

◆综述

Speckle tracking imaging in assessment of severe coronary artery stenosis

LI Binyi*

(Department of Ultrasonic Diagnosis, Danyang Hospital of Nantong University, Danyang 210029, China)

[Abstract] Coronary atherosclerotic heart disease is one of the common cardiovascular diseases, which may result in serious consequences. It is important to find a noninvasive method to evaluate the stenosis degree of coronary artery. Speckle tracking imaging is a newly technique, which is widely used in evaluating myocardial systolic function. Speckle tracking imaging can be used to provide global and segmental longitudinal strain, circumferential strain and radial strain, which may predict the stenosis degree of coronary artery. The current status of application of speckle tracking imaging in evaluating severe coronary artery stenosis was reviewed in this article.

[Key words] Coronary stenosis; Speckle tracking imaging; Echocardiography

DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.10.033

斑点追踪显像技术评价冠状动脉重度狭窄

李斌义*

(南通大学附属丹阳医院超声科, 江苏 丹阳 210029)

[摘要] 冠状动脉粥样硬化性心脏病是常见的心血管疾病,严重危害身体健康。寻求无创的超声参数评价冠状动脉狭窄具有重要的临床意义。斑点追踪显像(STI)是评价心肌收缩功能的超声心动图新技术,不仅可用于评价心肌整体收缩能力,还可准确评价心肌各个节段的纵向应变、环向应变及径向应变。本文对斑点追踪显像技术在冠状动脉重度狭窄中的应用现状进行综述。

[关键词] 冠状动脉狭窄;斑点追踪显像;超声心动图

[中图分类号] R540.45; R541.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2016)10-1605-04

冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)是指硬化斑块致冠状动脉内径减小,引起相应心脏节段血液供应减少,从而导致心肌缺血并最终引起心脏结构和功能的改变。在欧美国家,以冠心病为首的心血管疾病是最主要的致死原因。随着经济发展,我国人民生活水平逐渐提高,各种冠心病的危险因素呈上升趋势,冠心病发病率也逐年提高。因此,寻求简便、准确、无创的超声参数评价冠状动脉狭窄程度,以筛查冠

心病危险人群具有重要的临床意义^[1]。

应变是指固体物质在外力的作用下所发生的形态改变。目前,通常按照空间分布将左心室心肌应变分为纵向应变、径向应变和环向应变。斑点追踪显像(speckle tracking imaging, STI)是通过对原始声学图像的逐帧追踪来评价室壁运动,相较于组织多普勒显像技术(tissue Doppler imaging, TDI),STI 不受多普勒角度的影响,并且能提供多个节段在不同方向的应变情况^[2]。

1 二维 STI 技术的应用

1.1 左心室纵向应变 早在 2006 年, Liang 等^[3]发现狭窄率>70%的冠状动脉所对应节段的纵向收缩峰值应变率较狭窄<70%的节段明显减小,为纵向应变评价冠状动脉狭窄打下基础。之后, Deng 等^[4]对 44 例

[基金项目] 镇江市社会发展指导性项目(FZ2015082)。

[第一作者] 李斌义(1972—),男,江苏丹阳人,学士,副主任医师。研究方向:超声心动图。

[通信作者] 李斌义,南通大学附属丹阳医院超声科,212300。

E-mail: lilele9110@163.com

[收稿日期] 2016-03-15 **[修回日期]** 2016-08-15

冠心病患者进行分析后发现,冠状动脉狭窄 $>75\%$ 的患者左心室各节段纵向应变收缩峰值较正常对照组显著减小;而狭窄率 $<75\%$ 的冠状动脉所对应的节段其纵向应变收缩峰值与正常对照组无明显差异,进一步研究发现用节段纵向应变收缩峰值的变化预测相应冠状动脉狭窄 $>75\%$,其敏感度和特异度分别为 74% 和 72% 。与之相似,张鹏等^[5]对单纯前降支狭窄患者进行研究后发现,冠状动脉狭窄率为 $25\%\sim 50\%$ 时,纵向应变无明显改变,而狭窄率 $\geq 75\%$ 时其对应节段的纵向应变显著降低。此外,Tsai 等^[6]对 152 例临床怀疑冠心病患者行超声检查,发现其整体纵向应变收缩峰值明显降低,节段纵向应变峰值差异显著增加,二者的比值显著升高,ROC 曲线下面积分别为 0.813 、 0.805 和 0.862 ,且该比值预测冠心病的敏感度和特异度分别为 77.3% 和 79.2% 。Nucifora 等^[7]也得出相似结论,其对稳定性心绞痛患者研究后发现,整体纵向应变峰值减小可有效预测冠状动脉狭窄 $>50\%$,以整体纵向应变 $\geq 17.4\%$ 预测患者冠心病的敏感度和特异度分别达 83% 和 77% 。

