

三维电解剖标测系统与CT影像融合指导心房颤动导管消融☆

胡福莉¹, 马长生², 董建增², 刘兴鹏², 龙德勇², 喻荣辉², 汤日波², 李晓梅³

CT image integration into three-dimensional electroanatomical mapping system on guidance for catheter ablation of atrial fibrillation

Hu Fu-li¹, Ma Chang-sheng², Dong Jian-zeng², Liu Xing-peng², Long De-yong², Yu Rong-hui², Tang Ri-bo², Li Xiao-mei³

Abstract

BACKGROUND: Circumferential pulmonary vein antrum ablations guided by CARTO system or integration of a computed tomographic or magnetic resonance imaging scan (CARTO-Merge) are two main locating methods. Theoretically, CARTO-Merge provides a detailed appreciation of the pulmonary vein anatomy, however, whether it can improve the safety and success of catheter ablation of atrial fibrillation remains uncertainly.

OBJECTIVE: To explore the effect of CT image integration into three-dimensional (3D) electroanatomical mapping system on clinical outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation.

DESIGN, TIME AND SETTING: The randomized contrast observation was performed at Department of Cardiology of Beijing Anzhen Hospital from October 2005 to May 2007.

PARTICIPANTS: A total of 93 patients with drugs refractory, paroxysmal atrial fibrillation who underwent circumferential pulmonary vein antrum ablation.

METHODS: All patients underwent circumferential pulmonary vein antrum ablation using irrigated radiofrequency ablation with the endpoint of electrical isolation. Ablation was guided by 3D mapping alone in 50 patients (CARTO group) or by CT image integration in 43 patients (CARTO-Merge group).

MAIN OUTCOME MEASURES: Procedure-related parameters, such as procedure duration, fluoroscopy duration, cumulative success rate and complication, were compared between the two groups.

RESULTS: Pulmonary veins were isolated in all patients. After (12.6±2.9) months follow-up, 73 (78.5%) patients did not have recurrence of atrial fibrillation at 3 month after the procedure. The fluoroscopy time in CARTO group was significant longer than that in CARTO-Merge group ($P < 0.05$). The mean procedure duration, radiofrequency ablation duration, procedure-related complication and cumulative success rate were comparable between the 2 groups.

CONCLUSION: Circumferential pulmonary vein antrum ablation guided by 3D mapping alone or by CT integration had similar safety and success rate in paroxysmal atrial fibrillation patients. But CT integration, which facilitated to a detailed representation of the anatomy of left atrium, is associated with reduced fluoroscopy duration.

¹Department of Cardiology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, Hebei Province, China;

²Department of Cardiology, Beijing Anzhen Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100029, China; ³Department of Cardiology, Fourth People's Hospital of Jinan, Jinan 250031, Shandong Province, China

Hu Fu-li☆, Doctor, Associate chief physician, Department of Cardiology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, Hebei Province, China
hufuli1@126.com

Received: 2009-09-26
Accepted: 2009-11-22

Hu FL, Ma CS, Dong JZ, Liu XP, Long DY, Yu RH, Tang RB, Li XM. CT image integration into three-dimensional electroanatomical mapping system on guidance for catheter ablation of atrial fibrillation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2009;13(52): 10251-10255. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 目前通常采用的肺静脉前庭定位方法主要有三维电解剖标测系统指导(CARTO)或与 CT/核磁共振影像融合定位(CARTO-Merge)两种方法。理论上讲 CARTO-Merge 技术提供了更多的解剖细节, 导航精确度更高, 但其是否有利于提高房颤导管消融治疗的成功率及安全性仍有待临床观察评价。

目的: 验证三维电解剖标测系统联合 CT 影像融合在指导房颤导管消融中的作用。

设计、时间及地点: 对比观察, 于 2005-10/2007-05 在首都医科大学附属北京安贞医院心内科完成。

对象: 选择进行环肺静脉前庭线性消融治疗的阵发性房颤患者 93 例。

方法: 试验分为 2 组, CARTO 组 50 例, CARTO-Merge 组 43 例, 分别于 CARTO 系统及 CARTO-Merge 指导下行环肺静脉前庭线性消融, 消融终点为肺静脉隔离。

