

❖ 心脏、血管影像学

Dual gate Doppler in evaluation of left ventricular diastolic function of paroxysmal atrial fibrillation episodes patients

ZHOU Yanxiang, CHEN Jinling, LENG Qianqian, MA Yuanyuan, GUO Ruiqiang*

(Department of Ultrasonography, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China)

[Abstract] **Objective** To obtain E/e' with dual gate Doppler in paroxysmal atrial fibrillation (PAF) episodes and intermittent respectively, and discuss the feasibility and repeatability of dual gate Doppler in assessing left ventricular diastolic function. **Methods** A total of 51 PAF patients with preserved systolic functions underwent echocardiography, including 23 cases in PAF episodes group and 28 cases in PAF intermittent group. With dual gate Doppler, the ratio $E/e'(S)1$ of transmitral flow peak velocity (E) and mitral annular septal peak velocity ($e'[S]$) in early diastolic was measured simultaneously in the same cardiac cycle; the ratio $E/e'(L)1$ of transmitral E and mitral annular lateral peak velocity ($e'[L]$) in early diastolic was measured simultaneously in the same cardiac cycle. The mean of $E/e'(S)1$ and $E/e'(L)1$ was $E/e'(M)1$. With traditional method, $E/e'(S)2$ and $E/e'(L)2$ were calculated in the way which E was measured by pulse wave Doppler while $e'(S)$ and $e'(L)$ were measured by tissue Doppler in different cardiac cycles. The mean of $E/e'(S)2$ and $E/e'(L)2$ was $E/e'(M)2$. **Results** Compared with PAF intermittent group, $E/e'(S)1$ and $E/e'(M)1$ increased significantly in PAF episodes group ($P < 0.01$). E/e' in dual gate Doppler was correlated to E/e' in traditional method ($r = 0.88$, $P < 0.01$). For interobservers and intraobservers, the Cronbach coefficient with dual gate Doppler was higher and 95% confidence interval range was smaller. **Conclusion** Dual gate Doppler in evaluation of left ventricular diastolic function in atrial fibrillation is feasible. It can provide more repeatable measurements of E/e' and can be a new prospective method to assess diastolic function in AF patients. **[Key words]** Ventricular function, left; Atrial fibrillation; Dual gate Doppler technology
DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.10.012

双多普勒同步取样技术评价阵发性心房颤动患者
发作期的左心室舒张功能

周燕翔, 陈金玲, 冷倩倩, 马媛媛, 郭瑞强*

(武汉大学人民医院超声影像科, 湖北 武汉 430060)

[摘要] **目的** 采用双多普勒同步取样技术(双PW技术)测量阵发性心房颤动(房颤)患者发作期与间歇期舒张早期二尖瓣口血流峰值速度/瓣环峰值速度(E/e'), 探讨双PW技术评价房颤患者不同病程中左心室舒张功能的可行性及可重复性。 **方法** 连续选择阵发性房颤患者51例, 其中间歇期28例(房颤间歇组), 发作期23例(房颤发作组)。采用双PW技术同步获取同一心动周期舒张早期二尖瓣口血流峰值速度(E)、瓣环室间隔(S)及侧壁(L)位点峰值速度 $e'(S)$ 、 $e'(L)$, 计算其比值为 $E/e'(S)1$ 、 $E/e'(L)1$ 及 $E/e'(S)1$ 、 $E/e'(L)1$ 的平均值为 $E/e'(M)1$ 。采用传统方法分别测得以上参数, 计算其比值为 $E/e'(S)2$ 、 $E/e'(L)2$ 及 $E/e'(S)2$ 、 $E/e'(L)2$ 的平均值为 $E/e'(M)2$ 。 **结果** 与房颤间歇组比较, 房颤发作组 $E/e'(S)1$ 、 $E/e'(M)1$ 增高($P < 0.01$)。双PW技术测量房颤患者的 E/e' 与传统方法测量 E/e' 相关系数为 0.88 ($P < 0.01$); 对于同一观察者及不同观察者, 双PW技术测量 E/e' 的 Cronbach 系数较传统方法更高, 95%可信区间范围更小。 **结论** 双PW技

