

超声新技术评估心房颤动患者心室结构和功能的应用进展

黄璇 冉海涛 刘丹妮

摘要 心房颤动(以下简称房颤)是最常见的室上性心律失常,不仅影响心房功能,还会导致心室结构和功能异常,因此早期准确地评估房颤患者心室结构和功能变化对治疗方案制定及预后评估均具有重要的临床意义。本文就经食管超声心动图、实时三维超声心动图、斑点追踪超声心动图和超声心肌做功技术评估房颤患者心室结构和功能的研究进展进行综述。

关键词 超声心动描记术;斑点追踪;心肌做功;心房颤动;心室结构和功能

[中图分类号]R540.45;R541.75

[文献标识码]A

Application progress on the evaluation of ventricular structure and function in patients with atrial fibrillation by new ultrasound technologies

HUANG Xuan, RAN Haitao, LIU Danni

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing Key Laboratory of Ultrasound Molecular Imaging, Chongqing 400010, China

ABSTRACT Atrial Fibrillation is the most common supraventricular arrhythmia. It not only affects atrial function but also leads to abnormal ventricular structure and function. Therefore, early and accurate evaluation of ventricular structure and function changes in patients with atrial fibrillation has important clinical significance for treatment planning and prognosis evaluation. This article reviews the application progress of transesophageal echocardiography, real-time three-dimensional echocardiography, speckle tracking echocardiography and ultrasonic myocardial work in the evaluation of ventricular structure and function in patients with atrial fibrillation.

KEY WORDS Echocardiography; Speckle tracking; Myocardial work; Atrial fibrillation; Ventricular structure and function

心房颤动(以下简称房颤)是最常见的室上性心律失常,我国35岁以上的房颤患者超过487万例,其中75岁以上老年人患病率约3%^[1]。既往研究^[2]表明,房颤不仅可对左房结构和功能产生较大影响,同时也会损害心室结构和功能。因此,准确、有效地评估房颤患者心室结构和功能变化具有十分重要的临床意义。本文就经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)、实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)、斑点追踪超声心动图(speckle tracking echocardiography, STE)和超声心肌做功技术评估房颤患者心室结构和功能的应用进展进行综述。

一、与房颤相关的心室结构和功能改变

由于房颤患者长期不能有效地控制心室率,肾素-血管紧

张素系统及交感神经系统被激活,心肌细胞结构发生异常,进而导致心室重构。包括电重构和结构重构,其中心室结构重构主要表现为心肌纤维化及心腔扩大^[3]。房颤引起患者心脏泵血功能减退,左室结构发生改变,最终导致左室功能减低,且左室纤维化程度越高,其死亡率也越高^[4]。与左室壁相比,右室壁更薄,房颤导致心室超负荷代偿,其协调性和代偿能力均减弱,容量负荷持续增大,最终造成右室扩大及功能减低。

二、超声新技术评估房颤患者心室结构和功能的应用进展

(一) TEE评估房颤患者心室结构和功能

经胸超声心动图成像受多种因素干扰,而TEE检查更贴近心脏,干扰更少,可更清晰地显示心室结构。TEE评估房颤患者心室结构和功能的常用指标包括:心室舒张末期容积、心室

基金项目:国家自然科学基金项目(82071926);重庆医科大学附属第二医院卓越创新临床研究项目(2022ZYLCYJ002)

作者单位:400010 重庆市,重庆医科大学附属第二医院超声科 超声分子影像重庆市重点实验室

通讯作者:刘丹妮, danni_liu96@163.com

收缩末期容积、心室射血分数、右室面积变化率,以及二尖瓣环左右径、前后径、面积、对合面积及对合指数。

叶学群等^[5]应用TEE对22例持续性房颤(persistent atrial fibrillation, PerAF)患者(观察组)和19例阵发性房颤(paroxysmal atrial fibrillation, PAF)患者(对照组)的心室结构和功能进行评估,结果显示观察组左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、对合指数均低于对照组,而左、右心室容积参数均高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);并分析其原因可能为:PerAF患者心脏增大,导致心室充盈性降低、收缩功能受限,同时由于存在心肌纤维化改变,当心腔扩大时二尖瓣环扩张,导致对合指数下降。该研究表明TEE在评估房颤患者心室及二尖瓣结构和功能方面具有较高的价值,且在辅助临床分型方面展现出一定潜能。此外,Tanaka等^[6]研究结果显示,TEE实施率与房颤相关缺血性卒中的患者心内血栓检出率呈线性相关($P<0.01$),而经胸超声心动图实施率与血栓检出率无相关性,表明应用TEE有助于准确检出房颤患者的心内血栓。

