

· 临床研究 ·

心肌纵向应变及应变达峰时间离散度评价左室射血分数正常的心房颤动患者左室收缩功能

毛善永 龚琳捷 陈婷婷 张蓓

摘要 **目的** 探讨心肌纵向应变及应变达峰时间离散度(PSD)在评价左室射血分数(LVEF)正常的心房颤动(以下简称房颤)患者左室收缩功能中的临床价值。**方法** 选取38例LVEF正常的持续性房颤患者(LVEF正常房颤组)和38例健康体检者(对照组),均行常规超声心动图检查获取左房内径(LAd)、左室舒张末期内径(LVEDd)、左室收缩末期内径(LVESd)、LVEF、左室整体纵向应变均值(GLPS-AVG)、各平面整体纵向应变均值(GLPS-4CH、GLPS-2CH、GLPS-APLAX)及PSD,比较两组上述各参数差异;分析两组患者GLPS-AVG与PSD的相关性;并对GLPS-AVG和PSD行重复性检验。**结果** LVEF正常房颤组LAd、LVEDd、LVESd均较对照组增高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);两组LVEF比较差异无统计学意义;LVEF正常房颤组GLPS-AVG、GLPS-4CH、GLPS-2CH、GLPS-APLAX均较对照组减低,PSD较对照组升高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。LVEF正常房颤组和对照组GLPS-AVG均与PSD呈负相关($r=-0.519$ 、 -0.722 ,均 $P<0.05$)。GLPS-AVG、PSD观察者内相关系数分别为0.893、0.798,变异系数分别为1.3%~12.3%、2.3%~14.1%;观察者间相关系数分别为0.856、0.785,变异系数分别为1.6%~17.4%、2.1%~16.7%。**结论** LVEF正常的房颤患者左室各平面心肌应变、整体心肌应变及心肌收缩同步性均出现异常;应用心肌纵向应变及PSD可以较好地评价其左室收缩功能,且重复性好。

关键词 超声心动描记术;心房颤动;心肌应变;达峰时间离散度;射血分数;心室功能,左
[中图分类号]R540.45;R541 [文献标识码]A

Value of myocardial longitudinal strain and peak strain dispersion in the assessment of left ventricular systolic function in patients with atrial fibrillation and normal left ventricular ejection fraction

MAO Shanyong, GONG Linjie, CHEN Tingting, ZHANG Bei
Graduate College, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the value of myocardial longitudinal strain and peak strain dispersion (PSD) in the assessment of left ventricular systolic in patients with atrial fibrillation and normal left ventricular ejection fraction (LVEF). **Methods** Thirty-eight patients with persistent atrial fibrillation and normal LVEF were selected as normal LVEF atrial fibrillation group, and 38 healthy volunteers were selected as control group. Left atrial diameter (LAd), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDd), left ventricular end-systolic diameter (LVESd), LVEF, left ventricular global longitudinal peak strain of average (GLPS-AVG), the mean value in the overall longitudinal strain of each plane (GLPS-4CH, GLPS-2CH, GLPS-APLAX), PSD were obtained by routine echocardiography, the differences of the above parameters between the two groups, and the correlation between GLPS-AVG and PSD in the two groups were analyzed, respectively. The GLPS-AVG and PSD were repeatedly tested. **Results** LAd, LVEDd, LVESd were higher in the normal LVEF atrial fibrillation group than those in the control group (all $P<0.05$), while there was no significant difference of LVEF between the two groups. GLPS-AVG, GLPS-4CH, GLPS-2CH, GLPS-APLAX in the normal LVEF atrial fibrillation group were significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$), while PSD in the normal LVEF atrial fibrillation group was significantly higher than that in the control

基金项目:国家自然科学基金项目(81960315)

作者单位:550004 贵阳市,贵州医科大学研究生院(毛善永、龚琳捷、陈婷婷);贵州医科大学附属医院超声中心(张蓓)

通讯作者:张蓓, Email: zhangbeifys@163.com

group ($P < 0.05$). GLPS-AVG were negatively correlated with PSD in both normal LVEF atrial fibrillation group and control group ($r = -0.519, -0.722$, both $P < 0.05$). The intra-observer correlation coefficients of GLPS-AVG and PSD were 0.893 and 0.798, and the coefficients of variation were 1.3%~12.3% and 2.3%~14.1%, respectively. The inter-observer correlation coefficients were 0.856 and 0.785, and the coefficients of variation were 1.6%~17.4% and 2.1%~16.7%, respectively. **Conclusion** The myocardial strain in each plane, global myocardial strain, myocardial contraction synchronization are all abnormal in atrial fibrillation patients with normal LVEF. The myocardial longitudinal strain and peak strain dispersion can effectively evaluate left ventricular systolic function with good repeatability.

