

# 多层螺旋 CT 及磁共振成像技术在心房颤动消融术中的应用

罗水莲 综述 苏立 审校

(重庆医科大学附属第二医院心血管内科, 重庆 400010)

**【摘要】**射频消融已成为临床上药物难治性心房颤动主要且首选的治疗方式,但术后复发率较高仍是一个具有挑战性的问题。术前对肺静脉和左房解剖结构的准确评估以及术后对心房颤动复发的有效预测显得意义重大。随着多层螺旋 CT 及核磁共振成像技术的不断改进完善,其临床应用价值不断的增大,对提高手术成功率起着不可替代的作用。

**【关键词】**多层螺旋 CT;磁共振成像;射频消融;复发预测

**【中图分类号】**R445.2;R541.7+5

**【文献标志码】**A

**【DOI】**10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2016.02.000

## Application of Multislice Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging in Atrial Fibrillation Ablation

LUO Shuilian, SU Li

(Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

**【Abstract】**Radiofrequency ablation has become a primary preferred treatment regarding drug refractory atrial fibrillation in clinics, but the postoperative recurrence rate remains a challenging problem. Accurate preoperative assessments of pulmonary vein and left atrial anatomy effectively predict that the postoperative recurrence of atrial fibrillation are significant. With the continual improvement of multislice CT and magnetic resonance imaging technology their clinical value also increases and plays an irreplaceable role in improving the success rate of surgery.

**【Key words】**Multislice CT; Magnetic resonance imaging; Radiofrequency ablation; Recurrence prediction

心房颤动(房颤)是临床上最常见的心律失常之一。在全球范围内房颤患病率极高,统计数据显示全球约有 2 090 万男性和 1 260 万女性房颤患者,而每年约有 270 万男性和 200 万女性新发房颤<sup>[1]</sup>,预计到 2030 年房颤的患病率会增加一倍<sup>[2]</sup>。与传统的药物治疗相比,射频消融术成为了房颤更有效的治疗选择,特别是对至少耐受一种抗心律失常药物的阵发性房颤<sup>[3]</sup>。准确评估左心房和肺静脉的解剖结构、了解心肌病理情况,对房颤射频消融术至关重要。现今影像学技术发展迅速,多层螺旋 CT(multislice computed tomography, MSCT)以及核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在房颤射频消融术前及术后的应用价值也不断提升,对提高手术成功率及预测房颤复发情况有重要临床意义。

### 1 MSCT 及 MRI 在消融术前的评估价值

目前研究显示,MSCT 及 MRI 在术前的应用价值

大同小异。Pontone 等<sup>[4]</sup>的最新研究结果表明,肺静脉的解剖结构变异、肺静脉开口直径、左心房直径以及左心房容积在两种影像学检查结果中是相似的,无较大差别,除了 MSCT 较 MRI 有较高的 X 射线暴露累积量。因此,在实际的临床检查中,可以根据患者的需要或者医疗条件的允许度,选择合适的影像学检查方式,MSCT 或者 MRI 或者两者兼具均可,检查结果无太大差别。

#### 1.1 MSCT 及 MRI 在消融术前对肺静脉解剖结构的评估价值

射频消融术的应用使药物难治性房颤的治疗效果大为改善,但手术成功率仍不高。研究发现,房颤单次射频消融术 1 年随访期内的成功率为 40% ~ 60%,2 年随访期内,阵发性房颤的成功率平均为 54%,持续性房颤为 42%<sup>[5]</sup>。手术的成功率很大程度依赖于对肺静脉解剖结构的精确评估,而房颤患者肺

静脉解剖多存在变异。Hamdan 等<sup>[6]</sup>应用两种影像学技术检测出,消融术前肺静脉解剖变异普遍程度达 48%。在这种高变异情况下,使得手术前须选择最合适的、特异度和灵敏度都高的检查对其解剖结构进行多维度、多方位的精准评估。

