

❖ 心脏、血管影像学

Speckle tracking imaging in the evaluation of left ventricular mechanical changes in patients with myocardial ischemia

WEI Feng, LI Yu-hong*

(Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Liaoning Medical College, Jinzhou 121001, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the application value of two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging (STI) in assessing mechanical changes in patients with myocardial ischemia. **Methods** Seventy myocardial ischemia patients and 35 healthy volunteers underwent STI examination. Peak value of longitudinal, radial and circumferential strain (LS, RS and CS) of left ventricle, and the time to peak were obtained with 18-segment model and were compared. The peak basal and apical rotation of left ventricular minor axis and the time to peak were gathered, the peak value of left ventricular whole reverse angle and time to peak were calculated. Peak angular velocity of diastole early time at apex and bottom (A-vel and B-vel) were compared between the two groups. **Results** Compared with control group, peak value of LS, RS and CS decreased in each ischemia stage and time to peak obviously retarded, there were statistical significant differences except posterior wall ($P < 0.05$). The peak basal and apical rotation of left ventricular minor axis and the peak value of left ventricular whole reverse angle were all smaller than those of control group, and the time to peak retarded (all $P < 0.05$). The A-vel of myocardial ischemia patients was obviously lower than that of control group ($P < 0.05$), but the B-vel were not statistical different between two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** STI can quantitatively detect mechanical changes of left ventricle in patients with myocardial ischemia and assess the partial function of cardiac muscles.

[Key words] Speckle tracking imaging; Strain; Myocardial ischemia; Ventricular function, left

斑点追踪技术观察心肌缺血患者左心室心肌力学改变

魏 凤, 李玉宏*

(辽宁医学院第一附属医院超声科, 辽宁 锦州 121001)

[摘要] **目的** 探讨二维超声斑点追踪显像(STI)技术评价心肌缺血患者力学改变的应用价值。**方法** 70例心肌缺血患者(心肌缺血组)和35名健康志愿者(对照组)分别接受STI检查,采用18节段法采集左心室心肌的纵向、径向及圆周应变峰值、达峰时间,对比两组相应节段的差异;采集左心室短轴基底部和心尖部旋转角度峰值、达峰时间,并计算左心室整体扭转角度峰值、达峰时间;比较两组心尖及心底舒张早期旋转角速度峰值(A-vel及B-vel)。**结果** 心肌缺血患者各缺血节段纵向、径向及圆周应变峰值均较对照组减低,且达峰时间均明显延迟,除后壁纵向应变外,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05);心肌缺血患者左心室基底部、心尖部旋转角度峰值及左心室整体扭转角度峰值与对照组比较均减低,且达峰时间均延迟,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05);心肌缺血组A-vel明显低于对照组($P < 0.05$);而B-vel两组差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** STI能定量检测心肌缺血患者的左心室多方位力学改变,评价心肌局部功能。

[关键词] 斑点追踪显像;应变;心肌缺血;心室功能,左

[中图分类号] R445.1; R542.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2011)01-0057-04

[作者简介] 魏凤(1983—),女,辽宁锦州人,在读硕士。研究方向:心血管病超声诊断。E-mail: weifeng19830101@163.com

[通讯作者] 李玉宏,辽宁医学院第一附属医院超声科,121001。E-mail: yuhongli2@hotmail.com

[收稿日期] 2010-08-23 **[修回日期]** 2010-10-18

斑点追踪显像 (speckle tracking imaging, STI) 技术可实时跟踪二维灰阶图像中心肌回声斑点的空间运动轨迹, 不受声束角度限制, 测得心肌纵向运动及短轴方向上心肌的径向、圆

