

· 临床研究 ·

## “打桩法”消融心房颤动左肺静脉前三角的有效性与安全性

李军杰<sup>1</sup>, 孙艳梅<sup>2</sup>, 方舟<sup>3</sup>, 黄亚<sup>1\*</sup>, 杨有婷<sup>1</sup>, 张玉霄<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 中国人民解放军总医院第一医学中心心血管内科, 北京 100853; <sup>2</sup> 赤峰松山医院心血管内科, 内蒙古自治区 赤峰 024005;

<sup>3</sup> 中国人民解放军空军特色医学中心心血管内科, 北京 100142)

**【摘要】目的** 比较采用与不采用“打桩法”概念与技术消融左肺静脉前三角在心房颤动(简称房颤)射频消融手术中的有效性与安全性。**方法** 选择自2018年6月到2020年12月就诊于中国人民解放军总医院第一医学中心心血管内科并接受射频消融治疗的阵发性房颤患者56例。采用随机数字表方法,随机分为打桩组与传统组,每组患者28例。收集2组患者的年龄、性别、体质量、阵发性房颤病史、左房前后径大小等基线资料并进行对比。完善术前检查后,进行房颤射频消融手术,其中打桩组对左侧肺静脉前三角(即左侧上下肺静脉之间嵴部前缘)采用“打桩法”的概念与技术进行消融治疗,传统组对左侧肺静脉前三角只是采用常规的贴靠与消融方法。采用SPSS 21.0软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用 $t$ 检验及 $\chi^2$ 检验。**结果** 与传统组比较,打桩组左肺静脉隔离时间[(39.6±6.2)和(62.5±8.7)min]、两肺静脉隔离时间[(106.3±12.8)和(123.9±17.5)min]及手术总时间[(176.4±29.1)和(201.2±33.8)min]均更短,单圈隔离率[82.1%(23/28)和60.7%(12/28)]较高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。2组患者术中迷走神经反射发生率、围手术期不良事件发生率、心包填塞发生率和随访1年复发率比较,差异均无统计学意义。**结论** “打桩法”消融技术稳定可靠,缩短了左侧肺静脉前三角的消融时间,提高了单圈消融隔离率,并进而提高总体手术工作效率,且安全性良好,无不良反应,是一种有效操作方法,解决了局部解剖带来的操作困难。

**【关键词】** 心房颤动;射频消融;操作技术;左房嵴

**【中图分类号】** R541.75

**【文献标志码】** A

**【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.07.106

## Efficacy and safety of “piledriving” for ablation of left pulmonary vein anterior triangle during atrial fibrillation ablation procedure

Li Junjie<sup>1</sup>, Sum Yanmei<sup>2</sup>, Fang Zhou<sup>3</sup>, Huang Ya<sup>1\*</sup>, Yang Youting<sup>1</sup>, Zhang Yuxiao<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Cardiology, First Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>2</sup>Department of Cardiology, Songshan Hospital of Chifeng City, Chifeng 024005, Inner Mongolia Autonomous Region, China; <sup>3</sup>Department of Cardiology, Air Force Medical Center of PLA, Beijing 100142, China)

**【Abstract】Objective** To compare the efficacy and safety of “piledriving” concept and technique in the ablation of left pulmonary vein anterior triangle during atrial fibrillation (AF) ablation procedure with that of traditional concept and technique. **Methods** Consecutive 56 patients with paroxysmal AF admitted to Department of Cardiology of First Medical Center of Chinese PLA General Hospital from June 2018 to December 2020 were enrolled, and then randomly assigned into piledriving group and traditional group, with 28 patients in each group. Their baseline data, including age, gender, body mass, history of paroxysmal AF and left atrial diameter were collected and compared. After preoperative examinations, ablation procedure were performed. The patients from the piledriving group were given special piledriving-like ablation at the anterior triangle of left pulmonary vein while those of the traditional group received routine ablation at the anterior triangle. SPSS statistics 21.0 was used for statistical analysis. Data comparison between two groups was performed using student's  $t$  test or  $\chi^2$ -square test depending on data type. **Results** The “piledriving” group demonstrated significantly shorter left pulmonary isolation time [(39.6±6.2) vs (62.5±8.7) min], bilateral pulmonary isolation time [(106.3±12.8) vs (123.9±17.5) min] and total procedure time [(176.4±29.1) vs (201.2±33.8) min], and obtained obviously higher rate of single circle isolation for left pulmonary vein [82.1% (23/28) vs 60.7% (12/28)] when compared with the traditional group (all  $P<0.05$ ). There were no statistical differences in the incidence rates of vagus nerve reflex, perioperative adverse events, cardiac tamponade or recurrence during one-year follow-up period. **Conclusion** Piledriving is a stable and reliable technique for AF ablation, with the advantages of shortening ablation time at the anterior triangle of left pulmonary and improving the rate of single circle isolation for left pulmonary vein, and thus facilitates the total efficiency of surgical procedure. It shows satisfied safety with no elevated adverse reactions, and is an effective measure to deal with operational difficulties due to local anatomical structure.

