DOI:10.16016/j.1000-5404.201506110

论著

斑点追踪成像在肥厚型梗阻性心肌病患者室间隔酒精消融术后随访中的应用价值

黄海韵[1],郭燕丽[1],孟 璟[2],胡厚源[2], 王文婷[1],申 斌[1] (400038 重庆,第三军医大学西南医院:超声科[1],心血管内科,重庆市介入心脏病学研究所[2])

[摘要] **目的** 探讨斑点追踪成像(speckle tracking imaging, STI)在肥厚型梗阻性心肌病(hypertrophic obstructive cardiomyopathy, HOCM)患者行室间隔酒精消融术(alcohol septal ablation, ASA)术后随访中的应用价值。**方法** 对照组为30例健康志愿者,其中男性16例,女性14例,年龄28~40(34.30±6.10)岁;病例组为2012年4月至2014年7月西南医院心内科住院部HOCM患者19例,其中男性8例,女性11例,年龄32~67(46.53±11.66)岁;对照组和病例组均行超声检查(病例组为ASA术前和术后3 d,1、3、6个月共5次),获得左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室流出道压力阶差(left ventricular outflow tract pressure gradient, LVOTG)、室间隔(interventricular septum, IVS)厚度等指标;同时应用STI技术、QLAB软件获得左室各节段纵向、径向、周向收缩期峰值应变及应变率,将左室心肌分为肥厚节段和非肥厚节段,分别比较以上各指标在不同时期的差异。**结果** HOCM患者术前和术后3 d,1、3、6个月LVOTG较对照组增高($P<0.05$),术后LVOTG较术前明显下降($P<0.05$)。术后3 d IVS厚度较术前稍有下降,术后1、3、6个月IVS厚度明显低于术前($P<0.05$)。术前及术后各随访时间点所测LVEF均无统计学差异($P>0.05$)。肥厚节段术前、术后各方向收缩期峰值应变(率)均低于对照组($P<0.05$)。与术前比较,肥厚节段术后3 d各方向应变(率)差异无统计学意义($P>0.05$);术后1、3、6个月各方向收缩期峰值应变(率)均增高($P<0.05$)。术前及术后肥厚节段应变(率)均低于非肥厚节段($P<0.05$)。非肥厚节段、术前纵向应变(率)低于对照组($P<0.05$),而术后各随访时间点纵向应变(率)高于术前($P<0.05$),并且与对照组无明显差异($P>0.05$)。**结论** 应用STI技术评价HOCM患者应变及应变率的变化,反映出HOCM患者行ASA能够提高肥厚心肌节段的局部心功能,并且能帮助非肥厚心肌节段恢复心功能;STI技术能够成为HOCM患者ASA术后长期随访的一种准确、无创、可重复性强的影像学手段。

[关键词] 超声心动描记术;二维应变;肥厚型梗阻性心肌病;室间隔酒精消融术
[中图法分类号] R540.45;R540.46;R542.22 [文献标志码] A

Value of speckle tracking imaging in postoperative follow-up of alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy: report of 19 cases

Huang Haiyun[1], Guo Yanli[1], Meng Jing[2], Hu Houyuan[2], Wang Wenting[1], Shen Bin[1] ([1]Department of Ultrasonography, [2]Department of Cardiology, Chongqing Institute of Interventional Cardiology, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

[**Abstract**] **Objective** To determine the value of speckle tracking imaging (STI) in the evaluation of postoperative follow-up of the patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM) after (alcohol septal ablation, ASA). **Methods** The enrolled subjects included healthy volunteers (control group, $n=30$) and case group ($n=19$) in this study. There were 16 males and 14 females aged from 28 to 40 years old (average age 34.30±6.10) in the control group, and 8 male and 11 female HOCM patients at an age of 32 to

[基金项目] 国家国际科技合作专项资助项目(2015DFA30920)
[通信作者] 郭燕丽,电话:(023)68765439,E-mail:guoyanli71@aliyun.com.cn
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20150729.1600.001.html(2015-07-29)