KEY WORDS Echocardiography; Atrial fibrillation; Myocardial strain; Peak strain dispersion; Ejection fraction; Ventricular function, left

心房颤动(以下简称房颤)是临床最常见的心律失常,长期的房颤病史会引起血流动力学改变,容易引发血栓的形成,严重者可引起心脏重构。长期的心律失常已经对左室心肌组织造成一定的影响,但反映左室收缩功能的左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)仍在正常范围,难以发现隐匿的左室心肌收缩功能损害^[1]。早期发现房颤患者心肌损害并及时转复,对控制病情的发展、预防心脏重构具有重要的临床价值。临床评估早期心肌受损的主要检查方法包括超声心肌应变和心脏 MRI,由于心脏 MRI 价格高,检查条件苛刻,临床应用价值受限。心肌纵向应变是基于二维斑点追踪技术,不受声束影响,无角度依赖性,可定量分析心肌纵向的运动情况。应变达峰时间离散度(peak strain dispersion, PSD)可在评估左室心肌纵向应变的同时对心肌运动各个节段的收缩运动同步性进行定量分析^[2],达到早期、敏感诊断心肌收缩异常。本研究应用心肌纵向应变技术检测 LVEF 正常的房颤患者心肌收缩功能情况,旨在为临床及时干预及处理提供参考依据。

资料与方法

一、研究对象

选取 2020 年 2~7 月在贵州医科大学附属医院心内科确诊的左室射血分数均正常(LVEF>50%)的持续性房颤患者 38 例(LVEF 正常房颤组),其中男 21 例,女 17 例,年龄 40~85 岁,平均(64.97±9.13)岁。纳入标准:符合 2016 年欧洲心脏病协会房颤管理指南^[3]中慢性持续性房颤的诊断标准,排除合并心脏瓣膜病、心脏病、冠状动脉粥样硬化性心脏病、高血压病、甲状腺功能亢进、肝肾功能不全、房颤合并血栓形成,以及超声透声条件差导致图像质量不能分析者。另选同期未发生过心律失常且无心血管病史的健康体检者作为对照组,其中男 18 例,女 20 例,年龄 42~81 岁,平均(67.84±6.19)岁。本研究经贵州医科大学附属医院医学伦理

委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器:使用 GE Vivid E 95 彩色多普勒超声诊断仪, M5s 探头,频率 2.0~4.5 MHz, 帧频 >60 帧/s; 配备 EchoPac 203 图像分析工作站。

2. 超声图像采集及数据分析:患者取左侧卧位,平静呼吸,同步记录胸导联心电图。应用常规超声心动图测量左房内径(LAd)、左室舒张末期内径(LVEDd)、左室收缩末期内径(LVESd), Simpson 法测量 LVEF。将探头置于心尖部,分别采集并存储 5 个心动周期心尖四腔、心尖两腔、心尖长轴切面的图像,采集过程中应清晰显示心内膜面轮廓。打开图像分析功能,分别勾画并描记心尖四腔、心尖两腔、心尖长轴切面图像的心内膜边界,适当调整感兴趣区宽度以包绕心肌全层。工作站自动分析计算收缩期纵向峰值应变(LPS)和纵向峰值应变达峰时间(TTPLS)牛眼图,牛眼图中左室壁被分为 17 节段,可从每个节段找到心动周期对应的 LPS 和 TTPLS。在 TTPLS 和 LPS 牛眼图中,自动获取所有节段达峰时间的 PSD 和左室整体纵向应变均值(GLPS-AVG)、心尖四腔纵向应变均值(GLPS-4CH)、心尖两腔纵向应变均值(GLPS-2CH)、心尖长轴纵向应变均值(GLPS-APLAX),以及各平面纵向应变-时间曲线。

