

# 三维斑点追踪超声心动图评价冠状动脉粥样硬化性心脏病的应用进展

鲁爱慧 林仙方

**摘 要** 三维斑点追踪超声心动图是近年发展的新技术,通过追踪三维空间内心肌斑点的运动轨迹,分析心肌的形变,从而评估心肌的局部和整体功能。本文就该技术在冠状动脉粥样硬化性心脏病诊断中的应用进展综述如下。

**关键词** 超声心动描记术;斑点追踪成像,三维;冠状动脉粥样硬化性心脏病;应变

[中图法分类号] R541.4;R540.45

[文献标识码] A

## Application of three-dimensional speckle tracking echocardiography in evaluation of coronary artery disease

LU Aihui, LIN Xianfang

Department of Ultrasound, Taizhou Hospital Affiliated to Wenzhou Medical University, Zhejiang 317000, China

**ABSTRACT** Three-dimensional speckle tracking echocardiography is a novel technology developed in recent years. By tracing motion of speckles in three-dimensional space, it allows for the assessment of global and regional myocardial function through analysis of myocardial deformation. This paper reviews on its application in the diagnosis of coronary heart disease.

**KEY WORDS** Echocardiography; Speckle tracking imaging, three-dimensional; Coronary artery disease; Strain

冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)在心血管系统疾病中的发病率一直居高不下,严重威胁着人们的生命和健康状况。因此,寻找一种能早期诊断冠心病的方法具有重要意义。冠状动脉造影是目前诊断冠心病的金标准,但由于其为有创操作,对操作人员的技术和设备的要求较高,且检查的费用昂贵,不能被部分患者及其家属接受。超声检查无创、经济、操作简便,且可重复性较强,因此如何提高超声检查技术对冠心病早期筛查及严重程度的预测能力,对患者有着重要意义。

常规超声心动图检查未发生心肌梗死但已有冠状动脉狭窄的患者,其结构和功能可显示完全正常,因此对早期冠心病的诊断和室壁运动的评估尚存在一定的盲区<sup>[1]</sup>。三维斑点追踪超声心动图(three-dimensional speckle tracking echocardiography, 3D-STE)是新近用来衡量心肌形变的方法,是在斑点追踪成像技术和实时三维超声心动图的基础上发展起来的新技术,通过追踪三维空间内心肌运动轨迹,评估心肌的局部和整体运动,从而更定量、准确及全面地评估患者的心肌运动功能,在一定程度上提高了超声心动图对冠心病的诊断价值,具有较大的应用前景<sup>[2]</sup>。3D-STE 所测量左室应变的临床诊断价值已经声纳测微法<sup>[3]</sup>、心脏 MRI<sup>[4]</sup>所验证。除了测量纵向应变(LS)、径向应变(RS)及

圆周应变(CS)外,还可以综合测量扭转、扭矩等参数。3D-STE 具有两个独特的参数,分别为三维应变和面积应变(AS),AS 是心内膜感兴趣区的一种新的测量参数,代表心内膜表面积的变化率,是 CS 和 LS 的结合,能更全面、真实地反映室壁运动。左室的整体应变包括左室壁整体纵向应变(GLS)、整体径向应变(CS)、整体圆周应变(GCS)及整体面积应变(GAS)。

### 一、3D-STE 对左室整体功能的评价

早期冠心病患者未出现明显节段性室壁运动异常时,其局部心功能已发生改变,心肌收缩功能下降。在临床应用中,左室射血分数(LVEF)是评估左室功能最常用的超声心动图参数。然而,测量 LVEF 具有很多局限性,如:几何假设、图像质量、主观因素、亚临床心肌功能障碍及可重复性较差等。二维斑点追踪超声心动图(2D-STE)所测 GLS 已经心脏 MRI 和三维超声心动图验证,是一种有效的量化左室功能的方法<sup>[5]</sup>。3D-STE 评估 LVEF 和左室体积能克服二维图像上的几何假设,全容积数据采集能整体评估左室在所有 17 个心肌节段上纵向、圆周及径向的功能。Luis 等<sup>[6]</sup>研究结果表明三维整体应变与 LVEF 具有很强的相关性,可作为量化左室功能的替代参数。其中,GCS 与 LVEF 的相关性最高( $r=0.89$ ),其次是 GRS 和 GAS, GLS 与

