DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20160916

·论 著·

应用二维斑点追踪技术评价正常人左室整体及节段收缩功能

李 政，潘翠珍*，舒先红

复旦大学附属中山医院超声心动图科，上海市心血管病研究所，上海市影像医学研究所，上海 200032

［摘要］ **目的**：应用二维斑点追踪技术评价正常人左室整体及节段收缩功能。**方法**：随机入组36例健康志愿者，应用Qlab 9.0分析软件分析左室各壁段、各水平和左室整体纵向(longitudinal strain，LS)/环向(circumferential strain，CS)应变值。导出Excel表格，经计算后获得左室基底水平旋转(basal rotation，BR)值、心尖水平旋转(apical rotation，AR)值、左室扭转(left ventricular torsion，LVT)值。**结果**：正常人室间隔与下壁CS值高于前壁、侧壁（$P<0.008$）。正常人基底水平LS值低于心尖水平与乳头肌水平（$P<0.017$），心尖水平CS值高于基底水平及乳头肌水平（$P<0.01$）。**结论**：室间隔处于心脏收缩的中心地位，下壁对室间隔及右室扭转及收缩有辅助作用，左室心肌收缩力自基底水平至心尖水平呈递增趋势。

［关键词］ 二维斑点追踪；心功能，左；应变；旋转/扭转

［中图分类号］ R 445.1 ［文献标志码］ A

Application of two dimensional speckle tracking echocardiography in evaluation of left ventricular global and segmental systolic function

LI Zheng, PAN Cui-zhen*, SHU Xian-hong

Department of Echocardiography, Zhongshan Hospital, Fudan University, Institute of Cardiology, Shanghai Institute of Medical Imaging, Shanghai 200032, China

［**Abstract**］ **Objective**: To investigate left ventricular global and segmental systolic function in normal subjects by assessing left ventricular strain and rotation/torsion using two dimensional speckle tracking echocardiography. **Methods**: Totally 36 healthy volunteers were randomly recruited. Quantitative analysis was done using Qlab 9.0 software offline, longitudinal strain (LS)/ circumferential strain (CS) of each wall and level were defined as the average of LS/CS of containing segments. After exporting Excel files and calculating, basal rotation (BR), apical rotation (AR), and left ventricular torsion (LVT) were obtained. **Results**: CS of interventricular septum and inferior wall were higher than that of anterior wall and lateral wall ($P<0.008$). Base level LS in normal case was lower than the LS of apical level and papillary muscle level ($P<0.017$). CS of apical level was higher than that of basal level and papillary muscle level ($P<0.01$). **Conclusions**: The interventricular septum is in the center of systole. The inferior wall may be an insistence to right ventricular torsion. Left ventricular systolic strength in normal subjects increased from basal level to apical level.

［**Key Words**］ two dimensional speckle tracking echocardiography; cardiac function, left; strain; rotation/torsion

二维斑点追踪技术(two dimensional speckle tracking echocardiography，2D-STE)是定量评估左室功能的新方法，不仅摆脱了组织多普勒对声束角度的依赖，而且不受周围心肌的牵拉和心脏整体运动的干扰[1-3]，多项研究[4-6]表明2D-STE指标对左室局部及整体功能改变敏感性高。本研究应用2D-STE评价正常人左室整体及节段功能，确定左室纵向应变(longitudinal strain，LS)、环向应变(circumferential strain，CS)和旋转/扭转(rotation/torsion)正常值范围。

1 资料与方法

1.1 *研究对象* 随机入组健康志愿者36例[男性17例，女性19例，平均年龄(44.11±12.01)岁]，经病史、心电图、超声心动图及体格检查严格排除心血管疾病(包括严重心律失常及传导阻滞、瓣膜病、心肌病及冠心病等)与其他器质性疾病(包括肝脏、肾脏疾病及糖尿病、高血脂等)。

