

实时三维超声及二维斑点追踪显像对冠心病合并心房颤动患者左房功能的评价

张萌¹ 高林¹ 王艺儒¹ 姚松辰¹ 贾悦坤¹

[摘要] **目的:**探讨实时三维超声心动图(RT-3DE)及二维斑点追踪显像(2D-STI)在评价冠心病合并心房颤动(房颤)患者左房功能中的应用价值。**方法:**选取30例冠心病合并房颤患者为CAD-AF组,30例冠心病窦性心律患者为CAD-SR组,30例体检正常的健康志愿者作为对照组,行常规二维及多普勒超声测量左房前后径(LAD),二尖瓣口峰值血流速度(E/A),组织多普勒测量二尖瓣后叶瓣环峰值运动速度(ϵ/a),应用RT-3DE计算左房最大容积指数(LAVI_{max})、左房最小容积指数(LAVI_{min})、左房收缩前容积指数(LAVI_p)、左房总射血分数(LATEF)、左房扩张指数(LAED)、左房被动射血分数(LAPEF)、左房主动射血分数(LAAEF);应用2D-STI检查,获得左房整体应变-时间曲线,测量左室收缩期、左室舒张早期、左室舒张晚期的左房平均峰值应变(mSs、mSe、mSa)及应变率(mSRs、mSRe、mSRa),并计算左房僵硬指数(LASI)。**结果:**与对照组相比,①CAD-SR组、CAD-AF组的LAD增大,CAD-AF组E/ ϵ 速度较对照组及CAD-SR组均有增加(均 $P<0.05$);②与对照组相比,CAD-SR组、CAD-AF组的LAVI_{max}、LAVI_{min}增大,LATEF、LAEI减小;CAD-SR组LAPEF较对照组减低(均 $P<0.05$);③与对照组相比,CAD-SR组与CAD-AF组mSs、mSe、mSRs、mSRe减低,LASI增加(均 $P<0.05$),CAD-AF组mSa、mSRa消失;④LASI与LAVI_{max}、LAVI_{min}呈显著正相关,与mSs、mSe、mSRs、mSRe、LATEE、LAEI呈显著负相关(均 $P<0.05$)。**结论:**RT-3DE及2D-STI可以综合反映冠心病合并房颤患者左房功能的改变。

[关键词] 心房颤动;冠状动脉粥样硬化;二维斑点追踪;实时三维超声

doi:10.13201/j.issn.1001-1439.2019.03.010

[中图分类号] R541.7 [文献标志码] A

Evaluation of left atrial function in patients with coronary artery disease associated with atrial fibrillation by real-time three-dimensional echocardiography and two-dimensional speckle tracking imaging

ZHANG Meng GAO Lin WANG Yiru YAO Songchen JIA Yuekun

(Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian, Liaoning, 116023, China)

Corresponding author: GAO Lin, E-mail: gl_2000@126.com

Abstract Objective: To explore the application of real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) and two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI) in the evaluation of left atrial (LA) function in patients with coronary artery disease (CAD) associated with atrial fibrillation (CAD-AF). **Method:** We selected 30 patients with CAD-AF, 30 patients of CAD with sinus rhythm (CAD-SR) as case group, 30 volunteers of normal physical examination as control group. Standard two-dimensional and doppler ultrasound were used to measure LA diameter (LAD) and peak blood flow velocity of mitral valve (E/A). Pulsed tissue doppler was used to measure peak velocity of mitral valve (ϵ/a). RT-3DE was used to calculate the maximum LA volume index (LAVI_{max}), the minimum LA volume index (LAVI_{min}), the pre-systolic LA ejection index (LAVI_p), the total LA ejection fraction (LATEF), the LA expansion index (LAED), the LA passive ejection fraction (LAPEF) and the LA active ejection fraction (LAAEF). 2D-STI was used to measure the mean peak strain (mSs, mSe, mSa) and strain rate (mSRs, mSRe, mSRa) of LA and LA stiffness index (LASI) was calculated. **Result:** ① Compared with control group, LAD was increased in CAD-SR group and CAD-AF group, and E and ϵ velocity was increased in CAD-AF group compared with control group and CAD-SR group (all $P<0.05$). ② Compared with control group, both CAD-SR group and CAD-AF group showed increased LAVI_{max} and LAVI_{min} and decreased LATEF and LAEI. Besides, LAPEF was decreased in the CAD-SR group compared to the control group (all $P<0.05$). ③ Compared with control group, both CAD-SR group and CAD-AF group showed decreased mSs, mSRs, mSRe and increased LASI (all $P<0.05$). Interestingly, mSa and mSRa disappeared in the CAD-AF group. ④ LASI had a significant positive correlation with LAVI_{max} and LAVI_{min}, and a significant negative correlation with mSs, mSe, mSRs, mSRe, LATEE and

