

- [17] Sim S, Risinger C, Dahl M, et al. A common novel CYP2C19 gene variant causes ultrarapid drug metabolism relevant for the drug response to proton pump inhibitors and antidepressants[J]. *Clin Pharmacol Ther*, 2006, 79(1): 103-113.
- [18] Goldstein J, Ishizaki T, Chiba K, et al. Frequencies of the defective CYP2C19 alleles responsible for the mephenytoin poor metabolizer phenotype in various Oriental, Caucasian, Saudi Arabian and American black populations[J]. *Pharmacogenetics*, 1997, 7(1): 59-64.
- [19] Yamada S, Onda M, Kato S, et al. Genetic differences in CYP2C19 single nucleotide polymorphisms among four Asian populations[J]. *J Gastroenterol*, 2001, 36(10): 669-672.
- [20] Sibbing D, Stegheer J, Latz W, et al. Cytochrome P450 2C19 loss-of-function polymorphism and stent thrombosis following percutaneous coronary intervention[J]. *Eur Heart J*, 2009, 30: 916-922.
- [21] Depta JP, Lenzini PA, Lanfear DE, et al. Clinical outcomes associated with proton pump inhibitor use among clopidogrel-treated patients within CYP2C19 genotype groups following acute myocardial infarction[J]. *Pharmacogenomics J*, 2014, 28: 1-6.
- [22] Hokimoto S, Mizobe M, Akasaka T, et al. Impact of CYP2C19 polymorphism and proton pump inhibitors on platelet reactivity to clopidogrel and clinical outcomes following stent implantation[J]. *Thromb Res*, 2014, 133(4): 599-605.
- [23] Huang B, Huang Y, Li Y, et al. Adverse cardiovascular effects of concomitant use of proton pump inhibitors and clopidogrel in patients with coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Med Res*, 2012, 43(3): 212-224.
- [24] Zou JJ, Chen SL, Tan J, et al. Increased risk for developing major adverse cardiovascular events in stented Chinese patients treated with dual antiplatelet therapy after concomitant use of the proton pump inhibitor[J]. *PLoS One*, 2014, 9(1): 1-6.
- [25] Storey RF, Husted S, Harrington RA, et al. Inhibition of platelet aggregation by AZD6140, a reversible oral P2Y<sub>12</sub> receptor antagonist, compared with clopidogrel in patients with acute coronary syndromes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(19): 1852-1856.
- [26] Storey RF, Angiolillo DJ, Patil SB, et al. Inhibitory effects of ticagrelor compared with clopidogrel on platelet function in patients with acute coronary syndromes: the PLATO (PLATElet inhibition and patient Outcomes) PLATELET substudy[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56(18): 1456-1462.
- [27] Goodman SG, Clare R, Pieper KS, et al. Association of proton pump inhibitor use on cardiovascular outcomes with clopidogrel and ticagrelor insights from the platelet inhibition and patient outcomes trial[J]. *Circulation*, 2012, 125: 978-986.
- [28] Gara PTO, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2013, 127: e362-e425.
- [29] Gurbel PA, Bliden KP, Fort JC, et al. Spaced administration of PA32540 and clopidogrel results in greater platelet inhibition than synchronous administration of enteric-coated aspirin and enteric-coated omeprazole and clopidogrel[J]. *Am Heart J*, 2013, 165(2): 176-182.

收稿日期: 2015-03-05

## 心房颤动射频消融的术式演变

汪俊 综述 杨浩 审校

(皖南医学院第一附属医院心血管内科, 安徽 芜湖 241000)

### Evolution of Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation

WANG Jun, YANG Hao

(Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241000, Anhui, China)

文章编号: 1004-3934(2015)05-0574-06

中图分类号: R541.7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1004-3934.2015.05.013

**摘要:** 心房颤动的治疗目前主要有抗栓、控制心室率、电复律以及导管射频消融等, 仅有导管射频消融为治愈心房颤动提供了可能, 从最初的法国波尔多中心尝试性运用点消融至今已有数十个年头, 随着对心房颤动机制的深入研究, 消融术式得到了极大的发展, 期间提出了多种心房颤动的产生及维持机制, 但临床上对心房颤动, 尤其是持续性的消融仍远未达到满意的疗效, 通过对不同术式的研究并取长补短, 一定程度上可提高消融成功率。