**【Key words】** atrial fibrillation; radiofrequency ablation; surgical technique; left atrium ridge

Corresponding author: Huang Ya, E-mail: huangya365@126.com

收稿日期: 2022-11-12; 接受日期: 2023-04-04

通信作者: 黄亚, E-mail: huangya365@126.com

心房颤动(简称房颤)是最常见的心律失常<sup>[1]</sup>,增加心力衰竭和体循环栓塞的风险<sup>[2]</sup>。自1998年Haïssaguerre等<sup>[3]</sup>提出肺静脉隔离射频消融治疗房颤以来,射频消融已成为标准化治疗方案<sup>[4]</sup>。然而在具体的手术实践中,由于左心房及肺静脉的解剖学特点,常常会给射频消融治疗房颤带来一些困难和障碍,比如左侧上下肺静脉之间嵴部前缘<sup>[5]</sup>,即左侧肺静脉前三角,就是肺静脉前庭电隔离术中经常遇到的一个操作难点,术者在此解剖部位的操作通常会比较耗费时间和精力,也是术后复发、肺静脉电传导恢复的常见解剖部位<sup>[6]</sup>。相对而言,关于这一解剖部位特定的研究与论述较少,本研究对此解剖部位予以特别关注,提出针对性的“打桩法”,具有鲜明形象的概念,对左侧前三角这一特殊解剖部位进行射频消融治疗,并设计阐述出清晰的操作细节流程,在实践中显示出切实可行的有效性与安全性。

# 1 对象与方法

## 1.1 研究对象

选择自2018年6月到2020年12月就诊于中国人民解放军总医院第一医学中心心血管内科并接受射频消融治疗的阵发性房颤患者56例。纳入标准:符合阵发性房颤的诊断标准<sup>[7]</sup>,且接受射频消融;排除标准:持续性房颤及未行射频消融治疗。按照随机数字表随机分为打桩组和传统组,每组患者28例。

## 1.2 方法

桩常称为桩子,本义是指打入地中以固基础的木橛。打桩一般是指把木桩、石桩等砸进地里,使建筑物基础坚固,可引申为打基础的含义。左侧肺静脉前三角的解剖结构特点为狭小、光滑、锐利,前方为左心耳,后方为肺静脉口(图1)。这一解剖特点使射频消融导管进行贴靠接触时很难实现稳定而足够的压力(图2),压力不够难以产生透壁消融效果,压力过大容易滑落至左心耳或者肺静脉口内。关于此部位的具体操作方法文献中较少论述,术者通常要在此处耗费较多时间和精力,也是肺静脉传导恢复术后复发的常见位点。传统上只是泛泛地要求肺静脉隔离的消融点位都要在压力贴靠达到5g以上再进行消融放电,但左肺静脉前三角部位较难实现。因此,本研究结合基础解剖理论与实践经验,提出详细的技术操作理念,打桩法。即以工程技术名词为称号,先以低压力(小于5g,不理想,但易于实现)贴靠,对狭小、光滑、锐利的左肺静脉前三角进行初步消融,改变局部组织的性状,使其受消融热损伤后产生脱水,表面变得相对平整并增加了摩擦力,此时可比喻为在土地上打了一根木桩。如此消融数个点位,之后再次对此区域点位进行更为理想的贴靠(贴靠压力大于5g),补

充消融实现透壁电隔离。后续操作可形象地比喻为在有前面的“木桩”打下的基础上,得以便捷地继续开展工作。打桩组:使用上述打桩法的技术对左肺静脉前三角进行消融;传统组:不使用打桩法的技术,只是采取普通的方法对左肺静脉前三角进行消融。

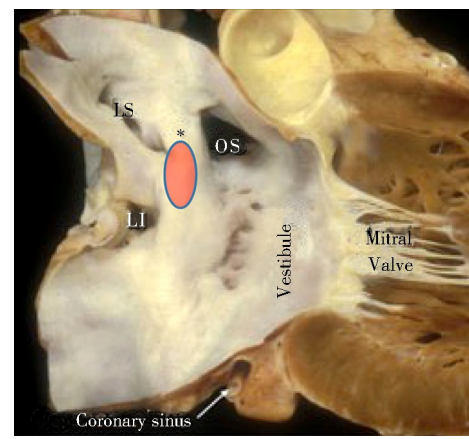


图1 左肺静脉前三角的局部解剖  
Figure 1 Focal anatomy of left anterior triangle  
Red oval is left anterior triangle view from inner surface. LS: left superior pulmonary vein; LI: left inferior pulmonary vein; OS: ostium of left atrial appendage. \*: left anterior triangle.