[第一作者] 周燕翔(1992—), 女, 内蒙古巴彦淖尔人, 在读硕士。研究方向: 心血管超声。E-mail: 287376480@qq.com

[通信作者] 郭瑞强, 武汉大学人民医院超声影像科, 430060。E-mail: ruiqiangwhrm@hotmail.com

[收稿日期] 2016-04-06 [修回日期] 2016-08-02

术评价房颤患者左心室舒张功能可行,其测量 E/e' 的可重复性较传统方法更好,有望为临床提供一种准确评价房颤患者舒张功能的新方法。

[关键词] 心室功能,左;心房颤动;双多普勒同步取样技术

[中图分类号] R541.75; R540.45 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2016)10-1518-05

心房颤动(房颤)是临床常见的心律失常之一,根据房颤是否发作可分为发作期和间歇期两种状态。房颤发作和左心室舒张功能障碍存在相同的病理生理机制,房颤发作导致左心房扩大、重塑,左心室充盈压增高,而这种改变又会导致房颤的发展和持续,两者互相促进,形成恶性循环^[1]。研究^[2]证实,舒张早期二尖瓣血流峰值速度(E)与瓣环峰值速度(e')比值(E/e')与左心室充盈压具有良好的相关性,可作为评价左心室舒张功能的指标;但传统方法不能在同一个心动周期中获得 E 与 e' ,且房颤发作时心律绝对不规则,因此准确、无创地评价房颤发作时患者的左心室舒张功能面临着挑战。双多普勒同步取样技术(双 PW 技术)可获得同一个心动周期的 E/e' ,使得评价房颤发作时的左心室舒张功能成为可能。本研究旨在采用双 PW 技术测量阵发性房颤患者发作期与间歇期的 E/e' ,并与传统方法对照,探讨双 PW 技术评价房颤患者不同病程中左心室舒张功能的可行性及可重复性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 8 月—2016 年 1 月于我院就诊的阵发性房颤患者 51 例,其中男 30 例,女 21 例,年龄 44~78 岁,平均(60.9 ± 9.2)岁。入选标准:患者均符合《ACC/AHA 房颤治疗指南 2006 修订版》中房颤的诊断标准,且左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)正常($LVEF > 50\%$)。排除标准:心脏瓣膜病、先天性心脏病、心肌病等并发房颤者。根据采集图像时房颤发作与否将患者分为房颤发作组及房颤间歇组,两组的基本资料见表 1。

1.2 仪器与方法 采用 Aloka ProSound F75 彩色多普勒超声诊断仪,探头 UST-52105,频率 1~5 MHz,采集条件为预设的 Dual-Doppler。受检者取左侧卧位,平静呼吸,同步连接心电图。储存 3 个心动周期动态图像,静态图像须包括至少 5 个心动周期信息。

1.2.1 常规超声心动图检查 在胸骨旁左心室长轴切面测定左心室舒张末期前后径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDd)、左心室收缩末期前后径(left ventricular end systolic diameter, LVEDs)、左心房收缩末期前后径(left atrial diameter, LAD)。采

用双平面 Simpson 法测量 LVEF。采用双平面面积-长度法测量左心房容积,结合体表面积计算左心房容积指数(left atrial volume index, LAVI)。

1.2.2 双 PW 技术 在心尖四腔切面下转换为 PW/TDI (pulse wave Doppler/tissue Doppler imaging)模式:①将 PW、TDI 取样容积分别置于二尖瓣瓣尖水平、瓣环室间隔(septal, S)位点,记录 E 和 $e'(S)$,测量同一个心动周期 $E/e'(S)$,取 3 个心动周期平均值为 $E/e'(S)1$,见图 1、2。②将 PW、TDI 取样容积分别置于二尖瓣瓣尖水平、瓣环侧壁(lateral, L)位点,记录 E 和 $e'(L)$,测量同一个心动周期 $E/e'(L)$,取 3 个心动周期平均值为 $E/e'(L)1$,见图 3、4。③取 $E/e'(S)1$ 及 $E/e'(L)1$ 平均值为 $E/e'(M)1$ 。

1.2.3 传统方法 在心尖四腔切面下转换为 PW 模式记录 E ,转换为 TDI 模式,将取样容积分别置于二尖瓣瓣环室间隔(S)及侧壁(L)位点,记录 $e'(S)$ 、 $e'(L)$,取 3 个心动周期平均值为 $E/e'(S)2$ 、 $E/e'(L)2$,取 $E/e'(S)2$ 及 $E/e'(L)2$ 平均值为 $E/e'(M)2$ 。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以构成比表示,两组间比较采用 χ^2 检验。Bland-Altman 及 Cronbach 系数分析双 PW 技术及传统方法测量 E/e' 的差异性及可重复性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