MSCT 及 MRI 在术前对肺静脉解剖结构的评估价值极高。二者可以定量评估肺静脉的数量、大小、方位、形状以及分支模型,同时可以检出肺静脉俩俩之间的间距<sup>[7]</sup>,这有利于选择大小适当的标测导管以及确定所有的肺静脉被准确的探知,同时可以定量评估肺静脉狭窄的位置、形状以及严重程度。Peters 等<sup>[8]</sup>发现,改善右肺静脉确保右下肺静脉更完全的消融可以提高手术成功率,减少复发。因此,临床上可以根据影像学结果决定不同肺静脉的消融程度,更完全彻底的消融是手术成功的一大方向。对于附加的且大多位于右侧的仅存在于房颤患者的肺静脉,应用影像学技术不仅可以避免遗漏,同时可以准确的分析其解剖部位,减少手术过程中的损伤<sup>[9]</sup>。此外,若术前影像学检查发现左肺静脉后壁与食道紧密相连,在后壁的节段性消融术后,则需计划继续进行左房与肺静脉连接处的消融或者肺静脉窦的消融<sup>[10]</sup>,这种对后续手术治疗方案的指导价值不言而喻。

现代 MSCT 及 MRI 对于解剖学的检查显得更为精细和精确,能够把握很多细小的但对手术成功意义重大的结构信息。能够全面的评估肺静脉及其周围相邻结构详细准确的解剖情况,并且能够进行三维重建,图像直观逼真,这更加有利于术者在术前制定合适的消融方案,减少术中意外。

## 1.2 MSCT 及 MRI 在消融术前对左心房解剖结构的评估价值

射频消融术的成功不仅需要正确评估肺静脉的数量、部位、成角以及分支情况,左房解剖结构对手术的制定、执行和手术的结果都起着重要的作用。MSCT 及 MRI 除了可以准确评估肺静脉解剖结构,还可以提供左心房、左心房与肺静脉的交接的情况和左心房附属物的详细信息<sup>[10]</sup>。研究表示,在左心房和肺静脉连接处(LA-PVJ)的消融术中,一旦肺静脉口的解剖结构被标识,则可以应用三维的左房解剖图指导消融,并且可以依据影像学给出的左房直径或者容积以及左心房形状选择尺寸及曲度合适的消融导管。

在左心房壁的射频消融术中,易导致食管的损伤,虽然心房食管瘘的发生率罕见,但是其致死率却高达 70%<sup>[11]</sup>,因此,对左心房邻近解剖结构情况的精确评估对于手术的影响不可忽视。影像学能够精准的提供左心房与食管的比邻关系,左心房壁与食管的

间隔情况,避免术中的附加损伤<sup>[10]</sup>。

## 2 MSCT 及 MRI 在消融术后房颤复发中的预测价值

射频消融术后,房颤的复发率较高仍是一个具有挑战性的问题。最新研究结果显示,5 年随访期阵发性房颤术后复发率为 28%,而持续性房颤术后复发率为 72%<sup>[12]</sup>。房颤复发多在术后 3 个月左右<sup>[8,13]</sup>,因此在术后 3 个月的随访期内,必须对患者做好及时有效检查,制定适宜的术后治疗方案。临床上有许多的影像学结果对术后复发具有重要的预测作用,如心肌纤维化情况、瘢痕程度、左心房体积大小、心房的被动排空功能等<sup>[14]</sup>。而上述预测因素的前三者被认为是房颤复发的独立预测因子,均可被 MSCT 及 MRI 检测。根据这些预测因素,在房颤复发之前能够早期采取有效的预防措施至关重要,但与术前情况不同,术后 MRI 检查结果较 MSCT 准确性更高,且减少了辐射的累积暴露<sup>[15]</sup>,而 MSCT 多运用于术后并发症的检测<sup>[16]</sup>,因此临床上对于术后的影像学检查,选择 MRI 可能更为适宜。