¹大连医科大学附属第二医院超声科(辽宁大连, 116023)
通信作者:高林, E-mail: gl_2000@126.com

LAEI (all $P < 0.05$). **Conclusion:** RT-3DE and 2D-STI can reflect the changes of left atrial function in patients with coronary artery disease associated with atrial fibrillation.

Key words atrial fibrillation; coronary artery disease; two-dimensional speckle tracking imaging; real-time three-dimensional echocardiography

冠心病(coronary atrial disease, CAD)是临床最常见的心血管疾病,心房颤动(atrial fibrillation, AF)是较常见的心律失常类型。性别、年龄、吸烟、糖尿病、高血压等均是CAD和AF发病的共同危险因素^[1]。当CAD引发AF时,不仅影响急性心肌缺血的预后,导致不良心血管事件的发生,增加总病死率^[2],且易导致血流动力学紊乱、心力衰竭、血栓栓塞、术后脑卒中的发生率升高并发症^[3]。因此,正确的评估CAD合并AF患者左房的结构和功能,对于评估患者的病情、观察疗效以及判断预后具有重要意义。本研究旨在应用实时三维超声(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)及二维斑点追踪显像(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)评价CAD合并AF患者的左房功能。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2016-12—2018-03经本院心内科诊断为CAD合并AF的患者30例(CAD-AF组),其中男23例,女7例;平均年龄(71.2±5.6)岁,CAD病史平均(8.9±3.6)年,AF病史平均(9.8±4.2)个月。CAD窦性心律患者30例(CAD-SR组),其中男21例,女9例;平均年龄(70.5±8.4)岁,CAD病史平均(6.7±2.5)年。另将同一时间段在本院接受健康体检的志愿者30例设为对照组,其中男17例,女13例;平均年龄(69.7±7.5)岁。除外心脏病、肺心病、高血压、糖尿病、甲亢及其他心脏疾病或对心脏有影响的疾病,左室射血分数(LVEF)均>50%。

1.2 仪器与方法

1.2.1 测量仪器 采用Philips Epic 7c超声诊断仪,配备X5-1探头,频率为1~5 Mhz,并配有QLAB工作站。

1.2.2 图像采集 嘱患者取左侧卧位,平静呼吸,连接同步心电图,采集连续5个心动周期左室长轴、心尖四腔心、心尖两腔心切面的动态图像,并于左室长轴测量左房前后径(LAD),于心尖四腔切面采集二尖瓣口峰值血流速度(E/A)及组织多普勒二尖瓣后叶瓣环峰值运动速度(e'/a'),启动“全容积成像”模式,嘱患者平静呼吸末屏气,获取5个心动周期图像。

1.2.3 图像分析 ①RT-3DE分析:使用“全容积成像”的图像,于QLAB工作站进入3DQAdvance模式,在收缩末期于心尖四腔及两腔切面二尖瓣环水平的房间隔及侧壁上,和心尖两腔切面的房顶处

描记参考点,自动得出时间-左房容积曲线。测量各时相左房容积并经体表面积标准化为左房容积指数,于二尖瓣开放前即刻测量左房最大容积指数(LAVImax)、舒张末期测量左房最小容积指数(LAVImin),P波前测量左房收缩前容积指数(LAVIp),并计算左房总射血分数(LATEF)、左房扩张指数(LAEI)、左房被动射血分数(LAPEF)、左房主动射血分数(LAAEF),计算公式为:LATEF=(LAVmax-LAVmin)/LAVmax×100%,LAEI=(LAVmax-LAVmin)/LAVmin×100%,LAPEF=(LAVmax-LAVp)/LAVmax×100%,LAAEF=(LAVp-LAVmin)/LAVp×100%。
②2D-STI图像分析:由QLAB工作站进入aCMQ模式,将取样点分别置于心尖四腔心、心尖两腔心图像中二尖瓣环房间隔侧、二尖瓣环左房侧壁、左房顶,自动分析出左房应变及应变率曲线,于左心室收缩期、左心室舒张早期、左心室舒张晚期测量左房整体峰值应变(Ss、Se、Sa)及峰值应变率(SRs、SRe、SRa),分别计算左房平均峰值应变及应变率(mSs、mSe、mSa、mSRs、mSRe、mSRa),比较其绝对值,并计算左房僵硬度(LASI=E/e'/mSs)。所有参数均测量5次取平均值。