房颤发作组心率较房颤间歇组增快,差异有统计学意义($P < 0.01$),两组其余一般资料比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.1 患者超声心动图指标比较 与房颤间歇组比较,房颤发作组 LVEF 减低($P < 0.05$),LAD、LAV、LAVI、 $E/e'(S)1$ 、 $E/e'(M)1$ 增高($P < 0.05$)。与房颤间歇组比较,虽然房颤发作组 $E/e'(L)1$ 稍增高,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组间 LVEDd、LVEDs 差异无统计学意义。见表 2。

2.2 差异性及可重复性比较 双 PW 技术测量房颤患者的 E/e' 双 PW 技术与传统方法测量 E/e' 传统方法的相关性系数为 0.88($P < 0.01$),平均差值为 0.14 ± 1.61 (图 5)。对房颤发作组,由同一观察者及不同观察者分别采

表 1 两组患者的基本资料

组别	男/女(例)	年龄(岁)	心率(次/分)	体表面积(m ²)	体质量指数(kg/m ²)	高血压[例(%)]	糖尿病[例(%)]
房颤发作组(n=23)	15/8	61.5±9.4	87.57±11.72	1.78±0.17	24.95±2.93	12(52.17)	3(13.04)
房颤间歇组(n=28)	15/13	60.4±9.2	64.61±9.66	1.76±0.15	24.70±3.16	13(46.43)	2(7.14)
t/χ ² 值	0.707	0.433	7.675	0.559	0.293	0.024	0.054
P 值	0.400	0.667	<0.001	0.578	0.771	0.877	0.817

表 2 两组超声心动图指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	LAD(mm)	LVEDd(mm)	LVEDs(mm)	LAV(ml)	LAVI(ml/m ²)	LVEF(%)	E/e'(S)1	E/e'(L)1	E/e'(M)1
房颤发作组(n=23)	43.35±5.47	47.13±2.51	35.70±4.72	67.57±28.59	38.10±15.87	57.52±5.09	11.30±3.06	6.63±1.59	8.97±2.20
房颤间歇组(n=28)	39.68±5.31	45.86±2.84	33.50±3.84	49.81±14.90	28.16±7.40	60.79±4.53	8.81±1.45	6.10±1.31	7.45±1.19
t 值	2.423	1.679	1.833	2.694	2.765	-2.426	3.596	1.137	3.134
P 值	0.019	0.100	0.073	0.011	0.010	0.019	0.001	0.194	0.003