周运动及旋转角度, 并可快速定量获得心肌每个节段的应变值^[1-3], 从多方面评价心肌缺血患者的左心收缩功能。本研究旨在应用 STI 技术检测心肌缺血者心肌运动的变化。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2009 年 5 月—2010 年 5 月于我院接受心脏超声检查的门诊、住院心肌缺血患者 70 例 (心肌缺血组), 男 57 例, 女 13 例, 年龄 43~75 岁, 平均 (61.5±12.7) 岁。患者无症状, 但静息、动态时或负荷试验心电图示有 ST 段压低, T 波减低、变平或倒置等心肌缺血的客观证据; 或心肌灌注不足的核素心肌显像表现。对照组为同期健康体检者 35 名, 男 25 名, 女 10 名, 年龄 40~69 岁, 平均 (58.3±10.1) 岁, 体检、胸片、超声心动图、心电图、生化、肝肾功能等检查均无异常发现, 排除各种器质性病变。所有受检者均为窦性心律, 无糖尿病, 无明显二尖瓣或主动脉瓣反流, 排除心房纤颤、完全性左束支传导阻滞等心律失常以及心肌梗死者。

1.2 仪器与方法 采用 Philips iE33 型超声诊断仪,

表 1 两组一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	射血分数 (%)	LVD _d (cm)	LVD _s (cm)	E 峰 (cm/s)	E/A
心肌缺血组	53.75±6.61 [△]	5.19±1.07	3.66±1.15	55.74±12.01 [△]	0.71±0.33 [△]
对照组	60.37±4.62	4.81±0.64	3.23±0.72	65.31±11.68	0.94±0.35

注: [△]: 与对照组比较, P<0.05; LVD_d: 左心室舒张末期内径; LVD_s: 左心室收缩末期内径

S5-1 探头, 频率 1.0~5.0 MHz, 配有 QLab 分析软件程序, 可进行 7.0 STI 成像分析。受检者于静息状态下取左侧卧位接受超声心动图检查。同步记录心电图。采集过程中嘱受检者尽量屏气, 取连续 3 个完整心动周期的心尖四腔、二腔、左心室标准短轴二尖瓣口水平、乳头肌水平及心尖水平切面二维灰阶动态图像, 采集二尖瓣口及主动脉口的频谱多普勒图像, 调整扇角及增益, 帧频>55 帧/秒, 选取心内膜显示最清晰的一帧图像, 传至 QLab 7.0 工作站进行脱机分析。手动勾画左心室心肌, 分析软件系统自动将左心室短轴观分为前间隔、前壁、侧壁、后壁、下壁、后间隔, 将左心室心尖长轴观分为基底段、中间段、心尖段并进行跟踪分析, 自动显示 18 个节段及每个节段心肌的纵向应变 (longitudinal strain, LS)、径向应变 (radial strain, RS) 和圆周应变 (circumferential strain, CS) 收缩期峰值及达峰时间; 左心室短轴基底部和心尖部旋转角度峰值 (A-vel 及 B-vel)、达峰时间。以心电图 R 波起始作为左心室收缩期的开始, R-R 间期为一个心动周期, 记录各曲线的收缩期应变峰值。

表 2 两组收缩期峰值 LS、RS、CS 的比较 (% , $\bar{x} \pm s$)

心肌节段	LS		RS		CS	
	心肌缺血组	对照组	心肌缺血组	对照组	心肌缺血组	对照组
前间隔	-9.71±6.33 [△]	-15.74±5.12	20.11±14.67*	36.35±19.81	-15.99±8.16 [△]	-36.38±7.22
前壁	-9.85±6.63 [△]	-13.70±2.77	12.88±6.51 [△]	43.22±17.40	-14.37±6.80 [△]	-17.11±6.73
侧壁	-10.31±5.44 [△]	-15.51±5.02	14.50±8.69 [△]	35.27±14.71	-11.54±5.75 [△]	-15.80±4.71
下壁	-10.55±4.88*	-14.73±3.91	13.40±7.57 [△]	35.11±26.24	-7.93±5.27 [△]	-14.51±10.39
后壁	-11.33±6.46	-14.17±4.82	11.20±9.81*	33.34±20.11	-7.33±4.18*	-17.82±9.44
后间隔	-9.41±4.55 [△]	-13.80±5.45	15.91±3.74 [△]	32.46±21.99	-14.61±3.91 [△]	-29.16±12.53

注: 与对照组比较, [△]: P<0.05; * : P<0.01

表 3 两组 LS、RS、CS 达峰时间的比较 (ms, $\bar{x} \pm s$)

