

❖ 心脏、血管影像学

Application of two-dimensional speckle tracking for evaluation on transmural myocardial strain gradient in patients with non-ST-elevation acute myocardial infarction

MA Chun-yan^{1*}, LI Nan¹, LIU Shuang¹, ZHANG Yan¹, LI Wen-na², TANG Li¹, YANG Jun¹

(1. Department of Cardiovascular Ultrasound, 2. Department of Cardiology, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China)

[Abstract] **Objective** To explore the accuracy of two-dimensional speckle tracking echocardiography (STE) for evaluation on transmural myocardial strain gradient (TMSG) in identifying infarcted myocardium in patients with non-ST-elevation acute myocardial infarction (NSTEMI). **Methods** Fifty-eight patients with NSTEMI before coronary artery angiography and 50 normal subjects underwent STE. The radial strain (RS) and circumferential strain (CS) of subendocardial myocardium and subepicardial myocardium were measured and analyzed statistically. **Results** RS and CS of subendocardial infarcted myocardium were larger, and TMSG was lower than that of normal myocardium (all $P < 0.001$). The major determinants of infarcted myocardium was TMSG-RS. Taking $\text{TMSG-RS} \leq -7.24\%$ as the indicator of prognosticated infarcted myocardium, the sensitivity was 89.30%, and the specificity was 80.40%. **Conclusion** TMSG-RS decreases obviously in patients with NSTEMI, and the infarcted myocardium can be detected with STE.

[Key words] Speckle tracking technology; Transmural myocardial strain gradient; Myocardial infarction

二维斑点追踪检测心肌跨壁应变梯度在非 ST 段抬高型心肌梗死中的应用

马春燕^{1*}, 李楠¹, 刘爽¹, 张妍¹, 李雯娜², 唐力¹, 杨军¹

(1. 中国医科大学附属第一医院心血管超声科, 2. 心内科, 辽宁 沈阳 110001)

[摘要] **目的** 探讨应用二维斑点追踪超声心动图(STE)检测心肌跨壁应变梯度(TMSG)识别非 ST 段抬高型心肌梗死(NSTEMI)的准确性。**方法** 对 58 例首次 NSTEMI 患者(冠状动脉造影前)和 50 名健康成年人行 STE 检查,分别测量心内膜下心肌和心外膜下心肌的径向、圆周应变及跨壁应变梯度,并进行统计学分析。**结果** 梗死心肌心内膜下心肌的径向和圆周应变均低于正常心肌(P 均 < 0.001),跨壁应变显著减小(P 均 < 0.001)。应用 TMSG-RS 预测梗死心肌的 ROC 曲线下面积最大($\text{AUC} = 0.87, P < 0.001$),以 $\text{TMSG-RS} \leq -7.24\%$ 为界值,诊断 NSTEMI 的敏感度和特异度分别为 89.30% 和 80.40%。**结论** NSTEMI 时梗死心肌的跨壁应变梯度显著减小;STE 可通过检测心肌 TMSG-RS 准确识别梗死心肌。

[关键词] 斑点追踪技术;心肌跨壁应变梯度;心肌梗死

[中图分类号] R540.45; R542.22 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2013)02-0217-04