LVEF 的相关性最弱( $r=0.74$ )。由此可见,GCS 可作为今后研究中评估预后影响的新参数。Cho 等<sup>[7]</sup>研究发现,2D-GCS 是可作为预测心脏不良事件一个独立的预后指标,较 2D-GLS 和 LVEF 更具准确性。

GAS 是一种新的参数,与 GLS、GRS、GCS 比较,其与三维超声心动图所测的 LVEF 相关性更好<sup>[8]</sup>,且 GAS 观察者内和观察者间的变异系数均很低(分别为~6%、~10%)<sup>[9]</sup>。Reant 等<sup>[8]</sup>研究表明,GLS 与 LVEF 的相关性最弱( $r=0.84$ ),除 GLS 外其他参数均与 LVEF 呈正相关(3D-GCS, $r=0.91$ ;3D-GRS, $r=0.91$ ;3D-GAS, $r=0.92$ )。Luis 等<sup>[6]</sup>报道 GCS 相关性最高,可能是由于 GLS 的相关性较差对 GAS 的结果造成了影响。

## 二、3D-STE 对左室局部功能的评价

美国心脏学会建议几种心脏影像学检查方法统一采用 17 段心肌分段方法,将左室划分为 17 个节段,包括基底段 6 个节段,分别为前壁基底段、前间隔基底段、后间隔基底段、下壁基底段、后侧壁基底段及前侧壁基底段,中间段 6 个节段,分别为前壁中间段、前间隔中间段、后间隔中间段、下壁中间段、后侧壁中间段及前侧壁中间段,心尖段 5 个节段,分别为前壁心尖段、间隔心尖段、下壁心尖段、侧壁心尖段及心尖部<sup>[10]</sup>。常规超声心动图通过分别观察室壁各个节段的运动,以判断相应室壁节段是否存在运动异常,并对狭窄血管做出初步判断。正常心肌节段的运动是由局部纤维缩短和邻近心肌牵拉共同产生的,当心肌缺血或梗死造成运动障碍时,由于邻近心肌的牵拉,其运动可能接近于正常心肌节段,目测法无法区分心肌是主动收缩还是被动牵拉<sup>[11]</sup>,同时,目测法受检查者主观经验的影响,有可能出现误判或漏判。

临床最常见的评估方法是判断局部室壁运动是否异常,但此绝非易事,与目测和 2D-STE 比较,3D-STE 能更准确地检测室壁运动异常。Kleijn 等<sup>[12]</sup>报道,AS 和目测法在评估运动功能减退存在 55%的不一致,而对于正常和运动障碍节段则具有较高的一致性,分别为 94%、91%。对运动功能减退评估的一致性较低,可归因于主观因素,因为两个观察者之间目测的一致性较低(57%)。因此,与目测相比,AS 对局部室壁运动异常的评估更精确。李娅姣等<sup>[13]</sup>研究表明,与对照组比较,严重冠状动脉狭窄(狭窄率 $\geq 70\%$ )的患者,LVEF 降低,室壁运动积分指数升高,整体应变下降。受试者工作特征(ROC)曲线分析表明,节段性室壁运动积分检测局限性心肌缺血及梗死的敏感性较差。3D-STE 所测的节段性应变参数可以准确地评估局限性室壁运动异常,当节段性 AS $>-25\%$ 时检测心肌缺血和梗死区域的特异性和敏感性最高。陈莹等<sup>[14]</sup>发现不同狭窄程度心肌节段 AS 随冠状动脉狭窄程度的加重呈减低趋势,表明节段 AS 能很好地反映冠状动脉狭窄情况,3D-STE 能够定量地评价冠心病患者早期局部心功能改变。

## 三、3D-STE 对心肌缺血的评价

许多严重的冠心病患者只有在并发左心功能不全时才被发现,但是,在冠心病相对早期阶段,LVEF 通常是正常的,特别是在静息状态时。因此,建立一个更敏感指标用以发现早期左心功能不全具有重要的意义。左室心内膜区域最易受缺血的影响,