**关键词:** 心房颤动; 射频消融; 术式演变

**Abstract:** The main treatment of atrial fibrillation is multi-faceted. It involves antithrombotic, ventricular rate control, electrical cardio-version, radiofrequency catheter ablation and much more. Only radiofrequency catheter ablation offers the possibility to cure atrial fibril-

lation. The Bordeaux, France, initial center point ablation has been used for many years, and coincided with the in-depth study of the mechanism of atrial fibrillation. As such ablation style, proposed mechanisms to produce and how to maintain a variety of atrial fibrillation during atrial fibrillation has been greatly developed. However clinically, especially sustained atrial fibrillation ablation is still far from providing satisfactory results. Through the study of different surgical procedures that can learn from each other, the success rate of ablation can be improved to a certain extent.

**Key words:** atrial fibrillation; radiofrequency ablation; surgical evolution

## 1 心房颤动消融的现状

心房颤动是临床上最常见的心律失常之一,心房颤动患者数量呈逐年递增趋势。一项研究表明,心房颤动在总体人群中的发病率为 0.4%~1.0%,中国年龄 $\geq 35$ 岁男性心房颤动患病率为 0.74%、女性为 0.72%,年龄 $< 60$ 岁男女患病率分别为 0.43%和 0.44%,年龄 $\geq 60$ 岁男女患病率则分别增长至 1.83%和 1.92%<sup>[1]</sup>,目前尚无根治心房颤动的方法,故对于心房颤动的诊治已成为 21 世纪心血管医生面临的巨大挑战之一。对于心房颤动发病机制的研究国内外众多心房颤动中心提出多种学说,虽然有 Moe 和 Abildskov 的多发子波学说、主导折返环伴颤动样传导理论及局部激动学说等,但仍未获得认知上的统一。国内绝大多数医院对于心房颤动的治疗仍以控制心室率及抗栓治疗为主。射频消融术近年来已较为成熟,是患者得到远期治愈的一种效果确切的治疗方法,自 1998 年法国波尔多中心 Haissaguerre 发现肺静脉内激动灶提出点消融至今,世界各大中心至少已衍生出数十种不同术式,但至今尚未有统一的标准术式,国内外大多以 2 种或以上术式组合行个体化治疗,但疗效各有差异,现归纳如下。

## 2 消融术式的演变

### 2.1 局灶消融(点消融)

该术式于 1998 年由法国 Haissaguerre 等<sup>[2]</sup>提出,其在肺静脉内发现了可导致心房颤动的异位兴奋灶,由此提出了局灶性点消融。术中标测发现,诱发心房颤动的局部兴奋灶约 90%位于左、右肺静脉内,少许分布于上、下腔静脉、界嵴、冠状静脉窦口、右房游离壁和左心房后壁等部位,该中心又相继以这些兴奋灶为靶点对 45 例阵发性心房颤动患者进行局灶消融,术后不服用药物平均随访 8 个月,成功率约为 60%,此次研究成为心房颤动治疗的一次飞跃,为心房颤动治疗提供了一个新思路,但较高的复发率和近 40%的并发症(主要为肺静脉狭窄)、消融靶点难以确定等问题成为限制其进一步发展的重要因素,目前该术式在临床上基本停用。

### 2.2 节段性肺静脉电隔离

肺静脉电隔离最初由 Haissaguerre 等在 2000 年提出。Haissaguerre 等<sup>[3]</sup>研究发现肺静脉开口部的电连

接是不连续的,故提出肺静脉口内环形节段性消融,形成肺静脉与心房的完全电隔离,此术式优点在于无需标测异位兴奋灶,手术时间大为缩短,过程明显简化。该理论及术式的提出为心房颤动治疗的一个里程碑,多家中心成功复制其结果。但随后逐渐发现其仅对阵发性心房颤动效果较好,Oral 等的研究发现节段性肺静脉电隔离对慢性心房颤动的成功率为 25%~35%。原因可能为:(1)异位兴奋灶不仅仅存在于肺静脉开口以内处,还可能存在于其他部位,尤其是上腔静脉、冠状窦、左心房后壁、左心耳、界嵴等。(2)手术难度大,难以形成连续、透壁的消融线。(3)随着心房颤动时间的延长,肺静脉在心房颤动的产生及维持中的作用逐渐降低,左房基质的作用随之增高,有研究报道<sup>[4]</sup>该术式对 51 例慢性心房颤动患者进行消融,平均经过  $(1.7 \pm 0.9)$  次消融,随访  $(16.9 \pm 9.1)$  个月,维持窦性心律者仅占 45%。单纯的电隔离而无左房基质改良已不能完全达到满意效果。