Muraru^[7]提出TEE联合三维超声心动图可以评估右室结构和收缩功能。但目前TEE技术主要应用于左房,对心室的研究报道较少,特别是对心室舒张功能的评估需结合二维超声心动图的常规指标(如二尖瓣E峰等)进行联合评估。关于房颤患者右室舒张功能不全的临界值及是否存在新的评估指标有待进一步研究。

(二)RT-3DE评估房颤患者心室结构和功能

二维超声心动图由于受肺气干扰、几何模型假设等原因,可能无法准确地评估心室结构和功能。而RT-3DE无角度依赖性,能够同时获得多个心脏切面,可以快速、可重复地对房颤患者的心室结构和功能进行定量分析。目前临床RT-3DE评估心室结构和功能的常用指标包括:心室舒张末期容积、心室收缩末期容积、每搏输出量、心室射血分数。

研究^[8]表明应用RT-3DE可以准确地评估左室结构和功能,与心脏MRI有较高的一致性。宁伟和金仁波^[9]应用RT-3DE和二维超声心动图检测105例非瓣膜性房颤老年患者(A组)和100例窦性心律老年患者(B组),其中二维超声心动图检测结果显示两组左室舒张末期内径、左室收缩末期内径比较差异均无统计学意义,A组LVEF明显低于B组($P<0.05$);而RT-3DE检测结果显示A组左室舒张末期容积、左室收缩末期容积均高于B组,LVEF低于B组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),表明RT-3DE在评估心室容积变化方面较二维超声心动图更敏感。Muraru等^[10]以死亡作为研究终点,应用二维超声心动图和RT-3DE定期监测725例包括房颤在内的常见临床疾病患者的左室容积参数和LVEF,结果发现RT-3DE所测左室容积参数增大和LVEF均与不良事件发生有更高的关联性,表明RT-3DE在预测房颤患者的临床预后方面也有一定的临床价值。

尽管对于房颤患者右室方面的研究较少,但仍有部分研究表明RT-3DE可以准确评估右室结构和功能。Ahmad等^[11]发现RT-3DE评估右室射血分数的准确率与MRI相当;Majos-Karwacka等^[12]应用二维超声心动图和RT-3DE评估房颤患者、正常成人的右室结构和功能,结果发现房颤患者右室射血分数低于正常成人,右室收缩末期容积高于正常成人(均 $P<0.001$),

进一步证实RT-3DE在评估房颤患者右室结构和功能中的应用价值。总之,RT-3DE在评估房颤患者心室结构和功能中方面具有重要的临床应用前景,尤其对于右室的评估可能成为未来研究的重点之一。

(三)STE评估房颤患者心室结构和功能

STE可对各个节段心肌位移进行检测,且无角度依赖性,因此能够实时评估房颤患者心肌的形变能力。目前STE主要有二维STE(2D-STE)和三维STE(3D-STE)。其中2D-STE常用的评估指标包括:心室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)、心室整体圆周应变、右室游离壁纵向应变、右室游离壁纵向位移、心室各节段应变达峰时间标准差、心室整体收缩期应变率、心室整体扭转度;3D-STE除上述指标外,还包括心室整体径向应变和面积应变。

1.2D-STE评估房颤患者心室结构和功能

2D-STE在早期、准确地评估房颤患者左室功能方面具有重要价值。李沅芝等^[13]应用2D-STE检测37例PAF患者和29例健康成人,结果发现左室未扩大的PAF患者GLS较健康成人降低,左室整体扭转度增加(均 $P<0.05$)。此外,2D-STE还可以用于检测房颤复律后心室功能的变化。Nagai等^[14]应用2D-STE分别于术前、术后6个月对30例接受射频消融(radio-frequency catheter ablation, RFCA)PerAF患者的心室功能进行评估,结果显示术后6个月左室整体纵向应变(left ventricle global longitudinal strain, LVGLS)较术前显著改善 $[-(18.8\pm 3.4)\% \text{ vs. } -(16.8\pm 4.4)\%, P<0.05]$,提示患者左室收缩功能改善。Kupczynska等^[15]研究也得出相似结果,并通过观察房颤复律后复发组与窦律维持组后发现,两组LVGLS的差值每增加1%,房颤复发风险将增加13%($P=0.02$),表明2D-STE在预测房颤复律后复发方面也有较好的应用价值。此外,2D-STE在预测房颤发生方面也具有一定的临床价值。Wabich等^[16]研究发现LVGLS绝对值 $<16\%$ 是房颤最准确的预测指标($P=0.001$);当LVGLS绝对值 $<16\%$ 且左房峰值应变 $<22\%$ 时,房颤发生概率将增加76倍。