注: LAV:左心房容积

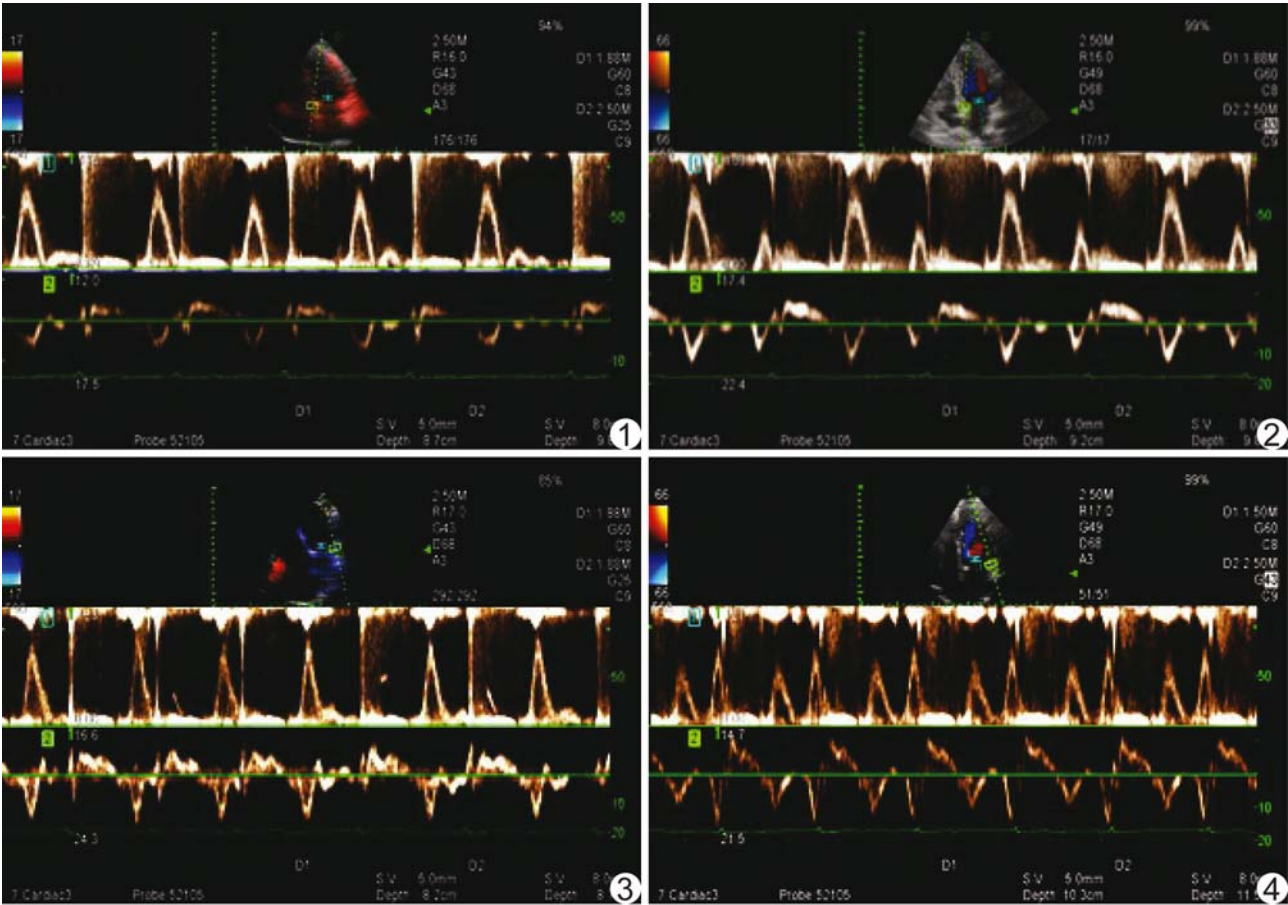


图 1 双 PW 技术测量房颤发作组 E/e'(S) 图 2 双 PW 技术测量房颤间歇组 E/e'(S) 图 3 双 PW 技术测量房颤发作组 E/e'(L) 图 4 双 PW 技术测量房颤间歇组 E/e'(L)

用双 PW 技术及传统方法再次测量 E/e'(S)、E/e'(L) 的分析结果见表 3。随机选取 25 例患者,由同一观察者及不同观察者分别采用双 PW 技术及传统方法再次测量 E/e'(S)、E/e'(L)的分析结果见表 4。不论同一

观察者还是不同观察者,不论选取房颤发作组患者还是随机选取房颤患者,双 PW 技术测量 E/e'的 Cronbach 系数均高于传统方法,其测值 95%可信区间均小于传统方法。

表 3 房颤发作组双 PW 技术与传统方法可重复性分析结果
[Cronbach 系数(95%可信区间)]

参数	双 PW 技术	传统方法
同一观察者		
E/e'(S)	0.97(-2.40, 2.00)	0.94(-3.70, 5.40)
E/e'(L)	0.97(-0.93, 1.18)	0.95(-1.40, 2.80)
不同观察者		
E/e'(S)	0.96(-3.20, 2.70)	0.92(-2.10, 8.20)
E/e'(L)	0.96(-1.04, 1.59)	0.90(-1.20, 4.40)

表 4 随机选取房颤患者双 PW 技术与传统方法可重复性分析结果
[Cronbach 系数(95%可信区间)]

参数	双 PW 技术	传统方法
同一观察者		
E/e'(S)	0.96(-1.90, 2.40)	0.94(-3.90, 4.50)
E/e'(L)	0.95(-1.30, 1.65)	0.90(-2.50, 2.50)
不同观察者		
E/e'(S)	0.96(-2.10, 2.30)	0.94(-2.30, 7.50)
E/e'(L)	0.94(-1.07, 1.71)	0.91(-1.00, 3.30)