### 2.3 Carto 指导下环肺静脉消融术

2000 年意大利的 Pappone 等<sup>[5]</sup>提出环肺静脉消融术(circumferential pulmonary vein ablation, CPVA),其与节段性肺静脉电隔离的不同点在于:(1)首次把 CARTO、ENSITE3000 等三维标测系统应用于心房颤动消融,开创了心房颤动导管消融的新时代。(2)在肺静脉电隔离的基础上增加了左房基质改良。该术式近年来逐步完善,目前主要策略如下:围绕同侧肺静脉进行消融,并且在同侧上下肺静脉之间做消融连线形成“8”字形消融,消融终点为消融线内电压降低 80%或电压 $< 0.1$  mV。同时增加了左房后上壁连接双侧肺静脉、左房后下壁连接双侧肺静脉以及左肺静脉至二尖瓣环的三条消融线。Jkuck 等报道,该术式远期随访成功率达到 90%。2010 年,Chierchia 等<sup>[6]</sup>对 82 例患者消融,结果即刻成功率为 100%,平均随访  $(11.5 \pm 4.7)$  个月,62%的患者未有房性心律失常及复发。迅速被国内外大多数消融中心所采用,但也有其他中心研究结果表明成功率不高,Kiliszek 等<sup>[7]</sup>对 175 例心房颤动患者消融,随访 17 个月,复发 88 例,手术最终成功率为 55.2%(持续性心房颤动 43.5%和阵发性心房颤动 59.7%)。由于对左房基质改良所形成

的消融瘢痕及存在 GAP, 不能保证消融线双向阻滞, CPVA 后患者易出现频发房性期外收缩、房性心动过速或心房颤动复发, Gerstenfeld 等报道单纯隔离肺静脉附加消融线消融相比不加消融线房性心动过速发生率反而升高, 达到 14% ~ 21%, 该技术面临的最大问题在于左心房内消融次数较多, 对左房的损伤可能导致心脏压塞、左心房-食管瘘和血栓形成等严重并发症。

## 2.4 心房复杂碎裂电位消融

2004 年, Nadernanee 等<sup>[8]</sup>独辟蹊径从一个新的角度提出该技术, 并定义复杂碎裂电位为: (1) 心房电位呈两个或两个以上曲折的碎裂波和/或基线在 10 s 内持续曲折; (2) 心房电位在 10 s 内平均周长  $\leq 0.12$  s。目前大多学者认为碎裂电位是由于自主神经系统与心房组织之间复杂、精密的相互作用产生, 其本质代表心房的纤维化。Scherlag 等<sup>[9]</sup>研究表明心脏自主神经在心房颤动的发生和维持中发挥重要作用, 过度激活可以诱发心房复杂碎裂电位消融 (complex fractionated atrial electrograms, CFAEs), 动物实验中亦有相似结果。研究发现 CFAEs 主要集中在肺静脉、左房前壁、间隔部、冠状窦、左房顶部和左后间隔二尖瓣峡部等部位。Nadernanee 等<sup>[8]</sup>早期单独应用该技术消融, 结果显示 91% 的持续性心房颤动及全部的阵发性心房颤动在术中即可终止心房颤动, 术后长期随访 1 年, 未服用任何抗心律失常药物, 仍有 77% 患者维持窦性心律。该成果报道后产生巨大反响, 但鲜有其他中心复制类似结果, 相反, Oral 等<sup>[10]</sup>对 100 例平均年龄 ( $57 \pm 11$ ) 岁患者的研究, 消融终点为心房颤动终止或全部复杂碎裂电位消除, 术后 ( $14 \pm 7$ ) 个月随访 (未服用抗心律失常药物), 33% 的患者仍维持窦性心律, 38% 有心房颤动, 17% 同时有心房颤动和心房扑动, 9% 有持续性心房扑动。单独运用该技术难以取得满意效果, 可能与未予肺静脉电隔离有关。徐楷等<sup>[11]</sup>将 240 例持续性心房颤动患者分成 3 组, A 组: CPVA + CFAEs; B 组: CPVA + CFAEs + 左心房线性消融; C 组: 80 例患者行 CPVA + CFAEs + 左心房线性消融 + 三尖瓣峡部线性消融, 平均随访 ( $36 \pm 7$ ) 个月, 单次消融后成功率: A 组 37.5%、B 组 52.5%、C 组 55.0%; 多次消融后成功率: A 组 60.0%、B 组 75.0%、C 组 76.3% ( $P < 0.05$ )。CFAEs 消融后必将引起心房瘢痕化, 可能增加术后“医源性”房性心动过速, 加之以上结果可重复性不强, 故目前主要作为肺静脉电隔离基础上的一个辅助治疗策略。