2D-STE在评估房颤患者右室功能方面也显示出一定的潜力。Govindan等^[17]研究纳入30例通过药物复律的PAF患者(根据房颤是否复发分为房颤组和窦律维持组),并应用2D-STE在复律后1个月和3个月分别对两组患者右室功能进行评估,结果显示复律后1个月窦律维持组与房颤组右室整体纵向应变(right ventricle global longitudinal strain, RVGLS)绝对值比较(25% vs. 22%)差异无统计学意义,但复律后3个月窦律维持组RVGLS绝对值明显高于房颤组(32% vs. 28%),差异有统计学意义($P<0.01$),表明2D-STE可以用于房颤患者右室功能的评估,并可监测预后。但目前2D-STE在右室应用中的研究相对较少,其准确性和临床应用价值尚待进一步研究和证实。

2.3D-STE评估房颤患者心室结构和功能

3D-STE结合了三维超声心动图和斑点追踪成像,弥补了二维平面内易产生追踪错误等局限,较2D-STE能更全面地评估心肌应变。Lu等^[18]应用3D-STE评估窦性心律对照组、房颤组(包括PAF和PerAF患者)受试者的左室功能,发现与窦性心律对照组比较,房颤组LVEF和LVGLS均下降,且PerAF患者LVEF和LVGLS均低于PAF患者,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),提

示应用3D-STE能够准确评估房颤患者左室收缩功能降低,且PerAF患者的心室功能受损程度较PAF患者更为显著,表明3D-STE在房颤分型方面也有一定的价值。

目前研究大多采用纵向应变来评估右室整体应变,对于节段纵向应变可通过将游离壁分为3个等距的部分(即基底段、中间段和心尖段)来描述。研究^[19]提出RVGLS绝对值的正常范围为(27±2)%。但该值目前缺乏统一的标准,后续尚需大样本、多中心研究确定。研究^[20]显示3D-STE测量右室容积参数、右室射血分数及RVGLS的可重复性高,且与心脏MRI具有高度一致性,提示3D-STE是临床评估右室功能的可靠方法。Zhang等^[21]研究显示应用3D-STE可以准确评估房颤患者右室应变下降,右室长轴纵向心肌收缩功能受损。此外,齐东和李慧忠^[22]对33例PAF患者(根据房颤是否复发分为房颤复发组和未复发组)进行随访,发现房颤复发组入组时与入组6个月RVGLS绝对值比较(17.5% vs. 14.7%)、房颤复发组与未复发组入组6个月RVGLS绝对值比较(14.7% vs. 17.8%),差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),且RVGLS绝对值 $<17.98\%$ 对房颤复发有一定的预测价值(灵敏度71.1%,特异度72.9%)。总之,3D-STE不仅可以准确地评估房颤患者右室功能,且在预测房颤复发方面也有一定的临床价值,可为临床房颤管理提供了参考依据。

(四)超声心肌做功技术评估房颤患者心室结构和功能

超声心肌做功技术是将LVGLS与左室压力相结合,即无创左室压力-应变环(left ventricular pressure strain loop, LV-PSL),可为临床评价左室收缩功能进行有效补充。其获得的左室整体做功参数包括:整体有效功(global constructive work, GCW)、整体无效功(global waste work, GWW)、整体做功指数(global work index, GWI)、整体做功效率(global work efficiency, GWE)。Manganaro等^[23]研究纳入了226例健康受试者,初步提出了心肌做功参数正常参考值:GCW为(2232±331)mmHg%,GWW为78.5(53.0~122.2)mmHg%,GWI为(1896±308)mmHg%,GWE为96(94,97)%。心肌做功参数较LVEF能更敏感地反映患者RFCA术后早期左室功能的变化,在评估预后方面也有一定的价值。王小贤等^[24]通过分析射血分数保留型心力衰竭的PAF患者RFCA术前、术后的心肌做功参数发现,与术前比较,RFCA术后早期房颤未复发组LVGLS、GWE、GCW、GWI均增大(均 $P<0.05$),而LVEF并无明显变化,且随着窦性心律维持时间的增加,LVGLS、GWE、GCW、GWI、LVEF均逐渐增大;此外,与未复发组比较,复发组仅LVGLS低于未复发组[-(8.00±5.66)% vs. -(12.71±2.97)%, $P<0.05$],提示LVGLS可作为射血分数保留型心力衰竭的PAF患者预测RFCA术后复发的有效参数,且患者在RFCA术后左室收缩功能可持续改善,应用超声心肌做功技术可对其进行准确评估。但对于主动脉瓣狭窄、左室流出道梗阻等引起主动脉与左室间压力梯度的疾病,由于无法准确估计左室压力,因此不宜使用该技术对其左室心肌做功进行评估。

