

二尖瓣疾病瓣膜置换术后右心功能及瓣膜功能的超声评价

高雅婷, 关丽娜*

新疆医科大学第一附属医院心脏超声诊断科·新疆超声医学重点实验室, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年12月12日; 录用日期: 2024年1月7日; 发布日期: 2024年1月15日

摘要

对二尖瓣的功能解剖和不同疾病引起的改变的了解是外科医生治疗二尖瓣疾病必不可少的。在发展中国家, 风湿性二尖瓣疾病仍然是最常见的心脏瓣膜疾病。只要修复效果比置换术好, 只要有可能, 就应该进行修复。术中决定修复或置换并不总是简单的, 这取决于外科医生的经验和引起二尖瓣功能障碍的病理变化。心衰患者右心室功能受损与生存率低相关。很少有研究分析右室功能对二尖瓣手术预后的影响。因此, 超声评价二尖瓣疾病瓣膜置换术后右心功能及瓣膜功能具有实际意义。

关键词

心脏外科手术, 二尖瓣疾病, 右室功能, 瓣膜功能, 超声心动图

Ultrasound Evaluation of Right Heart Function and Valve Function after Mitral Valve Replacement

Yating Gao, Lina Guan*

Department of Cardiac Ultrasound Diagnosis and Xinjiang Key Laboratory of Ultrasound Medicine, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Dec. 12th, 2023; accepted: Jan. 7th, 2024; published: Jan. 15th, 2024

Abstract

A sound knowledge of the functional anatomy of the mitral valve and the alterations caused by

*通讯作者。

different diseases is indispensable for surgeons treating patients with mitral valve disease. Rheumatic mitral valve disease remains the most common heart valvular disorder in developing countries. The mitral valve should be repaired whenever possible, as long as the outcome is predictably better than that of replacement. The intraoperative decision to repair or replace is not always simple and depends on the experience of the surgeon and the pathological changes that caused mitral valve dysfunction. An impaired right ventricular function is associated with a poor survival rate in patients with heart failure. Few investigations have analyzed the prognostic value of right ventricular function on the outcomes of mitral valve (MV) surgery. Therefore, ultrasonic evaluation of right heart function and valve function after mitral valve replacement is of practical significance.

Keywords

Cardiac Surgery, Mitral Valve Disease, Right Ventricular Function, Valve Function, Echocardiography

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

心脏瓣膜病中最容易累及的瓣膜疾病是二尖瓣疾病, 主要包括二尖瓣狭窄(Mitral valve stenosis, MS)和二尖瓣关闭不全(Mitral valve regurgitation, MR)。反复发作的急性风湿热是全世界各国特别是发展中国家 MS 发病的主要病因[1]。发达国家最常见的 MR 手术原因是二尖瓣脱垂[2], 而国内的 MR 往往合并 MS, 主要是由慢性风湿热引起[3]。临床上主要包括二尖成形术(Mitral valvuloplasty, MVP)和二尖瓣置换术(mitral valve replacement, MVR)两种手术治疗方法。MVR 作为该疾病临床治疗中比较常见的治疗方式之一, 具有显著疗效, 但术后也会引发患者出现较多的并发症[4] [5] [6]。本文就二尖瓣疾病瓣膜置换术后患者的右心功能及瓣膜功能的超声评价作一综述。

2. 二尖瓣疾病的特点及治疗

2.1. 二尖瓣疾病的特点

二尖瓣疾病是因黏液样变性、先天性、退行性病变及炎症等因素导致的瓣膜结构或功能异常[7]。二尖瓣病变导致左心房体积或压力增加。MS 致使左心房压力增加, 引起肺静脉压逆行升高, 随后肺毛细血管楔压和肺动脉压升高。MR 最初引起左房体积增加, 高度依从性的左房允许最初保持左房和肺静脉压正常, 然而, 进行性增大导致左室压升高。随着病情的进展, 肺血管顺应性下降, 右心室后负荷和右心室舒张末压升高。左房压力持续升高和肺动脉顺应性降低, 进而导致肺动脉收缩压升高[8] [9]。疾病进展促进肺血管重塑, 这伴随着血栓和纤维化改变导致异常血管收缩。随着时间的推移, 这种反应性血管改变导致肺动脉压和肺毛细血管楔压不成比例的增加, 最终肺动脉高压可能变得不可逆转[10] [11]。

