

- jection fraction and atrial fibrillation: vicious twins [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 68(20):2217-2228.
- [16] Santos AB, Kraigher-Krainer E, Gupta DK, et al. Impaired left atrial function in heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Eur J Heart Fail*, 2014, 16(10):1096-1103.
- [17] Zafrir B, Lund LH, Laroche C, et al. Prognostic implications of atrial fibrillation in heart failure with reduced, mid-range, and preserved ejection fraction: a report from 14 964 patients in the European Society of Cardiology Heart Failure Long-Term Registry[J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(48):4277-4284.
- [18] 左易霞, 范晋奇, 殷跃辉. 射血分数保留的心力衰竭新进展[J]. *心血管病学进展*, 2017, 38(1):21-24.
- [19] 黄从新, 张澍, 黄德嘉, 等. 心房颤动: 目前的认识和治疗的建议 - 2018 [J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2018, 32(4):315-368.
- [20] Devore AD, Piccini JP. Mineralocorticoid receptor antagonism for the treatment of AF and HFpEF: preserving hope [J]. *JACC Heart Fail*, 2018, 6(8):698-700.
- [21] O'neal WT, Sandesara P, Hammadah M, et al. Gender differences in the risk of adverse outcomes in patients with atrial fibrillation and heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Am J Cardiol*, 2017, 119(11):1785-1790.
- [22] Sartipy U, Dahlström U, Fu M, et al. Atrial fibrillation in heart failure with preserved, mid-range, and reduced ejection fraction[J]. *JACC Heart Fail*, 2017, 5(8):565-575.
- [23] Hohendanner F, Heinzel FR, Blaschke F, et al. Pathophysiological and therapeutic implications in patients with atrial fibrillation and heart failure[J]. *Heart Fail Rev*, 2018, 23(1):27-36.
- [24] January CT, Wann LS, Calkins H, et al. 2019 AHA/ACC/HRS focused update of the 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2019, 139:1-49.
- [25] Llúcer P, Núñez J, Bayés-Genís A, et al. Digoxin and prognosis of heart failure in older patients with preserved ejection fraction: importance of heart rate. Results from an observational and multicenter study[J]. *Eur J Intern Med*, 2019, 60(2):18-23.
- [26] Black-Maier E, Ren X, Steinberg BA, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation in patients with heart failure and preserved ejection fraction [J]. *Heart Rhythm*, 2018, 15(5):651-657.
- [27] 刘少稳. 心房颤动的认识和治疗进展[J]. *上海医学*, 2014, 37(3):191-195.
- [28] 孙姣, 孙源君, 尹晓盟, 等. 心房颤动合并心力衰竭患者导管消融治疗与药物治疗预后对比[J]. *辽宁医学杂志*, 2018, 32(2):3-6.

收稿日期: 2019-03-06

## 心房颤动合并心力衰竭的射频导管消融治疗

吴彤<sup>1</sup> 高东来<sup>2</sup>

(1. 山西医科大学, 山西 太原 030000; 2. 山西医科大学第二医院心内科, 山西 太原 030000)

**【摘要】** 心房颤动和心力衰竭是心血管领域的高发病, 二者常常合并存在, 有着共同复杂的病理生理学机制。恢复和维持窦性心律可明显改善心功能, 但心力衰竭患者通常合并全身多脏器功能不全, 本身对药物代谢性低, 对抗心律失常药物的耐受性相对更差, 多项研究表明射频导管消融可以降低心力衰竭合并心房颤动患者的远期死亡率, 提高运动耐力, 改善生存质量。

**【关键词】** 心房颤动; 心力衰竭; 射频导管消融

**【DOI】** 10. 16806/j. cnki. issn. 1004-3934. 2019. 05. 023

## Ridiofrequency Catheter Ablation of Atrial Fibrillation in Patients with Heart Failure

WU Tong<sup>1</sup>, GAO Donglai<sup>2</sup>

(1. *Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi, China*; 2. *Department of Cardiology, The Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi, China*)

**【Abstract】** Atrial fibrillation and heart failure both have become major cardiovascular epidemics and are often detected in the same patient. Atrial fibrillation and heart failure have a common complex pathophysiological mechanism. Restoring and maintaining sinus rhythm can improve cardiac function, but the benefits of rhythm control in heart failure patients may have been offset by side effects of antiarrhythmic

drugs. However, radiofrequency catheter ablation could achieve rhythm control, which is associated with reduction in hospitalization and mortality, enhancing exercise tolerance and improving patients' live quality.