## 2.5 双 Lasso 导管和三维标测指导下环肺静脉线性隔离术

该技术为德国 Ouyang 等<sup>[12]</sup>于 2005 年首创, 其消融理念与环肺静脉电隔离基本一致。首先利用三维

电解剖系统对左房重建, 后将两根 Lasso 多极导管同时置于右 (左) 上、下肺静脉之内。在距肺静脉口 0.5 ~ 1 cm 左右处行环肺静脉及其周围组织电隔离。消融终点为左心房-肺静脉周围组织完全阻滞 (放电时肺静脉电位消失)。对 40 例持续性心房颤动患者消融, 其中 12 例即刻恢复窦性心律, 18 例仍为心房颤动, 剩余的 10 例中包括 4 例大折返性房性心动过速和 6 例心房扑动。平均 4 d 有 15 例恢复, 后对其中 14 例进行二次消融, 发现其中 13 例肺静脉电位恢复, 补点消融 GAP 后, 随访 ( $8 \pm 2$ ) d, 38 例仍维持窦性心律。2006 年徐亚伟等<sup>[13]</sup>研究显示, 对 28 例心房颤动患者 (阵发性心房颤动 12 例, 持续性心房颤动 16 例) 电隔离后, 术后随访 ( $8.5 \pm 3.7$ ) 个月, 5 例心房颤动复发, 总成功率 82.1%, 23 例无心房颤动发作的患者中继续服用抗心律失常药物的比率为 34.8% (8/23), 有 2 例 (7.1%) 患者术后 1 周内出现不典型心房扑动并自行终止, 随访过程中未再发作。疗效较 Ouyang 研究组有所提高, 但因该方法未能提高心房颤动消融成功率且增加了治疗费用, 因此目前仍以单 Lasso 指导下的环状消融肺静脉隔离为主。

## 2.6 迷走神经节消融

2004 年 Pappone 等<sup>[14]</sup>研究表明, 在 CPVA 中是否实现去迷走神经化是影响消融成功率的重要因素, 2000 年 Schauerte 等<sup>[15]</sup>报道称肺静脉开口有大量迷走神经分布, 并且刺激肺静脉内的神经丛能够诱发出心房颤动。动物实验表明心房迷走神经在心房颤动维持中的重要作用, 有研究<sup>[16]</sup>通过心率变异性来评价阵发性心房颤动患者自主神经功能的变化, 结果同样表明阵发性心房颤动患者心房迷走神经张力增加。Nakagawa 等报道了该术式的迷走神经定位方法。Yorgun 等<sup>[17]</sup>报道了联合该技术较单独运用肺静脉电隔离的优点。Pokushalov 等<sup>[18]</sup>对 58 例药物难治性心房颤动患者行左房神经节丛的 4 个区域消融, 94.1% 术后即刻终止心房颤动, 术后行 ( $7.2 \pm 0.4$ ) 个月长期随访, 86.2% 的患者在未服用抗心律失常药物前提下仍维持窦性心律。另一项研究表明<sup>[19]</sup>, 对 83 例心房颤动患者消融后, 随访 12 个月, 未发心房颤动或房性心动过速的比例为 80%, 继续随访至 22 个月时该比例为 86%。神经节丛消融是一种有效的治疗方法, 近年来发现左心房去迷走神经化联合肺静脉电隔离较单一使用该术式效果有所提升。

## 2.7 递进式消融术

2005 年由法国 Haissaguerre 等提出, 最初所设计步骤为 5 步<sup>[20]</sup>: (1) 环状电极引导下肺静脉电隔离, 实现肺静脉与心房组织的电学分离。(2) 左房顶部行