心肌节段	LS		RS		CS	
	心肌缺血组	对照组	心肌缺血组	对照组	心肌缺血组	对照组
前间隔	397.85±49.81 [△]	285.33±42.51	410.69±61.10*	301.55±42.62	445.75±42.31 [△]	307.81±45.94
前壁	401.14±39.81 [△]	305.13±46.50	417.11±59.83 [△]	317.15±46.56	431.17±39.88 [△]	307.14±45.66
侧壁	395.63±48.12 [△]	294.91±41.29	421.90±63.33 [△]	320.77±50.51	405.74±49.16*	294.92±41.25
下壁	379.50±41.91*	311.53±47.51	431.71±58.56 [△]	311.82±43.70	419.45±50.93 [△]	324.72±52.57
后壁	409.51±41.79	295.33±40.26	407.83±64.14*	309.75±49.60	429.61±64.54*	309.96±49.17
后间隔	407.21±46.63 [△]	294.11±45.27	417.33±53.90 [△]	303.12±44.36	423.73±47.38 [△]	311.11±47.38

注: 与对照组比较, [△]: P<0.05; * : P<0.01

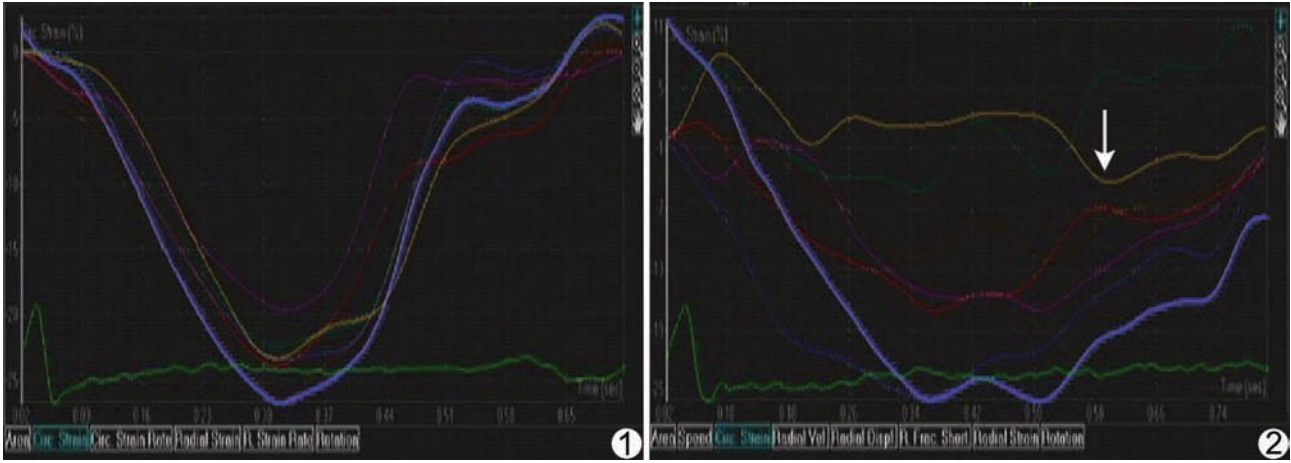


图 1 正常人心底短轴二尖瓣口水平径向应变曲线 径向应变曲线为正向峰值曲线,收缩期最大径向应变为正值,表明收缩期室壁增厚

图 2 心肌缺血患者心底短轴二尖瓣水平径向应变曲线 曲线杂乱无章,应变峰值减低,应变峰值时间延迟,箭头缺血节段,径向应变曲线峰值减低,达峰时间延迟

1.3 统计学方法 采用 SPSS 17.0 统计分析软件,计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示。两组间的参数比较采用独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 心肌缺血组的射血分数、二尖瓣口 E 波峰值及 E/A 均显著低于对照组 ($P < 0.05$), 而左心室舒张末期径、收缩末期径与对照组比较, 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05 , 表 1)。

2.2 心肌缺血组左心室短轴(二尖瓣、乳头肌及心尖水平)各缺血节段最大收缩期 LS、RS、CS 峰值较对照组相应节段明显减低, 且达峰时间均明显延长, 除后壁 LS 外, 差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05 , 表 2、3, 图 1、2)。