67 years old (average age 46.53 ± 11.66) who hospitalized in the cardiology department from April 2012 to July 2014. The former group underwent echocardiography and STI, while the latter underwent the same ultrasonographic examination at 5 time points, including the pre-operation and in 3 d, and 1, 3 and 6 months after operation. Left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular outflow tract pressure gradient (LVOTG) and interventricular septum (IVS) were measured by echocardiography. And peak systolic longitudinal strain (LS), longitudinal strain (LSr), radial strain (RS), radial strain rate (RSr), circumferential strain (CS) and circumferential strain rate (CSr) of hypertrophy and non-hypertrophy segments of left ventricle were measured by STI and Qlab Software. And then these parameters were statistically analyzed. **Results** LVOTG of HOCM at the 5 time points from the case group were significantly higher than those of control group ($P < 0.05$), and were obviously declined after ASA ($P < 0.05$). Compared with the pre-operative value, the thickness of IVS was slightly declined in 3 d post-operatively, and remarkably decreased in 1, 3 and 6 months after operation ($P < 0.05$). There was no significant difference in the LVEF at the 5 time points ($P > 0.05$). For the hypertrophic segments, all of the peak systolic strains and strain rates were obviously lower in the case group than control group ($P < 0.05$). Though no marked difference were seen in all strains and strain rates of hypertrophic segments between pre-operation and 3 d after operation ($P > 0.05$), the parameters were significantly increased in 1, 3 and 6 months post-operatively when compared with those before operation ($P < 0.05$). The strains and strain rates of hypertrophic segments were obviously lower in our whole observation period than those of non-hypertrophic segments ($P < 0.05$). Before ASA, the LS and LSr of non-hypertrophy segments were obviously lower than those of control group ($P < 0.05$), but they were notably higher than before ASA ($P < 0.05$) and had no significant difference with normal group ($P > 0.05$). **Conclusion** STI, as a new technique, can evaluate the dynamic changes of local strain and strain rates of left ventricle, and reflect the restoration of non-hypertrophy segments' function in the patients with HOCM after ASA. So, it might be an accurate, noninvasive and repeatable method for postoperative evaluation of ASA for HOCM.

[**Key words**] echocardiography; 2-dimension strain; hypertrophic obstructive cardiomyopathy; alcohol septal ablation

Supported by the International Cooperation Program of National Science and Technology (2015DFA30920). Corresponding author: Guo Yanli, Tel: 86-23-68754427, E-mail: guoyanli71@aliyun.com

室间隔酒精消融术(alcohol septal ablation, ASA)是治疗肥厚型梗阻性心肌病(hypertrophic obstructive cardiomyopathy, HOCM)有效方法之一。该方法通过闭塞冠状动脉间隔支造成前间隔部分心肌缺血坏死,使左室流出道的压差降低而达到治疗目的,其对HOCM的即刻疗效已得到肯定[1-2]。然而前间隔部分心肌缺血坏死对左心室相应节段心肌应变会产生怎样的影响,目前国内外研究尚少。斑点追踪成像(speckle tracking imaging, STI)能够准确测量不同节段心肌在各个方向上的形变,计算出应变(strain, S)和应变率(strain rate, Sr)。本研究对19例HOCM患者分别于ASA术前和术后3 d,1、3、6个月进行STI检测,对比研究该19例HOCM的5次检测结果,并与正常对照组进行对照分析,探讨ASA治疗前后HOCM左心室心肌的应变及应变率的变化规律,并研究应变与应变率和左心室结构、左心室整体功能参数及左心室流出道压力阶差的关系,讨论STI技术的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

