

❖ 心脏、血管影像学

### Evaluation of the effect of coronary artery lesions on left ventricular myocardial movement in early systolic stage with two-dimensional speckle tracking imaging echocardiography

YAN Dong'e<sup>1,3</sup>, GAO Yun<sup>2</sup>, CHEN Xinyun<sup>4\*</sup>, LI Yao<sup>3</sup>

(1. Department of Cardiology, 2. Department of Endocrinology and Metabolism, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610000, China; 3. Department of Cardiac Function, 4. Department of Cardiology, Chengdu First People's Hospital, Chengdu 610000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the feasibility of two-dimensional speckle tracking imaging echocardiography (2D-STE) in evaluation of the impact of coronary artery lesions on left ventricular myocardial movement in early systolic stage. **Methods** A total of 179 patients with suspected coronary heart disease who underwent coronary angiography were collected, and left ventricular heart sarcomeres of all patients were divided into control group (no stenosis), mild group (stenosis ≤ 50%), moderate group (50% < stenosis degree < 75%) and severe group (stenosis degree ≥ 75%) according to the degree of stenosis in coronary arteries. The longitudinal pre-stretch peak strain (LPSS) and circumferential pre-stretch peak strain (CPSS) of left ventricular heart sarcomeres were obtained with 2D-STE and compared among groups. **Results** The peak of LPSS and CPSS in each layer of left ventricle appeared in early systole, with the highest in mild group (all P < 0.05) and the lowest in moderate group (all P < 0.05). When the coronary artery was slightly narrowed, the stretching motion of left ventricular heart sarcomeres was strengthened in early stage of contraction and then gradually weakened with the aggravation of coronary artery disease. **Conclusion** 2D-STE can non-invasively evaluate the impact of coronary artery lesions on left ventricular myocardial motion in early systolic period.

**[Keywords]** coronary disease; myocardium; exercise; echocardiography

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2020.01.018

### 二维斑点追踪超声心动图评估冠状动脉病变对收缩早期左心室心肌运动的影响

延东娥<sup>1,3</sup>, 高 赞<sup>2</sup>, 陈新云<sup>4\*</sup>, 黎 瑶<sup>3</sup>

(1. 四川大学华西医院心内科, 2. 内分泌代谢科, 四川 成都 610000; 3. 成都市第一人民医院心功能科, 4. 心内科, 四川 成都 610000)

**[摘要]** **目的** 观察采用二维斑点追踪超声心动图(2D-STE)评估冠状动脉病变对收缩早期左心室心肌运动影响的可行性。**方法** 将 179 例接受冠状动脉造影检查的可疑冠心病患者的左心室心肌节段按供血冠状动脉狭窄程度分为对照组(无狭窄)、轻度组(狭窄程度 ≤ 50%)、中度组(50% < 狭窄程度 < 75%)和重度组(狭窄程度 ≥ 75%)。采用 2D-STE 分析各组左心室心肌节段纵向预拉伸峰值应变(LPSS)和圆周预拉伸峰值应变(CPSS)的差异。**结果** 左心室各层心肌 LPSS

[第一作者] 延东娥(1980—),女,山西吕梁人,硕士,主治医师。研究方向:超声心动图。E-mail: 545095524@qq.com

[通信作者] 陈新云,成都市第一人民医院心功能科,610000。E-mail: cissy1002@126.com

[收稿日期] 2019-05-08 [修回日期] 2019-12-10

和 CPSS 峰值于收缩早期出现,轻度组均最高( $P$ 均 $<0.05$ ),中度组最低( $P$ 均 $<0.05$ );冠状动脉轻度狭窄时收缩早期左心室心肌拉伸运动加强,随着冠状动脉病变加重而逐渐减弱。**结论** 2D-STE 可无创评估冠状动脉病变对收缩早期左心室心肌运动的影响。

[关键词] 冠心病;心肌;运动;超声心动描记术

[中图分类号] R541.4; R540.4+5 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2020)01-0068-04