Choi 等^[8]对 108 例无明显室壁运动异常的冠心病患者行超声及 CAG 检查,通过比较超声及 CAG 结果后认为以纵向应变 $=17.9\%$ 为临界值,预测严重三支病变或左主干病变的敏感度和特异度达 79% 和 79% 。Zuo 等^[9]进一步对冠心病合并糖尿病患者进行研究,共纳入 143 例患者,在行 CAG 及超声心动图检查后发现,以左心室整体纵向收缩峰值应变减小预测冠状动脉狭窄 $>75\%$ 的敏感度和特异度分别为 72.5% 和 60.8% ;进一步指出如果患者同时罹患糖尿病,则预测冠状动脉狭窄 $>75\%$ 的敏感度和特异度分别为 61.1% 和 52.9% ;对于无糖尿病者,预测的敏感度和特异度则为 78.8% 和 77.5% 。说明二维 STI 不仅能在单支病变中评价左心室纵向应变,在多支病变中亦能有效评价冠状动脉狭窄。

Montgomery 等^[10]通过对 123 例冠心病患者进行分析后发现,静息状态下二维 STI 所示左心室整体纵向应变对冠状动脉狭窄(狭窄率 $>50\%$)有很高的敏感度和特异度,且与负荷超声心动图的结果相一致。Dahlslett 等^[11]对 64 例疑似急性冠状动脉综合征患者行超声心动图及 CAG 检查,以二维 STI 评价左心室整体纵向应变,结果显示整体纵向应变收缩峰值在鉴别冠状动脉有无狭窄方面明显优于其他常规超声心动图参数;采用整体纵向应变收缩峰值的改变预测冠状动脉狭窄的敏感度和特异度高达 93% 和 78% 。Bie-

ring-Sørensen 等^[12]对 296 例稳定性心绞痛患者行二维 STI,通过与 CAG 结果比较后发现,冠心病患者的整体纵向收缩峰值应变较正常人显著降低,其可作为冠心病的独立预测因子。此外,节段纵向应变还能准确指出狭窄冠状动脉所在。

1.2 左心室环向应变及径向应变 在临床应用中,环向应变和径向应变在评价冠状动脉狭窄中的作用不如预期。Deng 等^[4]对 44 例冠心病患者的左心室二维应变进行分析后发现,狭窄率 $>75\%$ 的冠状动脉所对应的节段中仅有心尖侧壁和后壁环向应变收缩峰值较对照组减小,其他各节段均未见明显差异。而无论冠状动脉狭窄程度如何,其径向应变收缩峰值较对照组均无明显变化。Carstensen 等^[13]通过对 104 例患者研究后发现,对于严重狭窄的冠状动脉($\geq 70\%$),其左心室整体纵向应变及心尖段、中间段和基底段纵向应变均明显减小;而对于狭窄率 $<70\%$ 者,上述应变均无明显变化。但即使冠状动脉狭窄 $\geq 70\%$,环向应变和径向应变的减小与对照组仍无明显差异。

考虑原因:正常左心室壁由呈右手螺旋状排列的心内膜下心肌纤维、环形中层心肌纤维及呈左手螺旋状排列的心外膜下心肌纤维构成^[14]。心内膜下心肌纤维主要在纵向进行收缩,而中层心肌纤维主要进行环向收缩。因此纵向应变主要反映心内膜下心肌纵向收缩的能力,环向应变主要反映中层心肌纤维的收缩活动。从解剖学角度而言,心内膜下心肌纤维较中层或外层心肌纤维更易受心室腔内压力变化和冠状动脉分支血供的影响。因此,在冠状动脉狭窄病变中左心室纵向收缩功能往往最先受到损害,反映在超声数据中则是纵向应变最早出现变化,而环向应变及径向应变的变化则并不明显^[15]。

1.3 右心室应变 右心室具有不规则的空间结构,其大体呈新月体形,由流入道部、体部和流出道部组成。由于右心室独特的空间结构,当前普遍缺乏对右心室功能定量评价的有效超声指标^[16]。Gondi 等^[17]提出应变技术可用于检测右心室壁节段功能的变化、而不受右心室空间结构的影响。之后,STI 技术的发展,使对右心室壁整体及节段运动异常的分析成为可能。Chang 等^[18]对 142 例冠心病患者进行研究,发现右冠状动脉狭窄患者的右心室游离壁纵向应变较正常人显著降低;若狭窄部位位于右冠状动脉近段,则右心室游离壁纵向应变的降低更为明显,由此,其认为检测右心室游离壁纵向应变能够有效反映右冠状动脉狭窄病变程度。上述研究均表明右心室应变在临床应用中具有