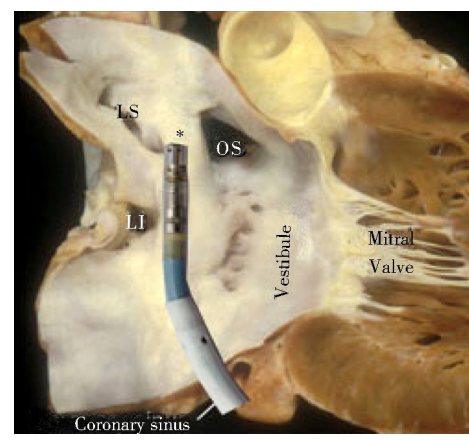


图2 鞘管支撑下的射频消融导管贴靠于左前三角的示意图  
Figure 2 A ablation catheter supported by a sheath contacting with left anterior triangle  
LS: left superior pulmonary vein; LI: left inferior pulmonary vein; OS: ostium of left atrial appendage. \*: left anterior triangle.

## 1.3 观测指标

- 1.3.1 一般资料 收集患者年龄、性别、身高、体质量、体质量指数及病史资料(心血管病史、其他疾病史及手术史)。
- 1.3.2 实验室检查 患者入院后取静脉血,并使用生化分析仪检测电解质、血脂、肝肾功能及N末端脑利钠肽前体;临床检验科检测血常规、尿常规、便常规+潜血、血型以及凝血功能。
- 1.3.3 心电图及动态心电图检查 术前必须经心电图或动态心电图检查确认存在持续30s以上的阵发性房颤发作。

1.3.4 超声心动图及经食道超声心动图检查 经心血管内科专科超声心动图检查,测量左心房前后径、上下径及左右径,左室射血分数;术前必须执行经食道超声心动图检查以除外左心耳血栓并评估房间隔情况。

1.3.5 住院期间药物治疗及住院时间 住院期间口服抗凝药物,围手术期不停用。治疗并存疾病的其他药物正常维持使用,记录患者的住院时间。

1.3.6 院内不良事件及围手术期并发症 记录患者院内发生不良事件,包括全因死亡、心血管死亡、心源性休克、心肌梗死及卒中的发生情况;围手术期并发症包括外周血管穿刺并发症、心包填塞、食管损伤及迷走反射等。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 21.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用  $t$  检验。计数资料用例数(百分率)表示,采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者一般资料比较

2 组患者年龄、男性比例、体质量、体质量指数、左心房前后径及体积、心脏左室射血分数、N 末端脑利钠肽前体水平、房颤病史时间、住院时间比较,差异均无统计学意义(表 1)。

2.2 手术操作相关参数比较

打桩组较传统组,显示出更短的左肺静脉隔离时间、两肺静脉隔离时间、手术总时间及更高的单圈隔离率,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。2 组患者术中迷走神经反射发生率、围手术期不良事件发生率、心包填塞发生率和随访 1 年复发率差异均无统计学意义(表 2)。

3 讨论

左侧肺静脉前庭解剖部位中、前三角是位于左侧肺静脉前缘、上下肺静脉之间的交界区,也称为左房嵴<sup>[8]</sup>,此处常存在凹凸不平的表面,面积狭小,

与房间隔穿刺点形成方位上的对岸关系,导管通常以垂直方式进行贴靠,经常是手术操作的主要困难点<sup>[9]</sup>。目前房颤的射频消融进入压力导管时代,导管头端安装压力传感器<sup>[10]</sup>,比较僵硬,贴靠特殊解剖部位时存在困难。术者常需要在左房嵴花费较多时间操作实现消融电隔离,用力不当会促使导管滑落至肺静脉内或者心房侧,导致术中心脏损伤风险增加或者消融效果不理想(图 1,图 2)。以往就此问题的详细分析和应对方法论述较少。本研究结合具体操作实践及局部解剖特点,跳出“贴靠不良达不到一定压力不宜放电消融”的思维窠臼,提出先以轻压力贴靠形成数点“不理想的”消融点(图 3),以此改变局部组织性状,使其受热脱水变得相对平整并增加表面摩擦力,进而为后续的“理想的”恰当压力贴靠提供更为便利的工作条件(图 4),即所谓“打桩式”消融方法。经过实践验证,“打桩式”消融方法,稳定可靠,减少操作时间,提高了单圈隔离率,缩短左侧肺静脉前庭消融总时间,无不良反应,是一

