

心房颤动导管消融中环肺静脉单圈隔离的意义及操作要点

张建军¹

[摘要] 心房颤动(房颤)机制复杂,内科消融治疗房颤复发率高。肺静脉单圈隔离摒弃随心所欲的消融方式,术后窦性心律维持率高。本文对肺静脉单圈隔离的背景、优势和操作要点,并结合本中心的经验作出阐述,以期对房颤手术的临床决策提供指导。

[关键词] 心房颤动;导管消融;肺静脉隔离

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.11.001

[中图分类号] R541.7 **[文献标志码]** C

Significance and operation points of single-circle isolation of annular pulmonary vein in catheter ablation of atrial fibrillation

ZHANG Jianjun

(Heart Center, Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100020, China)

Corresponding author: ZHANG Jianjun, E-mail: zmn0359@vip.sina.com

Summary Atrial fibrillation(AF) has a complex mechanism, and the ablation therapy has a high recurrence rate of AF. Pulmonary vein single-circle isolation abandons the arbitrary ablation method, and the maintenance rate of postoperative sinus rhythm is high. This article describes the background, advantages, and operational points of pulmonary vein isolation, as well as the experience of our center, in order to provide guidance for clinical decision in AF treatment.

Key words atrial fibrillation; catheter ablation; pulmonary vein isolation

心房颤动(房颤)机制复杂,到目前为止还有许多奥秘尚不清楚。针对房颤的内外科治疗,经历了数10年的探索,术式也在不断改良,内外科效果差别较大,尤其是长期稳定地维持窦性心律,外科明显优于内科。房颤复发与年龄、基础疾病、心肌纤维化、电重构、神经重构、心房心肌病的形成有关,但此理论无法解释同期显示的外科经CoX-Maze III、IV术式手术治疗房颤的远期复发率比经导管消融要低得多。因此必须仔细分析内外科术式的差别,以及内科消融方式固有的不足,以期能得以改进。

1 房颤治疗内外科疗效的差距

Weimar等^[1]报道,采用CoX-Maze III和IV术式手术治疗房颤,其中入选患者阵发性房颤与持续性或长程持续性房颤各占一半,随访10年,窦性心律维持率为85%。Ad等^[2]采用CoX-Maze IV术式手术治疗持续性房颤,即刻成功率为100%,随访5年,逐年窦性心律维持率分别为91.8%、87.8%、

84.9%和80.9%。Prasad等^[3]报道198例有严重基础疾病合并房颤者,在对其基础疾病分别进行瓣膜置换术、冠状动脉旁路移植术、房间隔缺损修补术的基础上行CoX-Maze III术式手术,5年的随访结果,其窦性心律维持率仍高达95.9%,其中近80%术后未服用抗心律失常药物。

与此相平行发展的是经导管射频消融、球囊冷冻消融、脉冲场消融等内科治疗方式。Ouyang等^[4]报道了射频消融阵发性房颤5年的随访结果,单次消融窦性心律维持率为46.6%,多次消融(平均1.5次)后的窦性心律维持率为79.5%;Pappone等^[5]报道射频消融房颤3年的随访结果,其窦性心律维持率分别是84%、79%和78%;Weerasooriya等^[6]报道了单次和多次射频消融阵发性和持续性房颤5年的随访结果,其单次消融后1、2和5年的窦性心律维持率分别是40%、37%和29%;多次消融分别是87%、81%和63%。与导管射频消融相似,Neumann等^[7]使用冷冻球囊消融阵发性房颤,术后1年窦性心律维持率为68%,5年为52.8%;众多内科消融的数据与上述报道相差无

¹首都医科大学附属北京朝阳医院心脏中心(北京,100020)
通信作者:张建军,E-mail: zmn0359@vip.sina.com

几,与外科的主要差别在于长期维持率不高。换言之,内科通过“冰与火”的消融方式,即刻成功率较高,随着随访时间的延长,能维持窦性心律的比例逐年降低;复发率明显高于外科直视下的切割后缝合的手术方式。值得一提的是,前述引用的有关导管消融的文献多为5~10年之前的随访结果,当时使用的器械便利度差,消融理念、手术方式及导管改进仍处于探索之中,需要仔细分析近两年的数据与当年数据对比,或许能发现内科方式略显不足的秘密。