2.2. 二尖瓣疾病的手术治疗

全球治疗风湿性心脏病最常见的手术方法是 MVR。MVR 可以明确纠正风湿性二尖瓣疾病的血流动力学异常, 但会产生重大影响: 生物瓣膜需要更频繁的重新介入, 而机械瓣膜需要终生抗凝。因此, 相对

于 MVP, MVR 与年轻患者的预期寿命缩短以及与健康人群相比, 由于需要再次手术和瓣膜相关并发症的发生, MVR 与预期寿命降低有关[12]。此外, 在农村地区和中低收入国家, 高失访率、获得护理(例如, 国际标准化比值(INR)监测)和基本药物(例如抗凝)的机会减少以及经济障碍是在适当和可行的情况下选择 MVP 而不是 MVR 的重要驱动因素。

微创二尖瓣置换术(Minimally invasive mitral valve replacement, MIMVR)因 MVR 的快速发展而更加普及。MIMVR 的方式主要有两种: 胸腔镜辅助下右侧小切口和机器人辅助下 MVR。由于机器人辅助费用较大, 胸腔镜辅助下右侧小切口 MVR 应用较多[13][14], 目前已被证实其效果、安全性、稳定性与传统方式相当, 但气胸的发生率较高[14][15]。经导管二尖瓣置换术(Transcatheter Mitral Valve Replacement, TMVR)的介入装置开发、运送和功能修复或更换难度较大[16], 比设计用于纠正二尖瓣功能障碍的开放式外科手术困难得多, 对于决定该手术能否真正成为 MR 重度患者的替代方案, 该术式仍需要更多的病例来作证手术的有效性、安全性和耐久性[17]。

对于缺血性或退行性二尖瓣疾病, 相比 MVR, MVP 的治疗效果更好, 存活率更高, 在减少血栓栓塞发生的同时, 避免了长期抗凝[18][19]。与 MIMVR 一样, 微创二尖瓣修复术(Minimally invasive mitral valverepair, MIMVP)包括胸腔镜或机器人辅助下 MVP、正中胸骨小切口 MVP 等, 前者较为常见。经导管二尖瓣修复术(Transcatheter mitral valve repairs, TMVP)的风险较低, 目前较多的二尖瓣修复装置还没有进行人体试验, 还处于动物实验阶段。目前, 由胸腔镜及机器人辅助的手术已逐渐成熟, 经导管的手术方式仍需要更深层次的探索。

3. 超声心动图评估 MVR 术后右心功能的变化

3.1. 术后右心功能的变化

心脏手术后右心室功能障碍很常见, 在 50% 以上的血流动力学不稳定患者中出现[20][21]。术后急性左心衰竭的发生率变化很大, 这取决于先前存在的右心室功能障碍或其他危险因素[21][22]。尽管如此, 无论发生频率如何, 术后右心室衰竭与高死亡率相关, 从 44% 到 86% 不等[23]。在手术过程中, 先前存在的右心室功能障碍是术后右心室衰竭的独立预测因子[24]。在围手术期, 多种因素共同导致右心室收缩和整体性能下降, 右心室后负荷增加, 以及前负荷的急性改变[25]。尽管如此, 术中左心室缺血是急性右心室功能障碍和收缩性改变的一个重要原因, 通常情况下, 也会有短暂的全局心肌功能障碍/昏迷或孤立性左室功能障碍, 通过损害左心室功能来改变右心室功能。然而, 当右心室功能保留时, 这是可以容忍的, 它对已存在右心室功能障碍患者具有显著的影响[25][26]。Le Tourneau 等[27]发现, 一般情况下, 术后左室射血分数没有改变, 而右室射血分数显著增加。然而, 术后右室射血分数仅在术前右室射血分数 $\geq 35\%$ 的患者中有显著性升高。此外, 手术前右室射血分数 $\geq 35\%$ 的患者, 其左室射血分数并没有改变, 但术前保留右室射血分数的患者左室射血分数略有下降。这些结果可能反映了术后心室相互依赖性变化的影响, 但微小变化对长期预后的意义尚不清楚。