主要观察指标: 比较两组操作时间, X 射线照射时间, 手术成功率及并发症等情况。

结果: 所有患者均实现消融终点, 随访时间(12.6±2.9)个月, 73 例(78.5%)患者消融后 3 个月无房性心律失常复发。CARTO 组 X 射线照射时间显著长于 CARTO-Merge 组($P < 0.05$), 两组操作时间、消融时间、消融成功率及并发症比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。

结论: 采用单纯 CARTO 或联合 CT 影像融合技术指导的环肺静脉前庭消融均具有良好的临床疗效和安全性。但 CT 影像融合技术可更清楚展示心脏解剖, 有利于肺静脉的准确定位, 并显著缩短 X 射线透视时间。

关键词: 心房颤动; 三维成像; 导管消融, 体层摄影术, 螺旋计算机; 数字化医学

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2009.52.009

¹ 河北省人民医院心内科, 河北省石家庄市 050051; ² 首都医科大学附属北京安贞医院心内科, 北京市 100029; ³ 济南市第四人民医院心内科, 山东省济南市 250031

胡福莉☆, 女, 1971 年生, 河北省沧州市人, 汉族, 1997 年福建医科大学毕业, 博士, 副主任医师, 主要从事心脏电生理方面的研究。
hufuli1@126.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2009)52-10251-05

收稿日期: 2009-09-26
修回日期: 2009-11-22
(20090926002/G · Z)

胡福莉, 马长生, 董建增, 刘兴鹏, 龙德勇, 喻荣辉, 汤日波, 李晓梅. 三维电解剖标测系统与 CT 影像融合指导心房颤动导管消融[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(52):10251-10255. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

近年来已有众多研究证实肺静脉及其前庭组织在心房颤动(简称房颤)的发生、维持中具有重要作用。有研究发现,肺静脉前庭以及肺静脉内部的触发或折返激动与房颤的发生关系密切^[1-3]。因此,围绕肺静脉前庭进行的环肺静脉前庭消融术已成为房颤导管消融的主流策略之一^[4-6]。由于环肺静脉前庭消融术是一种解剖消融策略,需要在其他的标测导航系统指导下完成。目前常规使用的标测方法是在CARTO或EnSite等三维标测系统指导下,通过普通或冷盐水灌注射频消融导管,结合X射线影像或CT/核磁融合影像进行肺静脉前庭的定位和消融^[7-8]。目前临床普遍使用的CARTO标测系统构建图形的过程依赖于标测导管与心房的接触,对于导管未到达的部位则通过计算机计算自动填充,得到心房影像为模拟几何图形,故单纯依靠CARTO标测系统无法直接确定肺静脉的开口,还需参照X射线影像^[8],例如Pappone^[9]及Ouyang等^[10]在行环肺静脉线性消融时将肺静脉造影所见的肺静脉开口外1 cm定义为肺静脉前庭。近年出现的CARTO-Merge影像融合系统是将三维电解剖指导下构建的影像与预先取得的CT/核磁影像进行融合^[11-12],用于指导导管消融治疗。理论上讲CARTO-Merge技术提供了更多的解剖细节,导航精确度更高,但该技术是否有利于提高房颤导管消融治疗的成功率及安全性仍有待临床观察评价。

1 对象和方法

设计: 对比观察。

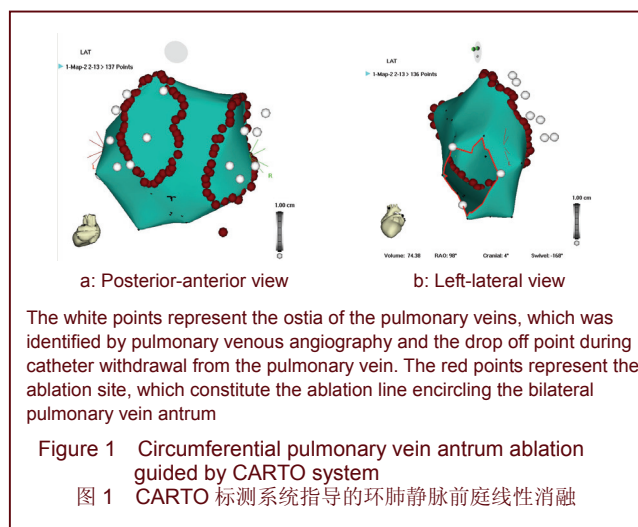
时间及地点: 于2005-10/2007-05在首都医科大学附属北京安贞医院心内科完成。

