

# 斑点追踪技术在射血分数保留的心力衰竭中的研究现状

杨 欣 唐 梅

**摘 要** 随着人口老龄化加剧,射血分数保留的心力衰竭(HFPEF)患病率呈逐渐上升趋势,且由于目前对该病的诊断程序复杂,缺乏有效的治疗干预措施,给临床及时、有效管理该类患者带来巨大挑战。随着超声新技术的不断更新,尤其是斑点追踪技术在 HFPEF 中的应用研究,为未来早期诊断、评估 HFPEF 提供了有效的临床参考价值。本文就斑点追踪技术在 HFPEF 中的研究现状进行综述。

**关键词** 超声心动描记术;斑点追踪;射血分数保留的心力衰竭

[中图分类号]R540.45;R541.6

[文献标识码]A

## Research status of speckle tracking technology in heart failure with preserved ejection fraction

YANG Xin, TANG Mei

Department of Ultrasound, West China-Guang'an Hospital, Sichuan University, Sichuan 638000, China

**ABSTRACT** The prevalence of heart failure with preserved ejection fraction (HFPEF) is gradually increasing with the aging population. It is a huge challenge for clinicians to manage such patients timely and effectively, because of the complicated diagnosis procedure and lacking of effective interventions. However, the updating of new ultrasound technology, especially the research of speckle tracking technology in HFPEF, may provide effective clinical reference value for early diagnosis and evaluation of HFPEF in the future. This paper reviews the research status of speckle tracking technology in HFPEF.

**KEY WORDS** Echocardiography; Speckle tracking; Heart failure with preserved ejection fraction

射血分数保留的心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFPEF)是一组具有典型心力衰竭症状且左室射血功能保留的临床综合征。其临床表现具有多样性,常合并高血压病、肥胖、糖尿病、肾脏疾病等。由于病因尚不明确、病理生理机制复杂,暂未被统一认可的治疗方案,患病率及住院率逐渐超过射血分数减低性心力衰竭,即将成心力衰竭的主要形式。对 HFPEF 患者的评价主要以超声心动图为基础,是目前应用最广泛的心脏显像工具。左室舒张功能障碍是 HFPEF 的重要原因,也是 HFPEF 诊断的“必要条件”。但其评价具有挑战性且影响因素众多,肥胖、高血压病等疾病已被证实为导致舒张功能减低的独立危险因素。且疾病早期左室舒张功能在静息状态下可能表现为正常或轻微异常,部分病例仅被诊断为高血压病或糖尿病,延误治疗<sup>[1]</sup>。因此,更详细地评估 HFPEF 患者心脏结构及功能,早期发现其病理生理改变

及相关心脏结构功能变化,对疾病的早期诊断及治疗具有重要的意义。2016年欧洲心脏病协会指南共识<sup>[2]</sup>也提到应结合最新的病理生理观点以准确诊断 HFPEF。有学者<sup>[3]</sup>提出对心肌僵硬、心肌纤维化、内皮细胞功能及炎症反应的早期评价均可能对 HFPEF 的早期诊断具有重要意义。心脏 MRI 具有组织结构分辨率高、心内膜显示清晰,并可鉴别心肌组织学特征的优势<sup>[4]</sup>,理论上是一种良好的评估心脏结构功能及病因学分析的影像方法。但因其费用高、不能实时成像、成像时间长等原因未能作为临床常用方法。PET 可进行组织灌注成像,但具有核辐射且费用昂贵。斑点追踪技术能够逐帧追踪感兴趣心肌在多个方向上的变化,通过计算应变及应变率评价局部心肌僵硬、形变及扭转、解螺旋情况,可对局部心肌及整体心脏功能进行量化分析和同步性研究<sup>[5]</sup>,不仅能定量分析左室舒张及收缩功能,而且在左房、右室功能研究中起

着重要的作用。研究<sup>[6]</sup>表明,斑点追踪技术在评估及管理 HFPEF 人群中具有重要的临床价值。本文就斑点追踪技术在 HFPEF 中的研究现状进行综述。