由于目前尚未确定左、右心室压力是否相当,因此压力-应变环尚未推广应用于右室功能的评估。有研究^[25]指出可将左室心肌做功类似的原理应用于右室,提出类似LV-PSL的右室心肌力-节段长度环以评估右室心肌做功,但由于右室几何形状复杂且不规则,可能导致所测参数准确性较低;此外,该研究

通过对10只猪进行全面的TEE检查,使用有创方式测量左、右心室压力获得压力-应变环后得出RVGLS为-(15.4±2.5)%,GCW为(322±84)mmHg%,GWW为(59±11)mmHg%,GWI为(297±62)mmHg%,GWE为96(72,88)%,并发现猪心肌做功参数的正常阈值与人类相当。但对于绘制符合人体真实的右室压力-应变环,以及该技术能否更加准确地判断房颤患者的右室形变和功能改变尚需未来更深入的研究。

三、小结与展望

总之,TEE、RT-3DE、STE和超声心肌做功技术在评估房颤患者心室结构和功能方面均有一定的临床价值,但其各有优劣,故诊断房颤患者时应联合应用这些超声新技术,以综合评估心室结构和功能。目前关于房颤患者右室结构和功能的研究相对较少,尤其关于右室心肌做功方面的研究,未来有必要进一步探索超声新技术在评估房颤患者右室结构和功能中的应用价值。

参考文献

- [1] 国家心血管病医疗质量控制中心专家委员会心房颤动专家工作组. 2019年中国心房颤动医疗质量控制报告[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(5): 427-437.
- [2] Karlsson LO, Erixon H, Ebbens T, et al. Post-cardioversion improvement in LV function defined by 4D flow patterns and energetics in patients with atrial fibrillation[J]. Front Physiol, 2019, 10(1): 659.
- [3] Pan Y, Xu L, Yang X, et al. The common characteristics and mutual effects of heart failure and atrial fibrillation: initiation, progression, and outcome of the two aging-related heart diseases[J]. Heart Fail Rev, 2022, 27(3): 837-847.
- [4] Joglar JA. Atrial fibrillation and heart failure: is it the chicken or the egg?[J]. Am J Cardiol, 2023, 197(1): 75-76.
- [5] 叶学群, 罗骥, 曹彦, 等. 经食道超声心动图评估持续性房颤患者心脏结构和心室功能的价值[J]. 安徽医学, 2021, 42(7): 778-781.
- [6] Tanaka K, Koga M, Lee KJ, et al. Transesophageal echocardiography in ischemic stroke with atrial fibrillation[J]. J Am Heart Assoc, 2021, 10(22): e22242.
- [7] Muraru D. 22nd Annual Feigenbaum Lecture: right heart, right now: the role of three-dimensional echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2022, 35(9): 893-909.
- [8] Chacon-Portillo MA, Acharya T, Janardhanan R. Imaging in heart failure with preserved ejection fraction: insights into echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging[J]. Rev Cardiovasc Med, 2021, 22(1): 11-24.
- [9] 宁伟, 金仁波. 实时三维超声心动图在老年非瓣膜性心房颤动患者左、右心室结构与功能评价中应用[J]. 临床军医杂志, 2018, 46(11): 1343-1345, 1348.
- [10] Muraru D, Baldea SM, Genovese D, et al. Association of outcome with left ventricular volumes and ejection fraction measured with two- and three-dimensional echocardiography in patients referred for routine, clinically indicated studies[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9(1): 1065131.
- [11] Ahmad A, Li H, Zhang Y, et al. Three-dimensional echocardiography assessment of right ventricular volumes and function: technological