对象: 选择2005-10/2006-05在三维电解剖标测系统(CARTO标测系统, Biosense-Webster Inc.)指导下进行环肺静脉前庭线性消融治疗的阵发性房颤患者93例,男62例,女31例;年龄37~76岁,平均56.6岁;房颤病史3个月~23年,平均7.2年。19例患者合并器质性心脏病,其中缺血性心脏病6例,风湿性心脏病2例,肥厚性心肌病2例,高血压病并心室肥厚9例。20例患者消融前心电图提示合并典型心房扑动(简称房扑)。试验分为2组, CARTO组50例, CARTO-Merge组43例,分别于CARTO系统及CARTO-Merge指导下行环肺静脉前庭线性消融。所有患者均符合如下纳入标准: ①多种抗心律失常药物治疗无效的阵发性房颤,均有明显的临床症状,除外甲状腺功能亢进症及其他急性原因引起的房颤。②左心房前后径 ≤ 55 mm。③消融前一两天经食管超声心动图检查未发现左心房血栓。④既往未曾接受过

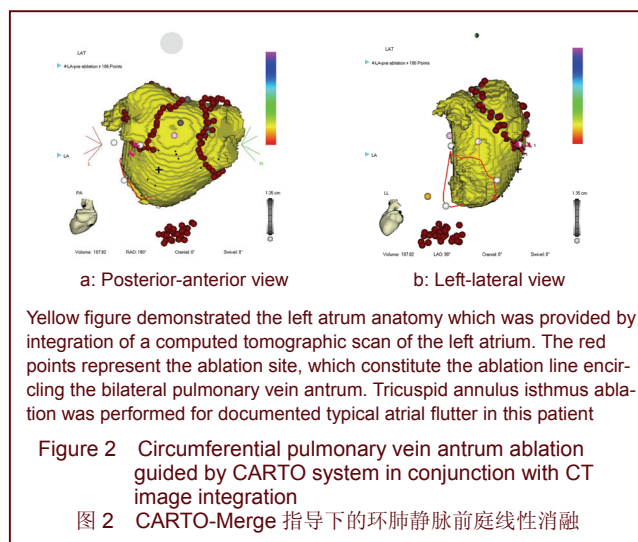
导管消融治疗。⑤患者均签署手术知情同意书。

方法:

CARTO标测系统指导下的肺静脉定位: 在CARTO标测系统指导下重建左心房影像,之后结合X影像进行肺静脉定位。首先进行肺静脉造影,之后将标测导管送入肺静脉后缓慢回撤,导管头端突然滑落处常是肺静脉开口位置,在重建的左心房几何构形上标记肺静脉开口位置,取肺静脉开口外10 mm左右的区域为肺静脉开口,由于左上肺静脉与左心耳之间仅有一狭窄的嵴相隔,故左上肺静脉开口前沿的肺静脉边界可能小于5 mm,见图1。



CARTO-Merge指导下的肺静脉定位: 所有患者消融前均通过64层螺旋CT扫描器进行心脏成像。将完成的心脏影像传输到电解剖标测系统(CARTO XP, Biosense Webster Inc.)中,进行影像分割,提取左心房、肺静脉组织,提取窗为对应于心房舒张末期80%时相定位影像。术中在CARTO标测系统指导下重建左心房影像,将重建得到的几何图形与预先提取的CT影像进行配准(配准值 ≤ 2.5 mm)、融合,不同体位下观察,肺静脉与左心房漏斗状移行区域为肺静脉,见图2。



