

房颤患者双心房应变功能及 EAT 影像组学特征的研究进展

马玉花¹ 胡剑锋¹ 马玉兰^{2*}

1.青海大学

2.青海省心脑血管病专科医院

DOI:10.12238/ffcr.v3i5.16252

[摘要] 心房颤动 (atrial fibrillation AF), 是全球最普遍的持续性心律失常, 其诊治和预防至关重要。目前, 左心房重构在房颤发生、发展、射频消融术后复发中的作用已得到广泛研究及证实, 且左、右心房重构及功能变化往往同时发生于房颤中。另外, 研究证实房颤患者 EAT (Epicardial Adipose Tissue EAT) 影像组学特征及性质发生变化。且 EAT 影像组学特征与心房应变能力相关。因此, 探讨房颤患者左、右心房应变功能、EAT 影像组学特征及其关系可能为心房颤动的预防及诊疗带来新的见解。该研究主要综述了房颤患者双心房应变功能及 EAT 影像组学特征的研究进展。

[关键词] 房颤; 双心房应变功能; EAT 影像组学特征; 高原低氧环境

中图分类号: R541.7 **文献标识码:** A

Research Progress on Biventricular Atrial Strain Function and EAT Radiomics Characteristics in Patients with Atrial Fibrillation

Yuhua Ma¹, Jianfeng Hu¹, Yulan Ma^{2*}

1.Qinghai Universty

2.Qinghai Cardio-Cerebrovascular Specialty Hospital

Abstract: Atrial fibrillation(AF),is the most common persistent arrhythmia worldwide.The diagnosis,treatment, and prevention of it are crucial importance. Currently,the role of left atrial remodeling in the occurrence,development, and recurrence after radiofrequency ablation of atrial fibrillation has been widely studied and confirmed. Moreover, left and right atrial remodeling and functional changes often occur simultaneously in atrial fibrillation.Additionally, studies have confirmed that the imaging features and properties of epicardial adipose tissue (EAT) in atrial fibrillation patients change.Moreover, the imaging features of EAT are related to atrial strain capacity. Therefore, exploring the strain function of the left and right atria and the imaging features of EAT in atrial fibrillation patients and their relationship may bring new insights into the prevention and treatment of atrial fibrillation. This article mainly reviews the research progress on the strain function of both atria and the imaging features of EAT in atrial fibrillation patients.

Keywords: Atrial fibrillation; biventricular strain function; EAT radiomics features; high-altitude hypoxic environment

引言

心血管疾病是全球死亡的主要原因之一, 其中 AF 是一种室上性心律失常, 特征是心房电活动不协调, 导致有效心房收缩丧失。体表心电图 (ECG) 显示缺乏规则和可识别的 P 波和不规则的心室激活。临床表现可能从完全无症状的患者到严重的急性心力衰竭, 并可能包括几种并发症, 特别是脑和全身栓塞事件。且 AF 常发生于器质性心脏病病人, 以心房结构和功能变化为特征的心房致炎性重构是房颤 (AF)

发展和维持的核心^[1], 也是房颤导致的结果。研究表明。双心房应变功能变化可能介入 AF 的发生、发展及复发, EAT 的影像组学特征亦与 AF 及双心房应变功能相关。本文通过回顾相关文献, 总结了房颤患者双心房应变功能的改变、EAT 影像组学特征及相互关系, 以期房颤诊治提供新思路。

1 AF 患者的左心房应变功能相关研究

1.1 左心房应变 (Left atrial strain LAS)

LAS 是最近正在快速发展的超声心动图参数之一。其代

表 LA 心肌的纵向变形, 评估心房功能独立于其体积, 是心房功能障碍的早期标志。LAS 在充盈期为正值, 在收缩期为负值。包括左心房储备应变 (LASr)、左心房导管应变 (LAScd)、左心房收缩期应变 (LASct) 等三时相应变, 多种心律失常是由 LA 功能受损引起的。LAS 可以通过斑点跟踪技术 (STI)、心脏核磁共振 (CMR) 或心脏计算机断层扫描 (CCT) 等成像技术进行分析。近来研究发现利用 2D-STI 评估左心房容量和心肌变形已被证明可以改进心律控制策略后 AF 复发的预测^[2]。总体来看 STI 由于其更高的可及性和可靠性而成为一种优越的方法。其应用二维超声心动图对心肌回声斑点进行跟踪分析, 通过识别这些声学斑点追踪心肌的运动, 来测量心肌组织的实时运动和形变, 从而定量评估心房变形和储存功能, 反映心房顺应性、收缩性和整体表现。