斑点追踪超声心动图(speckle tracking imaging echocardiography, STE)可无创评估心肌运动,具有较高可行性、重复性和准确性<sup>[1-2]</sup>,越来越受到临床重视。心肌运动是复杂的生理过程,在心动周期的不同时段有不同运动形式。目前应用 STE 探讨冠状动脉病变对心肌运动影响的研究<sup>[3-5]</sup>多侧重于观察全收缩期和/或舒张期左室壁整体和/或节段峰值应变、扭转和旋转等,且左心室心肌收缩早期预拉伸运动的研究多与预拉伸指数(pre stretch index, PST)相关<sup>[6-7]</sup>,少见收缩早期预拉伸峰值应变(pre-stretch peak strain, PSS)方面的报道<sup>[8]</sup>。本研究采用二维 STE(two-dimensional STE, 2D-STE)观察冠状动脉病变对收缩早期左心室心肌运动的影响。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2016 年 7 月—2018 年 11 月 179 例于成都市第一人民医院接受冠状动脉造影检查的可疑冠心病患者,男 97 例,女 82 例,年龄 34~84 岁,平均(59.8±10.0)岁;均未见粗大侧支和心肌桥形成;超声心动图示左心室舒张末内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDD)及射血分数(ejection fraction, EF)正常(LVEDD $<52$  mm, EF $\geq 55\%$ ),且无节段性左心室壁运动异常。排除标准:①心房颤动、传导阻滞及其他严重心律失常;②瓣膜性心脏病;③心肌病;④先天性心脏病;⑤肺源性心脏病或肺动脉高压;⑥免疫系统疾病;⑦恶性肿瘤病史;⑧肝肾功能异常。依据冠状动脉狭窄程度及其供血区域,将左心室心肌节段分为对照组(无狭窄)、轻度组(狭窄程度 $\leq 50\%$ )、中度组( $50\% <$ 狭窄程度 $<75\%$ )和重度组(狭窄程度 $\geq 75\%$ )<sup>[9]</sup>。

1.2 仪器与方法 采用 GE Vivid E9 彩色多普勒超声诊断仪, M5S 探头,频率 1.7~3.3 MHz, 配备 GE Echo PAC 脱机图像分析工作站。嘱患者左侧卧,平静呼吸。同步连接心电图,获取并存储标准左心室心尖三腔观、两腔观和四腔观长轴切面及胸骨旁基底段、中间段和心尖段短轴切面各连续 3 个心动周期的动态图像。于冠状动脉造影检查后 24 h 内采集图像,完整、清晰显示左心室壁各节段,且同步心电图图形稳

定。检查结束将所采集动态图像导入工作站,分别在上述 3 个左心室心尖观长轴切面和 3 个左室短轴观切面上手动勾画各切面的心内膜面,软件自动在纵向和圆周两个方向生成内层、中层、外层和全层心肌各 18 节段 PSS 数据。同 1 名具有 12 年心血管超声诊断经验的主治医师独立完成全部图像及数据测量。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 16.0 统计分析软件。纵向预拉伸峰值应变(longitudinal pre-stretch peak strain, LPSS)和圆周预拉伸峰值应变(circumferential pre-stretch peak strain, CPSS)值为非正态分布数据,以中位数(上下四分位数)表示。采用 Friedman 检验比较组间差异,以 Kruskal-Wallis 秩和检验比较组内差异。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 冠状动脉造影 179 例接受冠状动脉造影检查, 11 例因超声心动图检查图像质量较差被剔除,最终 168 例纳入研究,共 6 048 左心室心肌节段。按照冠状动脉狭窄程度及其供血区域<sup>[10]</sup>,将纳入心肌节段分为对照组(3 344 节段左心室心肌,冠状动脉 304 支)、轻度组(1 112 节段左室心肌,冠状动脉 85 支)、中度组(772 节段左室心肌节段,冠状动脉 56 支)和重度组(820 节段左室心肌,冠状动脉 56 支)。