电生理检查和消融过程: 穿刺左锁骨下静脉和右侧股静脉, 放置冠状静脉窦电极后, 经股静脉送入SL1的Swartz鞘管(St. Jude Medical)及Breakthrough房间隔穿刺针(St. Jude Medical)行房间隔穿刺, 将SL1的Swartz鞘管置入左心房, 鞘管内持续1 IU/mL的肝素盐水, 以20 mL/h的速度冲洗, 防止局部血栓形成。房间隔穿刺后首剂给予普通肝素6000 U, 监测ACT值, 根据ACT结果调整肝素用量, 保持ACT在300~350 s之间。经Swartz鞘管送入CARTO专用冷盐水灌注导管(Navi-Star Thermo-Cool™, Biosense-Webster)进行PV标测和环肺静脉电解剖消融。所有患者术中均持续给予丙泊酚或咪唑安定及芬太尼等镇静止痛治疗。

消融设置: 所有患者均常规行双侧环肺静脉前庭线性消融。在完成预设的消融线, 并实现消融终点后结束手术, 未常规行诱发试验。如消融操作中出现房扑或房性心动过速(简称房速)等心律失常, 则进一步行激动顺序标测及消融。能量输出设置为30~35 W、预设温度43 ℃、盐水灌注速度为17 mL/min。每点放电至局部双极电位振幅降低> 80%以上或变为碎裂电位。在完成预设消融线后, 撤出消融导管, 经Swartz鞘管送入10极肺静脉环状标测电极导管(Lasso™, Biosense-Webster)分别于同侧上、下肺静脉进行标测, 以确定肺静脉是否隔离, 并根据肺静脉电位的激动顺序确定消融线上缝隙(Gap)的位置。如果CARTO系统显示消融线已经连续, 但Lasso导管标测却显示肺静脉未被电学隔离, 则经房间隔穿刺处送入消融导管, 继续沿肺静脉前庭标测、消融残存的传导通道。消融终点为消融线的完整及同侧肺静脉的电隔离。肺静脉电隔离的概念是指肺静脉电位消失或仅能记录到自发的肺静脉电位, 与心房电位无关。对于术前合并房扑者, 同时行三尖瓣环峡部消融, 终点为实现峡部两侧双向传导阻滞。

消融后处理与随访: 所有患者消融后均继续服用抗心律失常药物2个月, 之后停药观察消融效果。在此期间如有房颤复发, 则给予电复律或抗心律失常药物转复。消融后口服华法林抗凝至少3个月, 维持国际标准化比率(INR)在1.8~2.5之间。

成功标准: 自消融后3个月开始, 至完成随访时为止, 在不服用任何抗心律失常药物的情况下无任何症状性房性心律失常(不包括房性期前收缩)发作。

随访内容包括: ①有无包括房颤、房扑或房速在内的症状性房性心律失常发作。②于出院前、消融后1, 3, 6和12个月时进行12导联心电图和24 h动态心电图检查, 以期发现可能存在的无症状性房性心律失常。③提示肺静脉狭窄和左心房-食管瘘的临床表现。④国际标准化比率控制情况和其他可能与环肺静脉前庭线性消融有关的不适症状。

主要观察指标: 比较两组操作时间、X射线照射时

间、手术成功率及并发症等情况。

设计、实施、评估者: 设计、实施、评估均为本文作者, 均经过正规培训, 未采用盲法评估。手术医师均经过严格、系统的电生理专科培训, 均为副主任医师以上职称。

统计学分析: 由第一作者采用SPSS 13.0统计软件进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用独立样本的 t 检验; 计数资料以%表示, 采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较 见表1。

表1 两组间基线资料的比较 Table 1 Comparison of baseline characteristics between the two groups			
Item	CARTO group (n=50)	CARTO-Merge group (n=43)	P
Age ($\bar{x} \pm s$, yr)	55.7 \pm 12.3	57.6 \pm 10.6	0.43
Gender (male/female)	34/16	28/15	0.77
AF duration ($\bar{x} \pm s$, yr)	5.9 \pm 6.2	8.2 \pm 8.5	0.14
SHD (n%)	7/14.0	12/27.9	0.10
AFL (n%)	10/20.0	10/23.3	0.70
LA diameter ($\bar{x} \pm s$, mm)	37.36 \pm 5.69	37.44 \pm 5.43	0.95
LVEDD ($\bar{x} \pm s$, mm)	48.96 \pm 5.78	49.59 \pm 4.88	0.58
LVEF ($\bar{x} \pm s$, %)	62.83 \pm 6.89	63.66 \pm 8.91	0.61

