

# 二尖瓣置换术后左心房功能的研究进展

尹珊珊\*, 关丽娜#

新疆医科大学第一附属医院心脏超声诊断科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年12月4日; 录用日期: 2023年12月28日; 发布日期: 2024年1月5日

## 摘要

二尖瓣疾病是一种常见的心脏瓣膜疾病, 并且在各组年龄段中都很普遍, 大多由风湿热所造成, 具有显著的发病率和死亡率。二尖瓣疾病的类型包括二尖瓣反流和二尖瓣狭窄。超声心动图仍然是诊断的主要方式, 建议结合多个参数进行综合评估。目前, 二尖瓣疾病常用二尖瓣置换术治疗, 能有效延长患者生命, 恢复患者的心功能。近年来随着对左心房的研究逐渐深入, 已证实左心房功能的变化能有效地评估心脏瓣膜病患者术后临床疗效及预后。本文对二尖瓣置换术后患者左心房结构及功能变化的研究进行综述。

## 关键词

心脏瓣膜病, 二尖瓣置换术, 左心房功能

# Research Progress of Left Atrial Function after Mitral Valve Replacement

Shanshan Yin\*, Lina Guan#

Department of Cardiac Ultrasound Diagnosis, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Dec. 4<sup>th</sup>, 2023; accepted: Dec. 28<sup>th</sup>, 2023; published: Jan. 5<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Mitral valve disease is a common heart valve disease, and is common in all age groups, mostly caused by rheumatic fever, with significant morbidity and mortality. Types of mitral valve disease include mitral regurgitation and mitral stenosis. Echocardiography is still the primary mode of

\*第一作者。

#通讯作者。

diagnosis, and comprehensive evaluation with multiple parameters is recommended. At present, mitral valve replacement is commonly used in the treatment of mitral valve disease, which can effectively prolong the life of patients and restore the heart function of patients. In recent years, with the gradual deepening of research on the left atrium, it has been proved that the changes in the function of the left atrium can effectively evaluate the clinical efficacy and prognosis of patients with valvular heart disease after surgery. This article reviews the changes of left atrium structure and function after mitral valve replacement.

## Keywords

Valvular Heart Disease, Mitral Valve Replacement, Left Atrial Function

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

心脏瓣膜病是一种常见的疾病,有着很高的死亡率,以及诊断困难度大、预后极差的特征[1][2]。瓣膜病变的最终结果是心力衰竭,并可导致猝死;因此,在这些疾病的早期阶段,诊断和干预非常重要[3]。二尖瓣疾病是常见的,二尖瓣反流是欧洲瓣膜手术的第二大常见指征,尽管风湿热的发病率有所下降,但任何原因的二尖瓣狭窄都是常见的。因此,二尖瓣疾病是超声心动图医师遇到的最常见的病变之一,既是超声心动图的主要指征,也是调查其他心血管疾病过程时的次要发现。英国超声心动图学会(BSE)指南显示,经胸、经食管超声心动图在约80%~90%二尖瓣疾病患者的评估中起着重要的作用,对于确定疾病的病因、机制和严重程度以及帮助确定适当的干预时机和方法至关重要[4]。本文旨在应用超声心动图评价二尖瓣置换术后的左心房形态和功能变化,以正确评估预后和疗效。

## 2. 二尖瓣疾病概述

### 2.1. 定义

二尖瓣病变是由炎症、黏液样改变、退行性改变、先天性畸形、结缔组织病、外伤等因素所导致的单一或多种瓣膜结构变异,导致瓣膜口部狭小和关闭功能不全。

### 2.2. 病理生理学改变

正常的二尖瓣(MV)位于左心房(LA)和左心室(LV)的交界处。它是一个复杂的解剖结构,由几个不同但相邻的结构组成:一个纤维-肌肉环、两个小叶、腱索和乳头肌。为了通过超声心动图识别异常的二尖瓣解剖结构并准确诊断疾病的严重程度,超声心动图医师必须全面了解正常的二尖瓣结构和功能[2]。

二尖瓣狭窄时,舒张期从左心房到左心室血液流动减少,反二尖瓣压梯度随着二尖瓣瓣口面积的减小、血流速率的增大和心律失常的加快而增大。随着时间的延长,梯度的上升引起了左房、肺静脉和肺动脉压增高,约85%~95%病人会发生左心房的扩大和纤维化以及左心房肌束的功能紊乱[5]。