表 1 2 组患者一般资料比较

| Table 1 Comparison of baseline data between two groups<br>( $n = 28$ ) |                   |                   |            |           |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|------------|-----------|
| Item                                                                   | Piledriving group | Traditional group | $t/\chi^2$ | $P$ value |
| Age (years, $\bar{x} \pm s$ )                                          | 63.1 ± 12.9       | 68.3 ± 11.5       | 1.59       | 0.11      |
| Male [ $n$ (%) ]                                                       | 16(69.6)          | 22(78.6)          | 1.72       | 0.09      |
| Body mass (kg, $\bar{x} \pm s$ )                                       | 76.1 ± 15.3       | 72.9 ± 19.6       | 0.68       | 0.5       |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )                             | 29.1 ± 10.4       | 27.3 ± 13.1       | 0.57       | 0.57      |
| LAD (mm, $\bar{x} \pm s$ )                                             | 36.3 ± 8.5        | 39.1 ± 10.6       | 1.09       | 0.28      |
| LAV (cm <sup>3</sup> , $\bar{x} \pm s$ )                               | 75.3 ± 14.6       | 80.3 ± 20.1       | 1.06       | 0.29      |
| LVEF (% , $\bar{x} \pm s$ )                                            | 55.3 ± 12.4       | 59.2 ± 19.5       | 0.89       | 0.38      |
| NT-proBNP (pg/ml, $\bar{x} \pm s$ )                                    | 113.4 ± 30.1      | 126.8 ± 40.9      | 1.4        | 0.17      |
| AF duration (m, $\bar{x} \pm s$ )                                      | 18.3 ± 9.8        | 20.1 ± 12.7       | 0.59       | 0.56      |
| DM [ $n$ (%) ]                                                         | 9(32.1)           | 12(42.9)          | 0.83       | 0.41      |
| CAD [ $n$ (%) ]                                                        | 11(39.3)          | 13(46.4)          | 0.54       | 0.59      |
| Hypertension [ $n$ (%) ]                                               | 13(46.4)          | 9(32.1)           | 1.09       | 0.27      |
| Hospital stay (d, $\bar{x} \pm s$ )                                    | 9.1 ± 2.4         | 10.6 ± 4.1        | 1.67       | 0.1       |

BMI: body mass index; LAD: left atrium diameter; LAV: left atrium volume; LVEF: left ventricle ejection fraction; NT-proBNP: N-terminal pro-brain natriuretic peptide; AF: atrial fibrillation; DM: diabetes mellitus; CAD: coronary artery disease.

表 2 打桩组与传统组患者手术操作相关数据比较

| Table 2 Comparison of operation protocol related data between two groups<br>( $n = 28$ ) |                                 |                         |                                 |                                |                   |                             |                          |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Group                                                                                    | LPIT<br>(min, $\bar{x} \pm s$ ) | PSCIRLPV<br>[ $n$ (%) ] | BPVT<br>(min, $\bar{x} \pm s$ ) | TPT<br>(min, $\bar{x} \pm s$ ) | VR<br>[ $n$ (%) ] | Adverse rate<br>[ $n$ (%) ] | Tamponade<br>[ $n$ (%) ] | Recurrence rate<br>[ $n$ (%) ] |
| Piledriving                                                                              | 39.6 ± 6.2                      | 23(82.1)                | 106.3 ± 12.8                    | 176.4 ± 29.1                   | 5(17.9)           | 2(7.1)                      | 0(0.0)                   | 2(7.1)                         |
| Traditional                                                                              | 62.5 ± 8.7                      | 17(60.7)                | 123.9 ± 17.5                    | 201.2 ± 33.8                   | 9(32.1)           | 4(14.3)                     | 0(0.0)                   | 3(10.7)                        |
| $t/\chi^2$                                                                               | 11.34                           | 1.78                    | 4.30                            | 2.94                           | 1.23              | 0.86                        | —                        | 0.47                           |
| $P$ value                                                                                | 0.00                            | 0.04                    | 0.00                            | 0.00                           | 0.21              | 0.39                        | >0.05                    | 0.64                           |

LPIT: left pulmonary isolation time; PSCIRLPV: proportion of single circle isolation rate of left pulmonary vein; BPVT: bilateral pulmonary isolation time; TPT: total procedure time; VR: vagal reflex. —: no datum.