SHD: structural heart disease (includes ischemic heart disease, valvular heart disease, left ventricular hypertrophy and hypertrophic cardiomyopathy); AF: atrial fibrillation; AFL: atrial flutter; LA: left atrium; LVEDD: left ventricular end-diastolic diameter; LVEF: left ventricular ejection fraction

表1可见, 两组间基线资料比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。

2.2 消融及电生理检查结果 所有患者均实现双侧环肺静脉前庭线性消融线的连续完整及肺静脉的电学隔离。在完成双侧的环肺静脉前庭线性消融线后, 分别将Lasso环状标测电极送入左侧及右侧上、下肺静脉, 观察肺静脉隔离情况。初步完成环肺静脉前庭线性消融线后CARTO-Merge组右侧肺静脉的隔离率显著高于CARTO组, 左侧肺静脉隔离情况两组无明显差别, 残存的缝隙主要分布在左上肺静脉前沿、右下肺静脉前沿和双侧肺静脉顶部区域。对于肺静脉未隔离者进一步于环状标测电极指导下, 在环肺静脉前庭线性消融线上补点消融, 最终全部患者均实现双侧肺静脉的电学隔离。有20例患者消融前心电图合并有典型房扑, 在完成左心房消融后均行三尖瓣环峡部消融, 并实现峡部的双向传导阻滞。平均操作时间为(208.6 \pm 25.5) min, 透视时间为(38.9 \pm 4.8)min, 消融时间为(57.6 \pm 12.6)min。两组间操作相关参数比较见表2。

2.3 随访成功率 所有患者均完成随访, 无失访病例。随访时间9~18月, 平均(12.6 \pm 2.9)个月。消融后3个月内

有34例(36.6%)患者房性心律失常复发, 包括11例(32.4%)为房速或房扑, 18(50.8%)例房颤, 5例(18.8%)并存房颤和房速/房扑。消融后3个月内, 两组间复发的房性心律失常类型比较差异无显著性意义($P=0.62$)。3个月后14例(41.2%)患者房性心律失常消失。消融后3个月至随访结束时, 共有73例患者无房性心律失常复发, 消融成功率为78.5%, 见表2。

表2 两组间操作相关参数的比较
Table 2 Comparison of relevant parameters between the two groups

Item	Group CARTO (n=50)	Group CARTO-Merge(n=43)	P
Procedure duration ($\bar{x}\pm s$, min)	211.3 \pm 23.3	205.4 \pm 27.8	0.37
Fluoroscopy duration ($\bar{x}\pm s$, min)	40.8 \pm 3.8	36.6 \pm 4.8	0.00
Ablation duration ($\bar{x}\pm s$, min)	58.7 \pm 10.8	56.4 \pm 14.5	0.27
EI for LPVA (n/%)	8/16.0	12/27.9	0.16
EI for RPVA (n/%)	12/24.0	19/44.2	0.04
Follow up ($\bar{x}\pm s$, mon)	9.5 \pm 3.0	10.2 \pm 2.7	0.55
Recurrence within the first 3 months (n/%)	21/42.0	13/30.2	0.24
Recurrence types (n/%)			0.62
AT	7/14.0	4/9.3	
AF+AT	4/8.0	1/2.3	
AF	10/20.0	8/18.6	
Cumulative success rate (n/%)	38/76.0	35/81.4	0.53
Complication (n/%)	3/6.0	2/4.7	0.77

EI: electrical isolation; LPVA: left pulmonary vein antrum; RPVA: right pulmonary vein antrum; AT: atrial tachycardia; AF: atrial fibrillation