连接两个消融环的线性消融,同时验证消融线是否双向阻滞。(3)左房基质及其他部位的消融,重点包括冠状窦、左心房下部等。(4)CFAEs。(5)二尖瓣峡部消融。Haissaguerre 等<sup>[21]</sup>对 60 例持续性心房颤动患者用该术式消融,结果 87% 的患者术中心房颤动终止,以 3 个月为界,对复发的患者行二次消融,并在未服用抗心律失常药物的情况下随访 11 个月,仍有约 95% 的患者能维持窦性心律。张劲林等<sup>[22]</sup>以相似术式对 200 例患者消融,结果 136 例(68%)术中心房颤动被消融终止,消融复发患者经再次消融后,平均随访( $12.8 \pm 7.2$ )个月,总体手术成功率 78.5% (157/200)。以上研究表明该术式效果明确,长期成功率高,但不足之处为操作过程繁杂,部分患者需要消融左房以外的部分如上腔静脉及右心房,甚至三尖瓣峡部消融,最终还需在窦性心律下起搏加以验证,同时消融部位广泛,术后房性心动过速及相关严重并发症明显增多,因此国内外也较少采用此消融术式。

## 2.8 CCL 术式

刘旭等在借鉴法国复合消融术式基础上取长补短,2008 年在国际上首创“CCL”术式。CCL 术式即 CPVI + CFAEs + Lines 的复合消融术式。上海市胸科医院回顾性分析<sup>[23]</sup>156 例慢性心房颤动患者,根据消融术式分为 3 组:CPVI + CFAEs、CPVI + Lines 和 CPVI + CFAEs + Lines 组。术后平均随访( $9.5 \pm 1.8$ )个月无心房颤动及房性心动过速复发例数分别为 39 例(70.9%)、33 例(67.3%)和 41 例(78.8%), $P < 0.05$ 。2011 年又对 240 例持续性心房颤动进行类似研究<sup>[12]</sup>,得出相似结论。故认为 CPVI 基础上 CFAEs 消融的心房颤动终止比例高于单纯线性消融,但低于联合应用 CFAEs 消融和 Lines 消融。该术式类似于 Haissaguerre 的递进式消融(stepwise ablation, SA),但不同点在于其不要求术中终止心房颤动(未终止者予以电复律),同时操作步骤、手术时间及 X 线透视时间均大大短于前者,并发症发生率亦有明显降低,目前已确定为上海市胸科医院心房颤动中心标准术式,为中国学者吸收国外先进理念首创的为数不多的术式之一,随着该术式的不断完善及成熟,其远期成功率可能会进一步提高。

## 2.9 “7”字消融术

姚焰<sup>[24]</sup>于 2008 年对以肺静脉电隔离作为消融终点的理念提出了质疑,认为既然电隔离不能有效地消除心房颤动,仍以其作为消融终点有失偏颇。认为大多数心房颤动的本质是左房内单个多变、随机的大折返激动,最典型的模式是后壁-左房顶部或左心耳与左肺静脉之间的嵴部-前壁-右肺静脉与二尖瓣环之间的

峡部的折返或是反向传导。在此基础上提出“7”字消融术,即在右上肺静脉至左上肺静脉之间,再向下经过左上肺静脉与心耳之间的嵴部一直延伸到二尖瓣环形成完整的消融线。消融方案分为 ABC 三个递进式步骤,A:典型的“7”字消融术;B:若未能终止,则加行右肺静脉前庭前壁至二尖瓣环的消融线和/或在左房内沿冠状窦消融;C:在 B 的基础上若仍有房性心动过速及心房扑动,则在左心耳、前壁或右房内(如右心耳、上腔静脉口、冠状窦口和界嵴处)进行消融。根据不同情况将消融终点分为两级,一级终点:心房颤动成功转复不能诱发,且消融径线双向阻滞;二级终点:心房颤动消融后转变为、或虽被终止但随后被诱发出难治性的非典型心房扑动/房性心动过速,但继续消融 1 h 仍不能终止,左房连续递增刺激亦不能转变为心房颤动。2014 年该团队对 136 例患者(阵发性心房颤动 CPVI 组 45 例,阵发性心房颤动“7”字消融组 48 例,持续性心房颤动 CPVI 组 18 例,持续性心房颤动“7”字消融组 25 例)进行对比研究<sup>[25]</sup>,术后随访 12 个月,阵发性心房颤动组中,45 例 CPVI 术者成功率 88.9%,5 例复发;而 48 例“7”字线消融者成功率 87.5%,6 例复发,两组间比较差异无统计学意义。持续性心房颤动组中,18 例 CPVI 者中成功率 61.1%,7 例复发;25 例“7”字线消融者中成功率 84.0%,4 例复发,两组间比较差异无统计学意义。两组术式总成功率分别为:CPVI 消融:81.0% (51/63),“7”字线消融者 86.3% (63/73),差异无统计学意义( $P = 0.398$ )。在并发症方面,CPVI 组消融者共发生 2 例,“7”字线消融者 5 例,比较差异无统计学意义( $P = 0.563$ )。以上研究表明“7”字消融术在不追求肺静脉电隔离及碎裂波消融的情况下仍能取得较为理想的成功率,同时简化了手术过程,为一种有效的消融方法,但任何一种新术式的提出都需要在实践中不断完善,相信随着时间推移其临床效果会有进一步提升。