1.2 AF 患者的 LAS 改变

心房颤动 (AF) 是成人最常见的持续性心律失常, 与发病率和死亡率增加有关。LAS 减低是 AF 患者的常见发现, 储备期应变 (Reservoir Strain) 显著下降, 与房颤复发和血栓风险相关。导管期应变 (Conduit Strain) 和收缩期应变 (Contractile Strain) 亦受损, 提示电-机械解耦联和纤维化。AF 破坏储存、导管和收缩等 LA 功能的不同阶段, 导致 LA 结构和电重构, 包括纤维化、顺应性减低等, 这些结构改变损害了 LA 有效调节压力和体积变化的能力, 应变能力下降, 从而导致 AF 的发病机制。目前研究已证实房颤患者应变参数 (如 LASr<16%) 可预测房颤消融术后复发。AF 患者左心房内径、容积、容积指数等明显高于非房颤患者^[3]。大左心房房颤患者射频消融术后房颤复发率明显高于左心房大小正常房颤患者。此外, 在过去的十年中, 大量的研究探索了 LAS 对心房压升高、在各种临床环境中, 包括普通人群、卒中后、心肌梗死后和心脏手术后的新发心房颤动、心律失常复律或射频消融后复发等的作用, 得出了如复发患者的 LASct 1-d 高于非复发患者, 术后 LASct 1-d 预测长期随访心律失常复发, LASr 和 LASct 均与 CA (catheter ablation) 后 AF 患者 LA 压升高有关, 在 PAF (paroxysmal atrial fibrillation) 患者中, LASr 和 LAScd 是 CA 预后的独立且强有力的预测因子, 房颤复发患者 2 腔和 4 腔 LAS 明显降低, 在长期 PeAF (persistent atrial fibrillation) 患者中, 抗心律失常药物或 ECV 治疗后无法恢复窦性心律和较低 LASr 独立相关并逐渐预测 CA 后复发等结论^[4,5]。LASr 降低与 LA 压升高和纤维化相关, 可作为 AF 发病、进展和复发的潜在标志^[6]。LAS 在经胸超声心动图早期检测 LA 功能障碍方面优于其他结构变化参数。与 CA 后维持窦性心律的患者相比, AF 复发患者的 LA 应变明显降低。此外, 在 AF 合并心房扑动的患者中, 心房功能损害、LA 应变降低和心房顺应性损害均出现在结构重建和

LA 大小改变之前。AF 复发患者的整体和区域 LAS 均减少。并且, 在最近的另一项研究中, LA 应变和应变率在预测 CA 后 AF 复发可能性方面比其他参数更独立。同样, Bajraktari 等人对包括 16126 例患者在内的 85 项研究进行了荟萃分析, 证实 LA 直径>50mm, 容积>150ml, 应变<19%对 CA 后维持窦性心律有负面影响。PAF 患者在 CA 后不同时期 LA 应变、LASr、LAScd 和 LASct 均显著降低。LASct 是反映心房结构的更为敏感的参数。LASct 降低也与 CA 后 AF 复发有关, 并可在长期随访中预测 AF 复发。然而, LAS 的评估在 AF 节律中受到限制。此外, 由于证据有限, 还没有提出 LAS 在特定阶段的确切临界值。

2 AF 患者右心房应变功能研究

右心房结构和功能的改变在房颤病理生理、进展和治疗中的作用目前研究较少, 且存在不一致的现象。在一项动脉粥样硬化的研究中, Xie 等人发现使用心脏核磁评估的右心房容积指数与心血管疾病患者发生房颤独立相关^[7]。房间隔缺损患者右心房容积和力学指标与房颤发生相关, 而左房对其预测能力差^[8]。右心房容积指数 (RAVi) >38mL/m² 和右心房储存期应变率 (RASr) <11%也是冠状动脉搭桥患者术后发生房颤的独立预测因子^[9]。Tomaselli 等^[10]人的研究则表明在多因素回归分析中, 仅 RASr <15%在预测电复律后房颤复发方面具有统计学意义, 而非 LASr。但是也有研究认为, 右心房直径、体积、体积指数及应变指数在房颤复发中无预测价值。Hopman^[11]等人纳入了 110 例行 PVI 的房颤患者, 使用心脏核磁评估了患者左心房和右心房的容积和功能, 结果表明右心房容积、射血分数及应变指数没有预测房颤射频消融术后复发的作用, 而左心房容积、射血分数及应变指数有预测房颤射频消融术后复发的价值。并且, 左心房和右心房重构往往同时发生于房颤中, 且右心房结构和功能的变化与左心房结构和功能的变化存在明显相关性。

3 AF 患者的 EAT 相关研究

3.1 心外膜脂肪组织 (EAT)

EAT 是位于心包脏层且紧邻心肌和冠状动脉的内脏脂肪库, 代谢活跃, 为白色脂肪组织, 由棕色脂肪组织演变而来, 具有产热、缓冲及旁分泌等作用, 且其功能和组织结构均随年龄和病理改变而发生变化^[11]。EAT 在生理情况下能保护心脏, 而在病理状态下, EAT 以旁分泌的方式导致心房发生炎症反应、纤维化和自主神经功能紊乱, 对心脏产生损害, 从而在房颤发生发展中发挥重要作用。

3.2 AF 患者的 EAT 影像组学相关研究

EAT 可通过 CT、CMR 或超声评估, 其中 CT 具有高空间分辨率, 为量化 EAT 提供了一种方便且可重复的方法^[12]。EAT 影像组学特征包括体积与分布, 目前研究发现, 房颤患者 EAT 量增加且性质发生变化。已有研究证实, EAT 的量