1.2 *仪 器* Philips公司iE33超声显像仪，S5探头，频率为1～5 MHz。

［收稿日期］ 2016-09-28 ［接受日期］ 2017-02-14

［作者简介］ 李 政，硕士，住院医师. E-mail: li.zheng2@zs-hospital.sh.cn

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: pan.cuizhen@zs-hospital.sh.cn

1.3 超声检查 嘱志愿者平静呼吸，常规连接心电图；记录左室心尖四腔心、二腔心及三腔心长轴观，胸骨旁左室二尖瓣水平、乳头肌水平与心尖水平短轴观各 3 个周期并存盘；上述切面均要求心脏内、外膜显示清楚且图像标准化。

1.4 观察指标及测定 应用 Qlab 9.0 分析软件的 CMQ 功能对上述存盘资料进行分析。为便于统计，舍去心尖段(第 17 节段)后将左室壁分为 4 个壁段：前壁、室间隔(包括前间隔与下间隔)、下壁及侧壁(包括下侧壁与前侧壁)。各壁段或各水平包含的节段应变值的平均值作为该壁段或水平的纵向/环向应变值；软件自动生成左室整体纵向应变(global longitudinal strain，GLS)值/左室整体环向应变(global circumferential strain，GCS)值确定各壁段、各水平 LS/CS 的正常范围并比较差异。导出 Excel 表格，经计算后获得基底水平旋转(basal rotation，BR)值、心尖水平旋转(apical rotation，AR)值、左室扭转(left ventricular torsion，LVT)值及标化的达峰时间，确定 AR 与 BR 正常值范围并比较 AR 值与 BR 绝对值的差异。

1.5 统计学处理 采用 SPSS 19.0 统计软件进行分析，首先对数据进行正态检验，均满足正态分布的多个独立样本比较采用单因素方差分析 ANOVA。检验水准(α)为 0.05。对于非正态分布资料采用非参数检验的方法，多组间比较用 Kruskal-Wallis H 方法，检验水准(α)为 0.05；多个独立样本间两两比较采用 Mann-Whitney U 检验方法，检验水准采用 Bonferroni 校正法，α'=0.05/比较次数，检验水准(α)为(0.05/比较次数)。

2 结 果

2.1 各壁段 LS 及 CS 值 结果(表 1，图 1)表明正常人前壁、室间隔、下壁、侧壁 LS 值的 95%CI 分别为(−24.20%，−21.53%)、(−23.23%，−21.30%)、(−25.00%，−21.54%)、(−25.65%，−22.59%)；各壁段 LS 值差异无统计学意义。

正常人前壁、室间隔、下壁、侧壁 CS 值的 95%CI 分别为(−31.62%，−27.93%)、(−39.12%，−35.85%)、(−36.78%，−31.63%)、(−30.38%，−26.30%)。室间隔 CS 值高于前壁、侧壁，下壁 CS 值高于前壁、侧壁，差异均有统计学意义(P<0.008)；室间隔与下壁间及前壁与侧壁间 CS 值差异均无统计学意义。

表 1 各壁段纵向及环向应变值

指 标	纵向应变值(%)	环向应变值(%)
测定值		
前壁	−20.50*	−29.50*
间隔	−21.10	−36.70
下壁	−20.67	−35.50
侧壁	−22.50	−28.20
P 值		
前壁 *vs* 间隔	0.659	0.000
前壁 *vs* 下壁	0.684	0.001
前壁 *vs* 侧壁	0.250	0.516
间隔 *vs* 下壁	0.556	0.053
间隔 *vs* 侧壁	0.038	0.000
下壁 *vs* 侧壁	0.416	0.000