2 肺静脉单圈隔离的意义

2.1 背景

内外科的差别在于手术毁损的范围及程度的差异。外科 CoX-Maze III、IV 术式毁损的基本径路:完整的肺静脉隔离、右心房隔离线、二尖瓣峡部连线、三尖瓣峡部连线,外科医源性必要的毁损度范围大于经导管消融,邻近心外膜的触发灶和(或)基质射频及冷冻能源难以企及,非直视下导管及球囊稳定性以及贴靠程度对可及部位消融不完全。内科导管消融方式未完全模拟 Cox-Maze,经导管消融径线包括环肺静脉电隔离是基石外,其复合术式均在此基础上选择其他消融径线,如三尖瓣峡部线、二尖瓣峡部线、后壁顶部线或顶部线加底部(Box)线、前壁线等。而且各中心消融流程及技术规范不统一。

回顾性的文章显示^[8-9],房颤导管消融术后复发再次手术后发现,绝大多数是原来消融并术后证实完整的隔离线变得不完整,存在电传导缝隙;原来透壁损伤的隔离点恢复传导;少数才是肺静脉以外的触发灶未仔细标测并有效消融。与外科 CoX-Maze III、IV 术式相比,导管消融术式消融后,消融的线与点形成的消融环线远期阻滞结果不彻底、不完整性以及不透壁性是复发的主要原因。

2.2 改进方式

对此缺陷,改进方式之一是消融能源的选择。目前已应用到临床的射频、冷冻消融等,之所以无法实现逐点透壁毁损,不是能源本身的问题,是担心损伤致严重并发症如心包填塞、左房食管瘘等不宜采用高能量长时间消融。具有选择性毁损不同组织的脉冲场消融有可能成为有前途的消融方式,但是临床试验中发现,不同厂家的设备均存在各种各样的不足,部分设备除了消融效能低外,最大的不足是高电压放电导致的血液成分在电极端糊化导致的微卒中,而这些卒中不能通过强化肝素使用来避免,需要改进导管设计,预计临床广泛使用还有一段时间。

改进方式之二是寻找现有技术、操作要点的不足。就导管消融根治房颤而言,无论是阵发性房颤还是持续性房颤,环肺静脉消融隔离阻断肺静脉内

肌袖的电传导是房颤消融方式治疗房颤的基石,在此基础上的其他的组合消融线是持续性房颤患者的可选项目,如何保证环肺静脉环状消融线以及附加线的永久性隔离是减少术后复发的关键。目前的三维标测系统可以对左房的各个结构建模、导管定位以及记录消融点的能量释放(功率、压力、时间)进行记录,可以实现从不同角度观察所记录的消融点,以及点与点连接而成的消融线是否连续,点与点之有无空隙。消融的即刻效果可以从机器上实现,必须确保消融即刻效果的完美,才有可能实现即刻消融的隔离效果能长期存在。

2.3 肺静脉单圈隔离的优势

消融即刻效果的判断,最优标准为单圈隔离:即环肺静脉消融的第1个点与最后1个点之间没有可见的空隙(首尾相连无空隙)后,圈内无电位或分离电位(传入阻滞),同时实现传出阻滞。同理,单线隔离是指一条线消融结束形成消融线两侧电传导阻滞。单圈和单线隔离的形成,说明消融环与线上的点与点之间不存在可传导的组织间隙。文献报道体现单圈隔离的效果表现为术后3~12个月的无房颤事件的窦性心律维持率可达到88%,而未实现单圈隔离的维持率仅为72%^[10]。如此大的差别要求我们做两件事,①研究单圈隔离的实质,不难想象,根据消融点冷盐水消融坏死范围4 mm左右,周围还有2 mm左右的损伤区域,实现单圈隔离的目标,以2号点(强生导管)为例,必须是点与点之间重叠,才会导致坏死区域相连,而不是损伤区域相连。②为了降低远期复发率,因此必须在各治疗中心和术者心中,建立追求单圈隔离的理念,因此必须要摒弃随心所欲的消融方式,图1及图2为不同术者的消融效果图,提倡要达到图1显示的严谨风格。