病例组:第三军医大学西南医院心血管内科2012年4月至2014年7月收治的HOCM患者19例,其中男性8例,女性11例;年龄32~67(46.53±11.66)岁,入选标准包括:①经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)确诊为HOCM,即室间隔(interventricular septum, IVS)厚度≥15 mm,且与左室后壁(left ventricular posterior wall, LVPW)厚度之比≥1.3,并提示SAM征阳性;②采用频谱多普勒测量左室流出道压力阶差(left ventricular outflow tract gradient, LVOTG)≥30 mmHg或激发试验LVOTG≥50 mmHg。

对照组:30例健康志愿者,男性16例,女性14例,年龄28~40(34.3±6.1)岁,既往无高血压及心脏病史,无其他心脏疾患,经超声心动图、心电图及体格检

查均未发现心脏疾病,心电图检查均为窦性心律。

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器 采用 Philips iE33 超声诊断仪,S5-1 探头,频率 1 ~3 MHz,Qlab 8.1 分析软件。

1.2.2 方法

1.2.2.1 图像采集及分析 受检者取左侧卧位,平静呼吸,同步记录心电图;应用常规超声心动图测量左室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVDD),室间隔(IVS)厚度、左室后壁(LVPW)厚度,双平面 Simpson's 方法计算左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF),频谱多普勒估测静息左心室流出道压力阶差(LVOTG)。仔细调整角度,将理想的左心室置于图像中央,尽量使左心室内外膜清晰,分别于心尖四腔、心尖两腔、左室长轴、二尖瓣短轴、乳头肌短轴、心尖短轴切面采集二维超声动态图(>60 帧/s)各 3 个心动周期,检查结束后进行脱机分析。启动 QLAB 8.1 软件,使用 CMQ 插件,选择较清晰的舒张末期图像。在心尖四腔切面选择 AP4 模式,分别点击二尖瓣前后叶瓣环及心尖处靠近心内膜面 3 点,系统自动勾画心肌内膜缘至心外膜下的感兴趣区且划分节段;用同样的方法,在心尖两腔切面选择 AP2 模式,左室长轴切面选择 AP3/LAX 模式,左室二尖瓣短轴、乳头肌短轴、心尖短轴切面分别选择 SAXB、SAXM、SAXA 模式,在系统自动划分出各切面心肌节段后,调整感兴趣区形状、位置,使其与心肌厚度一致,系统自动追踪并显示各节段心肌纵向应变(longitudinal strain, LS)、纵向应变率(longitudinal strain, LSr)、径向应变(radial strain, RS)、径向应变率(radial strain rate, RSr)、周向应变(circumferential strain, CS)、周向应变率(circumferential strain rate, CSr)及曲线(图 1),显示各节段在一定心动周期内心肌变形的能力和速率,结果取平均值。该分段法依据美国心脏病学会推荐的左室 17 节段模型划分。病例组于超声心动图检查后按照行 ASA,分别于术后 3 d,1、3、6 个月行超声检查,进行图像采集和分析方法同前。

1.2.2.2 心肌节段分类 患者主要以室间隔肥厚为特征,故将前间隔基底段、下间隔基底段、前间隔中间段、下间隔中间段、室间隔心尖段 5 个节段定义为肥厚节段,其余节段定义为非肥厚节段。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间各指标的比较采用 t 检验分析。