【Key words】Atrial fibrillation; Heart failure; Radiofrequency catheter ablation

心房颤动和心力衰竭一直是心血管领域的高发病,其具有较高的致死率和致残率<sup>[1]</sup>。心房颤动患者常常合并心力衰竭,心房颤动患者纽约心脏病协会心功能分级(New York Heart Association, NYHA)Ⅱ~Ⅲ级的占10%~27%,NYHAⅣ级可达到50%<sup>[2]</sup>,2017年中国心血管病报告指出,中国心力衰竭患者达450万<sup>[3]</sup>。二者有着相同的病理生理学机制,心房颤动和心力衰竭互相促进,心房颤动是心力衰竭发生发展的独立危险因素<sup>[4]</sup>,而心力衰竭加速心房纤维化及心房重塑,增加心房颤动发生率。随着生活水平的提高,生活节奏的加快,寿命的增加,医学的发展,上述疾病的发病率及检出率也呈上升趋势,治疗心房颤动和心力衰竭的经济负担逐年增加,积极有效的治疗刻不容缓,而射频导管消融术治疗心房颤动既满足恢复窦性心律的要求又避免了药物毒副作用。

## 1 病理生理学机制

心力衰竭患者通过以下方面促进心房颤动发生和维持。首先,左心室收缩功能障碍是导致心房颤动发生、维持的结构基础,并且会影响心肌细胞产生异常电传导<sup>[5]</sup>。心房颤动发生和维持的结构基础是心肌纤维化及心房重塑,研究表明细胞外基质的组成和体积大小与心房颤动的持续存在相关,电生理学研究证实心力衰竭患者会出现心房不应期增加、低电压、瘢痕区域出现、局部传导减慢等<sup>[6]</sup>,这些都是心房重塑的特点,而心房纤维化导致的电冲动和形成传导的不均一性维持了心房颤动的激动和折返。其次,心力衰竭患者左心室功能不全时,左室舒张末期压力增加导致左房充盈压增加,心房壁应力增加,同时肾素-血管紧张素系统被激活。肾素-血管紧张素系统的激活,一方面由于血管紧张素Ⅱ通过丝裂原蛋白激酶途径诱导心肌细胞凋亡和纤维化<sup>[7]</sup>,导致心房重塑和纤维化,进而致心律失常发生。另一方面通过 $\beta$ 肾上腺素激活钙/钙调素依赖性蛋白激酶Ⅱ(calcium/calmodulin-dependent protein kinase II, CaMK II),从而激活肌浆网的钙释放通道——兰尼碱受体2(ryanodine receptor 2, RyR<sub>2</sub>),降低了肌浆网的钙阈值,促进自发性钙释放,诱导心房颤动的发生<sup>[8]</sup>。此外,心力衰竭时心房肌细胞内L型钙通道减少,出现细胞内钙超载,这也是心房颤动发生的重要因素。

心房颤动加重心力衰竭的主要表现:(1)心房颤动发生时心室率增加导致心室充盈期缩短,左室舒张末期血量减少,同时左房失去有效收缩,导致心排量减少20%<sup>[9]</sup>,进一步影响心肌收缩功能;(2)长期心肌收缩功能异常致心室增大,产生功能性瓣膜反流,影响心排量,最终诱导心肌细胞纤维化、细胞凋亡,也会加重心力衰竭<sup>[10]</sup>;(3)心房颤动引起的血流动力学异常、电生理改变及血栓的形成,会增加心力衰竭患者快速室性心律失常和猝死的发生<sup>[11]</sup>。

## 2 节律控制与心室率控制

心房颤动患者预后差,理论上恢复正常窦性心律可以提高生存率,改善预后,且近年来研究证实了射频导管消融优于药物治疗<sup>[12]</sup>。目前已经发表的心房颤动节律控制的随访研究(AFFIRM)<sup>[13]</sup>及心房颤动和充血性心力衰竭试验<sup>[14]</sup>表明心房颤动患者的心律控制并不优于室率控制。但事实上AFFIRM研究入选对象是年龄在65岁以上或年龄65岁以下有脑卒中病史但无明显心房颤动症状的患者,仅有54%的患者经过筛选最终登记入组,存在选择偏倚;其次,其主要针对无症状的老年心房颤动患者,并不能说明有症状心房颤动人群的治疗结果;最重要的是通过对影响预后的因素分析发现,维持窦性心律可以改善心功能,提高运动耐量,降低47%死亡率,而服用抗心律失常药物(Anti-arrhythmic drugs, ADD)会增加49%的死亡率,即复律带来的优势被ADD抵消。心房颤动合并心力衰竭的人群,复律药物选择极其有限,心力衰竭患者常合并多脏器功能不全,决奈达隆增加心力衰竭患者死亡率, $\beta$ 受体阻滞剂因其负性肌力作用在急性心力衰竭患者中禁用,临床常用胺碘酮作为首选,但胺碘酮会产生甲状腺毒性、肺间质纤维化等副作用。射频导管消融治疗心房颤动既满足恢复窦性心律的要求又避免了药物毒副作用。