消融点按计划点与点顺序消融。

图1 规范操作导管消融

Figure 1 Standardized operation of catheter ablation



消融点较随意,尽管术中可以实现电隔离的目标,由于消融点与点之间的缝隙明显,不能保证之后电连接是否恢复。

图2 不规范操作导管消融
Figure 2 Non-standardized operation of catheter ablation

3 肺静脉单圈隔离的操作要点

如何实现单圈隔离的目标,需要了解以下问题及相应的解决方法:①三维标测系统所建并显示的左房模型,其特点是以静态虚拟的图像表现动态真实的实物。因此,无论何种建模模式,均需要在呼吸门控后建模,模型需尽可能符合实际,在统一时相的模型上显示导管位置。另外,模型在技术员修正后,如果感觉大头导管定位不符合实际感受,需开启建模功能,标测及定位时切忌刻舟求剑。患者体位的改变会造成模型与实际不符,全麻下手术可减少手术过程中模型变动、与实际不符的差异程度及错误概率。本中心自2008年开始使用喉罩全麻下进行导管射频消融至今,充分体会了全麻后患者整个手术过程中无疼痛导致的体位变动的优势。②在模型上的事件记录类似于结绳记事,具有1)时效性:发生越近,越真实标;2)标准性:记事的标准越统一,越能更真实;3)虚拟性:第二性的资料,真实的左房受左房压、导管对房壁施加的张力等因素的影响,而模型是不变的。③将点与点相连的消融模式,改为点与点重叠的消融习惯,而且尽可能地在消融过程中不跨点消融,由于每点消融的范围为4 mm左右,因此消融时点与点之间的距离设置为前3 mm,后4 mm,基本保证点与点之间重叠。④使用Themocool Smarttouch或Themocool Smarttouch SF导管,上述导管较之前的TC导管增加了矢量方向、与组织的接触压力等重要参数,与时间及消融能量的结合就形成了目前认为达到有效消融的经验性消融指数(AI),在AI指导下(前壁500~550,后壁400左右)逐点消融,可以提高有效

消融的效率。在相关的三因素中,强调足够的压力和足够的时间,压力保持在10~15 g左右,低于5 g或消融时间低于10 s多数属于无效消融,尽管AI数值到达要求,即刻环肺静脉隔离或线性阻断,但后期复发率极高。新型导管的使用,使临床有效率提高至86.6%。SF增加了灌注孔数,从而可以实现高功率消融。同时减少灌流量,缩短消融时间^[11-12];强生公司新推出的Qdot micro导管可以实现更高功率的消融,减少传导热,在有效消融接触组织的同时,避免相邻组织的损伤程度^[13],其优势是阻抗热较高,而传导热少,可有效减少心脏外组织的损伤,避免左房食管瘘的发生。由于消融时间极短,每点仅有4 s,能否维持长期隔离效果需要积累经验。在国内尚缺乏房颤消融使用的体会和数据经验。⑤如何在消融预设线上稳定导管,获得满意的压力是导管操作的难点。目前证实,在麻醉状态下高频低容量呼吸控制、快速起搏以及可视的可调弯鞘联合使用,对稳定导管具有良好的效果。研究发现,高频低容量控制呼吸下的消融,消融时间缩短、双肺静脉单圈隔离率从80%~84%、左肺静脉单圈隔离率84%~90%、右肺静脉单圈隔离率75%~78%,其优势在左肺静脉尤其明显^[14]。

4 本中心经验体会

本中心在开展初期就在麻醉方法上与麻醉科进行了有效探索,使用了喉罩通气全麻下导管消融^[15],喉罩可以避免气管插管,损伤小,患者清醒后无气道感觉异常。当时主要目的是增加患者术后的舒适度以及避免体位变动造成三维模型的变化。2021年再次与麻醉科沟通,了解到朝阳医院无高频通气的装置,也无高频通气下手术的经验,因此探索在现有条件下减少潮气量、增加呼吸频率对导管的影响,同时全麻时采用喉罩支持,不使用气管插管,避免气管插管需要加深麻醉影响血压的弊端。一年的实践经验表明,将通气量减少至6 mL/kg、通气频率12~16次/min,监测氧饱和度及呼气末CO₂浓度无异常,导管稳定性同样可以明显改善。