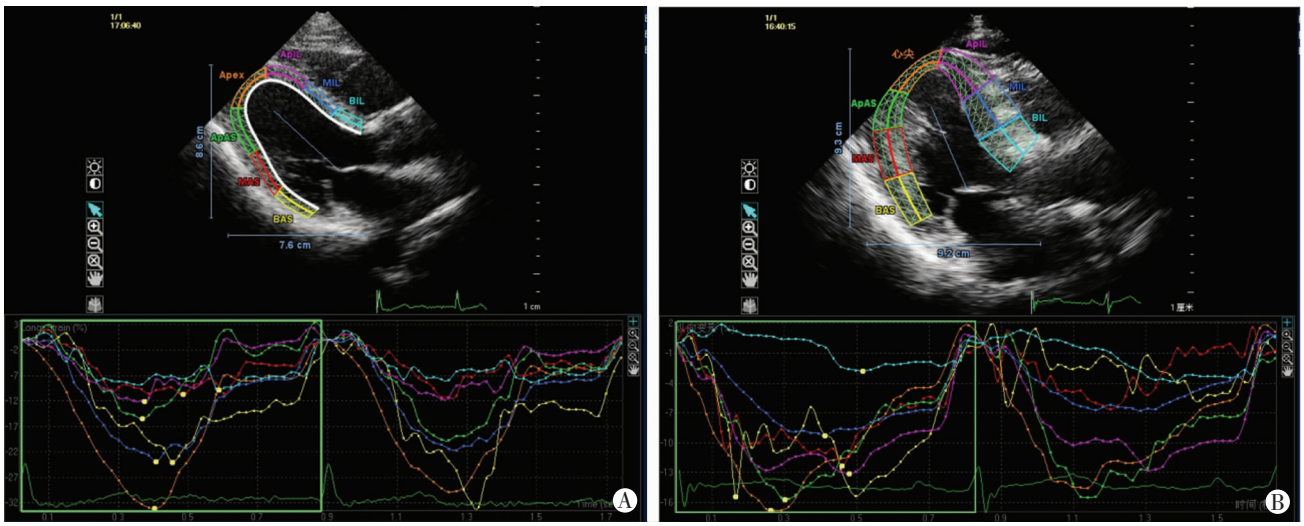
2 结果

2.1 左心室结构、左心室射血分数及左室流出道压力阶差变化

病例组 ASA 前后共 5 次检查及对照组左心室结构、左心室射血分数及左室流出道压力阶差比较(表 1)。

2.1.1 病例组不同时间节点之间比较 与术前比较,病例组术后 3 d,1、3、6 个月静息 LVOTG 均有明显下降($P<0.05$)。术后 3 d IVS 厚度较术前有所下降,但无统计学差异($P>0.05$),术后 3 d,1、3、6 个月 IVS 厚度明显低于术前,差异具有统计学意义($P<0.05$)。与术前比较,术后各随访时间点所测 LVPW、LVDD 及 LVEF 均无统计学差异($P>0.05$)。

2.1.2 病例组与对照组比较 与对照组比较,术后 3 d,1、3 个月静息 LVOTG 增高,具有统计学差异($P<$



A:对照组(应变曲线呈较为规则的双峰形,波峰波谷较为一致);B:病例组(应变曲线呈单峰或多峰,部分曲线平坦)

图 1 两组研究对象左室长轴切面应变曲线超声对比观察

0.05)；术后6个月静息LVOTG与对照组无明显差异。术前术后IVS厚度均高于对照组，术前、术后各随访时间点所测LVPW、LVDD及LVEF与对照组均无统计学差异($P>0.05$)。

2.2 应变及应变率变化

斑点追踪成像技术分析HOCM患者ASA前后左心室心肌节段应变及应变率变化，并与对照组比较(表2)。

2.2.1 心肌节段分类 病例组19例HOCM患者共323个心肌节段，室间隔节段即肥厚节段共133个，非肥厚节段190个。本研究分别对肥厚节段和非肥厚节段做以下分析，并与对照组30例健康志愿者共510个心肌节段做对比研究。

2.2.2 肥厚节段应变及应变率情况 与对照组比较，肥厚节段术前及术后4次LS、LSr、RS、RSr和CS、CSr均低于对照组，且差异有统计学意义($P<0.05$)。与术前比较，肥厚节段术后3 d各方向应变(率)差异无统计学意义($P>0.05$)；术后1、3、6个月，各方向应变(率)均增高，且差异有统计学意义($P<0.05$)。与非肥厚节段相比，术前及术后3 d，1、3、6个月肥厚节段各方向应变(率)均降低，且差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2.3 非肥厚节段应变及应变率情况 与对照组比较，非肥厚节段术前LS、LSr降低，且差异有统计学意义($P<0.05$)，RS、RSr和CS、CSr无统计学差异($P>0.05$)；术后3 d，1、3、6个月LS、LSr、RS、RSr和CS、CSr均无统计学差异。与术前比较，非肥厚节段术后3 d，1、2、6个月LS、LSr增高，且差异有统计学意义($P<0.05$)，RS、RSr和CS、CSr无明显变化($P>0.05$)。