## 3 射频导管消融术治疗的疗效分析

1998年Haïssaguerre等<sup>[15]</sup>通过对45例患者进行肺静脉点消融,证实了心房颤动的发生与肺静脉内异位起搏点相关,开启了心房颤动治疗的新时代。目前认为环肺静脉隔离术是心房颤动射频消融的基础,阵发性心房颤动患者单纯肺静脉隔离远期疗效得到肯定。研究发现对于心力衰竭或持续性心房颤动,因存

在着左心房基质改变,肺静脉隔离外的附加线性消融很有必要,比如附加线性消融:左房顶部线、二尖瓣峡部、三尖瓣峡部线;其次 Cox 迷宫手术、转子消融、复杂破裂心房电位、神经节消融也在进一步研究探索中。随着技术水平的发展,手术方式的多样化和个体化,射频导管消融术的成功率也在逐年提高。2017 美国心律学会(HRS)/欧洲心律协会(EHRA)/欧洲心律失常协会(ECAS)/亚太心律学会(APHRS)/拉丁美洲心脏起搏与电生理学学会(SO-LAECE)心房颤动导管和外科消融专家共识指出,心房颤动合并慢性心力衰竭患者有理由同无心力衰竭的心房颤动患者给予相同推荐,采用导管消融治疗,II a 类推荐,证据等级 B-R<sup>[16]</sup>。

### 3.1 心房颤动合并射血分数降低的心力衰竭

2014 年 Anselmino 等<sup>[17]</sup>发表的关于心房颤动合并左心室功能不全的心力衰竭患者接受射频导管消融治疗的荟萃分析中,入选了 26 篇观察研究,纳入 1 838 例患者,其中持续性心房颤动占 55%,左心功能不全[NYHA III/IV, 左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) < 35%],平均随访 23 个月,单次手术成功占 40%,二次成功占 60%,与普通心房颤动患者术后维持窦性心律疗效相当。此外发现,射频导管消融术后, LVEF 增加,左心室功能明显改善,且术后停用 ADD,提高了生存质量,尤其对于心房颤动合并心力衰竭早期患者效果更为显著。

心房颤动合并充血性心力衰竭并植入心律转复除颤器(ICD)/心脏再同步除颤器(CRTD)的患者消融与胺碘酮对比治疗试验(AATAC)<sup>[18]</sup>,是一项多中心、临床随机试验,纳入了 203 例持续性心房颤动合并心力衰竭(NYHA III/IV, LVEF < 40%),导管消融组 102 例,胺碘酮组 101 例,随访 24 个月,主要终点是无心房颤动存在,试验结果表明,手术长期成功率导管消融是 70%,高于胺碘酮组的 34%,且再住院率比胺碘酮组低 45%,更重要的是死亡率也下降了 56%。导管消融组 6 分钟步行试验及射血分数也有改善,该试验的心力衰竭患者主要为冠心病、高血压病、糖尿病等存在缺血性心肌病的患者,可能射血分数改善 8.1% 与此相关,但这部分人群正好代表了除扩张型心肌病以外临床常见的主要的慢性心力衰竭患者。AATAC 研究首次提出,使用导管消融维持窦性心律可以带来更好的临床结果,包括改善死亡率。最近发布的左心衰竭合并心房颤动患者射频导管消融与标准传统化治疗比较(CASTLE-AF)试验再次验证了这个结论。