[基金项目] 辽宁省科技厅科学计划项目(2011225020)。

[作者简介] 马春燕(1974—),女,辽宁沈阳人,博士,副教授。研究方向:超声心动图新技术的临床应用。

[通讯作者] 马春燕,中国医科大学附属第一医院心血管超声科,110001。E-mail: mcy_ql@yahoo.com.cn

[收稿日期] 2012-07-09 **[修回日期]** 2012-11-30

非 ST 段抬高型心肌梗死(non-ST segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)超声心动图常表现为心肌运动正常或仅有轻度运动减低^[1],使超声心动图在早期诊断 NSTEMI、制定治疗方案及判断预后等方面的应用受到限制。本研究采用二维斑点追踪超声心动图(speckle tracking echocardiography, STE)检测心肌跨壁应变梯度(transmural myocardial strain gradient, TMSG),探讨应用 TMSG 早期识别 NSTEMI 的准确性及其临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集 2010 年 6 月—2012 年 1 月临床首次诊断为 NSTEMI 的 72 例患者。入选标准:①ST 段正常或压低,且有动态演变;②缺血性胸痛持续 20 min 以上;③血清肌钙蛋白 T 或 I 升高,大于正常值的 2 倍以上,且有动态演变^[2-4];④于 STE 后接受冠状动脉造影。排除标准:①陈旧性心肌梗死;②心力衰竭,左心室射血分数<50%;③急诊行经皮冠状动脉介入治疗术(percutaneous coronary intervention, PCI)。共有 58 例患者入选作为病例组,其中男 38 例,女 20 例,年龄 39~72 岁,平均(61.8±15.6)岁,心肌缺血时间为 11~33 h,平均(19.4±10.2)h,均于 PCI 术前 4~6 h 接受超声心动图检查。选取同期年龄和性别基本匹配的 50 名健康成年人作为对照组,男 32 名,女 18 名,年龄 35~68 岁,平均(57.6±13.8)岁。

1.2 仪器与方法

1.2.1 超声检查 采用 Philips iE33 超声诊断仪,S5-1 探头,频率 1~5 MHz。采集胸骨旁左心室长轴切面、左心室二尖瓣水平、乳头肌水平和心尖短轴切面以及心尖四腔心、两腔心切面的 3 个连续心动周期动态图像并存储。

1.2.2 数据采集

(1)按照美国超声心动图指南^[5]推荐方法测量左心室舒张末内径(left ventricular end-diastolic dimension, LVEDD)、舒张末容积(left ventricular end-diastolic volume, LVEDV)、收缩末容积(left ventricular end-systolic volume, LVESV)和射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。

(2)采用目测法评价节段心肌运动情况,室壁运动评分(wall motion score, WMS):1 分,运动正常;2 分,运动减低;3 分,运动消失;4 分,矛盾运动;5 分,室壁瘤。室壁运动评分指数(wall motion score index, WMSI)=各节段心肌 WMS 之和/心肌节段数。

(3)采用 QLab 7.0 工作站 2D Strain 插件分析左

心室二尖瓣水平、乳头肌水平和心尖短轴切面,将每个水平短轴切面分为 6 个节段,共 18 个心肌节段。手动调节心内膜和心外膜边界,软件自动将心肌分为心内膜心肌和心外膜下心肌,测量每一节段心肌的心内膜下峰值径向应变(RS-endo)、心外膜下峰值径向应变(RS-epi)、跨壁径向应变梯度(TMSG-RS)、心肌整体峰值径向应变(RS)、心内膜下峰值圆周应变(CS-endo)、心外膜下峰值圆周应变(CS-epi)、跨壁圆周应变梯度(TMSG-CS)及心肌整体峰值圆周应变(CS),计算 18 个心肌节段各参数的均值。

1.2.3 冠状动脉造影 应用 Philips SD-10 X 线机,对比剂采用碘帕醇。患者术前口服氯吡格雷 300 mg。以常规 Judkins 方法进行冠状动脉造影,观察左冠状动脉前降支(left anterior descending branch, LAD)、左回旋支(left circumflex artery, LCX)和右冠状动脉(right coronary artery, RCA)。将病例组中的“罪犯”冠状动脉支配的心肌节段作为梗死心肌组(MI 组),以其余节段作为正常心肌 1 组(Con 组 1),50 名健康成年人 900 个心肌节段作为正常心肌 2 组(Con 组 2)。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 13.0 软件分析数据,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用方差分析,梗死心肌危险因素采用多因素回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 超声心动图 与对照组相比,病例组 LVEDD、LVEDV 和 LVESV 均增大(P 均 <0.05);LVEF 减小,但差异无统计学意义($P > 0.05$),8 例患者 LVEF $<55\%$;WMSI 增大,RS 和 CS 减小(P 均 <0.001),见表 1。

表 1 各参数在两组间的比较($\bar{x} \pm s$)