3. 重复性检验:于 LVEF 正常房颤组中随机抽取 10 例患者,相隔 3 d 后由同一医师再次分析图像,行观察者内重复性检验;另选一有相同经验的医师在完全不知先前结果的前提下再次分析图像,行观察者间重复性检验。以两次测量的数据差值的绝对值除以两次测量的数据均值的百分数作为变异系数^[4]。

三、统计学处理

应用 SPSS 21.0 统计软件,符合正态分布且方差齐的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较行独立样本 t 检验;非正态分布计量资料以 $M (P_{25}, P_{75})$ 表示,两组比较行 Mann-Whitney 秩和检验;计数资料以例或率表示,两组比较行 χ^2 检验。两组 GLPS-AVG 与 PSD 的相关性

分析采用Spearman相关分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料和常规超声心动图参数比较

LVEF正常房颤组LAd、LVEDd、LVESd均较对照组增高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);而年龄、性

别、心率、LVEF与对照组比较差异均无统计学意义。见表1。

二、两组左室心肌节段应变及PSD比较

LVEF正常房颤组GLPS-AVG、GLPS-4CH、GLPS-2CH、GLPS-APLAX均较对照组明显减低,PSD较对照组明显升高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表2和图1~3。

表1 两组一般资料和常规超声心动图参数比较

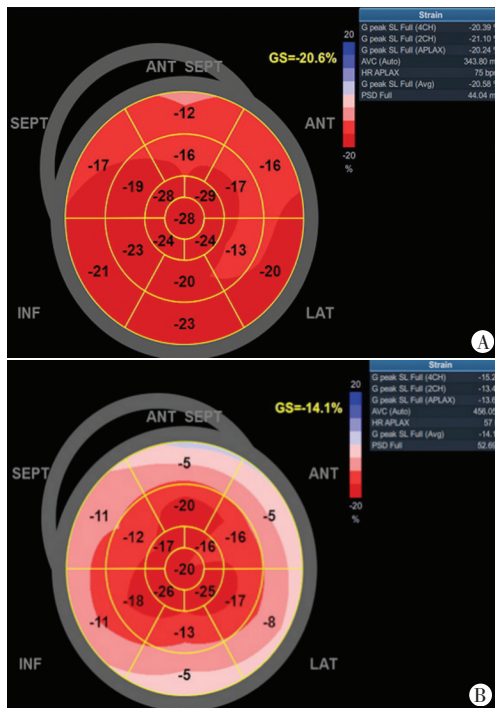
组别	一般资料			常规超声心动图参数			
	男/女(例)	年龄(岁)	心率(次/min)	LAd(mm)	LVEDd(mm)	LVESd(mm)	LVEF(%)
对照组	18/20	67.84±6.19	69.76±9.01	31.02±2.52	44.96±1.93	28.91±1.72	58.50±3.89
LVEF正常房颤组	21/17	64.97±9.13	72.82±10.29	38.64±2.16	47.25±1.21	32.22±1.50	57.61±5.21
χ^2/t 值	0.474	1.602	-1.376	-14.102	-6.187	-8.883	0.848
P 值	0.491	0.113	0.173	<0.001	<0.001	<0.001	0.399

LAd:左房内径;LVEDd:左室舒张末期内径;LVESd:左室收缩末期内径;LVEF:左室射血分数

表2 两组左室心肌应变及PSD比较[$M(P_{25}, P_{75})$]