CASTLE-AF 是一个多中心开放的随机对照试验,该试验将心房颤动合并心力衰竭患者随机分为导管消融组 179 例和药物治疗组 184 例,所有患者 LVEF ≤ 35% 并植入除颤器,研究的主要终点包括任何原因死亡或心力衰竭恶化住院,经过平均 37.8 个月的随访研究发现,心力衰竭患者使用消融治疗心房颤动与心力衰竭死亡和住院治疗的复合终点发生率为 28.5%,明显低于药物治疗组的 44.6%。且消融组全因死亡率明显降低,其主要是由消融组显著降低心血管死亡率所致;此外,导管消融减轻了心房颤动的负担,明显增加了 6 分钟步行试验的距离, LVEF 也得到明显改善<sup>[19]</sup>。综上所述射频导管消融术可以降低持续性心房颤动合并心力衰竭患者的死亡率,改善预后,提高运动耐力,改善生活质量<sup>[20]</sup>。

### 3.2 心房颤动合并射血分数保留的心力衰竭

射血分数保留的心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)常为舒张功能障碍的患者, HFpEF 与心房颤动的发生存在时间相关联,在有关 HFpEF 临床试验中,60% 的患者有心房颤动<sup>[21]</sup>;在新诊断的 HFpEF 患者中,29% 心房颤动已经发生至少 3 个月,而 23% 的患者同时被诊断为心房颤动<sup>[22]</sup>。Framingham 分析发现,心房颤动的发生使 HFpEF 发生率与射血分数降低的心力衰竭(heart failure with reduced ejection fraction, HFrEF)患者相比增加了一倍,随着时间的推移,新诊断的心房颤动成为新发 HFpEF 的强预测因子<sup>[23]</sup>。对于 HFpEF 合并心房颤动患者的随机试验疗效分析表明,射频导管消融治疗改善舒张功能,结果与射血分数降低的患者疗效相当。Cha 等<sup>[24]</sup>对 368 例患者进行前瞻性队列研究,其中包括 157 例舒张功能不全患者(HFpEF),111 例收缩功能障碍(HFrEF)和 100 例左心室收缩功能正常的患者,该研究显示无论是否使用抗心律失常药物,1 年内心房颤动并舒张功能障碍的患者与对照组之间的复发率无统计学差异;在 5 年的随访期内发现,心房颤动合并舒张功能障碍组复发率接近 40%,对照组复发率接近 65%,具有统计学意义。尽管如此,30% 的 HFpEF 患者舒张功能障碍得到至少 1 级改善。Black-Maier 等<sup>[25]</sup>进行回顾性研究观察了 97 例 HFrEF 和 133 例 HFpEF 患者的消融情况,显示两组结果的有效性相似,且手术时间、不良事件的发生、心律失常复发或功能改善情况无明显差异。

### 3.3 射频导管消融术的辅助诊治

心房颤动消融术后的临床效果与心房颤动的类

型、患者的年龄、性别、LVEF、左心房大小、高血压病、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征或糖尿病的存在有关<sup>[26]</sup>。于临床而言,改进风险评估工具可以提高对导管消融结果的预判,帮助制定消融策略,对于疗效差的患者减少不必要的手术,为最有可能获得临床益处患者提供更多手术机会具有重要价值<sup>[27]</sup>。例如目前临床已明确的关于钆剂延迟增强心脏核磁共振(late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging, LGE-MRI)评估左心房纤维化程度与三维电解剖系统确定的低双极左心房电压区域相关<sup>[28]</sup>;正在进行的延迟增强磁共振成像(MRI)引导消融与常规射频导管消融术心房颤动(DECAAF-II)试验是一项前瞻性多中心随机对照试验,在心房颤动消融期间靶向 LGE-MRI 检测持续性心房颤动患者心房纤维化的疗效,以改善手术结果。随着技术发展,LGE-MRI 如果能够进一步实现图像标准化采集,自动化图像分析以改进的图像分辨率和验证,可以更好地应用于临床,指导并改善手术效果<sup>[29]</sup>。此外,一项多中心前瞻性随机研究表明,在患有心力衰竭的持续性心房颤动患者中,针对心脏康复方面的一些干预指导包括锻炼身体、饮食限制和教育,心房颤动上游治疗包括:盐皮质激素受体拮抗剂、羟甲基戊二酰辅酶 A 还原酶(HMG-CoA)抑制剂和血管紧张素转换酶抑制剂的使用,可使术后 1 年窦性心律维持率得到明显改善<sup>[30]</sup>。