### 2.1 MRI 对心肌纤维化的评估在术后房颤复发中的预测价值

心房纤维化一直被认为与房颤相关,近年来越来越多的研究证实术前及术后纤维化对房颤复发具有独立的预测作用。此前,Akoum 等<sup>[17]</sup>根据术前患者左心房心肌纤维化情况提出了“犹他分级”,即左心房纤维化定量/左房壁体积百分比 < 5%、5% ~ 20%、20% ~ 35%、> 35% 分别为犹他 I ~ IV 级,左心房纤维化越严重犹他分级越高,其术后房颤复发的风险就越高。延迟增强 MRI 定量化检测结果显示,术前心房纤维化每增加 1%,房颤复发风险比则为 1.06<sup>[18]</sup>。不难看出,术前对心房情况的准确评估不仅对手术的指导意义重大,对术后房颤复发的预测价值也意义非凡。因此,消融术患者在术前应用影像学检测时,除了对解剖结构要有精确细致的了解,对纤维化情况也要进行全面的且量化的评估。

上述研究都是基于术前的纤维化情况,而有最新的研究发现,射频消融术后心房残余的纤维化情况与房颤的复发有关<sup>[19]</sup>。残余的纤维化越多房颤的复发率越高,术前所检测出的心房纤维化被手术过程中所致瘢痕覆盖得越多则手术成功率越高。定量化总结为,残余纤维化每增加 1%,房颤复发风险增加 8%。介于术前及术后的纤维化对房颤复发的影响,可以尝试具有前瞻性的治疗方法,即对纤维化区域进行针对性的消融。在阻止心律失常异常传导束和起源点的同时,适度的对存在的纤维化进行消融,使其覆盖为

瘢痕。

## 2.2 MRI 对术后瘢痕组织的评估在房颤复发中的预测价值

射频消融可致 72% 的左房壁广泛急性的损伤, 33.9% 的房壁损伤在术后 3 个月可演变成永久性瘢痕<sup>[20]</sup>, 因此, 在术后 3 个月时行延迟增强 MRI 扫描评价壁瘢痕程度较为适宜。不少研究揭示, 瘢痕程度可预测手术成功率。McGann 等<sup>[21]</sup>应用 3D 延迟增强 MRI 研究结果显示, 所有肺静脉电隔离的患者中, 左心房壁均出现了延迟增强的现象, 这表示组织瘢痕的形成, 术后 3 个月, 左心房壁瘢痕率 >13% 则手术的成功优势比  $OR = 18.5$ 。术后一年, 左心房壁瘢痕的覆盖率 >23% 几乎不存在复发情况,  $\leq 23\%$  则复发率大大增加<sup>[20]</sup>。消融术成功的患者左心房瘢痕覆盖率为  $(16.4 \pm 9.8)\%$ , 而术后复发率较高的左心房瘢痕覆盖情况明显降低, 平均在  $(11.3 \pm 8.1)\%$ <sup>[22]</sup>。是否术后瘢痕程度越重, 则手术成功率越高呢? 答案是否定的。术后瘢痕组织的程度影响心房收缩功能<sup>[23]</sup>, 较重的瘢痕使心房收缩力下降, 因此并不是瘢痕度越重预后越佳。

术后房颤的复发与消融处恢复电传导有关, 成功干扰肺静脉与左心房间的电传导, 隔离肺静脉, 是预防术后复发的关键, 而术后电隔离处瘢痕的程度影响传导功能的恢复, 不同程度的瘢痕术后复发情况不同。肺静脉窦或者左侧优势肺静脉第一次隔离失败的手术, 术后 3 个月在导管消融处可见不完整的瘢痕形成, 而进行二次消融术后, 电隔离处形成完全的瘢痕, 不存在复发情况<sup>[21]</sup>。Badger 等<sup>[22]</sup>的研究表示, 肺静脉窦消融术后复发的患者, 其肺静脉窦处的瘢痕覆盖率在  $(50.0 \pm 24.7)\%$ 。Peters 等<sup>[8]</sup>也证实, 不同肺静脉的消融术, 术后消融处的瘢痕程度越低, 术后复发率则越高。因此, 术后应用影像学预测复发时, 在定量化评估心房瘢痕覆盖率的同时, 也需定性的观测肺静脉消融处是否形成较完全的瘢痕, 考虑是否进行二次或者多次消融, 以防电传导的恢复。

