用 RT-3DE 测得的左心房舒张末至收缩末时间标准差是预测射频消融后房颤复发的有价值的因素。

4.4 心力衰竭(简称心衰) 评估左心房功能对于心衰患者同样重要。Gopal 等^[18]观察射血分数中到重度减低患者,发现年龄较小、舒张功能减低程度较轻以及接受心衰治疗等因素与左心房容积指数正常呈独立相关,左心室收缩和舒张功能提高与左心房容积指数减低有关。Anwar 等^[19]通过一项 RT-3DE 研究证实,在心房收缩功能减低晚期,Frank-Starling 定律不再适用。

4.5 慢性肾病 研究^[20]表明,二维和三维超声心动图测定的左心房容积指数是慢性肾病患者未来发生心血管事件的有力预测因素,且三维超声心动图测定的左心房最小容积指数较最大容积指数预测预后具有更高价值。Hee 等^[21]发现左心房容积指数在慢性肾病组中显著增加,同样证明了其在心血管事件方面的价值。Kadappu 等^[22]报道,在慢性肾病早期患者中,相较于传统超声心动图参数和左心室应变,左心房应变和容积指数是更加敏感的指标,可以用来预测慢性肾病 3 期患者的心肌损害。慢性肾病患者左心房改变可能继发于肾素-血管紧张素-醛固酮系统兴奋性增加所

致心肌纤维化。一项大样本研究^[23]结果显示,慢性肾病组左心房长轴峰值应变和左心房应变率明显降低,且在左心房容积出现改变之前,左心房应变参数即出现改变,表明左心房应变是心肌受累的敏感指标。

4.6 心脏瓣膜病 在心脏瓣膜病中,左心房应变和应变率也是不良事件的预测因素^[24]。二尖瓣狭窄患者,即便其无症状,左心房收缩应变受损也可预测房颤和其他心血管事件的发生和发展^[24]。一项对 101 名风湿性二尖瓣狭窄患者的 3 年随访研究^[24]显示,无论左心房大小、患者年龄和二尖瓣口面积情况如何,左心房收缩应变的减低程度与心血管结局不良程度相关,左心房收缩应变是新发房颤的有力预测因素。

在主动脉瓣狭窄患者中,左心房扩大和功能失常对预后具有不利影响。O'Connor 等^[25-26]研究表明,主动脉瓣置换术后患者左心房收缩应变与左心房重构密切相关。与二尖瓣疾患类似,左心房收缩应变对于主动脉瓣狭窄患者不良结局亦具有预测价值。通过观察 128 例重度主动脉瓣狭窄患者,Galli 等^[27]提出左心房收缩应变减低与病死率增加、心衰恶化以及心血管疾病住院率增加有关。

5 小结

左心房容积和功能在多种疾病中具有重要临床价值,并可推测疾病的预后。超声心动图以其无创性、灵活性而广泛用于判断左心房容积和功能。常规超声测量指标,如左心房直径、左心房容积可以反映左心房不同功能状态,应变、应变率等指标可以在左心房大小出现明显改变之前反映左心房心肌重构和功能改变,对不同疾病的心血管事件具有独立预测价值。

[参考文献]

- [1] Triposkiadis F, Pieske B, Butler J, et al. Global left atrial failure in heart failure. *Eur J Heart Fail*, 2016,18(11):1307-1320.
- [2] Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: A report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005,18(12):1440-1463.
- [3] Yuda S, Muranaka A, Miura T. Clinical implications of left atrial function assessed by speckle tracking echocardiography. *J Echocardiogr*, 2016,14(3):104-112.
- [4] 张静秋,倪锐志. 超声心动图评价高血压病左心房功能改变的研究进展. *医学综述*, 2010,16(7):1105-1107.