快速起搏稳定器械在TAVI等手术中得到充分的应用,在房颤消融中,以100~120次/min快速起搏心房,同样具有稳定导管的效果,表现为阻抗稳定在较高水平且与组织的接触压力稳定。不难想象,可调弯的长鞘如agiolis鞘可180度双向调弯对于输送消融导管到位以及调整合适的压力,具有极佳的优势,当然在三维标测系统下可视的可调弯鞘Vizigo更具优势。临床体会到,鞘管的使用使得手术时间及消融时间明显缩短。

综上所述,提高环肺静脉单圈隔离率是目前减少术后复发的关键措施之一,实现这个目标,要求术者要有追求这个目标的理念,摒弃导管漂移后随

心所欲的风格,避免由于未按照预定消融线连续消融,而导致多处多点补点消融。要严格要求自己,养成在全麻高频低容量通气模式下,结合快速起搏及可调弯鞘使用,逐点重叠消融达到优化的 AI 指数,实现前 3 mm 后 4 mm 的连续消融线的习惯,以达到流程化的规范操作,提高单圈隔离率。

利益冲突 作者声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Weimar T, Schena S, Bailey MS, et al. The Cox-maze procedure for lone atrial fibrillation: a single-center experience over 2 decades[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2012, 5(1): 8-14.
- [2] Ad N, Henry L, Friehling T, et al. Minimally invasive stand-alone Cox-maze procedure for patients with nonparoxysmal atrial fibrillation [J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(3): 792-798, discussion 798-799.
- [3] Prasad SM, Maniar HS, Camillo CJ, et al. The Cox Maze III procedure for atrial fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, 126(6): 1822-1828.
- [4] Ouyang F, Tilz R, Chun J, et al. Long-term results of catheter ablation in paroxysmal atrial fibrillation: lessons from a 5-year followup[J]. *Circulation*, 2010, 122(23): 2368-2377.
- [5] Pappone C, Rosanio S, Augello G, et al. Mortality, morbidity, and quality of life after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation: outcomes from a controlled nonrandomized long-term study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 42(2): 185-197.
- [6] Weerasooriya R, Khairy P, Litalien J, et al. Catheter ablation for atrial fibrillation: are results maintained at 5 years of follow-up? [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57(2): 160-166.
- [7] Neumann T, Wójcik M, Berkowitsch A, et al. Cryoballoon ablation of paroxysmal atrial fibrillation: 5-year outcome after single procedure and predictors of success[J]. *Europace*, 2013, 15(8): 1143-1149.
- [8] Neuzil P, Reddy VY, Kautzner J, et al. Electrical reconnection after pulmonary vein isolation is contingent on contact force during initial treatment: results from the EFFICAS I study[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2013, 6(2): 327-333.
- [9] Sawhney N, Anousheh R, Chen W, et al. Circumferential pulmonary vein ablation with additional linear ablation results in an increased incidence of left atrial flutter compared with segmental pulmonary vein isolation as an initial approach to ablation of paroxysmal atrial fibrillation[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010, 3(3): 243-248.
- [10] Osorio J, Hunter TD, Rajendra A, et al. First pass isolation predicts clinical success after contact force guided paroxysmal atrial fibrillation ablation. ESC Congress 2020-The Digital Experience 29 August-1 September 2020.
- [11] Osorio J, Hunter TD, Rajendra A, et al. Predictors of clinical success after paroxysmal atrial fibrillation catheter ablation [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2021, 32(7): 1814-1821.
- [12] Vassallo F, Meigre LL, Serpa E, et al. The first-pass isolation effect in high-power short-duration compared to low-power long-duration atrial fibrillation ablation: a predictor of success[J]. *J Cardiac Arrhythmias*, 2020, 33(3): 161-169.
- [13] Reddy VY, Grimaldi M, Potter TD, 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.
- [14] Aizer A, Qiu JK, Cheng AV, et al. Rapid pacing and high-frequency jet ventilation additively improve catheter stability during atrial fibrillation ablation[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2020, 31(7): 1678-1686.
- [15] 张建军, 陈明, 刘兴鹏, 等. 心房颤动射频消融术中喉罩麻醉的方法[J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2009, 23(5): 456-457.

(收稿日期: 2022-08-27)