### 一、斑点追踪技术评价 HFPEF 患者左室功能

左室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)作为左室收缩功能的可靠指标,其准确性被大部分研究所证实。虽然 HFPEF 患者左室射血分数在正常范围,但多数病例已存在左室峰值应变减低<sup>[7-8]</sup>。国外研究<sup>[9]</sup>显示, HFPEF 的左室纵向应变受损不仅与室壁应力有关,还可能与胶原蛋白合成增加及左室舒张功能异常有关。左室整体峰值应变对 HFPEF 的诊断有一定的预测价值, Fang 等<sup>[10]</sup>研究应用四维斑点追踪技术评价 169 例可疑 HFPEF 患者的左室应变,结果显示,左室 GLS、左室整体径向应变及圆周应变诊断 HFPEF 的曲线下面积分别为 0.869、0.780、0.849,均高于 E/e' (0.601);但左室整体面积应变与 HFPEF 不具有独立相关性,分析原因可能与左室纵向应变及圆周应变的多重共线有关。同时,国外一 Meta 分析<sup>[11]</sup>纳入 2284 例 HFPEF 患者(HFPEF 组)及 2302 例健康人员或无症状的高血压病、糖尿病及冠状动脉疾病患者(对照组),研究进一步证实 HFPEF 组左室 GLS 较对照组明显减低( $P<0.05$ ),且 HFPEF 组中 GLS 异常比例明显高于对照组(65.4% vs. 13.0%,  $P<0.05$ );另一项多中心研究<sup>[12]</sup>结果表明,左室 GLS 异常的 HFPEF 患者较左室 GLS 正常的 HFPEF 患者具有较高心血管事件发生率及心力衰竭再次住院率。总之,应用斑点追踪技术评价左室应变对诊断 HFPEF 及预后评估具有一定的价值。

### 二、斑点追踪技术评价 HFPEF 患者左房功能

伴随左室充盈压升高,左房形态及功能将发生改变,且左房压力与 HFPEF 结局相关<sup>[13]</sup>。虽然左房扩大提示左室舒张功能异常,但作为左室充盈压升高长期持续作用的结果,其发生往往比较晚。应用斑点追踪技术可以通过左房各期的形变能力来评价左房的收缩、储备及管道功能。HFPEF 患者左房应变降低非常普遍<sup>[14-15]</sup>。Liu 等<sup>[16]</sup>研究显示, HFPEF 患者左房收缩峰值应变及左房纵向峰值应变分别为(10.83±4.19)%、(20.41±7.41)%,均较无症状左室舒张功能异常者[(13.23±4.52)%、(26.61±6.30)%]明显减低(均 $P<0.05$ ),表明 HFPEF 患者左房收缩及储备功能明显受损,且该研究认为左房纵向峰值应变能更好地区分 HFPEF 与无症状左室舒张功能异常。国内文献<sup>[17]</sup>显示, HFPEF 患者在左房未扩大的情况下,首先表现为左房中部形变功能降低,且左房中部的重复性较高;而当发生左房扩大时,左房基底及顶部形变能力也明显减低;同时,在疾病早期,首先出现左房储备及管道功能下降,随着左房扩大,出现明显的辅助泵功能减低,该研究证实斑点追踪技术可早期评估 HFPEF 患者左房功能改变。Aung 等<sup>[18]</sup>分析了 83 例可疑 HFPEF 且 E/e' 8~15 的病例,当左房储备应变峰值<17.5% 时,其预测 HFPEF 的敏感性为 89%、特异性为 55.3%;另外, Telles 等<sup>[19]</sup>纳入 71 例左室射血分数≥50% 的劳力性呼吸困难患者,通过右心导管检查确诊 HFPEF 者 49 例,非 HFPEF 者 21 例;采用斑点追踪技术分析两组患者左房储备功能及泵功能,结果显示

HFPEF 患者左房储备应变及泵应变均较非 HFPEF 者明显减低 [(24.3±9.6)% vs. (36.7±8.4)%; (-11.5±3.2)% vs. (-17.0±3.4)%], 差异均有统计学意义(均 $P<0.001$ );左房储备应变、泵应变与运动性肺毛细血管楔压呈负相关( $r=-0.64$ 、 $-0.72$ , 均 $P<0.001$ ),且经左室质量指数、左房容积指数、平均 E/e' 及收缩压参数调整后仍具有明显独立预测价值;当左房储备应变<33% 时,无创预测 HFPEF 诊断敏感性为 88%、特异性为 77%,均较 2016 年欧洲心脏病学会的无创诊断标准提高了 12%。总之,斑点追踪技术对评估 HFPEF 左房功能具有一定价值。