3 讨论

肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy，HCM)是一种常见的具有遗传特性的心肌疾病，HCM患者存在显著的左心室流出道梗阻时，称为HOCM[3]。ASA是应用乙醇造成心肌坏死、心肌顿抑，降低室间隔厚度。已有研究表明ASA创伤小，容易被广大患者接受，然而不同中心对其疗效和安全性的评价并不一致[4-5]。本研究旨在探讨ASA术后室间隔心肌顿抑和坏死对左心室局部心功能产生的影响，对其疗效和安全性做进一步分析，同时讨论STI技术在ASA术后随访中的价值。

临床研究表明，应变及应变率可作为评价左室局部心肌功能的有效指标[6-8]。应变代表心肌形变的能力，应变率代表心肌变形的速率。以往临床通过传统二维超声或M型超声评价整体心功能，然而对于HOCM患者，其LVEF正常时，局部的心肌收缩功能可能已经减低[9]，组织多普勒虽能检测局部心肌的应变，但由于其角度依赖性，主要用于评价与超声束平行

表1 两组研究对象ASA前后左心室结构、左心室射血分数及左室流出道压力阶差比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	LVOTG (mmHg)	IVS (mm)	LVPW (mm)	LVDD (mm)	LVEF (%)
病例组术前	19	71.32 ± 31.34^{b}	21.24 ± 3.21^{b}	10.68 ± 2.84	43.87 ± 5.61	66.65 ± 8.05
病例组术后3 d	19	53.11 ± 32.46^{ab}	18.89 ± 3.85^{b}	10.54 ± 2.45	43.69 ± 4.96	66.31 ± 6.87
病例组术后1个月	19	41.43 ± 30.36^{ab}	18.71 ± 3.13^{ab}	10.46 ± 2.62	43.72 ± 5.35	65.91 ± 7.06
病例组术后2个月	19	39.13 ± 28.06^{ab}	18.69 ± 3.02^{ab}	10.44 ± 2.11	46.59 ± 4.72	63.77 ± 6.30
病例组术后6个月	19	28.18 ± 23.45^{a}	18.10 ± 2.41^{ab}	10.23 ± 2.44	45.67 ± 3.65	65.19 ± 6.85
对照组	30	28.25 ± 22.42^{a}	10.41 ± 2.02^{a}	10.18 ± 2.18	44.28 ± 3.91	64.32 ± 6.43