2.4 操作相关并发症 93例患者中共有5例(5.4%)出现操作相关并发症。CARTO组3例, 其中2例心包填塞, 经心包穿刺引流好转; 1例皮下血肿, 经保守治疗好转。CARTO-MERGE组2例, 其中1例脑卒中, 经神经内科治疗1周出院, 未遗留任何后遗症, 1例消融后第2天出现心包、胸腔、腹腔等多浆膜腔积液, 考虑为心包切开后综合征, 经心包、胸腔穿刺, 应用激素及对症治疗好转。两组并发症比较差异无显著性意义($P=0.77$)。

3 讨论

目前三维标测系统指导下的环肺静脉前庭线性消融是房颤导管消融治疗的主要策略之一, 准确定位肺静脉前庭是保证消融成功的技术关键^[13]。目前常用的CARTO标测系统构建图形的过程依赖于标测导管与心房的接触, 对于导管未到达的部位则通过计算机计算自动填充, 所得到心房影像为模拟几何图形, 故单纯依靠CARTO标测系统无法直接确定肺静脉的开口。CARTO-Merge影像融合系统能够将三维电解剖指导下构建的影像与预先取得的CT/核磁影像进行融合, 相对于三维标测系统形成的模拟几何图形, 配准的CT/核磁影像提供了更多的解剖细节, 提高了三维导航的精确性和个体化程度^[14]。Dong等^[15]通过动物实验研究证实, 采用CT

表面融合影像指导左心房消融的误差值仅为1.8 mm左右。

为了评价CARTO-Merge影像融合系统在指导环肺静脉前庭线性消融的临床效果, 文章比较了单纯CARTO标测系统和CARTO-Merge指导下的环肺静脉前庭线性消融操作相关参数和消融疗效。结果发现在初步完成双侧环肺静脉前庭线性消融后, CARTO-Merge组右侧肺静脉的隔离率显著高于CARTO组, 但左侧肺静脉的隔离率无显著差别。分析其原因可能是CARTO-Merge组以CARTO-Merge指导环肺静脉前庭线性消融操作, 对肺静脉的定位、消融更准确。两组间左侧肺静脉隔离率没有显著差别, 可能与左侧肺静脉复杂的解剖结构有关。首先, 左上肺静脉前沿与左心耳相连, 中间仅有一狭窄的嵴分隔, 导管难以固定, 是缝隙最常见部位。其次, 左心房后壁紧邻食管, 研究发现56%的患者食管位于左心房后壁偏左侧, 紧邻左侧肺静脉, 36%的患者食管呈斜行位于左上至右下肺静脉之后, 而只有6%的患者右侧肺静脉与食管相邻。为避免环肺静脉前庭消融损伤食管, 对消融线的人为调整亦有可能对环肺静脉前庭线性消融后的初步隔离率产生影响。

两组间操作、消融时间比较无显著差别, 但CARTO-Merge组的透视时间显著短于CARTO组。CARTO标测系统可以构建心房的大体结构, 却不能显示更细节的解剖, 肺静脉的确定还需结合X射线影像, 需要反复透视和多体位投照, 故CARTO组透视时间偏长。CARTO-Merge组以CARTO-Merge影像融合指导进行环肺静脉前庭线性消融操作, 心房解剖结构清晰, 消融中基本不需要X射线透视, 只有在有疑问时需要透视确认导管位置, 显著减少了X射线透视时间。

随访结果显示有36.6%的患者术后出现早期复发, 其中41.2%患者3个月后房性心律失常消失, 累计成功率为78.5%。研究显示房颤消融术后房性心律失常主要发生在术后的数日至数周内, 主要机制是环肺静脉消融线上有残存传导部位, 即传导缝隙相关的心动过速^[16], 因此, 持久的隔离PV是预防消融后房性心律失常发生的关键^[17]。另外, 由于射频能量对心房组织的影响, 在房颤消融后的短时间内, 可以出现包括房速、房扑、房颤在内的多种心律失常, 但随着时间的推移, 部分患者心律失常可自行消失。本文中41.2%的早期复发者3个月后房性心律失常自行消失, 与文献的报道结果相似^[18-19]。延迟成功的发生可能和消融后的心房重构有关^[20]。