## 2.10 左心房低电压区消融术

2014 年 Lin 等<sup>[26]</sup>通过对心房基质电压进行标测,发现心房基质的纤维化可导致相应的复杂低电压区域(low voltage zone, LVZ),从而导致心房颤动的发生和维持。其对 80 例心房颤动患者(阵发性心房颤动 30 例、持续性心房颤动 22 例和永久性心房颤动 28 例)和 20 例非心房颤动患者进行对比研究,将左房分成 6 个区域,在窦性心律下对左房平均电压和激动时间进行标测,结果表明左房平均电压为( $3.67 \pm 0.68$ )mV 时均为无心房颤动患者,( $2.16 \pm 0.63$ )mV 内为阵发性心房颤动,( $1.81 \pm 0.36$ )mV 内为持续性心房颤动,( $1.48 \pm 0.34$ )mV 内为永久性心房颤动( $P <$

0.001);总左房激动时间为 $(75.3 \pm 5.4)$  ms 时无心房颤动, $(89.7 \pm 12.3)$  ms 为阵发性心房颤动, $(104.9 \pm 6.1)$  ms 为持续性心房颤动, $(115.6 \pm 12.1)$  ms 则为永久性心房颤动患者( $P < 0.001$ )。该研究为射频消融提出了一个新的方向,从左房基质电压的角度去审视心房颤动的类型。Rolf 等<sup>[27]</sup>对 178 例心房颤动患者进行电压标测,发现阵发性心房颤动和持续性心房颤动患者左房存在 LVZ( $<0.5$  V)的比例分别为 10% 和 35%,进一步证实 LVZ 在持续性心房颤动患者中的高比例。2014 年 Wang 等<sup>[28]</sup>对 124 例持续性心房颤动患者进行左房个体化消融(individualized substrate modification, ISM)与 SA 进行对比研究,ISM 组 64 例,SA 组 60 例,肺静脉电隔离后分别行 ISM 与 SA,单次消融后长期随访 12 个月,ISM 组仍有 65.5% 维持窦性心律,SA 组则为 45.0%( $P = 0.04$ );ISM 组房性心动过速复发 5 例,SA 组 20 例( $P = 0.01$ )。二次消融后随访 12 个月,ISM 组与 SA 组的窦性心律维持率分别为 63.3% 和 75%( $P = 0.16$ )。以上研究证明了该术式的有效性,其创新之处在于证实了心房纤维化可导致相应区域产生复杂低电压,并对低电压区进行基质改良,与 CFAEs(通过碎裂波反映心房纤维化)有相似之处,但操作过程较为复杂,少有其他中心复制类似结果,目前该术式仍处于探索阶段。

## 2.11 磁导航系统指导的心房颤动射频消融

磁导航系统(MNS)为近年来心血管介入治疗中独特的新方法,在传统的人工消融中,往往需要有经验的临床电生理医师操作,需对心脏解剖及相关电生理知识有极深刻的认识才可完成手术,但由于心脏的解剖差异,往往会出现不可避免的误差。MNS 在计算机控制的三维磁场系统中引导导管的行进方向并迅速、精确到达所需靶点,此外,术中电生理医师可通过在控制室操作控制手柄控制磁性导管,从而无需进入手术室,极大缩短了 X 线曝光时间。该方法目前在中国较为少见,部分欧美国家(北欧居多)则已广泛开展。2006 年 Pappone 等<sup>[29]</sup>的一项磁导航研究表明,对 40 例心房颤动患者消融,38 例消融成功且无并发症,标测及消融时间的中位数为 152.5 min,且随着手术的进行,手术时间明显缩短,后 28 例的消融时间明显短于前 12 例。有研究<sup>[30]</sup>将 80 例心房颤动患者随机分成 MNS 组及手动消融(CON)组,其中 MNS 组 30 例,CON 组 50 例,80 例患者均成功消融,随访 3~6 个月,手术成功率无明显差异( $P < 0.05$ ),同时 MNS 组心包压塞、血肿、迷走神经反射等并发症以及曝光时间等较 CON 组减少。Da Costa 等<sup>[31]</sup>对 81 例心房颤动患者(73% 为阵发性心房颤动,27% 为持续性心房颤动)研究,结果表明平均手