二尖瓣关闭不全时,收缩期从左室到左房的返流量明显增加,随后导致左室压升高,在急性期将逐渐被左室扩张和偏心肥厚所取代,以增加左室顺应性和容积。这种代偿性改变是通过心外基质的重塑发生的,基质变化通常出现在左心房壁内,包括心肌细胞萎缩和纤维组织替代。这些变化是持续的,最终

导致左心房壁变薄[6]。长期积累的这种病理会导致左心房恶化、硬化和扩张。左心房扩张是左心房重塑的视觉表现。

### 3. 左心房的结构和功能

左心房是联系肺静脉与左心室之间的结构,它不仅是一个简单的被动转运腔,而且是一个动态装置,通过其储存、导管和收缩功能调节左心室充盈,在优化整体心功能方面发挥着重要作用。在窦性心律存在的情况下,它具有储液、导管和收缩等三个重要功能:1) 储存器(在左心室收缩和等容舒张期间),从肺静脉接收血液并以压力的形式存储能量来调节左心室充盈;2) 导管(在早期左心室舒张和舒张期间),通过小的压力梯度将血液从肺静脉被动地转移到左心室;3) 收缩泵(在左心室舒张末期),左心房主动收缩用于完成左心室填充过程。左心房储液器功能由左心室收缩(通过收缩期间左心室基底的下降介导)和左心房顺应性(舒张和心室刚度)调节。舒张早期的左心房导管功能主要由左心室舒张和顺应性以及舒张早期压力调节。左心房收缩泵的功能主要受左心室舒张末期压力和左心房固有收缩力的调节[7]。

### 4. 二尖瓣置换术后左心房功能及二尖瓣构型夹角改变

#### 4.1. 术后二尖瓣环 - 主动脉瓣环平面角度的变化情况

现有的研究显示,二尖瓣环为一立体结构,有学者描述为“马鞍型”,主动脉瓣和二尖瓣通过纤维组织连接,两个瓣膜在整个心动周期的动态分析表明,瓣环的空间构型不断发生变化,它们具有同步和相互的动态行为。二尖瓣病变还可引起左心室心肌的重构,导致乳头肌移位,瓣环几何结构发生变化,失去原有的“马鞍型”形态向“扁平化”状态转变,从而引起了二尖瓣环 - 主动脉瓣环的平面夹角增加。术后瓣环平面角度明显减小,说明瓣环的椭圆形状结构较术前复原明显[8],由二尖瓣的“扁平化”结构逐步向正常构造过渡。

#### 4.2. 术后左心房大小、容积和功能的变化

左心房容积和功能变化是二尖瓣置换术预后的重要预测因素,二尖瓣置换术后左房容量负荷通常会减少,左心房大小形状和功能逐渐恢复发生逆向重构。

万泉等[9]报道重度二尖瓣狭窄的病人瓣膜置换术后,由于解除了二尖瓣狭窄,左心室的收缩压力增加以及收缩速率提高,术后一个月至术后三个月的左心房前后径(LAD)值比术前减小,但仍比正常的对照组增大。Rohani 等[10]研究发现,重度症状性二尖瓣狭窄患者的左心房峰值应变(PALS)功能受损,治疗后改善,它可能是一个很好的左房功能指标,可以预测二尖瓣干预的正确时间。成亚男等[11]研究表明,二尖瓣狭窄合并关闭不全的患者二尖瓣置换术后解除二尖瓣狭窄,LAD和左心房容积指数(LAVI)较术前减小,术后LAVI改变程度(%)为 $(20.75 \pm 11.01)\%$ ,二尖瓣置换术后左心房收缩能力和左心室舒张功能有所恢复,左心房重构发生逆转。既往研究[12]发现,术后3个月与术前比较,左心房主动排空分数、左心房扩张指数及左心房整体射血分数均增加。术后左心房开始缩小,左心房功能逐步恢复。

### 5. 超声新技术评价左心房功能的变化

最近,左心房的结构和功能评估已成为各种心血管疾病不良事件的有力生物标志物。超声心动图对二尖瓣疾病患者手术前后左心房的变化和预后评估至关重要,新的超声心动图技术可能对当前的临床实践增加重要价值。

#### 5.1. 多普勒组织成像(Tissue Doppler Imaging, TDI)

TDI广泛用于常规检查,二尖瓣环处的A'速度反映了局部心房收缩运动,早期收缩(S')和早期舒张(E')