2.2 2D-STE 各组同层心肌 LPSS 和 CPSS 峰值均于心电图 R 波后 100 ms 内出现,即收缩早期(图 1、2)。各组全层及分层心肌 LPSS 和 CPSS 结果均 $\geq 0$ (图 1、2),即拉伸运动为舒张运动,而非收缩运动。随冠状动脉狭窄程度加重,各心肌层 LPSS 和 CPSS 结果基本遵循正弦波形态分布规律,轻度组最高( $P$ 均 $<0.05$ ),中度组最低( $P$ 均 $<0.05$ )。重度组 LPSS 接近对照组( $P > 0.05$ )而高于中度组( $P < 0.05$ ); CPSS 略高于中度组( $P > 0.05$ )而稍低于对照组( $P < 0.05$ )。对照组外层心肌 CPSS 低于内层心肌( $P < 0.05$ )。余各组不同心肌层 LPSS 和 CPSS 差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ )。见表 1、2。

## 3 讨论

正常机体收缩期心肌纤维在纵向和圆周方向处于等长或缩短状态。本研究发现正常心肌节段在收缩初

表 1 各组各层心肌 LPSS 比较[中位数(上下四分位数)]

组别	LPSS			
	内层	中层	外层	全层
对照组	0.13(0.00,0.87)	0.15(0.00,0.82)	0.15(0.00,0.81)	0.15(0.00,0.81)
轻度组	0.31(0.00,1.28)*	0.30(0.00,1.21)*	0.27(0.00,1.17)*	0.31(0.00,1.22)*
中度组	0.05(0.00,0.61)*△	0.06(0.00,0.63)*△	0.03(0.00,0.56)*△	0.07(0.00,0.64)*△
重度组	0.11(0.00,0.78)△	0.13(0.00,0.80)△◆	0.15(0.00,0.76)△◆	0.14(0.00,0.77)△◆
χ <sup>2</sup> 值	24.17	26.63	20.12	27.47
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: \* :与对照组比较 P<0.05;△:与轻度组比较 P<0.05;◆:与中度组比较 P<0.05

表 2 各组各层心肌 CPSS 比较[中位数(上下四分位数)]

组别	CPSS			
	内层	中层	外层	全层
对照组	0.16(0.00,1.25)	0.16(0.00,1.00)	0.11(0.00,0.82)	0.17(0.00,1.04)
轻度组	0.29(0.00,2.07)*	0.28(0.00,1.48)*	0.26(0.00,1.22)*	0.30(0.00,1.52)*
中度组	0.00(-0.01,0.74)*△	0.00(0.00,0.63)*△	0.00(-0.01,0.39)*△	0.00(0.00,0.65)*△
重度组	0.01(-0.01,1.35)*△	0.01(0.00,1.01)*△	0.00(0.00,0.66)*△◆	0.10(0.00,1.08)*△
χ <sup>2</sup> 值	41.54	54.46	57.95	55.26
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: \* :与对照组比较 P<0.05;△:与轻度组比较 P<0.05;◆:与中度组比较 P<0.05

期存在微幅拉伸运动,可能是心肌为在收缩中晚期提供更大收缩动能而在收缩早期储备的长度势能。本研究中轻度组全层及分层心肌 LPSS 和 CPSS 测值均高于其余各组,与文献<sup>[8]</sup>报道瘢痕心肌预伸展值较低、缺血心肌预伸展值较高一致,原因可能在于冠状动脉轻度狭窄时心肌处于轻微缺血状态,收缩及舒张功能受到一定影响,收缩早期拉伸运动代偿性增强,心肌细胞肌节拉长,增加了收缩期初长度,以提高其收缩性能。心肌初长度是影响心肌收缩功能的重要因素。心肌在收缩早期发生预拉伸运动,其原理类似通过增加心脏前负荷和心室舒张末期容积而增加心排量及提高心脏做功量的 Frank-Starling 机制,区别仅在于前者发生于收缩早期,而后者发生于舒张期。本研究中度组及重度组 LPSS 和 CPSS 低于其他 2 组,原因可能在于随着冠状动脉狭窄程度加重,心肌缺血更明显,心肌细胞水肿肥大及间质纤维化等诱导