1.3 统计学处理

采用SPSS 22.0统计学软件处理数据。所有计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。3组间参数的比较,采用单因素方差分析,两组间比较采用独立样本t检验。左房僵硬度与左房功能性参数的相关性采用Spearman相关分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料的比较

3组患者年龄、性别、体表面积差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 常规超声参数的比较

与对照组相比,CAD-SR组和CAD-AF组的LAD均增大,其中CAD-AF组改变更加显著,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$);CAD-AF组E、e'速度较对照组和CAD-SR组增加,差异有统计学意义($P < 0.05$),对照组和CAD-SR组之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。3组间E/e'差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

2.3 RT-3DE参数的比较

与对照组相比,CAD-SR组、CAD-AF组LAVImax、LAVImin增大,LATEF、LAEI减小,

表 1 3组基本资料的比较

组别	年龄/岁	性别 /男:女	体表面积 /cm ²	CAD持续 时间/年	AF持续 时间/月	心率 /(次·min ⁻¹)	收缩压 /mmHg	舒张压 /mmHg
对照组	69.7±7.5	17:13	1.78±0.15	—	—	73±12	112±12	74±8
CAD-SR组	70.5±8.4	21:9	1.85±0.05	6.7±2.5	—	62±9	114±13	75±6
CAD-AF组	71.2±5.6	23:7	1.81±0.14	8.9±3.6	9.8±4.2	70±16	115±10	75±10

1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 3组常规超声测量参数的比较

组别	LAD/mm	E/(cm·s ⁻¹)	e'/(cm·s ⁻¹)	E/e'	LVEF/%
对照组	31.6±4.54	69.0±18.0	9.90±2.61	7.46±3.06	63.8±3.5
CAD-SR组	37.3±4.47 ¹⁾	73.9±12.24 ¹⁾	9.56±1.39 ¹⁾	7.98±2.08	62.9±4.2
CAD-AF组	41.3±2.8 ¹⁾²⁾	93.0±9.49 ¹⁾²⁾	11.7±1.56 ¹⁾²⁾	8.0±1.19	61.3±3.6

与对照组比较,¹⁾P<0.05;与CAD-SR组比较,²⁾P<0.05。

其中CAD-AF组的改变更加显著,差异有统计学意义(P<0.05),CAD-SR组的LAPEF较对照组减低,差异有统计学意义(P<0.05)。见图1、表3。

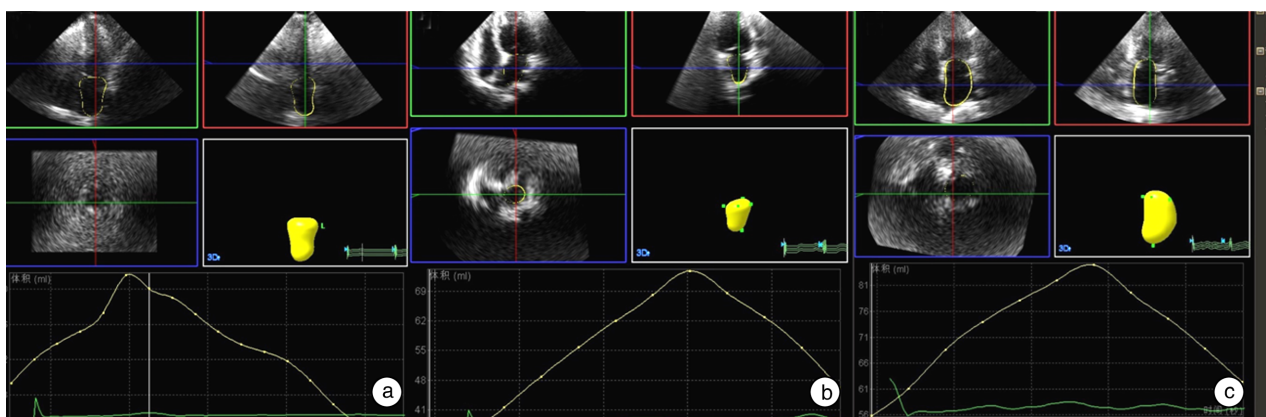
2.4 2D-STI参数及LASI的比较

与对照组相比,CAD-SR组与CAD-AF组的mSs、mSe、mSRs、mSRe减低,LASI增加,其中CAD-AF组改变更加显著,差异有统计学意义(P<0.05),CAD-AF组的mSa、mSRa消失,CAD-SR