与心房应变能力相关。房颤患者 EAT 体积(尤其左心房周围)显著增加,与房颤持续时间正相关。LA-EAT(左心房周围脂肪)比右心房周围脂肪(RA-EAT)更具病理意义。密度与异质性,CT值(HU)反映脂肪炎症状态,密度增高(如 $>-70\text{HU}$)提示脂肪组织炎症浸润。影像组学纹理分析(如灰度共生矩阵)可量化 EAT 异质性,与纤维化标志物(如 galectin-3)相关。

3.3 AF 患者双心房应变能力与 EAT 影像组学关系研究

EAT 通过释放炎症因子激活心房成纤维细胞,导致胶原沉积,降低心房应变。影像组学中 EAT 异质性与 LA 应变下降显著相关($r\approx-0.4\sim-0.6, p<0.01$)。机械-代谢耦合,LA 周围 EAT 压迫或浸润可直接影响心房壁应力,导致应变异常。动物模型显示, EAT 消减可改善心房应变和电传导。

4 高海拔地区房颤患者双心房应变研究及 EAT 影像组学研究进展

高海拔地区以低压性低氧、低温为主要环境特征。一单中心回顾性研究认为,慢性高原病也可成为 AF 独立的基础病因及合并的临床状况,可能对部分患者的房颤恶化产生影响^[13]。目前缺乏高原地区房颤患者流行病学及预后的研究及高原地区房颤患者左、右心房功能变化的数据。

5 讨论与展望

房颤患者的双心房应变降低与 EAT 的影像组学特征密切相关,未来研究可探索 EAT 影像组学特征+LA 应变联合模型来提高房颤消融术后复发预测(AUC 可达 0.8 以上),优化房颤风险分层和个体化治疗。

我们推测高原地区缺氧导致 EAT 量、性质及功能发生变化,进而通过改变双心房应变能力参与房颤的发生发展。未来研究可通过评估高原地区房颤患者双心房应变能力及 EAT 影像组学改变及其与患者临床特征的关系而初步探索高原地区房颤患者特异性的发病机制。

[参考文献]

[1]HOPMAN L, VISCH J E, BHAGIRATH P, et al. Right atrial function and fibrosis in relation to successful atrial fibrillation ablation [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2023, 24(3): 336-345.

[2]HINDRICKS G, POTPARA T, DAGRES N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)[J]. EUROPEAN HEART JOURNAL, 2021, 42(5): 373-498.

[3]PARKER W A, VIGNEAULT D M, YANG I, et al. Opportunistic Screening for Atrial Fibrillation on Routine Chest Computed Tomography [J]. J Thorac Imaging, 2023,

38(5): 270-277.

[4]HANAKI Y, MACHINO - OHTSUKA T, AONUMA K, et al. Preprocedural restoration of sinus rhythm and left atrial strain predict outcomes of catheter ablation for long-standing persistent atrial fibrillation [J]. Journal of Cardiovascular Electrophysiology, 2020, 31(7): 1709-1718.

[5]WEN S, INDRABHINDUWAT M, BRADY P A, et al. Post Procedural Peak Left Atrial Contraction Strain Predicts Recurrence of Arrhythmia after Catheter Ablation of Atrial Fibrillation [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2021, 19(1):22.

[6]YU Z X, YANG W, YIN W S, et al. Clinical utility of left atrial strain in predicting atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: An up-to-date review [J]. WORLD JOURNAL OF CLINICAL CASES, 2022, 10(23): 8063-8075.

[7]XIE E, YU R, AMBALE- VENKATESH B, et al. Association of right atrial structure with incident atrial fibrillation: a longitudinal cohort cardiovascular magnetic resonance study from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) [J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2020, 22(1): 36.

[8]VITARELLI A, MANGIERI E, GAUDIO C, et al. Right atrial function by speckle tracking echocardiography in atrial septal defect: Prediction of atrial fibrillation [J]. Clin Cardiol, 2018, 41(10): 1341-1347.

[9]AKSU U, KALKAN K, GULCU O, et al. The role of the right atrium in development of postoperative atrial fibrillation: A speckle tracking echocardiography study[J]. J Clin Ultrasound, 2019, 47(8): 470-476.

[10]TOMASELLI M, BADANO L P, CANNONE V, et al. Incremental Value of Right Atrial Strain Analysis to Predict Atrial Fibrillation Recurrence After Electrical Cardioversion [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2023, 36(9): 945-955.

[11]GRECO F, SALGADO R, VAN HECKE W, et al. Epicardial and pericardial fat analysis on CT images and artificial intelligence: a literature review [J]. Quant Imaging Med Surg, 2022, 12(3): 2075-2089.

[12]DAVIDOVICH D, GASTALDELLI A, SICARI R. Imaging cardiac fat [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2013, 14(7): 625-630.

[13]李小蓉,达娃次仁.高原地区 854 例心房颤动住院患者的临床特征和治疗现状分析[J].中国心血管杂志, 2023.

作者简介:

马玉花(1999.10-),女,回族,青海省海东市,研究生在读,住院医师,研究方向为心律失常。