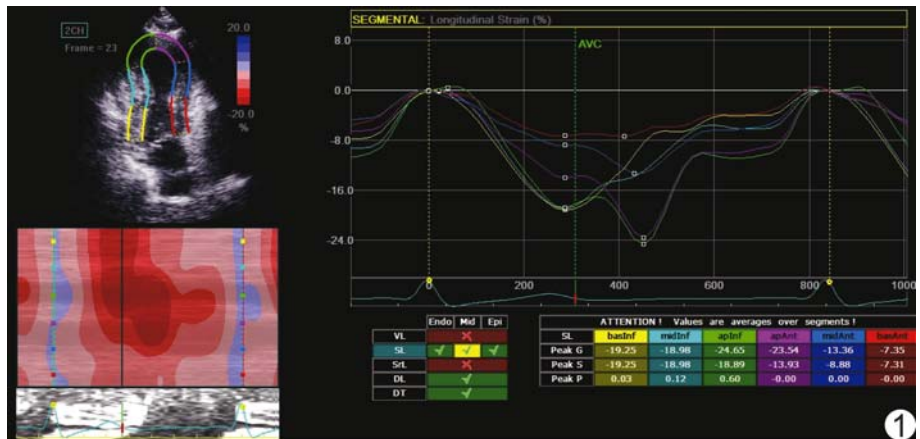


图 1 患者男,72 岁,冠心病 声像图示右冠状动脉及左前降支重度狭窄,LPSS 值>0,峰值于心电图 R 波后 100 ms 以内出现

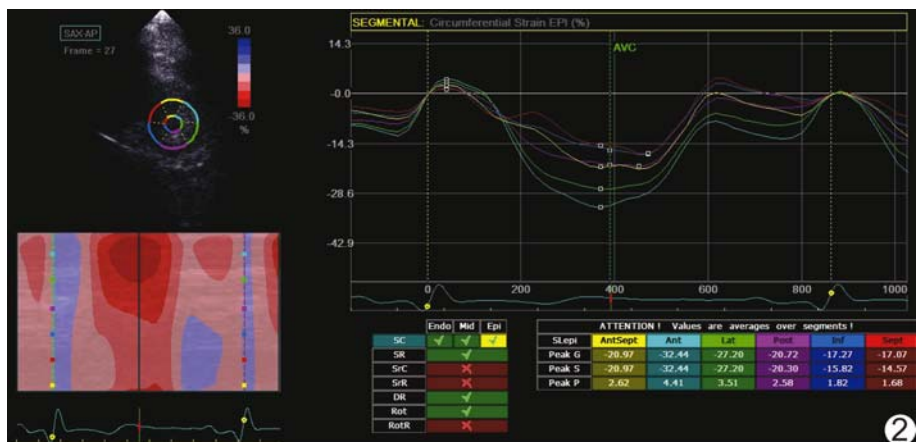


图 2 患者女,46 岁,冠心病 声像图示左冠状动脉前降支重度狭窄,CPSS 值>0,峰值于心电图 R 波后 100 ms 以内出现

过度心肌改建,使心肌舒张和收缩性能进一步降低,收缩早期心肌主动拉伸性代偿运动受到限制。正常心肌分为内层、中层和外层,各层心肌的运动方式相互协调又不完全相同。心肌的排列方向决定其在运动方式的作用:内层纵行心肌与纵向运动密切相关,中层环形心肌和外层斜行心肌与圆周方向的运动关系密切。冠状动脉在自外层心肌向内层穿行的过程中愈分愈细,最后移行为毛细血管,因此,冠状动脉狭窄时最先受影响的是内层心肌的血供,影响程度也最重<sup>[11]</sup>;收缩期心室腔内压力急剧增加,使明显缺血纤维化僵硬的心肌节段(重度组)发生被动拉伸运动,由于内层心肌纤维化程度较中层和外层心肌严重,纵向被动拉伸最明显,而圆周方向被动拉伸相对较轻。本研究重度组全层和分层心肌 LPSS 与对照组相近,CPSS 与中度组相近,而同组不同层心肌之间 LPSS、CPSS 差异均无统计学差异,提示相同程度冠状动脉病变对各层心肌收缩早期拉伸代偿运动的影响无显著差异。