参数	病例组 ($n=58$)	对照组 ($n=50$)
LVEDD(mm)	57.42±8.06*	50.66±6.27
LVEDV(ml)	92.09±12.50*	75.13±15.56
LVESV(ml)	44.37±11.53*	32.28±10.36
LVEF(%)	60.92±7.31	64.33±5.18
WMSI	1.62±0.62*	1.00±0.00
RS(%)	-21.41±8.33*	-30.54±12.61
CS(%)	-17.35±9.21*	-26.08±10.85

注:* :与对照组比较, $P < 0.001$

2.2 PCI 病例组 22 例 LAD 闭塞,15 例 LCX 闭塞,21 例 RCA 闭塞。“罪犯”冠状动脉支配的心肌节段共 312 个,正常心肌节段共 732 个。

表 2 心肌二维应变参数在 3 组的比较(%, $\bar{x} \pm s$)

参数	Con 组 1 (n=668)	Con 组 2 (n=839)	MI 组 (n=289)
RS-endo	-36.73±7.65	-35.28±8.33	-19.08±8.31 ^{#*}
RS-epi	-22.37±6.71 [△]	-23.64±7.54 [△]	-15.24±7.92 ^{△#*}
TMSG-RS	-13.46±8.90	-14.22±7.82	-5.38±3.79 ^{#*}
CS-endo	-28.11±9.37	-29.93±10.62	-18.34±7.35 ^{#*}
CS-epi	-16.38±8.91 [□]	-18.55±9.46 [□]	-13.27±6.83 ^{△#*}
TMSG-CS	-10.64±5.77	-11.87±6.15	-6.79±3.38 ^{#*}

注:△:与同组 RS-endo 比较, $P<0.001$;□:与同组 CS-endo 比较, $P<0.001$;#:与 Con 组 1 比较, $P<0.001$;*:与 Con 组 2 比较, $P<0.001$

2.3 STE MI 组中 STE 可清晰显示 289 个节段 (289/312, 92.63%), 76 个节段 (76/289, 26.30%) 可见室壁运动减低; Con 组 1 中 STE 可显示 668 个节段 (668/732, 91.26%), Con 组 2 中可显示 839 个节段 (839/900, 93.22%)。Con 组 2 的 RS-endo 和 CS-endo 均大于 RS-eip 和 CS-eip (P 均 <0.001); 心内外膜之间 TMSG-RS 为 -14.22 ± 7.82 , TMSG-CS 为 -11.87 ± 6.15 ; 而 MI 组中 RS-endo、CS-endo RS-eip、CS-eip 均减低, 心内膜下应变减低幅度大于心外膜下应变, TMSG-RS 及 TMSG-CS 显著减小 (图 1、2)。Con 组 1 和 Con 组 2 各参数的差异无统计学意义 (表 2)。

2.4 预测心肌梗死 多因素 ROC 曲线分析结果显示, RS-endo、TMSG-RS、CS-endo 和 TMSG-CS 减低均为预测 NSTEMI 的独立危险因素 ($P<0.01$); 应用 TMSG-RS 预测 NSTEMI 时曲线下面积最大 ($AUC=0.87$, $P<0.001$), 以 $TMSG-RS \leq -7.24$ 为界值, 预测 NSTEMI 的敏感度和特异度分别为 89.30% 和 80.40% (图 3)。

3 讨论

NSTEMI 又称心内膜下心肌梗死, 指具有缺血性胸痛症状, 血清心肌坏死标记物升高, 但心电图 ST 段不抬高而表现为正常或压低的一类急性心肌梗死, 其病理改变主要为冠状动脉急性非闭塞性血栓或血栓闭塞, 但侧支循环良好, 因此坏死区面积较小, 很少累及整个心肌层, 多集中于内 1/3 心肌^[1-4]。近年来 NSTEMI 发病率逐年上升, 约占急性心肌梗死的 25%~30%, 与 ST 段抬高型心肌梗死的总病死率相似^[3-4], 早期诊断对于准确制定治疗方案和改善预后具有重要的临床意义。但是, 由于 NSTEMI 的心电图和超声表现均缺乏特异性, 临床漏诊及误诊率较高。