2.3 心肌缺血组左心室短轴基底部、心尖部旋转角度峰值及左心室整体扭转角度峰值较对照组均减低, 且达峰时间均延长 (P 均 < 0.05); 心肌缺血组 A-vel 明显低于对照组 ($P < 0.05$); 而 B-vel 两组差异无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 4)。

3 讨论

心肌室壁运动与心肌供血密切相关, 而心肌缺血性病变是形成左心室壁运动障碍的形态学基础。冠心病患者发生心肌缺血时, 出现室壁节段性运动异常 (RW-MA) 先于临床症状、心电图、心室顺应性、收缩性和血流动力学的改变。左心室造影及核素心血扫描均证明左心室节段性运动异常的部位与缺血区一致, 其发展顺序为心肌缺血-室壁节段性机械运动异常-心室舒张功能障碍-收缩运动异常-心电图异常-心绞痛症状出现。

以往超声评价心肌缺血主要是基于传统的二维灰阶图像上显示的室壁运动异常、室壁增厚率异常, 易受观察者主观因素影响, 其敏感度较低; 大部分冠心病患者虽已出现严重的冠脉狭窄, 常规超声心动图难以检出明显的室壁运动异常^[4], 确诊有赖于冠状动脉造影。STI 在高帧频二维灰阶图像的基础上采用最佳模式匹配技术通过寻找序列图像中最优近的散斑模式来实现对组织跟踪, 识别心肌内回声斑点的空间运动, 并跟踪其在每一帧图像中的位置, 标测不同帧之间同一位置的心肌运动轨迹, 以此计算运动参数, 定量显示心肌运动应变和应变率、速度、位移和旋转角度等参数^[5-7]。左心室心肌包括纵行环形肌纤维, 即内、外层的螺旋形肌束和中层的环形肌束。心脏的收缩和舒张运动包括纵向、径向、圆周及旋转运动。STI 不仅能评价心肌细胞在纵轴方向上的运动, 也可检测其径向、圆周及旋转方向上的形变, 从而更加全面地了解局部心肌功能。心肌缺血患者因冠状动脉供血不足导致局部心肌功能不同程度下降, 变形能力降低甚至消失, 出现节段性室

表 4 两组左心室旋转、扭转参数及舒张早期旋转角速度峰值比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	心肌缺血组	对照组
基底部旋转角度(°)	-7.29 ± 1.65 [△]	-8.14 ± 1.77
心尖部旋转角度(°)	7.02 ± 1.91 [△]	8.52 ± 1.84
整体扭转角度(°)	14.22 ± 1.74 [△]	16.64 ± 2.19
基底部旋转角度时间(ms)	397.44 ± 52.26 [△]	337.65 ± 27.10
心尖部旋转角度时间(ms)	358.73 ± 50.94 [△]	321.77 ± 28.51
整体扭转角度时间(ms)	373.21 ± 47.85 [△]	329.11 ± 25.32
A-vel(°/s)	-23.19 ± 12.55 [△]	-45.86 ± 24.91
B-vel(°/s)	-36.59 ± 14.74	-33.82 ± 21.03

注: 与对照组比较, $\Delta: P < 0.05$

壁运动异常。

本研究结果显示,心肌缺血组缺血节段左心室短轴切面的径向应变较正常组减低,达峰时间延迟,与 Winter 等^[8]的报道一致。心肌缺血时,由于心肌缺乏血液供应,心肌内膜纤维最先受累,表现为心肌短轴方向上的径向运动受到影响,收缩期峰值径向应变均较正常组减低。本研究发现心肌缺血组缺血节段左心室短轴切面的收缩期峰值圆周应变较正常组减低,与文献报道相似^[9]。这是由于圆周收缩运动主要由中层心肌决定,缺血缺氧时,室壁运动异常的心肌节段中层心肌受累,影响心肌的圆周运动。