因此,冠心病患者在静息状态下左室的纵向力学可能会减弱。纵向收缩功能严重受损可能与心肌纤维排列和灌注特征有关。供应左室心内膜下心肌的血管为主干型分支,垂直注入心肌<sup>[15]</sup>,大多数冠状动脉的分支都位于心肌深处,当心脏收缩时对血管产生压迫,对冠状动脉的血流量造成明显的影响,导致心内膜下心肌供血阻力显著增加。左室的纵向运动是由心内膜下纵向心肌纤维收缩产生的,因此,当冠状动脉血流量减少时,心内膜心肌最易受到影响。Norum 等<sup>[16]</sup>总结指出,冠心病患者平均 GLS 为 $-17.2\%$ ,非冠心病患者平均 GLS 为 $-19.2\%$ ,ROC 曲线分析显示,当 GLS 的截断值为 $-17.4\% \sim -19.7\%$ 时,诊断冠心病的敏感性为 51%~81%,特异性为 58%~81%。张小杉等<sup>[17]</sup>研究发现,冠心病组 GLS、GAS 较对照组均明显减低,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),ROC 曲线分析示 GLS 诊断冠心病的敏感性为 85%,特异性为 64%,GLS 的敏感性最高,与心肌缺血发生发展机制相符。张智才等<sup>[18]</sup>研究表明,与 GLS、GCS、GRS 比较,GAS 诊断心肌缺血的敏感性和特异性最高,分别为 78.9%、74.1%,因为 AS 同时包含了 LS 和 CS 两个参数,能更客观、准确地评价心肌的形变,检测心肌缺血。

## 四、3D-STE 对心肌梗死的评价

研究<sup>[19]</sup>表明,3D-STE 所测 GAS、GLS、GRS、GCS 及 LVEF 均与 SPECT 检测的心肌梗死范围(MIS)相关,其中 3D-GLS 与 MIS 相关性最好。Wang 等<sup>[20]</sup>研究进一步证实了 GLS 与 MIS 的相关性最好,ROC 曲线分析表明,当 MIS $>12\%$ 时,3D-GLS 预测心肌梗死的曲线下面积最大,其最佳诊断临界值为 $-13.8\%$ ,其对应的敏感性和特异性分别为 70.6%、87.5%。由于 MIS $>12\%$ 提示预后不良;当 3D-GLS $>-13.8\%$ 时,需要对患者给予更多的关注和医疗干预。

与组织多普勒相比,STE 测定心肌梗死的透壁程度具有更高的敏感性和特异性。Zhu 等<sup>[21]</sup>研究发现,非透壁性心肌梗死节段较正常节段 LS 和 CS 均显著降低,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),两者间 RS 比较差异无统计学意义;透壁性梗死节段的 LS、CS、RS 均明显减低,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。因为心肌缺血首先影响心内膜层,然后中间层,当缺血日益加重时,心外膜层受到影响。早期缺血导致纵向运动障碍,随着疾病的进展,圆周和径向心肌运动也迅速受累。有研究<sup>[22]</sup>指出,心肌缺血时,RS 降低显著迟于 LS 和 CS。RS 的变化不仅由于心肌的缩短和增厚引起,而且可反映心肌收缩过程中心肌层之间相互交叉滑动的复杂过程。因此,RS 降低可能受三层心肌的影响,当 RS 显著降低时可推断三层心肌严重受损。

3D-STE 可用于判断心肌梗死后心肌存活性,为冠心病患者治疗及预后提供重要依据。冉红等<sup>[23]</sup>研究发现,存活组 CS 与非存活组比较差异无统计学意义,非存活组 LS、RS、三维应变及 AS 均较存活组显著减低,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。RS 值为 11.1%时评判存活心肌的敏感性为 95.1%,特异性为 53.4%;LS 值为 14.3%评判存活心肌的敏感性为 65.2%,特异性为 65.7%;三维应变值为 17.4%时评判存活心肌的敏感性为 70.6%,特异性为 77.2%;AS 为 23.2%时评判存活心肌的敏感性为 91.5%,特异性为 78.8%。

### 五、局限性

3D-STE 的局限性主要是图像质量和声学窗口。图像采集是通过多个心动周期完成,以优化图像空间质量,同时允许有足够的分辨率来跟踪斑点和数据分析。到目前为止,三维超声心动图的空间和时间分辨率仍低于二维超声心动图,当左室存在严重扩张时,可导致整个左室纳入困难;心律失常,包括房颤和严重的心室异位节律,会干扰斑点追踪超声心动图的准确评价。因此,多个心动周期的数据采集就显然尤为重要,其可为 3D-STE 数据分析提供良好的图像质量和帧频,提供更可靠的数据参考。