## 2.3 MRI 对左房体积大小的评估在房颤复发中的预测价值

与非房颤患者相比, 术前房颤患者的左心房体积多增大<sup>[7,24]</sup>, 术后, 左心房容积则变小<sup>[25]</sup>。而在预测房颤复发的众多因素中, 有研究认为, 左心房体积大小的变化比房颤类型更具复发预测价值<sup>[24]</sup>。当左心房体积 >135 mL 时, 评估复发的敏感度达 36%, 特异度达 96%<sup>[26]</sup>。可见, 左心房体积在预测房颤复发有重要价值。但是, 是否左心房体积越大其预测复发的

价值就越大呢? 基于这个疑问, Montefusco 等<sup>[27]</sup>应用 MRI 影像分析, 得出了两个左心房容积大小阈值, 当左心房容积 <165 mL 时, 术后复发概率极小; 当左心房容积在 165 ~ 225 mL 时, 其复发概率超过 50%, 成一种伪线性的方式增长; 当左心房容积 >225 mL 时, 左心房容积大小则不存在复发预测价值, 其意义多表示手术失败。而不考虑其他因素, 射频消融失败的, 术后左心房容积大小与基线检测结果无差别, 即术后复发患者与非复发患者左心房容积的不同改变是存在意义的<sup>[28]</sup>。临床上可以根据影像学定量测定术前的左心房体积的改变情况, 观测手术成功与否, 决定是否需要强化治疗。

MSCT 及 MRI 在术前对肺静脉和左心房解剖结构的评估价值, 对消融术的指导意义重大, 术者可根据不同的结构特征, 选择针对性较强且成功率较高的消融术。术后非创伤性 MRI 的应用, 辅以先进的影像学分析及三维技术, 预测房颤复发风险高低, 并且可根据检测结果指导二次消融手术, 降低房颤的远期复发率。基于 MSCT 及 MRI 在术前及术后的不同应用价值, 可以根据实际情况选择最适宜的影像学技术, 使患者获得最佳的临床治疗效果。同时, 根据影像学检测出的关于房颤复发相关信息, 改进现有的消融方式, 如针对术前存在的纤维化区域进行针对性的适度的消融, 减少术后残存纤维化区域, 或者在消融术过程中尽力使消融部位形成完全性的瘢痕。MSCT 及 MRI 对于射频消融术的指导应用, 还有待进一步的探索和挖掘, 对于提高手术成功率减少术后复发的潜在价值重大。

## 【参考文献】

- [1] Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study[J]. *Circulation*, 2014, 129(8): 837-847.
- [2] Go AS, Hylek EM, Phillips KA, et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study [J]. *JAMA*, 2001, 285(18): 2370-2375.
- [3] Murakawa Y, Nogami A, Shoda M, et al. Nationwide survey of catheter ablation for atrial fibrillation: the Japanese Catheter Ablation Registry of Atrial Fibrillation (J-CARAF)—report of 1-year follow-up [J]. *Circ J*, 2014, 78(5): 1091-1096.
- [4] Pontone G, Andreini D, Bertella E, et al. Comparison of cardiac computed tomography versus cardiac magnetic resonance for characterization of left atrium anatomy before radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 179: 114-121.
- [5] Ganesan AN, Shipp NJ, Brooks AG, et al. Long-term outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Am Heart Assoc*, 2013, 2(2): e004549.
- [6] Hamdan A, Charalampous K, Roettgen R, et al. Magnetic resonance imaging