组与对照组相比,mSa、mSRa差异无统计学意义(P>0.05)。见图2、表4。

2.5 LASI与左房功能参数的比较

3组LASI与左房功能参数比较,LASI与LAVI_{max}、LAVI_{min}呈显著正相关(P<0.01),与mSs、mSe、mSRe、mSRs、LATEE、LAEI呈显著负相关(P<0.01),与LAAEF呈负相关(P<0.05),与mSa、mSRa、LAPEF无明显相关性(P>0.05)。



a:对照组;b:CAD-SR组;c:CAD-AF组。

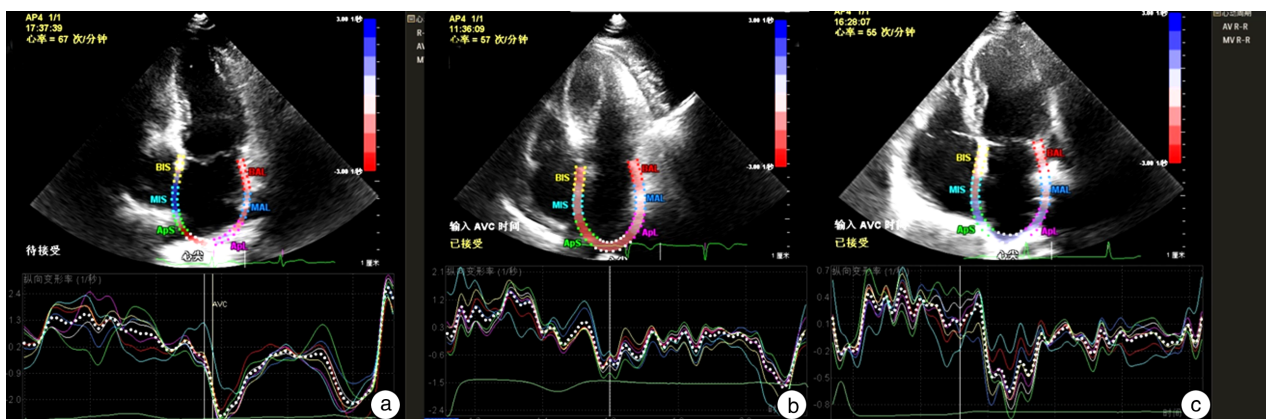
图 1 RT-3DE左房容积曲线

Figure 1 RT-3DE LA volume curves

表 3 3组RT-3DE超声测量参数的比较

组别	LAVI _{max} /(ml·m ⁻²)	LAVI _{min} /(ml·m ⁻²)	LAVI _p /(ml·m ⁻²)	LATEF/%	LAEI/%	LAPEF/%	LAAEF/%
对照组	25.7±5.88	11.7±3.34	16.7±4.06	0.54±0.07	1.23±0.32	0.34±0.08	0.29±0.08
CAD-SR组	32.8±3.86 ¹⁾	16.9±2.62 ¹⁾	24.5±3.55 ¹⁾	0.48±0.06 ¹⁾	0.95±0.23 ¹⁾	0.25±0.08 ¹⁾	0.30±0.06
CAD-AF组	44.7±10.0 ¹⁾²⁾	31.9±10.1 ¹⁾²⁾	—	0.29±0.80 ¹⁾²⁾	0.44±0.15 ¹⁾²⁾	—	—

