

# 高功率短时程射频消融治疗心房颤动的研究进展

范建华 刘庆军

(江苏省南京中医药大学附属昆山中医医院心血管内科, 江苏 苏州 215300)

**【摘要】** 环肺静脉的电学隔离是心房颤动射频消融的核心, 常规射频消融仍然存在耗时较长和过度消融等相关并发症风险。国外研究者采用高功率短时程的射频消融进行环肺静脉隔离, 以缩短射频消融的时间, 提高肺静脉隔离的效率。现就高功率短时程射频消融的研究进展做一综述。

**【关键词】** 高功率; 短时程; 射频消融; 心房颤动

**【DOI】** 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.08.006

## High Power Short Duration Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation

FAN Jianhua, LIU Qingjun

(Department of Cardiology, Traditional Chinese Medicine Hospital of Kunshan, Affiliated Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Suzhou 215300, Jiangsu, China)

**【Abstract】** Electrical isolation of the circumferential pulmonary vein is the core of radiofrequency ablation. Conventional radiofrequency ablation still has the risks of complications such as time-consuming and over-ablation. Foreign researchers use high power short duration radiofrequency ablation in order to shorten the time of radiofrequency ablation and improve the efficiency of pulmonary vein isolation. This paper reviews the progress of high power short duration radiofrequency ablation.

**【Key words】** High power; Short duration; Radiofrequency ablation; Atrial fibrillation

经导管环肺静脉射频消融已经成为治疗心房颤动 (atrial fibrillation, Af) 的重要方法之一<sup>[1]</sup>, 理想状态下是消融造成连续、永久性的左房透壁损伤而不损伤临近组织。低功率长时程 (low power long duration, LPLD) 射频消融容易导致导管贴靠不稳定、组织水肿和可逆的非跨壁损伤, 且增加因耗时较长及过度消融所致并发症风险。近年来发现采用高功率短时程 (high power short duration, HPSD) 射频消融 Af, 可缩短消融的时间, 提高环肺静脉隔离的效率, 安全性高, 复发率低<sup>[2]</sup>。现对 HPSD 在 Af 射频消融治疗领域的研究现状做一综述。

### 1 HPSD 的定义

HPSD<sup>[3-4]</sup>: 高功率指射频消融能量 > 40 W, 短时程指单个点射频消融时间 < 20 s, 但现在未有明确的数值。

### 2 射频消融的损伤原理

射频消融损伤来源于热损伤, 其中包括阻抗热和

传导热, 其中传导热是由于阻抗热传导而来, 具有时间依赖性<sup>[5]</sup>。Hall 等<sup>[6]</sup>对 34 例人体尸检发现左心房顶部、前壁、后壁和峡部的平均厚度分别为 1.06 mm、1.86 mm、1.40 mm 和 1.60 mm。射频导管消融中选择合适的能量及时间分配, 使射频消融产生的阻抗热达到左房透壁性损伤, 而又尽量减少长时程射频消融产生过多的传导热导致的左心房临近组织的损伤<sup>[7]</sup>, 为了达到这一点, 提出了 HPSD 消融的概念。

### 3 HPSD 射频消融在动物实验中的研究

Barkagan 等<sup>[8]</sup>在 6 只猪的右心房界嵴两侧行线性射频消融, 3 只猪通过 HPSD 消融, 3 只猪通过 LPLD 消融, 两组均能达到急性线完整性。术后 30 d, 通过电压作图和起搏检查线性完整性, 并通过组织病理学检查心脏和周围组织。慢性线完整性: HPSD 组 3 条消融线达到完整性, LPLD 组 1 条消融线达到完整性; 在各组富含肌小梁组织的 3 条线中, HPSD 组 1 条保持完整性, LPLD 组 0 条保持完整性。两组均无蒸汽

爆裂,且肺实质损伤仅在 LPLD 消融术中明显。Leshem 等<sup>[9]</sup>在 20 只猪的实验中表明,HPSD 组在相似深度 $[(3.6 \pm 0.3) \text{ mm vs } (3.5 \pm 0.6) \text{ mm}]$ 处产生更宽的损伤 $[(6.0 \pm 0.2) \text{ mm vs } (4.4 \pm 1.0) \text{ mm}, P = 0.003]$ 。比较 HPSD 组(90 W,4 s)和标准组(25 W,20 s)两种模式消融线的连续性,透壁性,HPSD 组消融线完全完整且透壁,而标准组 25% 消融线有消融间隙及 29% 的局部损伤,这些研究表明了 HPSD 消融策略,在保留了消融损伤宽度的同时减少了消融损伤深度,提高了消融线的完整性,从而降低了 LPLD 消融所致的邻近组织的损伤概率。