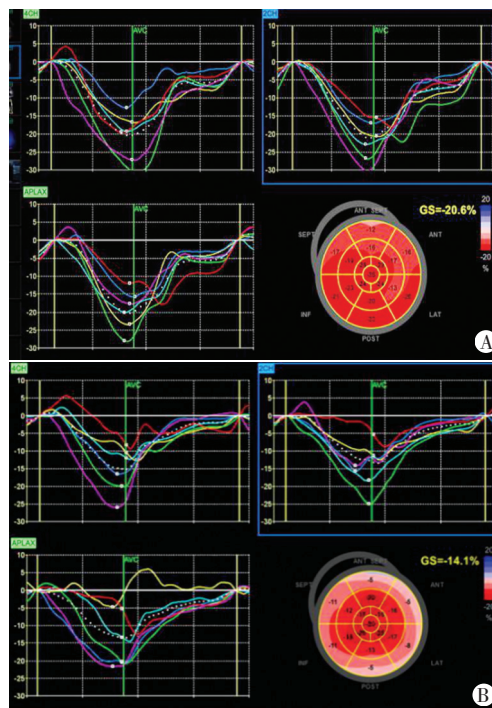
组别	GLPS-AVG(%)	GLPS-4CH(%)	GLPS-2CH(%)	GLPS-APLAX(%)	PSD(ms)
对照组	18.16(17.69, 19.13)	18.91(17.92, 19.75)	18.01(17.55, 19.04)	18.01(16.99, 18.76)	52.23(47.37, 60.59)
LVEF正常房颤组	14.38(13.65, 16.23)	15.07(13.08, 16.63)	15.15(13.85, 17.69)	14.48(13.59, 16.29)	59.52(53.22, 69.65)
Z 值	6.223	6.000	4.914	6.234	-2.410
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.016

GLPS-AVG:左室整体纵向应变均值;GLPS-4CH:心尖四腔纵向应变均值;GLPS-2CH:心尖两腔纵向应变均值;GLPS-APLAX:心尖长轴纵向应变均值;PSD:应变达峰时间离散度



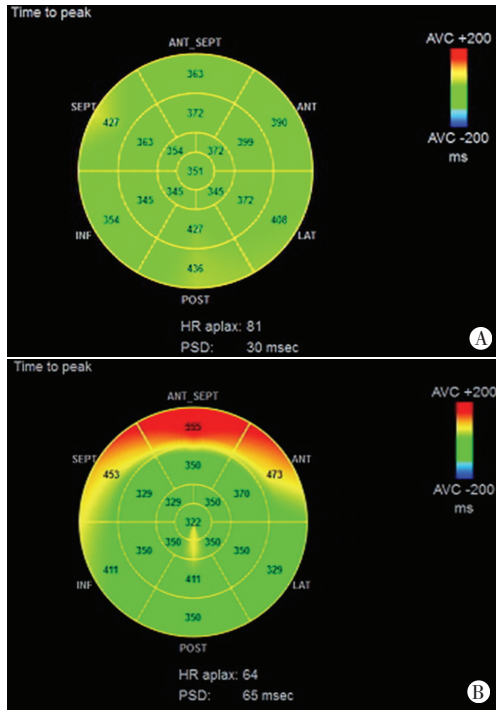
A:对照组,基底至心尖段颜色为均匀红色,GLPS-AVG为20.6%;B:LVEF正常房颤组,基底段颜色变浅,应变峰值减小,GLPS-AVG为14.1%

图1 两组17节段收缩期峰值应变牛眼图



A:对照组,曲线走行一致,离散度小;B:LVEF正常房颤组,曲线走行略微起伏不定,离散度大

图2 两组心尖四腔、心尖两腔、心尖长轴切面的二维纵向应变-时间曲线图



A: 对照组, PSD 为 30 ms; B: LVEF 正常房颤组, PSD 为 65 ms。绿色代表 TTPLS 正常; 黄色和红色表示 TTPLS 延长

图3 两组左室17节段纵向应变达峰时间牛眼图

三、相关性分析

Spearman 相关性分析结果表明, LVEF 正常房颤组和对照组 GLPS-AVG 均与 PSD 呈负相关 ($r=-0.519$ 、 -0.722 , 均 $P<0.05$)。见图 4, 5。