3.2. 术后右心功能变化的超声研究进展

超声临床应用比较广泛, 它的优势是非介入性、无放射性、费用相对低廉等。超声的常规检查方法包括 M 型、二维及多普勒超声等, 可以对右心室的形态及功能进行评估。组织多普勒、斑点追踪、Tei 指数及实时三维等超声检查技术的出现与运用, 更能全面评估右心室功能。

超声评价右室舒张及收缩功能更简便可靠的方法是 M 型超声测量在心尖四腔心切面上的三尖瓣环收缩期位移, 实验证实其与放射性核素测定的右室射血分数具有较好的相关性[28]。更有研究显示[29], 它与评价右室收缩功能的右室流出道短轴缩短率(RVOTFS)有更好的相关性。二维超声心动图(2-DE)右心室

功能的测定方法大多由左心室功能上同步过来的, 2-DE 可以测量右心室心腔大小及和室壁厚度, 右室容积的测定主要包括面积长度法、Simpson 法。组织多普勒成像(TDI)运用多普勒信号处理的原理对心肌本身的运动速度进行实时定量测量, 能精确测量与多普勒声束方向呈平行运动的瓣环或室壁节段的速度及加速度[30]。研究显示, 运用 PW-TDI 方法测量右室三尖瓣环所得到的 Tei 指数, 可以反映患者 MVR 术前术后的右室功能变化, 是超声评价其右室整体功能更为灵敏的指标[31]。斑点追踪技术(STE)可以定量测定心肌运动的位移、速度及应变等参数, 右室结构不规则, STE 不依赖几何形态假设、心内膜轮廓及角度等, 从各个方向评价右室整体和局部节段的功能, 能够反映出右室心肌运动的内在力学特征, 并且 STE 精确度高、重复性好[32] [33] [34] [35]。

实时三维超声心动图(3-DE)包括全矩阵阵列换能器、高通量数据处理及三维空间定位系统。临床研究经常用 3-DE 评价风湿性心脏瓣膜病 MVR 术前术后右心功能的变化[36], 结果显示右室舒张末容积增大与右心功能不全有关。3-DE 评价右心室功能精确量化, 为临床判断 MVR 术前术后右心室功能提供可靠的客观依据。经食道超声心动图(TEE)图像定位准确、采集简便、清晰度高且能够全面显示右室结构, 减少容量计算误差。研究表明[37] [38], TEE 测量的右室容量及射血分数与实测值相关性较好, 与 2-DE 相比有更好的相关性。

4. 超声评价 MVR 术后瓣膜功能的临床应用

MVR 术后人工心脏瓣膜功能的评价是临床治疗预后的关键一环。超声在诸多心脏疾病的诊断中具有明确的价值, 现在也广泛应用于人工心脏瓣膜功能状态的评估[39]。超声心动图是目前最好的评价人工瓣膜功能状态的方法, 能够诊断人工瓣膜狭窄、反流、心内膜炎及血栓形成等, 包括经胸或经食管两种途径。2-DE 可以观察人工心脏瓣膜的位置和类型, 评估生物瓣有无赘生物附着, 机械瓣启闭等情况; 由彩色多普勒血流显像可测定人工瓣口有无反流或发生瓣周漏以及反流或瓣周漏的程度; 人工瓣膜的前向血流及瓣膜反流速度及压差可由频谱多普勒测定[40]。当人工瓣膜狭窄时, 超声图像可见生物瓣叶的增厚、粘连及钙化等表现, 开放受限, 双瓣叶开放不同步。多普勒超声心动图显示人工瓣前向血流速度明显增快, 彩色多普勒血流显像显示瓣口狭窄的射流束[41]。TEE 较 2-DE 可以更清楚地显示人工瓣的结构以及瓣周的病变, 为临床提供准确的测量参数[42]。