与对照组比较,¹⁾P<0.05;与CAD-SR组比较,²⁾P<0.05。



a: 对照组; b: CAD-SR 组; c: CAD-AF 组。

图 2 左房应变率曲线

Figure 2 LA strain rate curves

表 4 3 组 2D-STI 超声测量参数的比较

Table 4 2D-STI parameters

组别	mSs/%	mSe/%	mSa/%	mSRs /(1·s ⁻¹)	mSRe /(1·s ⁻¹)	mSRa /(1·s ⁻¹)	LASI
对照组	36.90±4.67	20.80±3.78	15.70±2.60	2.53±0.45	-2.44±0.72	-2.83±0.67	0.20±0.10
	30.30±4.27 ¹⁾	17.30±3.40 ¹⁾	14.80±2.23	2.00±0.29 ¹⁾	-1.80±0.50 ¹⁾	-2.63±0.48	0.27±0.08 ¹⁾
CAD-SR 组	14.10±5.97 ¹⁾²⁾	6.34±3.93 ¹⁾²⁾	—	1.19±0.38 ¹⁾²⁾	-1.23±0.21 ¹⁾²⁾	—	0.64±0.25 ¹⁾²⁾

与对照组比较,¹⁾ P<0.05;与 CAD-SR 组比较,²⁾ P<0.05。

3 讨论

当 CAD 累及心房支,引起心房缺血或梗死时,心肌顺应性下降、僵硬增加而导致左心室舒张压力增加,左房和肺静脉压力增加,致使左房增大、心肌纤维化、心肌肥厚、心房肌电生理不稳定,促进了 AF 的产生^[4]。同时,持续性的心房纤维化引起左房形态学的改变,使心房收缩力下降、容受性增加,导致心房肌伸展,心肌伸展可通过体积敏感性离子通道,在去极化之后引起异位心律,导致 AF 的产生。此外,CAD 患者中 AF 的产生还与炎症反应及氧化应激有很强的相关性,可影响心脏的电生理及结构重构,尤其与心脏术后新发 AF 的产生有关^[5-6]。因此,正确评估 CAD 合并 AF 患者左房纤维化的程度及功能具有重要意义。

RT-3DE 不需要假设心脏的几何形状,可以实时、立体的显示心脏空间结构、运动规律及其相邻关系等,并可以实时测量心脏的容积,且与 MRI 和 CT 所测得的左房容积相比具有更好的观察者内重复性及观察者间重复性^[7]。2D-STI 已广泛应用于心血管系统疾病的评估,是独立评价心功能的新方法。它不仅消除了组织多普勒对声束角度的依赖,而且不受周围心肌牵引和心脏整体运动的干扰。

有研究表明,可以使用 2D-STI 定量分析左房功能,且通过测量局部心房的应变和应变率可以反映左房重构情况,以此确定的心房重构范围与增强 MRI 测得的心房纤维化范围具有良好的相关性^[8]。

左房具有 3 个功能:①左心室收缩期,左房具有“储存”功能,储存肺静脉回流的血液,以 LAVI_{max}、LAVI_{min}、LATEF、LAEI、mSs、mSRs 表示;②左心室舒张早期,左房具有“管道”功能,将肺静脉的血液输送到左房,以 LAPEF、mSe、mSRe 表示;③左心室舒张晚期,左房的心肌主动收缩具有“辅助泵”功能,使左心室的充盈量增加 20%~30%^[9],以 LAAEF、mSa、mSRa 表示。本研究表明,CAD 窦性心律患者左房储存功能及管道功能减低,辅助泵功能无明显改变;CAD 合并 AF 患者左房储存功能、管道功能减低,辅助泵功能消失。由于 CAD 患者心肌慢性缺血缺氧,心肌能量代谢出现障碍,左房内残余血量逐渐增多,导致左房松弛扩张,储备功能减低。同时,心肌舒张时的不协调和不同步导致了左心室吸力的降低,从而减少了左房被动排空容积,引起管道功能障碍。当 AF 发生时,由于不协调的心房电生理活动,心房肌丧失了正常的收缩功能,导致左房辅助泵功能消失、左

房排血量减低,进一步导致了左房容量负荷的增加、储存功能减低,3个功能的改变相互影响,进一步引起CAD合并AF患者左房功能的障碍。但对于CAD窦性心律患者左心房辅助泵功能改变的评价,目前国内外的研究结果尚不一致^[10-11],可能由于各研究选取的狭窄血管不同,且CAD的发病时间不同,因此有待进一步的研究。