目前超声主要根据室壁运动评分评价心肌运动^[5]。但研究^[6-8]显示 NSTEMI 时只有 26.3% 的梗

死心肌运动减弱, 而正常心肌节段代偿运动增强, 使评价左心室整体收缩功能的传统指标如 LVEF 等一般无明显改变, 故常规超声诊断的敏感性较低。

STE 是近年发展起来的一项超声新技术, 可用以全面评价心肌的运动情况。心肌由心内膜面及心外膜面的螺旋状肌束和中间呈水平排列的环形肌束组成, 左心室心内膜下肌纤维沿顺时针方向从心尖到基底呈螺旋状

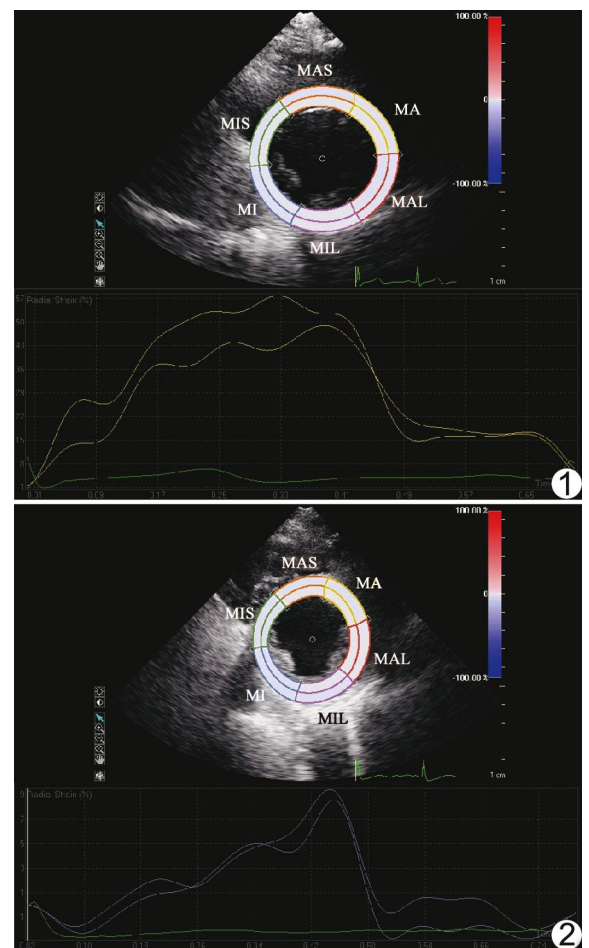


图 1 正常人侧壁心肌径向应变曲线 RS-endo 和 RS-epi 分别为 -57.88% 和 -45.86% , 二者的 TMSG-CS 为 -12.02% (MAS: 前间壁中段; MA: 前壁中段; MAL: 前侧壁中段; MIL: 下侧壁中段; MI: 下壁中段; MIS: 下间壁中段) 图 2 下壁梗死心肌径向应变曲线 RS-endo RS-epi 均减小, 分别为 -9.09% 和 -8.46% , TMSG-CS 显著减小, 为 -0.63% (MAS: 前间壁中段; MA: 前壁中段; MAL: 前侧壁中段; MIL: 下侧壁中段; MI: 下壁中段; MIS: 下间壁中段)