速度分别对应于左心房储层和导管功能。然而, TDI 与角度有关, 逐壁取样耗时, 不同壁的正常阈值不同, 限制了这种超声心动图技术在临床实践中的应用。此外, LA 壁非常薄, 在整个心脏周期内, TDI 的样本量很难维持在 LA 壁厚度内。彩色多普勒组织成像(CDTI)是一种使用心肌组织速度评估左心房变形的模式, 其优点是具有较低的负荷依赖性。TDI 是第一种能够深入了解左心房心肌变形的超声技术。然而, 尽管 TDI 的帧速率很高, 但由于其相对较低的再现性和对入射角的依赖性, TDI 的临床应用仍然具有挑战性[13]。

## 5.2. 斑点追踪技术(Speckle Tracking Imaging, STI)

STI 通过 2D 斑点跟踪成像评估的左心房(LA)变形通常是已知的 LA 应变。二维斑点跟踪超声心动图(2D-STI)是一种新颖的、与角度无关的方法, 用于实时定量评估局部心肌变形, 它使用声学散斑或核的跟踪, 而不是使用多普勒测量心肌速度。2D-STI 技术可以提供所有 LA 壁的全面区域功能评估, 通过从心尖四腔视图跟踪心内膜轮廓, 软件自动跟踪后续帧的轮廓。它是一种专注于左心房动力学的模式, 软件为每个节段构建纵向应变和应变速率曲线, 应变曲线可以提供有关 LA 生理学的信息。2D-STI 技术能够评估 LA 功能, 与传统方法相比, 具有更好的再现性和更少的负荷依赖性。最近, 关于 2D-STI 在各种心血管疾病患者中测定 LA 功能的数据越来越多[14]。

目前, 在各种研究中表现为峰值左心房应变、峰值心房纵向应变或左心房储层应变。Cameli 等人[15]提出了通过斑点跟踪左心房获得的整体 LA 纵向应变值, 并提出了心房纵向应变峰值(PALS)和纵向应变峰值时间(TPLS)测量。Saraiva 等[16]建议使用 2D-STI 测量的 LA 应变作为评估 LA 功能的新工具, 2D-STI 是一种很有前途和有用的评估 LA 功能的方法。然而, 它有几个限制, 2D-STI 确定的 LA 应变取决于图像质量, 并且由于失去一些移出图像平面的斑点(即穿过平面运动)而存在误差。因此, 在 2D-STI 评估纵向 LA 功能时, 可能会忽略一些 LA 功能障碍。

三维斑点跟踪超声心动图(3D-STI)是一种基于三维数据集的左心房心肌变形分析的先进成像技术。3D-STI 有潜力克服 2D-STI 在评估左心房心肌力学方面的一些固有局限性, 提供额外的变形参数(如面积应变), 并从单个 3D 采集中全面量化左房几何形状和功能。3D-STI 是一种更快、更全面地分析心肌变形的技术, 克服了心脏几何形状和面内运动的复杂性, 可以评估 LA 心内膜面积应变[17]。

虽然 3D-STI 是一项相对年轻的技术, 仍处于技术发展阶段, 但一些实验研究和临床调查已经证明了 3D-STI 的可靠性和可行性, 以及 3D-STI 相对于 2D-STI 的一些优势。3D-STI 已得到发展, 其在 LA 应变和 LV 同步测定方面的优势已被证明。

## 5.3. 实时三维超声心动图(Real-Time Three-Dimensional Echocardiography, RT-3DE)

如今, RT-3DE 的发展使我们能够在早期识别左心房临床前损伤。RT-3DE 不需要假定心脏的几何形状, 可以显示心脏的空间结构、运动规律和相邻关系以及实时测量心脏的体积。而 RT-3DE 测量结果, 与 MRI 和 CT 测量的左房容积相比, 更具有优异的重复性以及观察者间相关性。Atas 等[18]研究表明 2D-STI 与 RT-3DE 联合应用可提高左房功能评价的准确性, 更全面地评估心脏结构和功能的变化。Hatipoglu 等[19]认为 RT-3DE 对评价左心房功能具有重大价值, 可以通过较准确的测量左心房收缩期及舒张期容积变化来评价左心房的功能。

RT-3DE 最近被引入作为评估左心房体积和功能的一种新颖且可重复的方法。它优于目前的二维超声心动图, 并被发现在评估左心房容量方面与 MRI 相当。实时 3DE 允许从单个声学窗口快速获取包含整个心脏的动态金字塔数据结构。先前的研究已经验证了使用体积重建与 MRI 相比较的左心房体积的三维测量。最近, 传统的 3DE 重建已被验证用于左心室和 LA 体积定量[20] [21]。3DE 逐步革新了超声技术,

