

64 层螺旋 CT 左心房和肺静脉成像在心房颤动射频消融术中的价值及应用

郭曦 吕飙 张兆琪 马长生 喻荣辉 王雪 赵轶轲 姜红 曹海念

【摘要】 目的 应用 64 层螺旋 CT(MSCT) 对左心房和肺静脉进行形态学分析, 用以指导心房颤动(简称房颤) 环肺静脉线性消融术, 并评估预后。方法 对 232 例患者(房颤组 146 例, 对照组 86 例) 行 64 层 MSCT 左心房和肺静脉成像, 比较房颤组及对照组肺静脉解剖学变异的发生率, 测量各支肺静脉开口的径线及形态, 观察左心房的大小及左心房耳部的形态。结果 64 层 MSCT 左心房和肺静脉成像可以提供详细的左心房与肺静脉连接方式及肺静脉解剖学变异, 肺静脉解剖变异占总样本数的 16.8% (39/232)。各组肺静脉开口均呈上下径大于前后径的椭圆形。房颤组及对照组中左心房的内径差异存在统计学意义[房颤组: (39.47 ± 8.98) mm; 对照组: (36.94 ± 5.49) mm; $P = 0.02$], 而 2 组患者肺静脉开口的径线差异无统计学意义[房颤组肺静脉上下径: 左上(18.15 ± 1.35) mm, 左下(16.96 ± 1.18) mm, 右上(17.50 ± 1.12) mm, 右下(17.65 ± 0.94) mm; 对照组肺静脉上下径: 左上(18.07 ± 0.94) mm, 左下(17.50 ± 0.57) mm, 右上(18.03 ± 1.02) mm, 右下(17.94 ± 0.76) mm, P 值均 > 0.05 ; 房颤组肺静脉前后径: 左上(12.26 ± 1.89) mm, 左下(11.96 ± 0.61) mm, 右上(12.32 ± 1.08) mm, 右下(12.39 ± 0.95) mm; 对照组肺静脉前后径: 左上(12.74 ± 1.03) mm, 左下(12.23 ± 0.75) mm, 右上(12.64 ± 0.87) mm, 右下(12.72 ± 0.67) mm, P 值均 > 0.05]。结论 64 层 MSCT 左心房和肺静脉成像不仅可以了解环肺静脉线性消融术前肺静脉及左心房解剖变异的情况, 而且可以进一步评价心房功能和风险, 对介入治疗具有重要的指导意义。

【关键词】 导管消融术; 心房颤动; 肺静脉; 体层摄影术, X 线计算机; 形态发生

The application and value of 64 multislice spiral CT of left atrium and pulmonary vein in radio-frequency ablation of atrial fibrillation GUO Xi*, L Biao, ZHANG Zhao-qi, MA Chang-sheng, YU Rong-hui, WANG Xue, ZHAO Yi-ke, JIANG Hong, CAO Hai-nian.* Department of Medical Imaging, Anzhen Hospital of Capital Medical University, Beijing 100029, China

Corresponding author: ZHANG Zhao-qi, Email: zhaqi5000@vip.sohu.com

【Abstract】 Objective Analyzing the left atrium and pulmonary vein morphologically by 64 multislice spiral CT (MSCT) scan to guide the catheter ablation of Atrial fibrillation. Methods Two hundred and thirty-two patients (146 cases in atrial fibrillation group and 86 cases in control group) received 64 MSCT examination of the left atrium and pulmonary vein. The incidence of anatomical variation of pulmonary vein was compared between atrial fibrillation group and control group. For each group, the anatomical morphology of every pulmonary vein and the auricle of left atrium was analyzed, the diameter of the orifice of each pulmonary vein and the size of left atrium were measured. Results Sixty-four MSCT of left atrium and pulmonary vein could demonstrate detailed connecting type between left atrium and pulmonary veins and the possible anatomical variation. Anatomical variation of pulmonary vein in this study accounted for 16.8% (39/232) of total sample. For both groups, orifices of pulmonary veins appeared oval and their superoinferior diameters were larger than their anteroposterior diameters. There was significant difference in the inner diameter of left atrium between atrial fibrillation group and control group[atrial fibrillation group: (39.47 ± 8.98) mm, control group: (36.94 ± 5.49) mm, $P = 0.02$], while there was no difference in the diameters of orifices of pulmonary veins between two groups[superoinferior diameters of pulmonary veins in atrial fibrillation group: left-up (18.15 ± 1.35) mm, left-down (16.96 ± 1.18) mm, right-up (17.50 ±