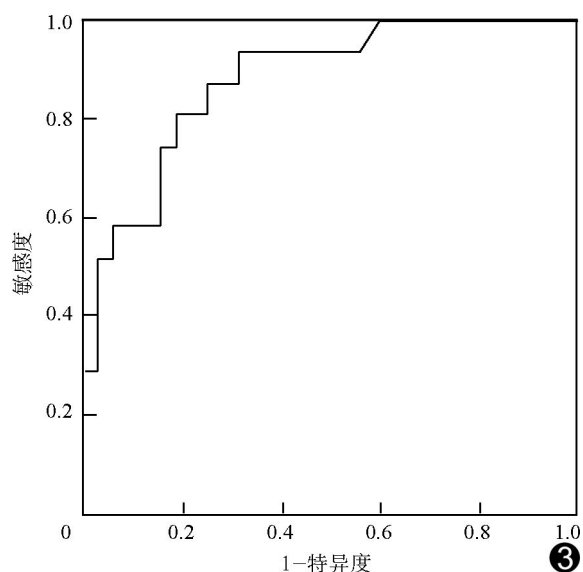


图3 TMSG-RS 预测 NSTEMI 的 ROC 曲线

走行,而心外膜下肌纤维沿逆时针方向从基底到心尖呈螺旋状走行。由于心肌纤维排列和走行不同,正常心内、外膜下心肌间存在收缩幅度差异,即跨壁梯度,前者收缩幅度大于后者,研究^[9-11]显示心内、外膜心肌收缩导致的室壁增厚比约为 2:1。本研究基于 NSTEMI 的梗死心肌多位于心肌内 1/3 的特点,将心肌分为心内膜下和心外膜下心肌,分别检测二者的运动情况及跨壁梯度,结果显示正常心肌 RS-endo 和 CS-endo 均高于 RS-eip 和 CS-epi (P 均 < 0.001),二者存在跨壁梯度,而 NSTEMI 梗死心肌的 RS 和 CS 显著减小,且心外膜下心肌的减小幅度小于心内膜下心肌,因而跨壁梯度显著减小。

本组研究结果显示,TMSG-RS 减低是识别梗死心肌最有力的独立因素,以 $TMSG-RS \leq -7.24\%$ 为界值诊断 NSTEMI,敏感度和特异度分别为 89.30% 和 80.40%。但本组样本量较小,尚需扩大样本量进一步研究。

综上所述,发生 NSTEMI 时,梗死心肌心内、外膜间跨壁应变梯度明显减低;STE 能够通过测量心肌跨壁应变准确检测 NSTEMI,具有重要临床意义和广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1] Kim HW, Klem I, Shah DJ, et al. Unrecognized non-Q-wave myocardial infarction: Prevalence and prognostic significance in patients with suspected coronary disease. *PLoS Med*, 2009, 6(4):e1000057.
- [2] Katritsis DG, Siontis GC, Kastrati A, et al. Optimal timing of coronary angiography and potential intervention in non-ST-elevation acute coronary syndromes. *Eur Heart J*, 2011, 32(1):32-40.
- [3] Young Altahan R, Goldenberg I, Kimron L, et al. Timing of coronary angiography and outcome in patients with non-ST elevation acute coronary syndromes and kidney disease: Real-world data from the acute coronary syndromes Israeli survey. *Cardiology*, 2011, 119(4):224-234.
- [4] Navarese EP, De Servi S, Gibson CM, et al. Early vs. delayed invasive strategy in patients with acute coronary syndromes without ST-segment elevation: A meta-analysis of randomized studies. *QJM*, 2011, 104(3):193-200.
- [5] Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr*, 2006, 7(2):79-108.
- [6] Blessberger H, Binder T. Two dimensional speckle tracking echocardiography: Clinical applications. *Heart*, 2010, 96(24):2032-2040.
- [7] Fontana A, Zambon A, Cesana F, et al. Tissue Doppler, triplane echocardiography, and speckle tracking echocardiography: Different ways of measuring longitudinal myocardial velocity and deformation parameters: A comparative clinical study. *Echocardiography*, 2012, 29(4):428-437.
- [8] 宋砾,杨娅,李治安,等.纵向二维应变评价家族性高胆固醇血症患者左心室整体及局部收缩功能改变. *中国医学影像技术*, 2012, 28(4):685-689.
- [9] Sengupta PP, Tajik AJ, Chandrasekaran K, et al. Twist mechanics of the left ventricle: Principles and application. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2008, 1(3):366-376.
- [10] 吴志明,董丽莉,潘翠珍,等.斑点追踪技术对急性心肌梗死患者再灌注治疗前后内、外膜心肌扭转的研究. *中华超声影像学杂志*, 2009, 18(12):1026-1029.
- [11] 李玉宏,马春燕,吴凤霞,等.超声二维斑点追踪显像技术检测犬顿抑心肌跨壁力学状态的变化. *中国医学影像技术*, 2010, 26(9):1644-1647.