### 三、斑点追踪技术评价 HFPEF 患者右室功能

目前已有研究<sup>[20]</sup>表明右室功能异常及结构重塑在各种心血管疾病中的重要性。由于右室在胸腔的特殊位置及复杂的几何形态,限制了传统超声对右室结构及功能的评估。斑点追踪技术的出现提供了右室功能及形变新参数,且与心脏 MRI 结果具有良好的一致性<sup>[21]</sup>。右室纵向应变能够更早地反映右室收缩功能异常,右室纵向应变应包含四腔心切面右室游离壁及室间隔 6 个节段,但室间隔应变易受左室影响,因此目前美国超声心动图学会和欧洲心血管成像协会指南<sup>[22]</sup>仅推荐右室游离壁纵向应变的正常参考值。Morris 等<sup>[23]</sup>纳入 201 例 HFPEF 患者及 364 例无症状左室舒张功能异常者,采用二维斑点追踪技术分析右室舒张早期纵向应变率及收缩期纵向应变,结果显示 HFPEF 患者右室舒张早期纵向应变率及收缩期纵向应变均较无症状左室舒张功能异常者减低 [(0.86±0.33) s<sup>-1</sup> vs. (1.02±0.34) s<sup>-1</sup>、(-14.41%±3.80)% vs. (-16.90%±4.28)%], 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );经多元回归分析发现,左室 GLS 是右室纵向应变最重要的独立预测因子;该研究认为左室内膜下层的纤维化过程也可能改变右室的心内膜下纤维。Lejeune 等<sup>[24]</sup>纳入 149 例 HFPEF 患者及 20 例健康对照组,并对其随访,以全因死亡及首次心力衰竭住院为主要终点,对比分析右室纵向应变与右室功能常规参数对 HFPEF 患者的预后价值。结果显示,与对照组比较, HFPEF 患者右室 GLS 发生了显著改变 [(-21.7±4.9)% vs. (-25.9±4.2)% ,  $P<0.001$ ];在平均(30±9)个月的随访期间,有 91 例 HFPEF 患者(62%)达到了主要终点;使用主要终点的独立预测因子创建基线模型,降低的右室纵向应变提供了明显的附加预后价值(输入  $\chi^2=7.85$ ,  $P=0.005$ ),而受损的收缩期三尖瓣环位移和面积却无变化。该研究结果表明,右室纵向应变参数较右室功能常规参数能够更好地预测 HFPEF 终末事件的发生。

### 四、总结及展望

总之,斑点追踪技术能够提供更多有关左室、左房及右室功能和力学的相关信息,为早期诊断 HFPEF 并识别出发生不良事件的高风险患者提供了重要的参考价值。研究<sup>[25-26]</sup>表明, HFPEF 患者右房功能存在一定受损,且 HFPEF 患者存在不同程度心房间的不同步性,但目前尚缺乏 HFPEF 患者右房应变的相关研究。斑点追踪技术评价右房应变是否具有可行性、重复性及准确性尚需试验研究进一步验证,右房应变对 HFPEF 是否具有诊断预测及预后评估价值也需要大量研究对比分析。