术时间为 $(3.5 \pm 1)$  h,手术成功率为 71%,术后复发房性心动过速( $n = 3, 3.7\%$ )、阵发性心房颤动( $n = 8, 9.9\%$ )、持续性心房颤动( $n = 4, 4.9\%$ );对以上 15 例行二次消融后,平均随访 $(15 \pm 6)$  个月,成功率为 84%。该术式已经相继被欧盟及美国 FDA 批准用于临床,但在中国尚处于探索起步阶段,国内部分医院已引进 MNS 但由于相关技术人员配置不足及 CON 占统治地位的大环境下,目前仍未能广泛开展,随着时间的推移及该技术日益成熟,因其高精度度,磁导航很可能成为未来的一种主流、高效的消融方法。

## 3 讨论及展望

随着中国人口老龄化,心房颤动的发病率逐年上升,患者群大幅增加。国内外众多电生理中心认为导管消融为治愈心房颤动提供了可能,近几年通过导管消融方法“隔离”病灶、改良心房的基质等,在经验丰富的临床中心,阵发性心房颤动成功率可达 90%,慢性心房颤动的成功率为 70%~80%。但对心房颤动的治疗无论是药物治疗还是导管消融治疗,都已进入相对缓慢的发展阶段,远未达到根治心房颤动这一终极理想目标。从 1998 年法国 Pappone 提出点消融至今不过 20 年,期间衍生出了以上所列消融术式及方法。目前国内外大多数学者肯定了肺静脉电隔离在心房颤动射频消融中的“基石”地位,并在这一基础上逐渐创立了今天大多数临床中心沿用的主流术式,即三维标测系统指导下的导管消融,对左心房基质进行干预,通过增加消融径线和碎裂电位消融来提高消融成功率,但同时也提高了术后房性心动过速的发生率,在预防并发症方面近年来部分医院对患者行左心耳封堵术,有研究表明其明显降低脑卒中发生率。亦有学者另辟蹊径,寻找全新的射频消融方法,如微波消融术、冷冻消融术、射电消融术及超声指导的消融术等新型术式,但终将殊途同归,相信在不远的将来,随着导管消融技术的不断创新及完善,治愈心房颤动将成为可能。

## 【参考文献】

- [1] Zhang S. Atrial fibrillation in mainland China: epidemiology and current management[J]. *Heart*, 2009, 95: 1052-1055.
- [2] Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins[J]. *N Eng J Med*, 1998, 339: 659-666.
- [3] Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Right and left atrial radiofrequency catheter therapy of paroxysmal atrial fibrillation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 1996, 7: 1132-1144.
- [4] Lim TW, Jassal IS, Ross DL, et al. Medium-term efficacy of segmental ostial pulmonary vein isolation for the treatment of permanent and persistent atrial fibrillation[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2006, 29(4): 374-379.