5. 展望

右心室的几何形状, 对预后和后负荷的高敏感性, 以及心室-动脉耦合, 对右心室功能的评估具有挑战性。综合多种模式方法可以克服其中一些限制。超声心动图评价右室收缩功能可通过多种技术实现, 包括一维、二维、三维、多普勒、STE 和 TEE。另外 TEE 图像分辨率较高, 显示右心结构较为全面, 可以即时提供诊疗信息, 是评价心脏外科手术的重要手段, 提高了手术成功率。综上所述, 超声在无创的基础上提高我们对于术前、术中及术后的血流动力学变化等的理解。重要的是, 未来需要更大规模的研究提供检查右室功能参数的预后价值, 以预测术后的长期疗效以及接受该手术的危重患者群体的净临床效益。

参考文献

- [1] Lahiri, S. and Sanyahumbi, A. (2021) Acute Rheumatic Fever. *Pediatrics in Review*, **42**, 221-232. <https://doi.org/10.1542/pir.2019-0288>
- [2] Watanabe, N. (2019) Acute Mitral Regurgitation. *Heart*, **105**, 671-677. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-313373>
- [3] 匡明星, 杜洋, 陈博儒, 等. 二尖瓣成形术与二尖瓣置换术在风湿性二尖瓣瓣膜病变治疗中的疗效分析[J]. 中外医疗, 2023, 42(16): 68-71.