本文中两组病例均采用环肺静脉前庭线性消融策略, 以肺静脉隔离为消融终点, 两组间房性心律失常早期复发及最终随访成功率比较均无显著差异。总的消融成功率为78.5%, 低于Pappone, Ouyang等^[9-10]的报道结果, 可能与本文中所有患者只接受了单次消融有关, 而在Pappone, Ouyang等^[9-10]的研究中均有部分患者接

受了2次或2以上的消融治疗, 如果除外多次消融患者, Pappone, Ouyang等^[9-10]单次消融成功率也在70%左右, 而重复消融进一步提高消融的整体成功率, 尤其是对于肺静脉电位恢复所致的房性心律失常, 再次隔离肺静脉即可达到有效治疗目的^[21-22]。另外, 本文中CARTO组消融成功率高于杜先锋等^[23]报道, 可能与本文中操作者均已完成数百例三维电解剖指导的环肺静脉前庭线性消融术, 对于三维电解剖具有更深刻的认识有关。文章中共有5例(5.4%)出现操作相关并发症, 包括2例心包填塞, 1例脑卒中, 1例心包切开后综合征, 1例皮下血肿, 均经保守治疗好转, 无严重肺静脉狭窄及左房-食管瘘发生, 并发症发生率与Cappato等^[24-25]报道结果相似。两组间并发症比较无统计学差异。

综合以上分析可见, 在有经验的电生理中心, 采用单纯三维标测系统或联合CT影像融合技术指导的环肺静脉前庭线性消融均具有良好的临床疗效和安全性, 但采用CT影像融合技术可更清楚展示解剖细节, 有利于肺静脉的准确定位, 并显著缩短X射线透视时间。

致谢: 感谢安贞医院心内科及放射科各位老师在进行课题中给予的指导、帮助, 感谢河北省人民医院心内科各位同事给予的支持。

4 参考文献

- [1] Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998; 339:659-666.
- [2] Hu FL, Ma CS. Xinxueguanbingxue Jinzhan. 2009;30(3): 373-375. 胡福莉, 马长生. 肺静脉前庭的组织解剖学特点与心房颤动[J]. 心血管病学进展, 2009, 30(3):373-375.
- [3] Rostock T, Steven D, Lutomsy B, et al. Atrial fibrillation begets atrial fibrillation in the pulmonary veins. *J Am Coll Cardiol*. 2008; 51:2153-2160.
- [4] Tan ES, Mulder BA, Rienstra M, et al. Pulmonary vein isolation of symptomatic refractory paroxysmal and persistent atrial fibrillation: A single centre and single operator experience in the Netherlands. *Neth Heart J*. 2009;17:366-372.
- [5] Ma CS, Dong JZ, Tang RB, et al. Zhongguo Shiyong Neike Zazhi. 2006;26(16): 1242-1244. 马长生, 董建增, 汤日波, 等. 三维标测指导下心房颤动环肺静脉线性消融的效果评价[J]. 中国实用内科杂志, 2006, 26(16):1242-1244.
- [6] Huang CX, Ma CS, Yang YZ, et al. Zhonghua Xinlv Shichangxue Zazhi. 2006;10(3): 167-197. 黄从新, 马长生, 杨延宗, 等. 心房颤动:目前的认识和治疗建议(二)[J]. 中华心律失常学杂志, 2006, 10(3):167-197.
- [7] Wright M, Haissaguerre M, Knecht S, et al. State of the art: catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2008;19:583-592.
- [8] Liu XP, Dong JZ, Mavrikas HE, et al. Achievement of pulmonary vein isolation in patients undergoing circumferential pulmonary vein ablation: a randomized comparison between two different isolation approaches. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17: 1263-1270.
- [9] Pappone C, Rosanio S, Auggello G, et al. Mortality, morbidity, and quality of life after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation: outcomes from a controlled nonrandomized longterm study. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:185-197.
- [10] Ouyang F, Bänsch D, Ernst S, et al. Complete isolation of left atrium surrounding the pulmonary veins: new insights from the double-Lasso technique in paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation*. 2004;110:2090-2096.
- [11] Dong J, Dickfeld T, Dalal D, et al. Initial experience in the use of integrated electroanatomic mapping with three-dimensional MRI/CT images to guide catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17:459-466.