- versus computed tomography for characterization of pulmonary vein morphology before radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *Am J Cardiol*, 2009,104(11):1540-1546.
- [7] Kato R, Lickfett L, Meininger G, et al. Pulmonary vein anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: lessons learned by use of magnetic resonance imaging[J]. *Circulation*, 2003,107(15):2004-2010.
- [8] Peters DC, Wylie JV, Hauser TH, et al. Recurrence of atrial fibrillation correlates with the extent of post-procedural late gadolinium enhancement: a pilot study[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2009,2(3):308-316.
- [9] Mansour M, Holmvang G, Ruskin J. Role of imaging techniques in preparation for catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2004, 15(9):1107-1108.
- [10] Han S, Hwang C. How to Achieve Complete and Permanent Pulmonary Vein Isolation without Complications[J]. *Korean Circ J*, 2014, 44(5):291-300.
- [11] Pappone C, Oral H, Santinelli V, et al. Atrio-esophageal fistula as a complication of percutaneous transcatheter ablation of atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2004,109(22):2724-2726.
- [12] Schreiber D, Rostock T, Fröhlich M, et al. Five-year follow-up after catheter ablation of persistent atrial fibrillation using the stepwise approach and prognostic factors for success[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2015, 8(2):308-317.
- [13] Badger TJ, Daccarett M, Akoum NW, et al. Evaluation of left atrial lesions after initial and repeat atrial fibrillation ablation: lessons learned from delayed-enhancement MRI in repeat ablation procedures[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010,3(3):249-259.
- [14] Balk EM, Garlitski AC, Alsheikh-Ali AA, et al. Predictors of atrial fibrillation recurrence after radiofrequency catheter ablation: a systematic review[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2010,21(11):1208-1216.
- [15] Peters DC, Wylie JV, Hauser TH, et al. Detection of pulmonary vein and left atrial scar after catheter ablation with three-dimensional navigator-gated delayed enhancement MR imaging: initial experience[J]. *Radiology*, 2007, 243(3):690-695.
- [16] Burgstahler C, Trabold T, Kuettner A, et al. Visualization of pulmonary vein stenosis after radio frequency ablation using multi-slice computed tomography: initial clinical experience in 33 patients[J]. *Int J Cardiol*, 2005,102(2):287-291.
- [17] Akoum N, Daccarett M, McGann C, et al. Atrial fibrosis helps select the appropriate patient and strategy in catheter ablation of atrial fibrillation: a DE-MRI guided approach[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2011,22(1):16-22.
- [18] Marrouche NF, Wilber D, Hindricks G, et al. Association of atrial tissue fibrosis identified by delayed enhancement MRI and atrial fibrillation catheter ablation: the DECAAF study[J]. *JAMA*, 2014,311(5):498-506.
- [19] Akoum N, Wilber D, Hindricks G, et al. MRI Assessment of Ablation-Induced Scarring in Atrial Fibrillation: Analysis from the DECAAF Study[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2015,26(5):473-480.
- [20] McGann C, Kholmovski E, Blauer J, et al. Dark regions of no-reflow on late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging result in scar formation after atrial fibrillation ablation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011,58(2):177-185.
- [21] McGann CJ, Kholmovski EG, Oakes RS, et al. New magnetic resonance imaging-based method for defining the extent of left atrial wall injury after the ablation of atrial fibrillation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008,52(15):1263-1267.
- [22] Badger TJ, Daccarett M, Akoum NW, et al. Evaluation of left atrial lesions after initial and repeat atrial fibrillation ablation: lessons learned from delayed-enhancement MRI in repeat ablation procedures[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010,3(3):249-259.
- [23] Iesaka Y. Frontier of catheter ablation for atrial fibrillation[J]. *J Cardiol*, 2011, 58(2):99-107.
- [24] Costa FM, Ferreira AM, Oliveira S, et al. Left atrial volume is more important than the type of atrial fibrillation in predicting the long-term success of catheter ablation[J]. *Int J Cardiol*, 2015,184:56-61.
- [25] Hanazawa K, Kaitani K, Hayama Y, et al. Effect of radiofrequency catheter ablation of persistent atrial fibrillation on the left atrial function: assessment by 320-row multislice computed tomography[J]. *Int J Cardiol*, 2015,179:449-454.
- [26] Helms AS, West JJ, Patel A, et al. Relation of left atrial volume from three-dimensional computed tomography to atrial fibrillation recurrence following ablation[J]. *Am J Cardiol*, 2009,103(7):989-993.
- [27] Montefusco A, Biasco L, Blandino A, et al. Left atrial volume at MRI is the main determinant of outcome after pulmonary vein isolation plus linear lesion ablation for paroxysmal-persistent atrial fibrillation[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2010,11(8):593-598.
- [28] Fredersdorf S, Ucer E, Jungbauer C, et al. Lone atrial fibrillation as a positive predictor of left atrial volume reduction following ablation of atrial fibrillation[J]. *Europace*, 2014,16(1):26-32.

收稿日期:2015-09-08 修回日期:2015-11-27