- [4] 王正飞, 刘春明, 杨龙, 等. 观察二尖瓣置换术、二尖瓣成形术治疗风湿性二尖瓣病变的临床价值[J]. 泰山医学院学报, 2019, 40(10): 771-772.
- [5] 马广耀, 李森, 汤跃卿. 二尖瓣置换术与二尖瓣成形术治疗风湿性二尖瓣病变的临床疗效对比[J]. 实用医院临床杂志, 2019, 16(1): 181-183.
- [6] 董文通. 退行性二尖瓣关闭不全行二尖瓣成形术的效果分析[J]. 中国医学工程, 2018, 26(9): 65-66.
- [7] 张华锋, 高荣, 祝志川, 等. 二尖瓣瓣膜成形术治疗非风湿性二尖瓣关闭不全的临床效果[J]. 中国医药, 2015, 10(1): 54-56.
- [8] Ltaief, Z., Yerly, P. and Liaudet, L. (2023) Pulmonary Hypertension in Left Heart Diseases: Pathophysiology, Hemodynamic Assessment and Therapeutic Management. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article 9971. <https://doi.org/10.3390/ijms24129971>
- [9] Humbert, M., Kovacs, G., Hoeper, M.M., Badagliacca, R., Berger, R.M.F., Brida, M., Carlsen, J., Coats, A.J.S., Escribano-Subias, P., Ferrari, P., et al. (2022) 2022 ESC/ERS Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension. *European Respiratory Journal*, **61**, Article ID: 2200879. <https://doi.org/10.1183/13993003.00879-2022>
- [10] Naeije, R., Gerges, M., Vachiere, J.L., Caravita, S., Gerges, C. and Lang, I.M. (2017) Hemodynamic Phenotyping of Pulmonary Hypertension in Left Heart Failure. *Circulation: Heart Failure*, **10**, e004082. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.117.004082>
- [11] Yuchi, Y., Suzuki, R., Yasumura, Y., et al. (2023) Prognostic Value of Pulmonary Vascular Resistance Estimated by Echocardiography in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease and Pulmonary Hypertension. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, **37**, 856-865. <https://doi.org/10.1111/jvim.16686>
- [12] Suzuki, R., Yuchi, Y., Kanno, H., et al. (2021) Pulmonary Vascular Resistance Estimated by Echocardiography in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease and Pulmonary Hypertension Probability. *Frontiers in Veterinary Science*, **8**, Article 771726. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.771726>
- [13] Cheng, L., Zhu, H., Xing, W., Fu, M. and Ke, Y. (2022) Minimal Invasive Thoracoscopic Mitral Valve Surgery. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, **37**, 688-693. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0260>
- [14] He, F., Qian, X.M., Zhang, W.M. and Chen, H.D. (2019) Comparison of Totally Thoracoscopic and Traditional Sternotomy Approaches for Mitral Valve Replacement. *The Heart Surgery Forum*, **22**, E310-E314. <https://doi.org/10.1532/hcf.2453>
- [15] Shcherbatyuk, K.V., Komarov, R.N. and Pidanov, O.Y. (2019) Mini-torakotomiia v khirurgiimitral'nogoklapana [Right Thoracotomy Approach for Minimally Invasive Mitral Valve Surgery]. *Khirurgiia*, **12**, 121-125. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2019121121>
- [16] Hirofuji, A., Kanda, H., Kitani, Y. and Kamiya, H. (2021) Awake Surgical Mitral Valve Repair after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon Reports*, **10**, e15-e17. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1718774>
- [17] Patel, J. and Mandal, K. (2020) Minimally Invasive and Transcatheter Approaches for Mitral Valve Surgery. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **36**, 492-501. <https://doi.org/10.1007/s12055-019-00901-3>
- [18] Regueiro, A., Granada, J.F., Dagenais, F. and Rodes-Cabau, J. (2017) Transcatheter Mitral Valve Replacement: Insights from Early Clinical Experience and Future Challenges. *Journal of the American College of Cardiology*, **69**, 2175-2192. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.02.045>
- [19] András, T.B., Glück, A.C., Ben Taieb, O., et al. (2023) Outcome of Surgery for Ischemic Mitral Regurgitation Depends on the Type and Timing of the Coronary Revascularization. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 3182. <https://doi.org/10.3390/jcm12093182>
- [20] Sanz, J., Sánchez-Quintana, D., Bossone, E., Bogaard, H.J. and Naeije, R. (2019) Anatomy, Function, and Dysfunction of the Right Ventricle: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, **73**, 1463-1482. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.12.076>
- [21] Bharathi, K.S., Pruthi, G., Dhananjaya, M. and Simha, P.P. (2023) The Effect of Levosimendan on the Right Ventricular Function in Patients with Right Ventricular Dysfunction Undergoing Mitral Valve Surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, **26**, 50-56.
- [22] Peyrou, J., Chauvel, C., Pathak, A., Simon, M., Dehant, P. and Abergel, E. (2017) Preoperative Right Ventricular Dysfunction Is a Strong Predictor of 3 Years Survival after Cardiac Surgery. *Clinical Research in Cardiology*, **106**, 734-742. <https://doi.org/10.1007/s00392-017-1117-y>
- [23] Grønlykke, L., Ravn, H.B., Gustafsson, F., Hassager, C., Kjaergaard, J. and Nilsson, J.C. (2017) Right Ventricular Dysfunction after Cardiac Surgery—Diagnostic Options. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, **51**, 114-121. <https://doi.org/10.1080/14017431.2016.1264621>
- [24] Hameed, A., Condliffe, R., Swift, A.J., Alabed, S., Kiely, D.G. and Charalampopoulos, A. (2023) Assessment of Right