#### 4 HPSD 射频消融策略在临床中的应用

关于 HPSD 射频消融首次报道是在 2006 年,Nilsson 等<sup>[10]</sup>比较了 45 例 LPLD(30 W,120 s)和 45 例 HPSD(45 W,20 s)射频消融。结果发现,两组患者有相似的长期复发率和并发症,但 HPSD 组患者有较高的隔离率,X 线透视时间及手术时间明显缩短。在节段性肺静脉隔离的研究中,随着环肺静脉消融的进展,Kottmaier 等<sup>[11]</sup>研究发现,97 例行 HPSD 消融(70 W,5~7 s),100 例行 LPLD 消融(30~40 W,20~40 s),X 线手术时间短 $[(12.4 \pm 3.4) \text{ min vs } (35.6 \pm 12.1) \text{ min}]$ ,手术总时间短 $[(89.5 \pm 23.9) \text{ min vs } (111.2 \pm 27.9) \text{ min}]$ ,术中腺苷验证肺静脉传导情况发现,HPSD 组 13% 的患者恢复传导,而 LPLD 组 55% 的患者恢复传导。两组均无血栓形成、心脏压塞及心房食管瘘发生。两组基础资料无统计学差异,而 1 年后 HPSD 射频消融组 Af 复发率低(16.9% vs 34.9%)。Reddy 等<sup>[12]</sup>对 52 例 Af 患者行 HPSD 消融(90 W,4 s),通过 3 个月随访,94.2% 的患者保持窦性心律,手术并发症 2 例,1 例为假性动脉瘤,1 例为无症状性血栓栓塞症,无死亡、卒中、心房食管瘘和肺静脉狭窄等情况。

#### 5 HPSD 射频消融对食管的损伤

传统射频消融导致的心房食管瘘病死率高<sup>[13]</sup>,HPSD 射频消融治疗因功率大、左房后壁薄且靠近食管而引起各临床工作者对 HPSD 对食管损伤的担忧。Barbhaiya 等<sup>[14]</sup>研究发现,HPSD(50 W,6 s)在左房后壁消融,通过三维电解剖定位食管温度感受器位置及消融病变位置,检测消融时食管温度的变化。左房后壁消融可导致食管温度升高,当消融部位距离温度传感器 $> 20 \text{ mm}$ 时,食管腔内温度不会显著增加。且发现与 HPSD 消融相关的食管温度升高似乎被限制在半径约为 20 mm 的区域内,并在 60 s 内基本消退。

Baher 等<sup>[15]</sup>对 687 例第一次行 Af 射频消融治疗的患者研究发现,574 例患者接受 HPSD 消融(50 W,5 s)及 113 例患者接受 LPLD 消融( $\leq 35 \text{ W}, 10 \sim 30 \text{ s}$ ),术后 24 h 通过晚期钆增强磁共振成像检测食管损伤情况。通过比较两组食管损伤情况发现无食管损伤(64.8% vs 57.5%)、轻度损伤(21.0% vs 28.3%)、中度损伤(11.5% vs 11.5%)及重度损伤(2.8% vs 2.7%),两组无统计学差异。在平均 2.5 年的随访期内,两组无心房食管瘘发生,且两组的 Af 复发率相似(42% vs 41%, $P = 0.571$ )。与 LPLD 相比,HPSD 消融导致相似的食管损伤。Castrejón-Castrejón 等<sup>[16]</sup>统计发现,在射频消融 30 W、50 W 和 60 W 组均完成环肺静脉消融,但食管病变发生率分别为 28%、22% 和 0%,这些研究表明在 Af 患者中 HPSD 射频消融较常规射频消融对食管的损伤未见明显增加。

#### 6 HPSD 射频消融的优缺点

HPSD 消融较传统消融损伤宽度大,而深度浅,从而可以增加消融线的连续性而减少因为深度损伤而导致的邻近组织损伤。消融持续时间短,导管贴靠稳定,不容易移位。由于 HPSD 射频消融拥有窄的安全及有效窗,消融时程很短容易导致轻微或非透壁性损伤,而消融时间过长容易导致蒸汽爆裂、血栓形成等。由于射频消融的持续时间是最重要的决定因素,需要自动控制射频持续时间以优化每个病变的射频能量<sup>[4]</sup>,避免无意中增加射频消融持续时间而增加能量<sup>[17]</sup>。对消融过程中导管的贴靠要求更高,因为消融时间短,若出现短暂的导管贴靠不佳,可能对消融效果造成影响。

#### 7 总结

既往临床研究中 HPSD 射频消融使用的功率、时间等参数有很多差异,很难在各个方案 $[(45 \text{ W}, 25 \text{ s})、(50 \text{ W}, 6 \text{ s})、(70 \text{ W}, 5 \text{ s}) \text{ 及 } (90 \text{ W}, 4 \text{ s})]$ 之间进行参数优缺点比较。随着消融设备及技术的发展,临床工作者整合了消融功率、贴靠压力及消融时间三个消融损伤变量为一体的量化消融参数(如损伤指数<sup>[18]</sup>或消融指数<sup>[19]</sup>)来标准化 AF 导管消融手术。虽然使用各种各样的 HPSD 射频消融设置时,现有的研究未检测到并发症的增加,但建议保持警惕,参数的细微差异可能会产生相关影响。优化安全性和有效性的最佳参数集可能包括能量和持续时间的一系列组合,但目前仍不清楚,微调至关重要。精确滴定射频消融持续时间到目标能量,采用决定性的新型导管和射频发生器,以适应快速可靠的温度和能量控制<sup>[20]</sup>,明确