实时获取容积成像提高了心腔大小和功能评估的准确性, 避免了几何建模和缩短视野造成的误差, 并可识别瓣膜异常。

#### 5.4. 应变和应变率成像(S/SR)技术

应变是心肌段长度变化的分数, 表示心肌变形, 应变率表示心肌变形的速度。

应变率成像(SRI)是研究左心房舒张功能最常用的技术之一。左室收缩期的左房应变和应变率成像通过估计心肌速度的空间梯度提供心肌变形的数据[22]。一些研究表明应变(S)和应变率(SR)是变形的有力参数; 它们直接反映了心肌整体和局部的收缩和舒张功能。LA 应变曲线代表心房生理功能, 与心周期左室力学密切相关[23]。Dogan 等人[24]采用 S/SR 技术, 观察了轻、中度二尖瓣狭窄患者左心功能后得出: 轻度的二尖瓣狭窄患者各节段心肌重构收缩期峰值 S 与 SR 即出现明确性降低。

应变成像是直接评价左房功能最有前途的技术。这种成像技术提供了许多测量几个定量参数的机会, 但是缺乏明确的标准和验证[25]。

#### 6. 展望

综上所述, 二尖瓣置换术能有效改善患者左心房心腔大小和心功能, 显著地提高了患者的生存时间和生活质量。近年来越来越多的超声心动图新技术已用于左心房功能研究, 评价左心房功能对于患者病情评估、预后、疗效判断等有重要的作用。展望未来在本研究基础上继续开展样本量更大、随访时间更长、左房不同方向应变的相关研究, 进一步佐证我们的研究结果。

#### 参考文献

- [1] 张冬梅. 超声心动图评价二尖瓣置换术后瓣膜功能的临床应用[J]. 中国医药科学, 2022, 12(5): 165-168.
- [2] 陈轶杰, 崔培培, 董琼. 多巴酚丁胺负荷超声心动图联合二维斑点追踪技术评估心脏瓣膜病病人室功能及手术可行性的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2020, 18(20): 3454-3456.
- [3] Harky, A., Botezatu, B., Kakar, S., et al. (2021) Mitral Valve Diseases: Pathophysiology and Interventions. *Progress in Cardiovascular Diseases*, **67**, 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2021.03.008>
- [4] Robinson, S., Ring, L., Augustine, D.X., et al. (2021) The Assessment of Mitral Valve Disease: A Guideline from the British Society of Echocardiography. *Echo Research & Practice*, **8**, G87-G136. <https://doi.org/10.1530/ERP-20-0034>
- [5] Al-Taweel, A., Almahmoud, M.F., Khairandish, Y., et al. (2019) Degenerative Mitral Valve Stenosis: Diagnosis and Management. *Echocardiography*, **36**, 1901-1909. <https://doi.org/10.1111/echo.14495>
- [6] Sun, B.J. and Park, J.H. (2021) Echocardiographic Measurement of Left Atrial Strain—A Key Requirement in Clinical Practice. *Circulation Journal*, **86**, 6-13. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-21-0373>
- [7] Menanga, A.P., Nganou-Gnindjio, C.N., Ahinaga, A.J., et al. (2021) Left Atrial Structural and Functional Remodeling Study in Type 2 Diabetic Patients in Sub-Saharan Africa: Role of Left Atrial Strain by 2D Speckle Tracking Echocardiography. *Echocardiography*, **38**, 25-30. <https://doi.org/10.1111/echo.14915>
- [8] Seemann, F., Pahlm, U., Steding-Ehrenborg, K., et al. (2017) Time-Resolved Tracking of the Atrioventricular Plane Displacement in Cardiovascular Magnetic Resonance (CMR) Images. *BMC Medical Imaging*, **17**, Article No. 19. <https://doi.org/10.1186/s12880-017-0189-5>
- [9] 万泉, 张致琦, 过常发, 等. 二维斑点追踪显像对风湿性心脏病重度二尖瓣狭窄合并房颤患者二尖瓣置换及房颤消融术前后左心房应变的研究[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014(2): 178-182.
- [10] Rohani, A., Kargar, S., Fazlinejad, A., et al. (2017) Acute Effect of Treatment of Mitral Stenosis on Left Atrium Function. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, **20**, 42-44. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.197832>
- [11] 成亚男, 车国英, 刘迎凤, 等. 2D-STI 技术对风心病 MVR 术后左心房逆转重构的预测因素分析[J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(11): 985-987.
- [12] 吴治胜, 史琪, 武洋, 等. 实时三维超声心动图评价心房颤动患者射频消融术前后左心房功能及二尖瓣构型的变化[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(2): 142-147.
- [13] 李岳环, 张海波, 孟旭, 等. 应用经食管三维超声心动图量化分析二尖瓣三维构型的研究进展[J]. 心肺血管病杂