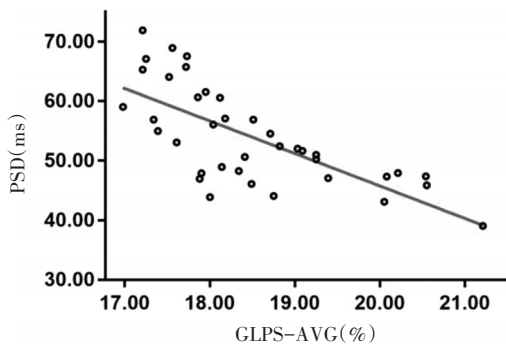


图4 对照组 GLPS-AVG 与 PSD 相关性分析散点图

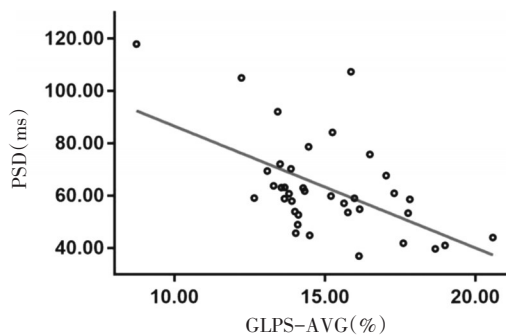


图5 LVEF 正常房颤组 GLPS-AVG 与 PSD 相关性分析散点图

四、重复性检验结果

GLPS-AVG、PSD 观察者内相关系数分别为 0.893、0.798, 变异系数分别为 1.3%~12.3%、2.3%~14.1%; 观察者间相关系数分别为 0.856、0.785, 变异系数分别为 1.6%~17.4%、2.1%~16.7%。均提示重复性良好。

讨论

随着人口的老龄化, 房颤的患病率逐年增高, 临床上常见的并发症如血栓形成或心力衰竭使其致死率较高^[5], 早期评估其心肌受损情况, 有针对性地转复心率, 减缓心脏重构的速度, 可以提高患者的生存率。而房颤发病过程中, 心肌的损害漫长而隐匿, 病程初期, 虽然心肌已经受到轻微损害, 但尚未出现明显的左室容量变化^[6], LVEF 不会降低, 故本研究旨在尝试应用心肌纵向应变定量评估心肌收缩功能。

心肌纵向应变反映局部心肌受力后的变形能力, 不受心脏整体运动的影响, 是评价左室收缩功能的较好指标^[7-8]。心内膜下纵行心肌纤维约占左室心肌的 70%, 参与了左室壁纵向应变, 故纵向收缩功能在左室收缩功能中起主要作用并能反映心肌活力^[9]。其基于斑点追踪原理, 以牛眼图方式定量评估各个节段心肌应变值, 同时自动分析出各个平面心肌纵向应变-时间曲线, 直观地反映左室壁节段及整体收缩功能的变化^[10]。Montgomery 等^[11]研究表明, 持续性房颤患者的心肌因长期心律失常发生纤维化, 进而导致心肌应变能力下降, 左室收缩功能减低, 且随房颤时间延长而加重。排除性别和年龄对心肌纵向应变的影响后, 本研究结果显示 LVEF 正常房颤组 LAd、LVEDd、LVESd 均较对照组增大 (均 $P<0.05$), 即使在 LVEF 还未出现异常时, 心肌已萎缩、纤维化, 心脏组织结构已经发生重构; 进一步研究发现, GLPS-AVG、GLPS-4CH、GLPS-2CH、GLPS-APLAX 均较对照组减低 (均 $P<0.05$), 说明心肌收缩功能已经受损, 再次印证了心肌纤维化影响阵发性房颤患者左室收缩功能。

临床应用超声心动图评估心肌应变及各节段同步性, 在获得基础 LVEF 的条件下增加对患者心肌活力的评估, 进而反映心肌整体效能^[12]。PSD 是基于二维斑点追踪技术衍生的用于表达左室纵向应变达峰时间离散程度的新指标, 也是左室每个节段心肌纵向应变达峰时间的标准差, 能够定量且直观地反映各节段心肌运动同步性, 较传统组织多普勒更具有客观性和完整性^[13]。本研究 LVEF 正常房颤组 PSD 较对照组明显升高, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 说明房颤患者