- [12] Tops LF, Bax JJ, Zeppenfeld K, et al. Fusion of multislice computed tomography imaging with three-dimensional electroanatomic mapping to guide radiofrequency catheter ablation procedures. *Heart Rhythm*. 2005; 2: 1076-1081.
- [13] Nilsson B, Chen X, Pehrson S. Recurrence of pulmonary vein conduction and atrial fibrillation after pulmonary vein isolation for atrial fibrillation: a randomized trial of the ostial versus the extraostial ablation strategy. *Am Heart J*. 2006; 152: 537.e1-8.
- [14] Malchano ZJ, Neuzil P, Cury RC, et al. Integration of cardiac CT/MR imaging with three-dimensional electroanatomical mapping to guide catheter manipulation in the left atrium: implications for catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17: 1221-1229.
- [15] Dong J, Calkins H, Solomon SB, et al. Integrated electroanatomic mapping with three-dimensional computed tomographic images for real-time guided ablations. *Circulation*. 2006; 113:186-194.
- [16] Gerstenfeld E, Callans DJ, Dixit S, et al. Mechanisms of organized left atrial tachycardias occurring after pulmonary vein isolation. *Circulation*. 2004; 110: 1351-1357.
- [17] Kistler PM, Rajappan K, Jahnqir M, et al. The impact of CT image integration into an electroanatomic mapping system on clinical outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17: 1093-1101.
- [18] Chugh AC, Oral H, Lemola K, et al. Prevalence, mechanisms, and clinical significance of macroreentrant atrial tachycardia during and following left atrial ablation for atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2005;2:464-471.
- [19] Emanuele B, Stabile G, Senatore G, et al. Predictive value of early tachyarrhythmias recurrence after circumferential anatomical pulmonary vein ablation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2005; 28: 366-371.
- [20] Fenelon G, Franco M, Arfelli E, et al. Acute and chronic effects of extensive radiofrequency lesions in the canine caval veins: implications for ablation of atrial arrhythmias. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006; 29:1387-1394.
- [21] Ouyang F, Antz M, Ernst S, Hachiya H, et al. Recovered pulmonary vein conduction as a dominant factor for recurrent atrial tachyarrhythmias after complete circular isolation of the pulmonary veins: lessons from double Lasso technique. *Circulation*. 2005; 111: 127-135.
- [22] Gerstenfeld EP, Marchlinski FE. Mapping and ablation of left atrial tachycardias occurring after atrial fibrillation ablation. *Heart Rhythm*. 2007; 4(3 Suppl): S65-72.
- [23] Du XF, Jiang CY, Fu GS, et al. Zhongguo Jieru Xinzangbingxue Zazhi. 2008;16(1):23-27. 杜先锋, 蒋晨阳, 傅国胜, 等. 单纯三维电解剖标测系统指导与图像融合技术辅助下环肺静脉线性消融治疗心房颤动的临床对比分析[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2008, 16(1):23-27.
- [24] Cappato R, Calkins H, Chen SA, et al. Worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation*. 2005;111: 1100-1105.
- [25] Finta B, Haines DE. Catheter ablation therapy for atrial fibrillation. *Cardiol Clin*. 2004; 22: 127-145.

来自本文课题的更多信息——

课题的创新点: 课题比较了CT影像融合及三维电解剖结合X射线在指导肺静脉前庭定位及消融方面的优劣, 具有一定的创新性, 并对临床治疗策略选择具有重要的指导意义。

课题评估的“金标准”: 课题主要比较了两种策略选择在指导房颤消融中操作相关参数指标, 包括成功率、并发症、手术时间等, 与其他相关文章比较方法相似, 但在结果判断中目前尚无公认的“金标准”。

设计或课题的偏倚与不足: 该试验未进行盲法控制, 试验结果有可能存在一定偏倚。

提供临床借鉴的价值: 目前三维电解剖及CT影像融合指导房颤导管消融均是目前房颤消融治疗中的主流策略。课题比较了这两种方法在指导肺静脉前庭定位及指导消融方面的优劣, 对指导临床治疗具有重要意义。