心室心肌扭转指左心室心尖部相对于基底部的沿左心室长轴的旋转运动。左心室心肌纤维起源于心外膜下的左手螺旋纤维,至心内膜转变为右手螺旋纤维,这是产生心肌扭转运动的解剖基础^[10-12]。从心尖方向看,心外膜下心肌纤维收缩使心尖部逆时针旋转,心底顺时针旋转;而心内膜下心肌纤维收缩产生的作用相反,但由于心外膜力量占优势,心肌整体表现心尖水平为逆时针旋转,心底部则为顺时针旋转,扭转的大小和方向取决于跨壁应变梯度和心外膜下心肌纤维相对于心内膜下心肌纤维的运动优势^[12]。本研究结果显示,心肌缺血者左心室心底部及心尖部整体旋转角度峰值、左心室整体扭转角度峰值较对照组均减低,且达峰时间延迟。

心室的顺应性和抽吸力决定着其解旋特性,而解旋又可直接调节心室充盈。由于心肌缺血患者的心肌弛缓能力和顺应性下降,导致舒张早期心室解扭转障碍,从而影响心室内压力梯度形成,使左心房压力升高,心室顺利充盈受损,整体舒张功能降低。心肌缺血患者左心室心尖舒张早期旋转角速度峰值明显低于对照组,而心底部舒张早期旋转角速度峰值两组差异无统计学意义,表明心尖的旋转在解旋运动中占主导地位,为利用心尖舒张早期旋转角速度峰值评价左心室心肌解旋运动提供依据。存在上述指标改变的节段心肌与缺血相关动脉的供血区相符,提示缺血节段心肌纤维发生形变和应变的能力与周围心肌或正常相应节段心肌相比明显减低,反映了缺血心肌的动力学状态。

STI 不受超声角度影响的优点,可客观、定量评价心肌局部收缩功能,敏感度明显高于常规超声心动图检查,可以早期识别缺血心肌,为临床诊断冠心病及评

价其治疗效果提供了一种较准确的方法。

[参考文献]

- [1] Chan J, Hanekon L, Wong C, et al. Differentiation of subendocardial and transmural infarction using two-dimensional strain rate imaging to assess short-axis and long-axis myocardial function. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 48(10):2026-2033.
- [2] 任卫东,刘爽,马春燕,等.斑点追踪成像评价急性心肌梗死及慢性缺血性心力衰竭患者左心室扭转. *中国介入影像与治疗学*, 2010, 7(4):409-412.
- [3] 陈刘平,邓又斌,刘红云,等.斑点追踪超声心动图技术评价肺切除患者早期左心室局部及整体心肌收缩功能. *中国介入影像与治疗学*, 2010, 7(3):292-295.
- [4] 刘诗珍,舒先红,潘翠珍,等.实时心肌超声造影评价冠状动脉三支病变患者的心肌灌注. *中华超声影像学杂志*, 2006, 15(12):885-887.
- [5] Leitman M, Lysyansky P, Sidenko S, et al. Two-dimensional strain—a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function. *J Am Soc Echocardiogr*, 2004, 17(10):1021-1029.
- [6] Notomi Y, Lysyansky P, Secser RM, et al. Measurement of ventricular torsion by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 45(12):2034-2041.
- [7] Bohs LN, Geiman BJ, Anderson ME, et al. Speckle tracking for multi-dimensional flow estimation. *Ultrasonics*, 2000, 38(1-8):369-375.
- [8] Winter R, Jussila R, Nowak J, et al. Speckle tracking echocardiography is a sensitive tool for the detection of myocardial ischemia: a pilot study from the catheterization laboratory during percutaneous coronary intervention. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007, 20(8):974-981.
- [9] 王其海,汪太平,徐岩等.斑点追踪成像技术评价缺血心肌短轴方向径向及圆周应变. *中国医学影像技术*, 2009, 25(8):1411-1414.
- [10] Torrent Guasp F, Buckberg GD, Clemente C, et al. The structure and function of the Helical heart and its buttress wrapping I, The normal macroscopic structure of the heart. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2001, 13(4):301-319.
- [11] Tsuchi M, Nishikage T, Nakai H, et al. The assessment of left ventricular twist in anterior wall myocardial infarction using twodimensional speckle tracking imaging. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007, 20(1):36-44.
- [12] Henson RE, Song SK, Pastorek JS, et al. Left ventricular torsion is equal in mice and humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2000, 278(4):H1117-H1123.