综上所述,心房颤动合并心力衰竭患者临床常见,维持正常窦性心律可以改善心功能,降低死亡率,而心力衰竭患者药物选择有限,相对安全的射频导管消融术治疗可以使患者从中获益。几项观察性和随机研究提供了大量证据,证明 HFrEF 患者心房颤动消融后窦性心律维持率高,临床症状和左室功能显著改善<sup>[31]</sup>,同时对于 HFpEF 患者,心房颤动消融疗效也是肯定的<sup>[32-33]</sup>。由 CASTLE-AF 试验临床结果作为新的证据补充,2019 年美国心脏病学会(ACC)/美国心脏协会(AHA)/心律协会(HRS)对于 2014 年的心房颤动患者管理指南更新指出在部分有症状的心房颤动合并 HFrEF 患者中,可考虑行心房颤动射频导管消融术,有助于降低死亡率和减少心力衰竭住院,Ⅱ类推荐,B 级证据<sup>[34]</sup>。而且瑞典心房颤动登记处研究数据表明消融可能与心房颤动患者缺血性卒中和死亡的发生率较低有关,且血栓栓塞风险大的患者获益更明显<sup>[35]</sup>。对于 HFrEF 和 HFpEF 患者,可以安全地进行导管消融,在患病率和死亡率方面,心力衰竭患者可能是从导管消融中获得最大收益的群体<sup>[36]</sup>。

随着技术不断更新,绿色电生理技术因其安全性及零辐射为患者带来更多益处和选择。尽管心力衰竭患者的导管消融技术取得了重大进展,但因心房颤动发病机制未明确,仍有许多未解决的问题,包括心力衰竭合并心房颤动患者消融的最优危险分层方法、最佳消融技术和方案,如果患者需要多次再消融,特别是随着心力衰竭的进展,手术干预是否具有成本效益等均需要考虑。

## 参考文献

- [1] Stewart S, Hart CL, Hole DJ, et al. A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley study[J]. *Am J Med*, 2002, 113(5):359-364.
- [2] Maisel WH, Stevenson LW. Atrial fibrillation in heart failure: epidemiology, pathophysiology, and rationale for therapy[J]. *Am J Cardiol*, 2003, 91(6):2-8.
- [3] 马丽媛, 吴亚哲, 王文, 等.《中国心血管病报告 2017》要点解读[J]. *中国心血管杂志*, 2018, 23(1):3-6.
- [4] Chugh SS, Blackshear JL, Shen WK, et al. Epidemiology and natural history of atrial fibrillation: clinical implications[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37(2):371-378.
- [5] Andrade J, Khairy P, Dobrev D, et al. The clinical profile and pathophysiology of atrial fibrillation: relationships among clinical features, epidemiology, and mechanisms[J]. *Circ Res*, 2014, 114(9):1453-1468.
- [6] Luong C, Barnes ME, Tsang TS. Atrial fibrillation and heart failure: cause or effect? [J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2014, 11(4):463-470.
- [7] Schnee JM, Hsueh WA. Angiotensin II, adhesion, and cardiac fibrosis[J]. *Cardiovasc Res*, 2000, 46(2):264-268.
- [8] Zhao Z, Fefelova N, Shanmugam M, et al. Angiotensin II induces afterdepolarizations via reactive oxygen species and calmodulin kinase II signaling[J]. *J Mol Cell Cardiol*, 2011, 50(1):128-136.
- [9] Mukharji J, Rehr RB, Hastillo A, et al. Comparison of atrial contribution to cardiac hemodynamics in patients with normal and severely compromised cardiac function[J]. *Clin Cardiol*, 2010, 13(9):639-643.
- [10] Bortone A, Pujadas-Berthault P, Karam N, et al. Catheter ablation in selected patients with depressed left ventricular ejection fraction and persistent atrial fibrillation unresponsive to current cardioversion[J]. *Europace*, 2013, 15(11):1574-1580.
- [11] D'Souza A, Butcher KS, Buck BH. The multiple causes of stroke in atrial fibrillation: thinking broadly[J]. *Can J Cardiol*, 2018, 34(11):1503-1511.
- [12] Dagres N, Varounis C, Gaspar T, et al. Catheter ablation for atrial fibrillation in patients with left ventricular systolic dysfunction: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Card Fail*, 2011, 17(11):964-970.
- [13] Investigators TA. Relationships between sinus rhythm, treatment, and survival in the Atrial Fibrillation Follow-Up Investigation of Rhythm Management (AF-FIRM) Study[J]. *Circulation*, 2004, 13(6):1509-1513.
- [14] Roy D, Talajic M, Nattel S, et al. Rhythm control versus rate control for atrial fibrillation and heart failure[J]. *N Engl J Med*, 2008, 358(25):2667-2677.
- [15] Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins[J]. *N Engl J Med*,