CAD引起左室舒张末期压力和左房压力的升高,导致了纤维化的发生,心房纤维化可使心房纤维束中断并导致传导异常,成为AF产生和维持的原因^[9]。超声心动图可通过LASI评价左房纤维化程度及功能,由左房压力(left atrial pressure, LAP)和mSs的比值得出,其中LAP需要经导管在心房内测得,为有创性检查,使其在临床的应用受到限制。既往研究表明,E/e'、E/A等与LAP的相关性较高,可替代LAP计算LASI,作为评估左房纤维化的指标^[12]。本研究通过E/e'/mSs评价左房纤维化程度,结果表明CAD-SR组与CAD-AF组患者的左房纤维化程度均增加,且CAD-AF组左房纤维化程度更严重,且LASI与LAVI_{max}、LAVI_{min}呈显著正相关,与mSs、mSe、mSRs、mSR_e、LATEE、LAEI呈显著负相关,提示左房僵硬度的增加与左房容量的增加、左房储存功能的降低及左房管道功能的降低均有关,与既往研究结果一致^[13]。

由于病例数较少,且目前无单独适用于左房的分析软件,因此本研究具有一定的局限性。随着更多超声新技术的研究及发展,对于左房功能的评价会更加准确。

综上所述,CAD合并AF患者的左房储存功能、管道功能减低,辅助泵功能消失,左房僵硬增加。RT-3DE及2D-STI可以更加准确、综合地反映CAD合并AF患者左房功能及纤维化的改变。

参考文献

- [1] Phrommintikul A, Krittayaphong R, Wongcharoen W, et al. Management and risk factor control of coronary artery disease in elderly versus nonelderly: a multicenter registry[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2016, 13(12): 954-959.
- [2] Alexandre J, Saloux E, Chequel M, et al. Preoperative plasma aldosterone and the risk of atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery: a prospective cohort study [J]. *J Hypertens*, 2016, 34(12): 2449-2457.
- [3] Rajabi M, Safarpour G, Borzou SR, et al. Association

between incidence of atrial fibrillation and duration of cardiopulmonary bypass in coronary artery bypass graft surgery (CABG): a cohort study [J]. *Electronic Physician*, 2018, 10(4): 6624-6630.

- [4] Alasady M, Abhayaratna WP, Leong DP, et al. Coronary artery disease affecting the atrial branches is an independent determinant of atrial fibrillation after myocardial infarction [J]. *Heart Rhythm*, 2011, 8(7): 955-960.
- [5] Anatoievna RO, Veniaminovich FO, Mikhaylovich KS. Predictors of new-onset atrial fibrillation in elderly patients with coronary artery disease after coronary artery bypass graft [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2016, 13(5): 444-449.
- [6] 刘鹏,郑文君,黄日红,等.心脏外科术后合并心房颤动治疗的临床研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2018, 34(2): 175-179.
- [7] Heo R, Hong GR, Kim YJ, et al. Automated quantification of left atrial size using three-beat averaging real-time three dimensional Echocardiography in patients with atrial fibrillation [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2015, 13: 38.
- [8] Fu H, Liu T, Zhou C, et al. Two-dimensional speckle tracking echocardiography: A novel approach to evaluate left atrial mechanical function [J]. *Int J Cardiol*, 2012, 155(3): 481-482.
- [9] Khedr L, Elasar A, Hekal S, et al. Assessment of left and right atrial geometrical changes in patients with stable coronary artery disease: Left and right atrial strain and strain rate imaging study [J]. *Egypt Heart J*, 2018, 70(2): 101-106.
- [10] Liu YY, Xie MX, Xu JF, et al. Evaluation of left atrial function in patients with coronary artery disease by two-dimensional strain and strain rate imaging [J]. *Echocardiography*, 2011, 28(10): 1095-1103.
- [11] 褚静洁,李玉宏.二维斑点追踪显像技术评价冠心病患者左房功能[J]. *中国医学影像技术*, 2011, 27(4): 735-738.
- [12] Demir M, Aktaş I, Çamci S. Left atrial mechanical function and stiffness in patients with atrial septal aneurysm: a speckle tracking study [J]. *Cardiol J*, 2015, 22(5): 535-540.
- [13] 罗田田,张萍,任建丽,等.实时三维超声和二维斑点追踪成像对不同时心房颤动患者左房结构和功能的评价[J]. *临床心血管病杂志*, 2016, 32(5): 475-479.

(收稿日期:2018-11-09;修回日期:2019-01-02)