## 参考文献

- [1] Shah SJ, Kitzman DW, Borlaug BA, et al. Phenotype-specific treatment of heart failure with preserved ejection fraction: a multiorgan roadmap[J]. *Circulation*, 2016, 134(1):73-90.
- [2] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure[J]. *Eur J Heart Failure*, 2016, 18(8):891-975.
- [3] Loi S, Cheng HM. Heart failure with preserved ejection fraction; the missing pieces in diagnostic imaging[J]. *Heart Fail Rev*, 2020, 25(2):305-319.
- [4] Kanagala P, Cheng ASH, Singh A, et al. Diagnostic and prognostic utility of cardiovascular magnetic resonance imaging in heart failure with preserved ejection fraction—implications for clinical trials[J]. *J Cardiovasc Mag Reson*, 2018, 20(1):4.
- [5] Opdahl A, Helle-Valle T, Skulstad H, et al. Strain, strain rate, torsion, and twist: echocardiographic evaluation[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2015, 17(3):568.
- [6] Obokata M, Reddy YNV, Borlaug BA. The role of echocardiography in heart failure with preserved ejection fraction: what do we want from imaging? [J]. *Heart Fail Clin*, 2019, 15(2):241-256.
- [7] 孙娟娟, 王志斌, 王吴刚, 等. 斑点追踪成像评价射血分数保留的心力衰竭患者左心室收缩功能[J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34(7):609-612.
- [8] Huang W, Chai SC, Lee SGS, et al. Prognostic factors after index hospitalization for heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Am J Cardiol*, 2017, 119(12):2017-2020.
- [9] Devore AD, McNulty S, Alenezi F, et al. Impaired left ventricular global longitudinal strain in patients with heart failure with preserved ejection fraction: insights from the RELAX trial[J]. *Eur J Heart Fail*, 2017, 19(7):893-900.
- [10] Fang S, Zhang Z, Wang Y, et al. Predictive value of left ventricular myocardial strain by four-dimensional speckle tracking echocardiography combined with red cell distribution width in heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Echocardiography*, 2019, 36(6):1074-1083.
- [11] Morris DA, Ma XX, Belyavskiy E, et al. Left ventricular longitudinal systolic function analysed by 2D speckle-tracking echocardiography in heart failure with preserved ejection fraction: a meta-analysis[J]. *Open Heart*, 2017, 4(2):e000630.
- [12] Shah AM, Claggett B, Sweitzer NK, et al. Prognostic importance of impaired systolic function in heart failure with preserved ejection fraction and the impact of spironolactone: clinical perspective [J]. *Circulation*, 2015, 132(5):402-414.
- [13] Dorfs S, Zeh W, Hochholzer W, et al. Pulmonary capillary wedge pressure during exercise and long-term mortality in patients with suspected heart failure and preserved ejection fraction[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(44):3103-3112.
- [14] Santos ABS, Kraigher-Krainer E, Gupta DK, et al. Impaired left atrial function in heart failure with preserved ejection fraction [J]. *Eur J Heart Fail*, 2014, 16(10):1096-1103.
- [15] Obokata M, Negishi K, Kurosawa K, et al. Incremental diagnostic value of LA strain with leg lifts in heart failure with preserved ejection fraction[J]. *JACC Cardiovascular Imaging*, 2013, 6(7):749-758.
- [16] Liu S, Guan Z, Zheng X, et al. Impaired left atrial systolic function and inter-atrial dyssynchrony may contribute to symptoms of heart failure with preserved left ventricular ejection fraction: a comprehensive assessment by echocardiography [J]. *Int J Cardiol*, 2018, 257(1):177-181.
- [17] 刘峻松, 王晶, 张波, 等. 三维斑点追踪技术对左室射血分数保留心力衰竭患者左房功能的评估价值[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(36):2919-2923.
- [18] Aung SM, Güler A, Güler Y, et al. Left atrial strain in heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Herz*, 2017, 42(2):194-199.
- [19] Telles F, Nanayakkara S, Evans S, et al. Impaired left atrial strain predicts abnormal exercise haemodynamics in heart failure with preserved ejection fraction [J]. *Eur J Heart Failure*, 2019, 21(4):495-505.
- [20] Pouleur ACM, Rousseau MF, Ahn SA, et al. Right ventricular systolic dysfunction assessed by cardiac magnetic resonance is a strong predictor of cardiovascular death after coronary bypass grafting [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101(6):2176-2184.
- [21] Lu KJ, Chen JXC, Profitis K, et al. Right ventricular global longitudinal strain is an independent predictor of right ventricular function: a multimodality study of cardiac magnetic resonance imaging, real time three-dimensional echocardiography and speckle tracking echocardiography [J]. *Echocardiography*, 2015, 32(6):966-974.
- [22] 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]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015, 16(3):233-271.
- [23] Morris DA, Gailani M, Perez AV, et al. Right ventricular myocardial systolic and diastolic dysfunction in heart failure with normal left ventricular ejection fraction [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(8):886-897.
- [24] Lejeune S, Roy C, Ciocca V, et al. Right ventricular global longitudinal strain and outcomes in heart failure with preserved ejection fraction [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020 May 6; S0894-7317(20)30135-8. doi:10.1016/j.echo.2020.02.016.
- [25] Jain S, Kuriakose D, Edelstein I, et al. Right atrial phasic function in heart failure with preserved and reduced ejection fraction [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(8 Pt 1):1460-1470.
- [26] 杨欣, 敖梦, 冉海涛, 等. 二维斑点追踪技术评价心房间不同步在射血分数保留的心力衰竭的预测价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2017, 33(4):308-311.

(收稿日期:2019-10-12)