* 非正态分布的连续型变量以中位数表示，以双侧 P<0.008(α'=0.05/6)为差异有统计学意义

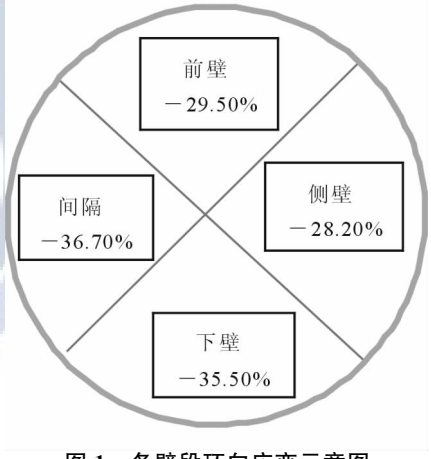

图 1 各壁段环向应变示意图

数据均为非正态分布，以中位数表示

2.2 基底、乳头肌及心尖水平 LS/CS 值的比较 结果(表 2)表明正常人基底、乳头肌和心尖水平 LS 值的 95%CI 分别为(−21.19%，−18.95%)、(−27.09%，−23.97%)、(−25.75%，−22.32%)。基底水平 LS 值低于心尖水平及乳头肌水平，差异有统计学意义(P<0.017)；乳头肌水平与心尖水平 LS 值差异无统计学意义。

正常人基底水平、乳头肌水平、心尖水平 CS 值分别为−(27.46±4.00)%、−(30.29±4.17)%、−(40.97±10.36)%。心尖水平 CS 值高于基底水平及乳头肌水平，差异有统计学意义(P<0.05)；基底水平与乳头肌水平 CS 值差异无统计学意义。

表2 基底、乳头肌及心尖水平纵向及环向应变值

指 标	纵向应变值(%)	环向应变值(%)
测定值		
基底水平(B)	−18.58*	−(27.46±4.00)
乳头肌水平(M)	−24.42	−(30.29±4.17)
心尖水平(A)	−22.90	−(40.97±10.36)
P 值		
B *vs* M	0.000	0.131
B *vs* A	0.000	0.000
M *vs* A	0.359	0.000

* 非正态分布的连续型变量以中位数表示，以双侧 $P<0.017$ ($\alpha'=0.05/3$)为差异有统计学意义

2.3 *正常人GLS值/GCS值及达峰时间标准差* 正常人GLS值、17节段左室纵向应变达峰时间标准差为−(22.26±2.49)%、(36.48±13.63)%；正常人GCS值为−(31.53±3.89)%，16节段左室环向应变达峰时间标准差的95% CI为(30.63%，39.55%)。

2.4 *旋转/扭转的测定结果* 2例正常人心尖呈顺时针旋转，占5.6%。其余34例正常人AR、BR、LVT正常值分别为(10.43±4.71)°、−(8.50±4.13)°、(18.17±6.25)°；AR值与BR绝对值的差异无统计学意义。

3 讨 论

心肌带理论认为整个心脏是由一条起始于肺动脉瓣环终止于主动脉瓣环的完整心肌盘旋缠绕而成，因此心肌收缩不仅引起长度改变，而且产生左室的扭转[5,7-8]。由于心外膜下心肌的旋转力矩大于心内膜下心肌，所以心肌扭转的方向及大小主要由心外膜下心肌决定。心尖水平与基底水平旋转的差值即定义为LVT，扭转是左室收缩及舒张运动的重要组成部分[9-12]，若只有心肌长度的缩短，左室射血分数将降至15%～30%[5,9]。研究认为AR在LVT中发挥决定性作用，而BR作用小[11-12]。本研究中AR与BR差异无统计学意义可能是由于图像采集时的误差所致，即不能保证基底水平及心尖水平完全平行所致。

本研究证明左室壁CS值不均，室间隔CS值大于前壁、侧壁。研究[9]认为室间隔在心脏运动中起中心作用，不仅是左室扭转的重要组成，而且是右室收缩及扭转的决定部分；右室侧壁仅由一层环形的心肌包绕形成，起始端靠近左室下壁，且与下壁有交叉的血供。因此，下壁心肌的环向运动增强可看作是对室间隔及右室壁收缩的辅助。

LS/CS值在不同水平存在差异。二尖瓣水平LS值低于乳头肌水平和心尖水平，心尖水平CS值高于乳头肌水平和二尖瓣水平，证明了LS/CS值自基底水平至心尖水平呈递增趋势，与文献[1]报道大致相同。二尖瓣水平LS值和CS值低可能是由于二尖瓣环的牵拉所致。