- perspective and clinical application [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2022, 12(4):806.
- [12] Majos-Karwacka E, Kraska A, Kowalik I, et al. No effects of cardiac resynchronization therapy and right ventricular pacing on the right ventricle in patients with heart failure and atrial fibrillation [J]. *Scand Cardiovasc J*, 2021, 55(1):15-21.
- [13] 李沅芝, 李一丹, 丁雪晏, 等. 二维斑点追踪超声心动图对阵发性心房颤动患者左心室功能及机械离散度的评价 [J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2022, 19(6):535-540.
- [14] Nagai T, Arakawa J, Hamabe A, et al. Improvement of left ventricular function after successful radiofrequency catheter ablation in persistent atrial fibrillation with preserved left ventricular ejection fraction: a comprehensive echocardiographic assessment using two-dimensional speckle tracking analysis [J]. *J Echocardiogr*, 2019, 17(2):95-103.
- [15] Kupczynska K, Miskowicz D, Michalski BW, et al. Early change in left atrial and left ventricular strain predicts sinus rhythm maintenance after cardioversion [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(Suppl_2):41.
- [16] Wabich E, Zienciuk-Krajka A, Nowak R, et al. Comprehensive echocardiography of left atrium and left ventricle using modern techniques helps in better revealing atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(7):1288.
- [17] Govindan M, Kiotseoglou A, Saha SK, et al. Right atrial myocardial deformation by two-dimensional speckle tracking echocardiography predicts recurrence in paroxysmal atrial fibrillation [J]. *J Echocardiogr*, 2017, 15(4):166-175.
- [18] Lu S, Liu H, Sun J, et al. Evaluation of left atrial and ventricular remodeling in atrial fibrillation subtype by using speckle tracking echocardiography [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10(1):1208577.
- [19] Landzaat J, van Heerebeek L, Jonkman NH, et al. The quest for determination of standard reference values of right ventricular longitudinal systolic strain: a systematic review and Meta-analysis [J]. *J Echocardiogr*, 2023, 21(1):1-15.
- [20] Li Y, Sun C, Zhang L, et al. Feasibility, reproducibility, and prognostic value of fully automated measurement of right ventricular longitudinal strain [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2022, 35(6):609-619.
- [21] Zhang Y, Xia L, Mao Y, et al. Changes and significance of 2D-STI and right ventricular function parameters in evaluating cardiac function in patients with coronary heart disease and atrial fibrillation [J]. *Altern Ther Health Med*, 2023, 29(5):40-44.
- [22] 齐东, 李慧忠. 斑点追踪技术与右心声学造影预测阵发性心房颤动复发的对比研究 [J]. *临床超声医学杂志*, 2021, 23(5):369-373.
- [23] Manganaro R, Marchetta S, Dulgheru R, et al. Echocardiographic reference ranges for normal non-invasive myocardial work indices: results from the EACVI NORRE study [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(5):582-590.
- [24] 王小贤, 陈明龙, 梁希晨, 等. 基于左心室压力-应变环对射血分数保留心力衰竭合并持续性心房颤动患者射频消融术后心功能的定量评估 [J]. *中华心律失常学杂志*, 2022, 26(2):159-164.
- [25] Billig S, Zayat R, Ebeling A, et al. Transesophageal echocardiography in swine: evaluation of left and right ventricular structure, function and myocardial work [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2021, 37(3):835-846.

(收稿日期:2024-01-24)

· 病例报道 ·

Ultrasonic diagnosis of fetal cloaca-related malformations: 2 cases report 产前超声诊断胎儿泄殖腔相关畸形 2 例

张朋燕 程玲 任苓

[中图法分类号]R445.1;R714.53

[文献标识码]B

病例 1, 孕妇 22 岁, 孕 28⁺ 周, 单胎, 否认家族遗传病史、放射性物品接触史; 无创 DNA 检查提示低风险; 早孕期颈项透明层厚度 1.2 mm。孕 27⁺ 周于外院行产前系统超声提示: 胎儿腹腔积液, 腹部囊肿, 双肾积水, 建议进一步检查。今于我院就诊, 二维超声检查: 胎儿膀胱高度充盈, 后方见 2 个并行排列的无回声, 与小囊性结构相邻, 边界清晰, 有壁, 内透声差 (图 1A); 双侧输尿管全程扩张, 左、右侧输尿管内径分别为 2.6 mm、2.3 mm;

肛门未见“靶环征”显示, 仅见一长约 4.9 mm 线状高回声; 外生殖器呈女性外观; 腹腔见深约 55 mm 游离液性无回声区。胎盘厚 47 mm。三维容积成像检查: 膀胱后方紧邻无回声, 二者呈并列分布 (图 1B)。超声提示: 胎儿膀胱后方囊性包块, 双侧输尿管扩张, 腹腔积液, 肛门闭锁, 综合考虑为胎儿泄殖腔畸形; 胎盘增厚。孕妇选择终止妊娠并同意引产后胎儿行尸体解剖。尸检显示: 胎儿外生殖器呈女性外观, 会阴部可见阴蒂肥大, 呈

基金项目: 江西省卫生健康委员会科技计划项目 (SKJP_220211474); 赣南医学院研究生创新专项资金项目 (YC2021-S792)

作者单位: 341000 江西省赣州市, 赣南医科大学第一附属医院超声医学科

通讯作者: 任苓, Email: renlinggz@126.com