图3 左肺静脉前三角射频消融实例

Figure 3 Case of ablation at left anterior triangle  
Due to the narrow and slippery anatomy, the tip of catheter contacts the area with small contact force(3 g) and ablates 2-3 points firstly, so called “pile technique”.

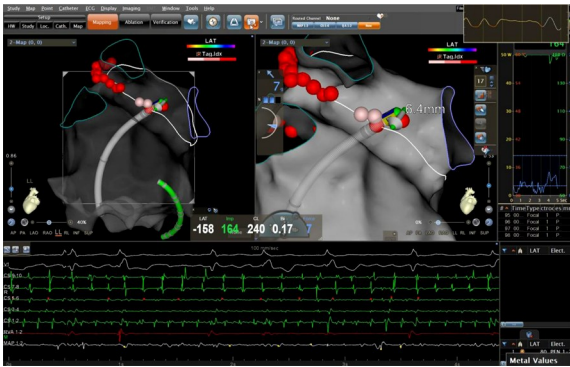


图4 左前三角打桩法消融实例

Figure 4 Case of “pile technique” ablation at left anterior triangle

After “pile technique” small contact force ablation of 2-3 points, because of heating and dehydration from ablation lesion, the surface of tissue acquires more friction and becomes easy to be contacted with catheter. So the catheter can easily hold a stable contact force of 7 g and the ablation can be transmural.

种化繁为简的有效操作方法,解决了局部解剖特殊结构带来的操作困难,并形成明确的操作方法学理论概念。这种具象化的清晰逻辑操作模式,有利于技术的稳步改善及临床疗效的均一化,促使标准治疗理念“肺静脉前庭电隔离”在操作细节方面更进一步地标准化、细节化。

综上,打桩法消融做为一种消融操作技术上的理念创新,经过初步临床研究证实安全可靠,能够为术者提供一种有效的房颤左前三角消融导管操作技

术路线。本研究的局限性,研究样本量相对较小,是单中心操作经验,希望能够在更多的患者和中心进一步验证本操作方法的应用价值。

【参考文献】

[1] 周自强, 胡大一, 陈捷, 等. 中国心房颤动现状的流行病学研究[J]. 中华内科杂志, 2004, 43(7): 491-494. DOI: 10.3760/j.issn:0578-1426.2004.07.005.

[2] Falk RH. Atrial fibrillation[J]. N Engl J Med, 2001, 344(14): 1067-1078. DOI: 10.1056/NEJM200104053441407.

[3] Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins[J]. 1998, 339(10): 659-666. DOI: 10.1056/NEJM199809033391003.

[4] Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): the task force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC[J]. Eur Heart J, 2021, 42(5): 373-498. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa612.

[5] 刘飞, 高睿媛, 高连君, 等. 应用 STSF 消融导管隔离肺静脉治疗心房颤动的疗效[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2019, 33(4): 325-327. DOI: 10.13333/j.cnki.cjcpe.2019.04.009.

[6] Rosso R, Chorin E, Schwartz AL, et al. Pulmonary vein isolation with ablation index via single transeptal crossing: critical role of carina isolation[J]. Heart Lung Circ, 2021, 30(9): 1373-1378. DOI: 10.1016/j.hlc.2021.02.017.

[7] 中华医学会心电生理和起搏分会, 中国医师协会心律学专业委员会, 中国房颤中心联盟心房颤动防治专家工作委员会. 心房颤动: 目前的认识和治疗建议(2021)[J]. 中华心律失常学杂志, 2022, 26(1): 15-88. DOI: 10.3760/cma.j.cn113859-20211224-00264.

[8] Ho SY, McCarthy KP. Anatomy of the left atrium for interventional electrophysiologists[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2010, 33(5): 620-627. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2009.02659.x.

[9] Ariyaratna N, Kumar S, Thomas SP, et al. Role of contact force sensing in catheter ablation of cardiac arrhythmias: evolution or history repeating itself? [J] JACC Clin Electrophysiol, 2018, 4(6): 707-723. DOI: 10.1016/j.jacep.2018.03.014.

[10] Hoffmayer KS, Gerstenfeld EP. Contact force-sensing catheters[J]. Curr Opin Cardiol, 2015, 30(1): 74-80. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000131.

(编辑: 温玲玲)