LS/CS值自基底水平至心尖水平的递增趋势、AR值大于BR绝对值都证明了自心底水平至心尖水平心肌收缩力的递增。由于环向应变是由环形走行的中层心肌引起的[13]，纵向应变和旋转是由斜向走行心内膜和心外膜下心肌引起，说明心肌带收缩运动的统一，即3层心肌收缩力均自基底水平至心尖水平递增，而且3层心肌之间有辅助作用。

本研究仍存在一定的局限性：(1)本研究缺乏与金标准对照，但已有大量报道证明了二维斑点追踪技术的准确性[1-7,10,14]；(2)2D-STE的图像是在不同的心动周期采集的，心律不齐会对实验结果产生影响，但本研究已排除严重心律不齐和传导阻滞的志愿者；(3)本研究中虽规定了图像的标准化，但图像位置仍可能不恒定。

综上所述，室间隔在心脏收缩中占据中心地位；下壁对室间隔及右室扭转及收缩有辅助作用；左室心肌收缩力自基底水平至心尖水平呈递增趋势。

参考文献

[1] 熊 莉，邓又斌，申屠伟慧，等. 超声斑点追踪技术测量正常人二维应变的初步研究[J]. 中华超声影像学杂志，2007，16(5)：373-376.

[2] 王志强，管 琰，刘 娴，等. 二维斑点追踪技术评价冠状动脉狭窄的研究[J]. 中国临床医学，2013，20(4)：562-564.

[3] 张 军，冯晓军. 二维斑点追踪显像技术对成人左心室扭转运动的研究现状[J]. 中国临床医学，2011，18(3)：402-404.

[4] 潘翠珍，舒先红，孙敏敏，等. 斑点追踪技术及实时三维超声心动图评价心脏移植患者左心室扭转及节段功能[J]. 中华超声影像学杂志，2010，19(8)：649-654.

[5] NAKATANI S. Left ventricular rotation and twist: why should we learn? [J]. J Cardiovasc Ultrasound, 2011, 19(1): 1-6.

[6] DANDEL M, LEHMKUHL H, KNOSALLA C, et al. Strain and strain rate imaging by echocardiography - basic concepts and clinical applicability [J]. Curr Cardiol Rev, 2009, 5(2): 133-148.

[7] HELLE-VALLE T, CROSBY J, EDVARDSEN T, et al. New noninvasive method for assessment of left ventricular

rotation: speckle tracking echocardiography[J]. Circulation, 2005,112(20):3149-3156.

[8] KOCICA M J, CORNO A F, LACKOVIC V, et al. The helical ventricular myocardial band of Torrent-Guasp[J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu, 2007:52-60.

[9] PLUNKETT M D, BUCKBERG G D. Pathophysiologic implications of the helical ventricular myocardial band: considerations for right ventricular restoration[J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu, 2007: 68-75.

[10] ZHANG H J, WANG H, SUN T, et al. Assessment of left ventricular twist mechanics by speckle tracking echocardiography reveals association between LV twist and myocardial fibrosis in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2014,30(8): 1539-1548.

[11] STÖHR E J, SHAVE R E, BAGGISH A L, et al. Left ventricular twist mechanics in the context of normal physiology and cardiovascular disease: a review of studies using speckle tracking echocardiography[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2016,311(3):H633-H644.

[12] LILLI A, BARATTO M T, DEL MEGLIO J, et al. Left ventricular rotation and twist assessed by four-dimensional speckle tracking echocardiography in healthy subjects and pathological remodeling: a single center experience[J]. Echocardiography, 2013,30(2):171-179.

[13] 吴志明，舒先红，史钧青，等. 斑点追踪显像技术评价心肌扭转与心肌梗死范围相关性的实验研究[J]. 中华超声影像学杂志，2011,20(3):249-252.

[14] CARACCIOLO G, ELEID M F, ABE H, et al. Non-uniform recovery of left ventricular transmural mechanics in ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2010,8:31.

[本文编辑] 廖晓瑜，贾泽军