### 参考文献

- [1] 陈伟伟,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告 2014》概要[J]. 中国循环杂志,2015,30(7):617-622.
- [2] Urbano-Moral JA, Patel AR, Maron MS, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: methodological aspects and clinical potential[J]. Echocardiography, 2012, 29(8):997-1010.
- [3] Seo Y, Ishizu T, Enomoto Y, et al. Validation of 3-dimensional speckle tracking imaging to quantify regional myocardial deformation[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2009, 2(6):451-459.
- [4] Nesser HJ, Mor-Avi V, Gorissen W, et al. Quantification of left ventricular volumes using three-dimensional echocardiographic speckle tracking: comparison with MRI[J]. Eur Heart J, 2009, 30(13):1565-1573.
- [5] Brown J, Jenkins C, Marwick TH. Use of myocardial strain to assess global left ventricular function: a comparison with cardiac magnetic resonance and 3-dimensional echocardiography[J]. Am Heart J, 2009, 157(1):102(e1-e5).
- [6] Luis SA, Yamada A, Khandheria BK, et al. Use of three-dimensional speckle-tracking echocardiography for quantitative assessment of global left ventricular function: a comparative study to three-dimensional echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(3):285-291.
- [7] Cho GY, Marwick TH, Kim HS, et al. Global 2-dimensional strain as a new prognosticator in patients with heart failure[J]. J Am Coll Cardiol, 2009, 54(7):618-624.
- [8] Reant P, Barbot L, Touche C, et al. Evaluation of global left ventricular systolic function using three-dimensional echocardiography speckle-tracking strain parameters[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2012, 25(1):68-79.
- [9] Cheung YF. The role of 3D wall motion tracking in heart failure[J]. Nat Rev Cardiol, 2012, 9(11):644-657.
- [10] 郭万学,周永昌. 超声医学[M]. 6 版. 北京:人民军医出版社, 2012:623.
- [11] 秦川,穆玉明. 超声二维应变新技术在冠心病诊断中的应用研究[J/CD]. 中华超声医学杂志(电子版), 2010, 7(2):252-256.
- [12] Kleijn SA, Aly MF, Terwee CB, et al. Three-dimensional speckle tracking echocardiography for automatic assessment of global and regional left ventricular function based on area strain[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2011, 24(3):314-321.
- [13] 李娅姣,李晨,李春梅. 超声三维斑点追踪及面积应变技术在冠心病室壁运动异常检测中的价值[J]. 四川大学学报(医学版), 2013, 44(4):651-656.
- [14] 陈莹,刘昕,郭淑芹. 实时三维斑点追踪成像技术评价冠状动脉狭窄患者左心室整体及局部心肌收缩功能[J]. 中华超声影像学杂志, 2014, 23(11):934-938.
- [15] Hovland A, Jonasson L, Garred P, et al. The complement system and toll-like receptors as integrated players in the pathophysiology of atherosclerosis[J]. Atherosclerosis, 2015, 241(2):480-494.
- [16] Norum IB, Vidar Ruddox V, Edvardsen T, et al. Diagnostic accuracy of left ventricular longitudinal function by speckle tracking echocardiography to predict significant coronary artery stenosis. A systematic review[J]. BMC Med Imaging, 2015, 15(1):25.
- [17] 张小杉, 哈斯, 李治安, 等. 超声实时三维斑点追踪技术在冠心病诊断中的应用价值[J]. 中国超声医学杂志, 2014, 30(11):994-997.
- [18] 张才智, 汪彩英, 林来红, 等. 三维斑点追踪成像检测冠心病心肌缺血的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2013, 15(12):835-837.
- [19] Thorstensen A, Dalen H, Hala P, et al. Three-dimensional echocardiography in the evaluation of global and regional function in patients with recent myocardial infarction: a comparison with magnetic resonance imaging[J]. Echocardiography, 2013, 30(6):682-692.
- [20] Wang Q, Zhang C, Huang D, et al. Evaluation of myocardial infarction size with three-dimensional speckle tracking echocardiography: a comparison with single photon emission computed tomography[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2015, 31(8):1571-1581.
- [21] Zhu WH, Liu WG, Tong Y, et al. Three-dimensional speckle tracking echocardiography for the evaluation of the infarct size and segmental transmural involvement in patients with acute myocardial infarction[J]. Echocardiography, 2014, 31(1):58-66.
- [22] 朱海云, 田建明, 王莉, 等. MR 多技术扫描检测活性心肌及其和心肌声学造影对比的临床研究[J]. 临床放射学杂志, 2006, 25(6):524-528.
- [23] 冉红, 张平洋, 张幼祥, 等. 三维斑点追踪成像评价心肌存活性的临床研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2014, 23(7):752-757.

(收稿日期:2016-06-06)