- [5] Gan GCH, Ferkh A, Boyd A, et al. Left atrial function: Evaluation by strain analysis. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2018, 8(1):29-46.
- [6] Cameli M, Mandoli GE, Loiacono F, et al. Left atrial strain: A new parameter for assessment of left ventricular filling pressure. *Heart Fail Rev*, 2016, 21(1):65-76.
- [7] 郑小艳, 顾鹏. 超声心动图评价左心房大小及功能的研究进展. *川北医学院学报*, 2015, 30(1):124-127.
- [8] Valocik G, Druzbacka L, Valocikova I, et al. Velocity vector imaging to quantify left atrial function. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2010, 26(6):641-649.
- [9] Hennawy B, El Kilany W, Galal H, et al. Role of speckle tracking echocardiography in detecting early left atrial dysfunction in hypertensive patients. *Egypt Heart J*, 2018, 70(3):217-223.
- [10] Tadic M, Cuspidi C, Radojkovic J, et al. Masked hypertension and left atrial dysfunction: A hidden association. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2017, 19(3):305-311.
- [11] Kadappu KK, Boyd A, Eshoo S, et al. Changes in left atrial volume in diabetes mellitus: More than diastolic dysfunction? *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2012, 13(12):1016-1023.
- [12] Zoppini G, Bonapace S, Bergamini C, et al. Evidence of left atrial remodeling and left ventricular diastolic dysfunction in type 2 diabetes mellitus with preserved systolic function. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2016, 26(11):1026-1032.
- [13] Nemes A, Piros GA, Lengyel C, et al. Complex evaluation of left atrial dysfunction in patients with type 1 diabetes mellitus by three-dimensional speckle tracking echocardiography: Results from the MAGYAR-Path Study. *Anatol J Cardiol*, 2016, 16(8):587-593.
- [14] Jarnert C, Melcher A, Caidahl K, et al. Left atrial velocity vector imaging for the detection and quantification of left ventricular diastolic function in type 2 diabetes. *Eur J Heart Fail*, 2008, 10(11):1080-1087.
- [15] Yoon YE, Oh IY, Kim SA, et al. Echocardiographic predictors of progression to persistent or permanent atrial fibrillation in patients with paroxysmal atrial fibrillation (E6P study). *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(6):709-717.
- [16] Schneider C, Malisius R, Krause K, et al. Strain rate imaging for functional quantification of the left atrium: Atrial deformation predicts the maintenance of sinus rhythm after catheter ablation of atrial fibrillation. *Eur Heart J*, 2008, 29(11):1397-1409.
- [17] Hongning Y, Ruiqin X, Jing W, et al. Assessment of left atrial function and dyssynchrony by real time three-dimensional echocardiography predicts recurrence of paroxysmal atrial fibrillation after radiofrequency ablation. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2018, 22(10):3151-3159.
- [18] Gopal D, Wang J, Han Y. Determinants of normal left atrial volume in heart failure with moderate-to-severely reduced ejection fraction. *Cardiol Res Pract*, 2018, 2018:7512758.
- [19] Anwar AM, Geleijnse ML, Soliman OI, et al. Left atrial Frank-Starling law assessed by real-time, three-dimensional echocardiographic left atrial volume changes. *Heart*, 2007, 93(11):1393-1397.
- [20] Wu VC, Takeuchi M, Kuwaki H, et al. Prognostic value of LA volumes assessed by transthoracic 3D echocardiography: Comparison with 2D echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(10):1025-1035.
- [21] Hee L, Nguyen T, Whatmough M, et al. Left atrial volume and adverse cardiovascular outcomes in unselected patients with and without CKD. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2014, 9(8):1369-1376.
- [22] Kadappu KK, Abhayaratna K, Boyd A, et al. Independent echocardiographic markers of cardiovascular involvement in chronic kidney disease: The value of left atrial function and volume. *J Am Soc Echocardiogr*, 2016, 29(4):359-367.
- [23] Kadappu KK, Kuncoro AS, Hee L, et al. Chronic kidney disease is independently associated with alterations in left atrial function. *Echocardiography*, 2014, 31(8):956-964.
- [24] Ancona R, Pinto SC, Caso P, et al. Two-dimensional atrial systolic strain imaging predicts atrial fibrillation at 4-year follow-up in asymptomatic rheumatic mitral stenosis. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(3):270-277.
- [25] O'Connor K, Magne J, Rosca M, et al. Impact of aortic valve stenosis on left atrial phasic function. *Am J Cardiol*, 2010, 106(8):1157-1162.
- [26] Lisi M, Henein MY, Cameli M, et al. Severity of aortic stenosis predicts early post-operative normalization of left atrial size and function detected by myocardial strain. *Int J Cardiol*, 2013, 167(4):1450-1455.
- [27] Galli E, Fournet M, Chabanne C, et al. Prognostic value of left atrial reservoir function in patients with severe aortic stenosis: A 2D speckle-tracking echocardiographic study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17(5):533-541.