重要作用。

2 三维 STI 技术的应用

常规二维 STI 技术需要多切面地采集声像图,对图像清晰性要求高^[19]。而三维 STI 技术只需一个切面即能获取所需超声信息;另外,还克服了二维 STI 技术“跨平面失追踪”的局限性,故可准确评价左心室整体和节段收缩功能^[20-22]。Reant 等^[23]分析 128 例患者左心室纵向应变、径向应变和环向应变后认为三维 STI 技术具有良好的可重复性。STI 技术不仅可用于评估左心室功能的,还可用于评价右心室功能。Jenkins 等^[24]和 Fang 等^[25]分别对三维超声评价右心室的作用与心脏 MRI 结果相比较后,一致认为三维超声具有稳定的可重复性,且较二维超声更准确地反映右心容积及收缩功能。

Seo 等^[26]在动物模型中证实三维 STI 技术能够通过左心室节段纵向应变、径向应变和环向应变的降低准确反映缺血心肌的节段运动异常。Ternacle 等^[27]对 20 例接受经皮冠状动脉介入治疗患者三维超声研究发现,在左心室射血分数和室壁运动尚未出现明显异常时,缺血心肌所对应的左心室纵向应变、径向应变和环向应变即已受损,且缺血心肌周边节段的纵向应变亦出现降低;认为三维 STI 技术能够特征性地显示早期心肌缺血。汪彩英等^[28]在冠状动脉狭窄患者中对二维及三维 STI 技术进行比较,发现采用三维技术测得的左心室整体纵向应变诊断冠状动脉狭窄的敏感度和特异度均高于二维 STI。秦石成等^[29]发现冠状动脉对应节段的径向峰值应变随冠状动脉狭窄的加重而降低。此外,陈莹等^[30]通过三维 STI 发现随着冠状动脉狭窄的加重,左心室整体纵向应变、环向应变和径向应变均逐渐减低;且多支病变患者的左心室整体纵向应变、环向应变和径向应变低于单支病变患者。最近, Sun 等^[31]对 110 例可疑冠心病患者行三维超声及 CAG 检查,通过对纵向应变、环向应变和径向应变峰值,纵向应变、环向应变和径向应变达峰时间进行分析后,认为三维 STI 技术有助于诊断冠心病,纵向应变峰值及纵向应变达峰时间对诊断冠心病的敏感度和特异度为 62% 和 76%。由于冠状动脉对心肌的血供呈区域分布,三维 STI 技术或更适用于单支多处狭窄病变或多支狭窄的病变。

3 小结

目前采用二维 STI 技术评价冠状动脉狭窄仍外于临床研究阶段。纵向应变、环向应变及径向应变对冠状动脉狭窄的预测作用尚无定论。虽然三维 STI

技术存在帧频低于二维 STI、全容积最大取样角度等不足^[32],但仍是评价冠状动脉狭窄行之有效的超声手段。当前迫切需要大型的临床研究明确 STI 技术评价冠状动脉狭窄的价值。

[参考文献]

- [1] Davies M, Hobbs F, Davis R, et al. Prevalence of left-ventricular systolic dysfunction and heart failure in the Echocardiographic Heart of England Screening study: A population based study. *Lancet*, 2001, 358(9280):439-444.
- [2] Hoit BD. Strain and strain rate echocardiography and coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2011, 4(2):179-190.
- [3] Liang HY, Cauduro S, Pellikka P, et al. Usefulness of two-dimensional speckle strain for evaluation of left ventricular diastolic deformation in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 2006, 98(12):1581-1586.
- [4] Deng YB, Liu R, Wu YH, et al. Evaluation of short-axis and long-axis myocardial function with two-dimensional strain echocardiography in patients with different degrees of coronary artery stenosis. *Ultrasound Med Biol*, 2010, 36(2):227-233.
- [5] 张鹏, 张文华, 夏稻子, 等. 超声二维斑点追踪技术对单纯冠状动脉左前降支狭窄患者左心室收缩功能的评价. *中国心血管杂志*, 2013, 18(2):107-110.
- [6] Tsai WC, Liu YW, Huang YY, et al. Diagnostic value of segmental longitudinal strain by automated function imaging in coronary artery disease without left ventricular dysfunction. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(11):1183-1189.
- [7] Nucifora G, Schuijff JD, Delgado V, et al. Incremental value of subclinical left ventricular systolic dysfunction for the identification of patients with obstructive coronary artery disease. *Am Heart J*, 2010, 159(1):148-157.
- [8] Choi JO, Cho SW, Song YB, et al. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr*, 2009, 10(5):695-701.
- [9] Zuo H, Yan J, Zeng H, et al. Diagnostic power of longitudinal strain at rest for the detection of obstructive coronary artery disease in patients with type 2 diabetes mellitus. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41(1):89-98.
- [10] Montgomery DE, Puthumana JJ, Fox JM, et al. Global longitudinal strain aids the detection of non-obstructive coronary artery disease in the resting echocardiogram. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2012, 13(7):579-587.
- [11] Dahlslett T, Karlsen S, Grenne B, et al. Early assessment of strain echocardiography can accurately exclude significant coronary artery stenosis in suspected non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(5):512-519.
- [12] Biering-Sørensen T, Hoffmann S, Mogelvang R, et al. Myocar-