- [5] Pappone C, Rosanio S, Oreto G, et al. Circumferential ablation of pulmonary vein ostia. A new anatomic approach for curing atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2000, 102: 2619-2628.
- [6] Chierchia GB, Capulzini L, de Asmundis C, et al. Cryoballoon ablation for paroxysmal atrial fibrillation in septuagenarians: a prospective study[J]. *Indian Pacing Electrophysiol J*, 2010, 10: 393-399.
- [7] Kiliszek M, Miązek N, Peller M, et al. Influence of left atrial size on the outcome of pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation[J]. *Kardiol Pol*, 2014, 72(11): 1135-1140.
- [8] Nadermanee K, McKenzie J, Kosar E, et al. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2004, 43: 2044-2053.
- [9] Scherlag BJ, Nakagawa H, Jackman WM, et al. Electrical stimulation to identify neural elements on the heart: their role in atrial fibrillation[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2005, 13(suppl1): 37-42.
- [10] Oral H, Chugh A, Good E, et al. Radiofrequency catheter ablation of chronic atrial fibrillation guided by complex electrograms[J]. *Circulation*, 2007, 115: 2606-2612.
- [11] 徐楷, 刘旭, 王远龙, 等. 长期持续性心房颤动导管消融策略的临床研究[J]. *中华心律失常学杂志*, 2014, 20(6): 89-93.
- [12] Ouyang F, Ernst S, Chun J, et al. Electrophysiological findings during ablation of persistent atrial fibrillation with electroanatomic mapping and double Lasso catheter technique[J]. *Circulation*, 2005, 112: 3038-3048.
- [13] 徐亚伟, 黄从新, 张劲林, 等. 双 Lasso 导管和三维标测指导下环肺静脉线性隔离术治疗心房颤动[J]. *中国心脏起搏与电生理杂志*, 2006, 20(3): 205-209.
- [14] Pappone C, Santinelli V, Manguso F, et al. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2004, 109: 327-334.
- [15] Schauer P, Scherlag BJ, Pitha J, et al. Catheter ablation of cardiac autonomic nerves for prevention of vagal atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 2000, 102: 2774-2780.
- [16] 何元, 邹操, 赵波, 等. 阵发性心房颤动患者迷走神经功能的变化[J]. *当代医学*, 2013, 19(16): 33.
- [17] Yorgun H, Avtemir K, Canpolat U, et al. Additional benefit of cryoballoon-based atrial fibrillation beyond pulmonary vein isolation: modification of ganglionated plexi[J]. *Europace*, 2014, 16(5): 645-651.
- [18] Pokushalov E, Turov A, Shugayev P, et al. Catheter ablation of left atrial ganglionated plexi for atrial fibrillation[J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2008, 16(3): 194-201.
- [19] Po SS, Nakagawa H, Jackman WM. Localization of left atrial ganglionated plexi in patients with atrial fibrillation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2009, 20: 1186-1189.
- [20] O'Neill MD, Jais P, Takahashi Y, et al. The stepwise ablation approach for chronic atrial fibrillation—evidence for a cumulative effect[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2006, 16: 153-167.
- [21] Haissaguerre M, Hocini M, Sanders P, et al. Catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation: clinical outcome and mechanisms of subsequent arrhythmias[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2005, 16: 1138-1147.
- [22] 张劲林, 苏唏, 唐成, 等. 以终止持续性心房颤动为手术终点的递进式消融 200 例总结[J]. *中国心脏起搏与电生理杂志*, 2012, 26(3): 221-224.
- [23] 王新华, 刘旭, 施海峰, 等. 慢性心房颤动导管消融: 碎裂电位消融和线性消融的比较[J]. *中国心脏起搏与电生理杂志*, 2011, 25: 206-209.
- [24] 姚焰. 心房颤动的 7 字线消融术式及临床应用[J]. *中国心脏起搏与电生理杂志*, 2008, 22(4): 292-294.
- [25] 马凌, 王菲, 蔡晓庆, 等. 环肺静脉前庭隔离消融术与 7 字线消融术治疗心房颤动的对比研究[J]. *中国循环杂志*, 2014, 29(10): 787-790.
- [26] Lin Y, Zhang F, Chen M, et al. Comparison of left atrial electrophysiologic abnormalities during sinus rhythm in patients with different type of atrial fibrillation[J]. *Interv Card Electrophysiol*, 2014, 39(1): 57-67.
- [27] Rolf S, Kircher S, Arya A, et al. Tailored atrial substrate modification based on low-voltage areas in catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2014, 7(5): 825-833.
- [28] Wang XH, Li Z, Mao JL, et al. A novel individualized substrate modification approach for the treatment of long-standing persistent atrial fibrillation: preliminary results[J]. *Int J Cardiol*, 2014, 175(1): 162-168.
- [29] Pappone C, Vicedomini G, Manguso F, et al. Robotic magnetic navigation for atrial fibrillation ablation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(7): 1390-1400.
- [30] 杨晓敏, 陈瑶, 过庆华, 等. 运用磁导航行心房颤动消融与手动消融的比较分析及护理[J]. *护士进修杂志*, 2014, 29(15): 1374-1379.
- [31] Da Costa A, BenH'dech M, Romeyer-Bouchard C, et al. Remote-controlled magnetic pulmonary vein isolation using a new three-dimensional non-fluoroscopic navigation system: a single-center prospective study[J]. *Arch Cardiovasc Dis*, 2013, 106(8-9): 423-432.

收稿日期: 2015-02-26