心肌同步性已经下降,分析原因为心肌纤维化使心肌的电信号传导中断或延迟,引起心肌收缩不同步,因此出现同步性减低。本研究 Spearman 相关性分析结果显示,虽然对照组和 LVEF 正常房颤组 GLPS 均与 PSD 呈负相关($r=-0.722$ 、 -0.519 ,均 $P<0.05$),但对照组相关系数绝对值较 LVEF 正常房颤组高,说明在良好的心肌应变条件下,心肌收缩同步性表现协同,反之微小的心肌应变损害也会使心肌收缩同步性发生紊乱,使其相关性降低。在纵向应变达峰时间牛眼图上,对照组心脏各节段心肌收缩运动是同步的绿色,当心肌应变收缩不同步时,则会表现黄色或红色。出现异常颜色后,表明 GLPS 较低,PSD 随之增大,收缩同步性差,电活动和心肌收缩分离,对左室收缩产生负面影响,在缓慢的过程中逐步激化心脏重构^[14]。所以,PSD 有助于发现房颤患者在 LVEF 正常的情况下心肌收缩已出现不同步,未来还可用于评估心脏再同步化治疗后的疗效,有望成为判定心肌收缩同步性的新参数。

本研究局限性:①样本量较少,需进一步扩大样本量以增加结果的准确性;②心肌应变的检测是基于二维斑点追踪技术,其追踪的斑点仅局限于二维平面,可能导致某些层面心肌斑点未被追踪,影响结果的准确性;③房颤患者常规使用的抗凝药物及控制心室率的药物可能会对左室运动同步性产生影响,待以后进一步深入研究。

综上所述,LVEF 正常的房颤患者左室各平面心肌应变、整体心肌应变及心肌收缩同步性均出现异常。心肌纵向应变参数及 PSD 是早期发现房颤患者心肌受损情况的有效指标,有较好的临床应用价值。

参考文献

- [1] Leong DP, Dokainish H. Left atrial volume and function in patients with atrial fibrillation[J]. *Curr Opin Cardiol*, 2014, 29(5):437-444.
- [2] Li C, Yuan M, Li K, et al. Value of peak strain dispersion in discovering left ventricular dysfunction in diabetes mellitus[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):21437.
- [3] Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(38):2893-2962.
- [4] 汤乔颖,邓又斌,黄润青,等.实时三维超声心动图斑点追踪技术评价正常人左心室心肌应变[J]. *中华超声影像学杂志*, 2012, 21(6):461-465.
- [5] Benz AP, Aeschbacher S, Krisai P, et al. Biomarkers of inflammation and risk of hospitalization for heart failure in patients with atrial fibrillation[J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(8):e019168.
- [6] Kuo JY, Chang SH, Sung KT, et al. Left ventricular dysfunction in atrial fibrillation and heart failure risk[J]. *ESC Heart Fail*, 2020, 7(6):3694-3706.
- [7] Lee HH, Lee MK, Lee WH, et al. Atrial fibrillation per se was a major determinant of global left ventricular longitudinal systolic strain[J]. *Medicine*, 2016, 95(26):e4038.
- [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(1):233-270.
- [9] 谷春红,魏常华,袁建军,等.纵向应变及应变达峰时间离散度评价原发性高血压患者左心室纵向收缩功能的应用价值[J]. *中华超声影像学杂志*, 2018, 27(6):473-478.
- [10] Kawakami H, Ramkumar S, Pathan F, et al. Use of echocardiography to stratify the risk of atrial fibrillation: comparison of left atrial and ventricular strain[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, 21(4):399-407.
- [11] Montgomery JA, Abdallah W, Yoneda ZT, et al. Measurement of diffuse ventricular fibrosis with myocardial T1 in patients with atrial fibrillation[J]. *J Arrhythm*, 2016, 32(1):51-56.
- [12] Cheng S, Larson MG, McCabe EL, et al. Age- and sex-based reference limits and clinical correlates of myocardial strain and synchrony: the Framingham Heart Study[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(5):692-699.
- [13] Kawakami H, Ramkumar S, Nolan M, et al. Left atrial mechanical dispersion assessed by strain echocardiography as an independent predictor of new-onset atrial fibrillation: a case-control study[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2019, 32(10):1268-1276.
- [14] Modin D, Sengeløv M, Jørgensen PG, et al. Global longitudinal strain corrected by RR interval is a superior predictor of all-cause mortality in patients with systolic heart failure and atrial fibrillation[J]. *ESC Heart Fail*, 2018, 5(2):311-318.

(收稿日期:2020-09-16)