a：$P<0.05$，与病例组术前比较；b：$P<0.05$，与对照组比较

表2 两组研究对象ASA前后左心室心肌节段应变及应变率比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	心肌节段数	时间	LS(%)	LSr(s-1)	RS(%)	RSr(s-1)	CS(%)	CSr(s-1)
病例组($n=19$)		术前	−13.32 ± 7.22^{bc}	1.88 ± 1.34^{bc}	26.32 ± 6.21^{bc}	2.44 ± 1.52^{bc}	−18.27 ± 6.22^{bc}	2.11 ± 0.45^{bc}
肥厚节段	133	术后3 d	−16.12 ± 6.40^{bc}	1.87 ± 1.59^{bc}	25.98 ± 6.44^{bc}	2.53 ± 1.50^{bc}	−18.32 ± 6.94^{bc}	2.10 ± 0.54^{bc}
		术后1个月	−20.46 ± 6.32^{abc}	3.00 ± 1.31^{abc}	28.68 ± 6.29^{abc}	3.02 ± 1.14^{abc}	−25.59 ± 7.10^{abc}	3.04 ± 1.86^{abc}
		术后2个月	−20.52 ± 6.12^{abc}	3.03 ± 1.44^{abc}	29.21 ± 7.11^{abc}	3.14 ± 1.67^{abc}	−26.04 ± 6.52^{abc}	3.70 ± 1.05^{abc}
		术后6个月	−20.50 ± 6.03^{abc}	3.01 ± 1.31^{abc}	29.29 ± 7.03^{abc}	3.21 ± 1.73^{abc}	−26.11 ± 6.58^{abc}	3.68 ± 1.07^{abc}
		术前	−18.44 ± 7.01^{c}	2.52 ± 1.31^{c}	29.83 ± 6.78	3.23 ± 1.15	−25.66 ± 6.35	3.10 ± 0.89
非肥厚节段	190	术后3 d	−21.80 ± 6.51^{a}	3.31 ± 1.67^{a}	28.52 ± 6.24	3.16 ± 1.64	−25.32 ± 6.74	3.16 ± 0.76
		术后1个月	−22.75 ± 7.58^{a}	3.28 ± 1.53^{a}	29.01 ± 7.11	3.17 ± 1.66	−24.99 ± 7.13	3.15 ± 1.00
		术后2个月	−21.79 ± 7.11^{a}	3.51 ± 1.03^{a}	28.91 ± 6.94	3.21 ± 1.58	−25.27 ± 7.46	3.09 ± 0.99
		术后6个月	−22.42 ± 8.10^{a}	3.44 ± 1.22^{a}	29.37 ± 7.31	3.20 ± 1.33	−25.70 ± 6.96	3.13 ± 1.02
对照组($n=30$)	510		−22.44 ± 8.22	3.37 ± 1.20	29.42 ± 7.15	3.30 ± 1.19	−25.91 ± 7.49	3.12 ± 1.01

a：$P<0.05$，与术前比较；b：$P<0.05$，与非肥厚节段比较；c：$P<0.05$，与对照组比较

的心脏纵向一维运动[10]。本研究采用STI技术评价HOCM患者ASA前后的心肌应变。STI是基于二维超声图像斑点追踪原理,用斑点显示心肌组织,实时追踪心肌回声斑点的运动轨迹,在整个心动周期中,相邻2个斑点的距离改变和速度差则反映出局部心肌的应变和应变率[9]。该技术没有角度依赖性,不受周围心肌的牵拉和心脏整体运动干扰,与既往的超声技术相比更能全面评价各节段心肌纵向、径向、周向应变,从而评价心功能。已有研究证实,STI测量结果与声纳测微仪及磁共振的测量结果有很好的一致性[11]。

本研究结果显示,HOCM患者左心室射血分数并不降低,与以往研究一致[5],可能是由于左心室受前负荷影响,肥厚的心肌通过增强收缩力和延长收缩持续时间,以克服流出道梗阻导致的每搏量下降,从而维持正常体循环。但在ASA术前,左心室肥厚节段应变及应变率均低于对照组,表示在左心室流出道压力阶差明显增高时,左心室肥厚节段局部心功能已受到损害,且早于整体收缩功能受损。同时我们也发现,在同一时期,非肥厚节段的纵向应变也低于对照组,说明局部心肌功能受损可能早于心肌增厚。非肥厚节段径向、周向应变及应变率与对照组无明显差异,可能是非肥厚节段心功能损伤的程度并不高,仅表现为较为敏感的纵向应变(率)减低[12-13]。

ASA术后3 d,肥厚节段应变(率)与术前无统计学差异,原因可能为ASA引起肥厚节段部分心肌顿抑[14],顿抑的心肌心功能可能出现障碍,并保持1周左右,所以虽然术后3 d LVOTG明显减低,但局部心功能并不能立即增高;术后1、3、6个月,肥厚节段应变(率)明显高于术前,表示伴随着LVOTG的逐步降低,肥厚节段心功能有明显提升。由此可见ASA通过消融减低室间隔厚度,可有效提高肥厚节段的局部心功能,而术中导致的心肌顿抑和心肌坏死并没有加剧肥厚节段的心功能受损,其安全性得到一定程度的证实。但与对照组相比,肥厚节段应变(率)始终有统计学差异,这可能与室间隔厚度始终高于对照组有关。对于非肥厚节段,术后纵向应变(率)已明显增高,且与对照组无统计学差异,表示LVOTG降低后,左心室前负荷减低,有助于非肥厚节段的心功能恢复。