- 1998,339(10):659-666.
- [16] Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHSR/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation; executive summary[J]. J Interv Card Electrophysiol, 2017, 50(1): 1-55.
- [17] Anselmino M, Matta M, D'Ascenzo F, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation in patients with left ventricular systolic dysfunction: a systematic review and meta-analysis[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2014, 7(6):1011-1018.
- [18] Di BL, Mohanty P, Mohanty S, et al. Ablation vs. amiodarone for treatment of persistent atrial fibrillation in patients with congestive heart failure and an implanted device; results from the AATAC multicenter randomized trial[J]. Circulation, 2016, 133(17):1637-1644.
- [19] Marrouche NF, Brachmann J, Andresen D, et al. Catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure[J]. N Engl J Med, 2018, 378(5):417-427.
- [20] Wachter R. Atrial fibrillation as a comorbidity of heart failure[J]. Internist (Berl), 2018, 59(5):415-419.
- [21] Kelly J, Mentz R, Mebazaa A, et al. Patient selection in heart failure with preserved ejection fraction clinical trials[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(16):1668-1682.
- [22] Zakeri R, Chamberlain AM, Roger VL, et al. Temporal relationship and prognostic significance of atrial fibrillation in heart failure patients with preserved ejection fraction: a community-based study[J]. Circulation, 2013, 128(10):1085-1093.
- [23] Vermond RA, Geelhoed B, Verweij N, et al. Incidence of atrial fibrillation and relationship with cardiovascular events, heart failure, and mortality[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 66(9):1000-1007.
- [24] Cha YM, Wokhlu A, Asirvatham SJ, et al. Success of ablation for atrial fibrillation in isolated left ventricular diastolic dysfunction: a comparison to systolic dysfunction and normal ventricular function[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2011, 4(5):724-732.
- [25] Black-Maier E, Ren X, Steinberg BA, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation in patients with heart failure and preserved ejection fraction[J]. Heart Rhythm, 2018, 15(5):651-657.
- [26] Habibi M, Lima JA, Gucuk Ipek E, et al. The association of baseline left atrial structure and function measured with cardiac magnetic resonance and pulmonary vein isolation outcome in patients with drug-refractory atrial fibrillation[J]. Heart Rhythm, 2016, 13(5):1037-1044.
- [27] Mukherjee RK, Williams SE, Niederer SA, et al. Atrial fibrillation ablation in patients with heart failure: one size does not fit all[J]. Arrhythm Electrophysiol Rev, 2018, 7(2):84-90.
- [28] McGann C, Akoum N, Patel A, et al. Atrial fibrillation ablation outcome is predicted by left atrial remodeling on MRI[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2014, 7(1):23-30.
- [29] Stiles MK, Sanders P, Lau DH. Targeting the substrate in ablation of persistent atrial fibrillation: recent lessons and future directions[J]. Front Physiol, 2018, 9:1158.
- [30] Rienstra M, Hobbelt AH, Alings M, et al. Targeted therapy of underlying conditions improves sinus rhythm maintenance in patients with persistent atrial fibrillation: results of the RACE 3 trial[J]. Eur Heart J, 2018, 39(32):2987-2996.
- [31] Anselmino M, Matta M, Castagno D, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation in chronic heart failure: state-of-the-art and future perspectives[J]. Europace, 2016, 18(5):638-647.
- [32] Cha YM, Wokhlu A, Asirvatham SJ, et al. Success of ablation for atrial fibrillation in isolated left ventricular diastolic dysfunction: a comparison to systolic dysfunction and normal ventricular function[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2011, 4(5):724-732.
- [33] Black-Maier E, Ren X, Steinberg BA, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation in patients with heart failure and preserved ejection fraction[J]. Heart Rhythm, 2018, 15(15):651-657.
- [34] January CT, Wann LS, Calkins H, et al. 2019 AHA/ACC/HRS focused update of the 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on clinical practice guidelines and the heart rhythm society[J]. Heart Rhythm, 2019, Jan 28. PII: S1547-5271(19)30037-2. DOI: 10.1016/j.hrthm.2019.01.024.
- [35] Friberg L, Tabrizi F, Englund A. Catheter ablation for atrial fibrillation is associated with lower incidence of stroke and death: data from Swedish health registries[J]. Eur Heart J, 2016, 37(31):2478-2487.
- [36] Richter S, di Biase L, Hindricks G. Atrial fibrillation ablation in heart failure[J]. Eur Heart J, 2019, 40(8):663-671.

收稿日期:2018-12-20