HPSD 射频消融的终点,采用严格的、经批准的方案进行专门的临床研究,以及随后对临床和亚临床副作用的评估,将有助于引导 HPSD 射频消融策略在临床中的应用。

### 参考文献

- [1] 陈佳磊. 心房颤动射频导管消融现状[J]. 心血管病学进展, 2018, 39(6): 893-896.
- [2] Winkle RA, Mohanty S, Patrawala RA, et al. Low complication rates using high power (45 ~ 50 W) for short duration for atrial fibrillation ablations[J]. *Heart Rhythm*, 2019, 16(2): 165-169.
- [3] Raja DC, Sanders P, Pathak RK. How much is enough? An appraisal of high-power short-duration radiofrequency ablation for pulmonary vein isolation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2019, 30(11): 2205-2208.
- [4] Deneke T, Halbfäß P, Pürerfellner H. High-power short duration ablation for pulmonary vein isolation: simply cranking up the energy[J]. *Europace*, 2020, 22(3): 335-337.
- [5] Haines DE. The biophysics of radiofrequency catheter ablation in the heart: the importance of temperature monitoring[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 1993, 16(3 Pt 2): 586-591.
- [6] Hall B, Jeevanantham V, Simon R, et al. Variation in left atrial transmural wall thickness at sites commonly targeted for ablation of atrial fibrillation[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2006, 17(2): 127-132.
- [7] Bhaskaran A, Chik W, Pouliopoulos J, et al. Five seconds of 50 ~ 60 W radio frequency atrial ablations were transmural and safe: an in vitro mechanistic assessment and force-controlled in vivo validation[J]. *Europace*, 2017, 19(5): 874-880.
- [8] Barkagan M, Contreras-Valdes FM, Leshem E, et al. High-power and short-duration ablation for pulmonary vein isolation: safety, efficacy, and long-term durability[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2018, 29(9): 1287-1296.
- [9] Leshem E, Zilberman I, Tschabrunn CM, et al. High-power and short-duration ablation for pulmonary vein isolation: biophysical characterization[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2018, 4(4): 467-479.
- [10] Nilsson B, Chen X, Pehrson S, et al. The effectiveness of a high output/short duration radiofrequency current application technique in segmental pulmonary vein isolation for atrial fibrillation[J]. *Europace*, 2006, 8(11): 962-965.
- [11] Kottmaier M, Popa M, Bourier F, et al. Safety and outcome of very high-power short-duration ablation using 70 W for pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation[J]. *Europace*, 2020, 22(3): 388-393.
- [12] Reddy VY, Grimaldi M, de Potter T, et al. Pulmonary vein isolation with very high power, short duration, temperature-controlled lesions: the QDOT-FAST trial[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2019, 5(7): 778-786.
- [13] Yu W, Hu P, Wang S, et al. Distal radial artery access in the anatomical snuffbox for coronary angiography and intervention: a single center experience[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(3): e18330.
- [14] Barbhaiya CR, Kogan EV, Jankelson L, et al. Esophageal temperature dynamics during high-power short-duration posterior wall ablation[J]. *Heart Rhythm*, 2020, 17(5 Pt A): 721-727.
- [15] Baher A, Kheirkhahan M, Rechenmacher SJ, et al. High-power radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation: using late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging as a novel index of esophageal injury[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2018, 4(12): 1583-1594.
- [16] Castrejón-Castrejón S, Martínez Cossiani M, Ortega Molina M, et al. Feasibility and safety of pulmonary vein isolation by high-power short-duration radiofrequency application: short-term results of the POWER-FAST PILOT study[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2020, 57(1): 57-65.
- [17] Bourier F, Duchateau J, Vlachos K, et al. High-power short-duration versus standard radiofrequency ablation: insights on lesion metrics[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2018, 29(11): 1570-1575.
- [18] Kanamori N, Kato T, Sakagami S, et al. Optimal lesion size index to prevent conduction gap during pulmonary vein isolation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2018, 29(12): 1616-1623.
- [19] Okamatsu H, Koyama J, Sakai Y, et al. High-power application is associated with shorter procedure time and higher rate of first-pass pulmonary vein isolation in ablation index-guided atrial fibrillation ablation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2019, 30(12): 2751-2758.
- [20] Barkagan M, Leshem E, Rottmann M, et al. Expandable lattice electrode ablation catheter[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2019, 12(4): e007090.

收稿日期: 2020-02-23

欢迎投稿 · 欢迎订阅