- Ventricular Function—A State of the Art. *Current Heart Failure Reports*, **20**, 194-207. <https://doi.org/10.1007/s11897-023-00600-6>
- [25] Granton, J. and Teijeiro-Paradis, R. (2022) Management of the Critically Ill Patient with Pulmonary Arterial Hypertension and Right Heart Failure. *Clinics in Chest Medicine*, **43**, 425-439. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2022.04.005>
- [26] Fujino, T. and Shiose, A. (2017) Management of Right Heart Failure after Cardiac Surgery. *Kyobu Geka*, **70**, 617-621.
- [27] Albin, A., Passiatore, M., Imberti, J.F., et al. (2022) Ventricular and Atrial Remodeling after Transcatheter Edge-to-Edge Repair: A Pilot Study. *Journal of Personalized Medicine*, **12**, Article 1916. <https://doi.org/10.3390/jpm12111916>
- [28] Helsen, F., Claus, P., Van De Bruaene, A., et al. (2018) Advanced Imaging to Phenotype Patients with a Systemic Right Ventricle. *Journal of the American Heart Association*, **7**, e009185. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009185>
- [29] 罗福建, 罗艳. 超声监测呼吸对风湿性心脏病患者二尖瓣血流速度的影响[J]. 实用中西医结合临床, 2020, 20(1): 112-113.
- [30] Zhang, Y., Sun, G., Zhu, W., Wang, P., Wang, L. and Dai, H. (2023) Feasibility Study on Evaluating Right Ventricular Diastolic Function by New Tei'-Index. *Heliyon*, **9**, e20666. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20666>
- [31] 张梦思, 闫晓君, 芦桂林. 组织多普勒 Tei 指数评价继发性甲状旁腺功能亢进症患者双心室功能的应用价值[J]. 农垦医学, 2020, 42(5): 400-404.
- [32] 毕旻昊. 二维斑点追踪成像评估左心瓣膜病患者围手术期右心室收缩功能变化的临床研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2021.
- [33] 孙敏. 三维超声心动图联合斑点追踪成像技术评价肺动脉高压患者右心室收缩功能[J]. 世界最新医学信息文摘, 2022, 22(85): 22-26.
- [34] Mandoli, G.E., Cameli, M., Novo, G., et al. (2019) Right Ventricular Function after Cardiac Surgery: The Diagnostic and Prognostic Role of Echocardiography. *Heart Failure Reviews*, **24**, 625-635. <https://doi.org/10.1007/s10741-019-09785-2>
- [35] Towheed, A., Sabbagh, E., Gupta, R., et al. (2021) Right Ventricular Dysfunction and Short-Term Outcomes following Left-Sided Valvular Surgery: An Echocardiographic Study. *Journal of the American Heart Association*, **10**, e016283. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.016283>
- [36] Molnár, A.Á., Sánta, A. and Merkely, B. (2023) Echocardiography Imaging of the Right Ventricle: Focus on Three-Dimensional Echocardiography. *Diagnostics*, **13**, Article 2470. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152470>
- [37] Bartoszko, J., Omran, A.S. and Ng, W. (2023) Advancing Intraoperative Assessment of the Right Ventricle through Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography. L'échocardiographie Transœsophagienne Tridimensionnelle, un outil pour faire progresser l'évaluation peropératoire du ventricule droit. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*, **70**, 1549-1559. <https://doi.org/10.1007/s12630-023-02562-8>
- [38] Narula, J., Bansal, P. and Rajput, N. (2023) Indispensable Role of Transesophageal Echocardiography in Double-Chamber Right Ventricle Repair Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **37**, 1321-1323. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.02.031>
- [39] 赵树林, 袁焯, 胡义杰, 等. 经食管超声心动图在机器人心脏手术中的应用[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2019, 12(5): 288-291.
- [40] 高一鸣, 段福建, 逢坤静, 等. 超声心动图对肥厚型梗阻性心肌病二尖瓣异常的诊断价值[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(9): 887-892.
- [41] 胡文文, 万琳媛, 王建德, 等. 超声心动图诊断二尖瓣位单叶机械瓣卡瓣一例[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(22): 203-204.
- [42] 郭元勋. 超声心动图对心脏瓣膜病患者心功能与心肌受损情况的评价作用[J]. 黑龙江医学, 2020, 44(3): 377-379.