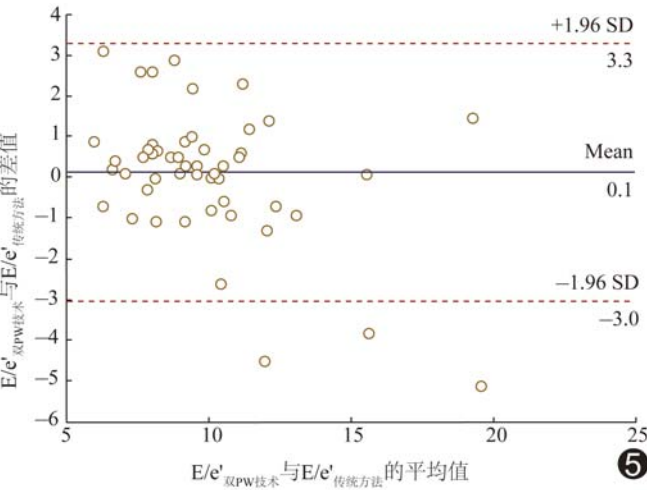


图 5 E/e'双PW技术与 E/e'传统方法的 Bland-Altman 可行性分析

3 讨论

房颤患者左心室舒张功能改变引起的主要生理变化是充盈压增高。e'与左心室松弛性明显相关,对于前负荷来说,当存在松弛功能障碍时,充盈压对 e'影响很小;当松弛正常或增强,前负荷增加可使 e'增加^[3]。因此 e'可以用来校正左心室松弛对二尖瓣口 E 峰流速的影响,E/e'可以预测左心室充盈压^[4]。研究^[2]表明测量二尖瓣瓣环间隔及侧壁位点 e'的平均值是预测左心室充盈压的较好指标。本研究表明,与房颤间歇组比较,房颤发作组心率增快,尽管 E/e'(L)1 稍增高,未出现统计学差异;但 E/e'(S)1、E/e'(M)1 已显著增

高,提示房颤发作期左心室充盈压增高,其机制可能与房颤发作时心肌不完全松弛、能量储备减少、房室及双房不同步有关。

左心室充盈压与心肌松弛及心室顺应性相关,并受心肌紧张度调节^[2]。心肌肌丝周期性相互作用引起肌肉收缩和松弛交替循环,局部收缩及松弛时间的小范围波动属于生理性。但当患者处于房颤发作时,心律绝对不规则,心肌松弛时间短致心肌不完全松弛,松弛不同步会导致伸展的节段和收缩后缩短的节段相互损害,进一步导致左心室整体松弛延迟及充盈压增高^[5]。Kosiuk 等^[6]指出房颤能够导致控制心肌电-机械功能的 Ca^{2+} 调控蛋白发

生改变,从而发生舒张功能障碍。

心律不规则及心率增快易导致房室耦连异常,左心房收缩期缩短或消失,左心室充盈时间缩短,冠状动脉舒张期储备减少^[7]。而左心室舒张松弛是一个耗能的过程,房颤律时,冠状动脉供血相对减少使得舒张期供能相对减少,进而左心室松弛受限^[8]。当患者处于窦性心律时,随着房室同步性的恢复,左心房收缩功能逐渐增强,左心室充盈时间延长,心肌顺应性提高,充盈压逐渐减低。

此外,房颤发作不仅易导致房室不同步,还可导致双房不同步。Wang 等^[9]证实,房颤律患者双房不同步比非房颤律患者差异更大。Eicher 等^[10]表明,持续的双房间传导延迟可能进一步恶化左心室舒张功能。

传统心导管和心室造影术是评价左心室舒张功能最直接可靠的方法,但其存在有创、费用高等缺点;而超声心动图具有无创、价廉、易行等特点,已成为目前评价心脏舒张功能最常用的方法。2009 年美国超声心动图协会舒张功能指南^[2]中推荐采用 E/e'评价房颤患者的左心室舒张功能。

考虑到房颤律患者心房无序激动,心动周期长短不等,每个心动周期的 E 峰及 e'大小不等,而传统方法测量多推荐采集 10 个心动周期的平均 E/e'值,因此,传统方法在不同心动周期测量 E/e'的过程相对复杂、耗时,可重复性低,影响其测值的准确性。国内外研究^[11-14]已证实,双 PW 技术可在同一个超声切面上设

置两个取样容积,同步获取二尖瓣口血流的 PW 及瓣环的 TDI 频谱,从而实现在同一心动周期测量 E/e' ,不但简化了操作流程,而且增加了数据测量的稳定性及准确性。