STI技术能够准确评价心肌功能,准确度较高,并且具有无创、可重复性好、患者容易接受等优点,对HOCM患者ASA术前后左心室局部心功能评价具有重要临床意义,有利于HOCM患者ASA术后长期随访。

参考文献:

[1] Leonardi R A, Kransdorf E P, Simel D L, *et al*. Meta-analyses of septal reduction therapies for obstructive hypertrophic cardiomyopathy: comparative rates of overall mortality and sudden cardiac death after treatment[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2010, 3(2): 97-104.

[2] Veselka J, Lawrenz T, Stellbrink C, *et al*. Early outcomes of alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy: a european multicenter and multinational study[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2014, 84(1): 101-107.

[3] Ho C Y. Hypertrophic cardiomyopathy in 2012[J]. Circulation, 2012, 125(11): 1432-1438.

[4] Lyne J C, Kilpatrick T, Duncan A, *et al*. Long-term follow-up of the first patients to undergo transcatheter alcohol septal ablation[J]. Cardiology, 2010, 116(3): 168-173.

[5] 彭娟, 邹云增, 孔德红, 等. 化学消融术和外科切除术治疗梗阻性肥厚型心肌病3年随访的对比研究[J]. 临床心血管病杂志, 2012, 28(10): 762-765.

[6] 刘文旭, 赵映, 何怡华, 等. 二维斑点追踪技术评价不同程度主动脉瓣狭窄患者左心室收缩功能[J]. 心肺血管病杂志, 2014, 33(3): 410-413.

[7] Berli A S, Jud-Schefer R, Steininger K, *et al*. The use of strain, strain rate, and displacement by 2D speckle tracking for assessment of systolic left ventricular function in goats: applicability and influence of general anesthesia[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2015, 13: 11.

[8] 王丽萍, 夏红梅, 蒋演, 等. 斑点追踪成像评价冠心病患者CABG或PCI术治疗前后左室收缩功能[J]. 第三军医大学学报, 2012, 34(8): 776-780.

[9] 刘敏, 田新桥. 超声二维斑点追踪成像评价肥厚型心肌病左心功能的研究进展[J]. 心脏杂志, 2014, 26(1): 117-120.

[10] 王淑珍, 熊峰, 张丽娟, 等. 组织多普勒评价化学消融术对肥厚型梗阻性心肌病心房电机械传导参数变化的价值[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(2): 218-221.

[11] Mu Y, Qin C, Wang C, *et al*. Two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging in evaluation of early changes in left ventricular diastolic function in patients with essential hypertension[J]. Echocardiography, 2010, 27(2): 146-154.

[12] Carstensen H G, Larsen L H, Hassager C, *et al*. Basal longitudinal strain predicts future aortic valve replacement in asymptomatic patients with aortic stenosis[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2015, pii: jev143. [Epub ahead of print]

[13] Krishnasamy R, Isbel N M, Hawley C M, *et al*. Left ventricular global longitudinal strain (GLS) is a superior predictor of all-cause and cardiovascular mortality when compared to ejection fraction in advanced chronic kidney disease[J]. PLoS One, 2015, 10(5): e0127044.

[14] 王亮, 王晖, 张寄南. 肥厚型梗阻性心肌病室间隔心肌化学消融术的临床研究现状及进展[J]. 中国医学创新, 2010, 7(7): 185-186.

(**收稿**:2015-06-10;**修回**:2015-07-22)

(编辑 栾 嘉)