- 志, 2015, 34(12): 938-941.
- [14] Yuda, S. (2021) Current Clinical Applications of Speckle Tracking Echocardiography for Assessment of Left Atrial Function. *Journal of Echocardiography*, **19**, 129-140. <https://doi.org/10.1007/s12574-021-00519-8>
- [15] Cameli, M., Caputo, M., Mondillo, S., *et al.* (2009) Feasibility and Reference Values of Left Atrial Longitudinal Strain Imaging by Two-Dimensional Speckle Tracking. *Cardiovascular Ultrasound*, **7**, Article No. 6. <https://doi.org/10.1186/1476-7120-7-6>
- [16] Saraiva, R.M., Demirkol, S., Buakhamsri, A., *et al.* (2010) Left Atrial Strain Measured by Two-Dimensional Speckle Tracking Represents a New Tool to Evaluate Left Atrial Function. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **23**, 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2009.11.003>
- [17] Muraru, D., Niero, A., Rodriguez-Zanella, H., *et al.* (2018) Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography: Benefits and Limitations of Integrating Myocardial Mechanics with Three-Dimensional Imaging. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, **8**, 101-117. <https://doi.org/10.21037/cdt.2017.06.01>
- [18] Atas, H., Kepez, A., Tigen, K., *et al.* (2016) Evaluation of Left Atrial Volume and Function in Systemic Sclerosis Patients Using Speckle Tracking and Real-Time Three-Dimensional Echocardiography. *The Anatolian Journal of Cardiology*, **16**, 316-322. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2015.6268>
- [19] Hatipoglu, S., Ozdemir, N., Guler, G.B., *et al.* (2014) Left Atrial Expansion Index Is an Independent Predictor of Diastolic Dysfunction in Patient with Preserved Leftventricularsystolic Function: A Three Dimensional Echocardiography Study. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, **30**, 1315-1323. <https://doi.org/10.1007/s10554-014-0476-y>
- [20] Li, J., Wang, Y., Zhao, C., Zhu, Q., *et al.* (2020) Incremental Value of Three-Dimensional Echocardiography for Evaluating Left Atrial Function in Patients with Coronary Slow Flow Phenomenon: A Case Control Study. *Cardiovascular Ultrasound*, **18**, Article No. 6. <https://doi.org/10.1186/s12947-020-00189-z>
- [21] Jiang, F., Chen, Y., Wu, L., *et al.* (2021) Left Heart Function Evaluation of Patients with Essential Hypertension and Paroxysmal Atrial Fibrillation by Two-Dimensional Speckle Tracking Imaging Combined with Real-Time Three-Dimensional Ultrasound Imaging. *Journal of Thoracic Disease*, **13**, 322-333. <https://doi.org/10.21037/jtd-20-3577>
- [22] Laish-Farkash, A., Perelshtein Brezinov, O., Valdman, A., *et al.* (2021) Evaluation of Left Atrial Remodeling by 2D-Speckle-Tracking Echocardiography versus by High-Density Voltage Mapping in Patients with Atrial Fibrillation. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, **32**, 305-315. <https://doi.org/10.1111/jce.14837>
- [23] Leischik, R., Littwitz, H., Dworrak, B., *et al.* (2015) Echocardiographic Evaluation of Left Atrial Mechanics: Function, History, Novel Techniques, Advantages, and Pitfalls. *BioMed Research International*, **2015**, Article ID: 765921. <https://doi.org/10.1155/2015/765921>
- [24] Dogan, S., Aydin, M., Gursurer, M., *et al.* (2006) Prediction of Subclinicalleft Ventricular Dysfunction with Strain Rate Imaging in Patients with Mild to Moderate Rheumatic Mitral Stenosis. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **19**, 243-248. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2005.09.014>
- [25] Thomas, L., Muraru, D., Popescu, B.A., *et al.* (2020) Evaluation of Left Atrial Size and Function: Relevance for Clinical Practice. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **33**, 934-952. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2020.03.021>