Wada 等^[11]研究表明,同步测量房颤患者 E/e' 与肺毛细血管楔压(pulmonary capillary wedge pressure, PCWP)相关性良好($r=0.57, P<0.001$); $E/e'>14.6$ 提示 $PCWP>12$ mmHg(敏感度 50%,特异度 84%)。Kusunose 等^[12]发现,对于房颤患者,同步 E/e' 与血浆脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)水平相关性良好, $E/e'>9.2$ 预测 $BNP>200$ pg/ml 的敏感度为 88%,特异度为 84%。Li 等^[13]研究发现,双 PW 技术同步测量 E/e' 与左心室充盈压的相关性较传统方法更好($r=0.754, 0.404$)。邓颖等^[14]研究表明双 PW 技术用于评价房颤患者的左心室舒张功能较传统方法的可重复性更好,结果更准确。本研究结果表明双 PW 技术测量 E/e' 的可重复性高于传统方法,与既往研究^[13-14]报道一致。

本研究的局限性:①筛选房颤患者时未严格量化房颤发作程度,不能排除其他因素对左心室舒张功能的影响;②TDI 取样容积的大小、位置、增益、滤波及瓣环运动夹角都会影响测值的准确性;③研究样本数较少,还需扩大样本量进一步深入研究。

综上所述,与传统方法相比,双 PW 技术可更好地评价房颤发作时的左心室充盈压,其测量流程更加简便,测值可重复性更高。而左心室充盈压可反映舒张功能的变化,推断双 PW 技术有望成为一种准确评价房颤患者舒张功能的新方法。

[参考文献]

- [1] Burstein B, Nattel S. Atrial fibrosis: Mechanisms and clinical relevance in atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 51(8): 802-809.
- [2] Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009, 22(2): 107-133.
- [3] Hasegawa H, Little WC, Ohno M, et al. Diastolic mitral annular velocity during the development of heart failure. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 41(9): 1590-1597.
- [4] Kasner M, Westermann D, Steendijk P, et al. Utility of doppler echocardiography and tissue doppler imaging in the estimation of diastolic function in heart failure with normal ejection fraction: A comparative doppler-conductance catheterization study. *Circulation*, 2007, 116(6): 637-647.
- [5] Gillebert TC, Lew WY. Nonuniformity and volume loading independently influence isovolumic relaxation rates. *Am J Physiol*, 1989, 257(6 Pt 2): H1927-1935.
- [6] Kosiuk J, Van Belle Y, Bode K, et al. Left ventricular diastolic dysfunction in atrial fibrillation: Predictors and relation with symptom severity. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2012, 23(10): 1073-1077.
- [7] Borlaug BA, Melenovsky V, Russell SD, et al. Impaired chronotropic and vasodilator reserves limit exercise capacity in patients with heart failure and a preserved ejection fraction. *Circulation*, 2006, 114(20): 2138-2147.
- [8] Vanhecke TE, Kim R, Raheem SZ, et al. Myocardial ischemia in patients with diastolic dysfunction and heart failure. *Curr Cardiol Rep*, 2010, 12(3): 216-222.
- [9] Wang M, Lau CP, Zhang XH, et al. Interatrial mechanical dyssynchrony worsened atrial mechanical function in sinus node disease with or without atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2009, 20(11): 1237-1243.
- [10] Eicher JC, Laurent G, Mathé A, et al. Atrial dyssynchrony syndrome: An overlooked phenomenon and a potential cause of 'diastolic' heart failure. *Eur J Heart Fail*, 2012, 14(3): 248-258.
- [11] Wada Y, Murata K, Tanaka T, et al. Simultaneous doppler tracing of transmitral inflow and mitral annular velocity as an estimate of elevated left ventricular filling pressure in patients with atrial fibrillation. *Circ J*, 2012, 76(3): 675-681.
- [12] Kusunose K, Yamada H, Nishio S, et al. Clinical utility of single-beat E/e' obtained by simultaneous recording of flow and tissue Doppler velocities in atrial fibrillation with preserved systolic function. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2009, 2(10): 1147-1156.
- [13] Li C, Zhang J, Zhou C, et al. Will simultaneous measurement of E/e' index facilitate the non-invasive assessment of left ventricular filling pressure in patients with non-valvular atrial fibrillation? *Eur J Echocardiogr*, 2010, 11(3): 296-301.
- [14] 邓颖,王珍珍,田家玮. 双多普勒同步与非同步成像对心房颤动患者左心室舒张功能参数测量的对比分析. *中华超声影像学杂志*, 2015, 24(4): 287-290.