STE 通过追踪心肌内任意斑点的运动轨迹,分析其在心动周期方向和位置的变化而评估心肌运动能力,简单方便,无角度依赖性,无需换算心腔容积变化率,准确性高,可无创评估心肌运动功能和方式。本研究采用 STE 观察冠状动脉病变对左心室心肌收缩早期运动的影响,可为精细化调试起搏器功能、心脏再同步化治疗及电生理检查等提供启发或思路。文献<sup>[8]</sup>报道,作为判定冠状动脉狭窄的参考指标,预伸展值的特异性高而敏感性差;综合分析收缩早期 LPSS、全收缩期峰值应变及达峰时间等,可获得更全面、准确的结果。

本研究的主要不足:①心脏为一个整体,冠状动脉供血在各心肌节段有交叉,各层、各节段心肌运动相互影响,且各层心肌的厚度与软件自动分层的厚度可能不完全一致,结果与实际值之间存在一定偏倚。若以冠状动脉最大狭窄程度进行分组<sup>[12]</sup>,同组病例可能并存不同程度及不同数量的冠状动脉病变以及不同病变程度的心肌节段,研究结果依然受影响。②本组研究对象未剔除血糖和血压控制理想的糖尿病和轻度高血压患者,但依据冠状动脉供血节段进行分组,在一定程度上抵消了上述因素对结果的影响。

#### [参考文献]

- [1] YU H K, XIA B, LIU X, et al. Initial application of three-dimensional speckle-tracking echocardiography to detect subclinical left ventricular dysfunction and stratify cardiomyopathy associated with Duchenne muscular dystrophy in children[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2019, 35(1):67-76.
- [2] 刘倩君, 陈文娟, 彭颖慧, 等. 二维斑点追踪技术评价正常儿童左心室整体长轴应变[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2017, 14(4): 238-241.
- [3] PETEIRO J, BOUZAS-MOSQUERA A, BROULLON J, et al. Left ventricular torsion and circumferential strain responses to exercise in patients with ischemic coronary artery disease[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(1):57-67.
- [4] RUMBINAITE E, ZALIADUONYTE-PEKSIENE D, LAPINSKAS T, et al. Early and late diastolic strain rate vs global longitudinal strain at rest and duringdobutamine stress for the assessment of significant coronary artery stenosis in patients with a moderate and high probability of coronary artery disease [J]. *Echocardiography*, 2016, 33(10):1512-1522.
- [5] JOYCE E, HOOGLAG GE, AL AMRI I, et al. Quantitative dobutamine stress echocardiography using speckle-tracking analysis versus conventional visual analysis for detection of significant coronary artery disease after ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(12): 1379-1389.
- [6] HUTTIN O, PIERRE S, VENNER C, et al. Interactions between mitral valve and left ventricle analysed by 2D speckle tracking in patients with mitral valve prolapse: One more piece to the puzzle[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017, 18(3): 323-331.
- [7] NOWAK R, FIJALKOWSKA M, GILIS-MALINOWSKA N, et al. Left ventricular function after takotsubo is not fully recovered in long-term follow-up: A speckle tracking echocardiography study[J]. *Cardiol J*, 2017, 24(1):57-64.
- [8] COIRO S, HUTTIN O, BOZEC E, et al. Reproducibility of echocardiographic assessment of 2D-derived longitudinal strain parameters in a population-based study (the STANISLAS Cohort study)[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(9):1361-1369.
- [9] 张妍, 马春燕, 刘爽, 等. 二维斑点追踪技术评价不同程度冠状动脉狭窄患者心肌应变改变[J]. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(3): 223-226.
- [10] 黄海韵, 郭燕丽, 王文婷, 等. 超声 STE 成像技术在冠状动脉支架植入术后随访中的价值[J]. *中国医学影像技术*, 2012, 28(9): 1650-1654.
- [11] SARVARI S I, HAUGAA K H, ZAHID W, et al. Layer-specific quantification of myocardial deformation by strain echocardiography may reveal significant CAD in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(5):535-544.
- [12] 郭艳杰, 孙品, 张芬, 等. 二维斑点追踪成像技术评价不同程度冠状动脉狭窄对左心室功能的研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(6):507-519.

[1] YU H K, XIA B, LIU X, et al. Initial application of three-dimensional speckle-tracking echocardiography to detect