- dial strain analysis by 2-dimensional speckle tracking echocardiography improves diagnostics of coronary artery stenosis in stable angina pectoris. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2014, 7(1):58-65.
- [13] Carstensen HG, Larsen LH, Hassager C, et al. Association of ischemic heart disease to global and regional longitudinal strain in asymptomatic aortic stenosis. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2015, 31(3):485-495.
- [14] Torrent-Guasp F, Kocica MJ, Corno AF, et al. Towards new understanding of the heart structure and function. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2005, 27(2):191-201.
- [15] Urbano-Moral JA, Arias-Godinez JA, Ahmad R, et al. Evaluation of myocardial mechanics with three-dimensional speckle tracking echocardiography in heart transplant recipients: Comparison with two-dimensional speckle tracking and relationship with clinical variables. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2013, 14(12):1167-1173.
- [16] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(1):1-39. e14.
- [17] Gondi S, Dokainish H. Right ventricular tissue Doppler and strain imaging: Ready for clinical use? *Echocardiography*, 2007, 24(5):522-532.
- [18] Chang WT, Tsai WC, Liu YW, et al. Changes in right ventricular free wall strain in patients with coronary artery disease involving the right coronary artery. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(3):230-238.
- [19] 刘利, 王志刚, 任建丽. 二维斑点追踪成像技术在心血管疾病中的应用进展. *中国医学影像技术*, 2011, 27(1):179-182.
- [20] Biswas M, Sudhakar S, Nanda NC, et al. Two-and three-dimensional speckle tracking echocardiography: Clinical applications and future directions. *Echocardiography*, 2013, 30(1):88-105.
- [21] Altman M, Bergerot C, Aussoleil A, et al. Assessment of left ventricular systolic function by deformation imaging derived from speckle tracking: A comparison between 2D and 3D echo modalities. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014, 15(3):316-323.
- [22] Jasaityte R, Heyde B, Dhooge J. Current state of three-dimensional myocardial strain estimation using echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(1):15-28.
- [23] Reant P, Barbot L, Touche C, et al. Evaluation of global left ventricular systolic function using three-dimensional echocardiography speckle-tracking strain parameters. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012, 25(1):68-79.
- [24] Jenkins C, Chan J, Bricknell K, et al. Reproducibility of right ventricular volumes and ejection fraction using real-time three-dimensional echocardiography—Comparison with cardiac MRI. *Chest*, 2007, 131(6):1844-1851.
- [25] Fang F, Chan A, Lee AP, et al. Variation in right ventricular volumes assessment by real-time three-dimensional echocardiography between dilated and normal right ventricle: Comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *Int J Cardiol*, 2013, 168(4):4391-4393.
- [26] Seo Y, Ishizu T, Enomoto Y, et al. Validation of 3-dimensional speckle tracking imaging to quantify regional myocardial deformation. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009, 2(6):451-459.
- [27] Ternacle J, Gallet R, Champagne S, et al. Changes in three-dimensional speckle-tracking-derived myocardial strain during percutaneous coronary intervention. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(12):1444-1449.
- [28] 汪彩英, 周青, 张才智, 等. 三维及二维斑点追踪技术检测冠状动脉狭窄临床价值的对比研究. *中华超声影像学杂志*, 2013, 22(8):654-658.
- [29] 秦石成, 范会军, 王帅, 等. 三维超声斑点追踪技术评价不同程度冠状动脉狭窄患者左心室局部径向收缩功能. *中华超声影像学杂志*, 2011, 20(11):925-929.
- [30] 陈莹, 刘昕, 王建华. 实时三维斑点追踪成像技术评价无节段性室壁运动异常的不同程度冠状动脉病变患者的心肌应变. *中国医学影像技术*, 2014, 30(10):1495-1499.
- [31] Sun YJ, Wang F, Zhang RS, et al. Incremental value of resting three-dimensional speckle-tracking echocardiography in detecting coronary artery disease. *Exp Ther Med*, 2015, 9(6):2043-2046.
- [32] 徐盼, 周爱云. 超声三维斑点追踪成像研究进展. *中国介入影像与治疗学*, 2014, 11(10):695-698.