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(219973195)

作者单位: 100029 首都医科大学附属北京安贞医院医学影像科(郭曦、吕飙、张兆琪、赵轶轲、姜红), 心内科(马长生、喻荣辉), 心外科(王雪); 福建省级机关医院放射科(曹海念)

通信作者: 张兆琪, Email: zhaqi5000@vip.sohu.com

1. 12) mm, right-down (17.65 ± 0.94) mm, superoinferior diameters of pulmonary veins in control group: left-up (18.07 ± 0.94) mm, left-down (17.50 ± 0.57) mm, right-up (18.03 ± 1.02) mm, right-down (17.94 ± 0.76) mm, the corresponding $P > 0.05$, respectively, anteroposterior diameters of pulmonary veins in atrial fibrillation group: left-up (12.26 ± 1.89) mm, left-down (11.96 ± 0.61) mm, right-up (12.32 ± 1.08) mm, right-down (12.39 ± 0.95) mm, anteroposterior diameters of pulmonary veins in control group: left-up (12.74 ± 1.03) mm, left-down (12.23 ± 0.75) mm, right-up (12.64 ± 0.87) mm, right-down (12.72 ± 0.67) mm, the corresponding $P > 0.05$]. Conclusions Sixty-four MSCT of left atrium and pulmonary vein is an efficient way of showing anatomical variation of pulmonary vein and left atrium prior to circumferential pulmonary vein ablation. Various morphological findings acquired from this study are important information for interventional therapy.

【Key words】 Catheter ablation; Atrial fibrillation; Pulmonary vein; Tomography, X-ray computed; Morphogenesis

心房颤动(简称房颤)异位兴奋灶的分布部位肺静脉占 70% ~ 95%, 在房颤根治术中, 环肺静脉线性消融术是近年来主流的介入治疗方法。其原理是通过计算机三维电解剖标测(CARTO)系统进行左心房的三维重组, 在三维重组结构指导下再用 CARTO 专用标测消融导管分别在左侧肺静脉、右侧肺静脉与左心房连接区进行消融术, 部分患者还增加了左心房顶部连接左、右肺静脉环的消融线及二尖瓣峡部消融线, 达到根治房颤的目的。这就使得肺静脉-左心房的解剖学、形态学研究具有越来越重要的临床价值。如肺静脉-左心房连接方式、左心房容积(左心房的大小关系到左心房传导电位的重构)、左心房血栓(左心房有无血栓则直接关系到手术的风险性)等。

本研究的目的是对 2 组大样本量 64 层螺旋 CT (MSCT) 左心房-肺静脉成像的结果进行解剖研究, 并结合临床分析其应用意义。

资料与方法

1. 一般材料: 选择北京安贞医院 2006 年 6 月至 12 月行 64 层 MSCT 左心房-肺静脉成像共 232 例, 房颤组 146 例, 对照组 86 例, 其中男 142 例, 女 90 例, 年龄 43 ~ 71 岁, 平均(58 ± 12) 岁, 房颤组平均房颤病史 3 年, 其中孤立性房颤 113 例, 合并器质性心脏病 33 例, 慢性房颤 41 例, 阵发性房颤 105 例。所有房颤组患者均因房颤行 64 层 MSCT 左心房-肺静脉成像检查。对照组均为拟除外冠心病而进行 64 层 MSCT 冠状动脉成像的患者(无房颤病史), 且成像野内左心房及 4 支肺静脉形态完整、影像清晰, 并排除高血压性心脏病、风湿性心脏病、冠心病, 并排除碘对比剂过敏者、呼吸功能障碍者及肾、心功能不全者。

2. 使用设备: 东芝 64 层 MSCT 机(Aquilion 64), X 线管旋转速度 0.4 s/r, 管电压 120 kV, 管电

流 400 mA, 扫描层厚 64 层 × 0.5 mm, 扫描野 200 mm × 200 mm ~ 240 mm × 240 mm, 矩阵 512 × 512, 螺距 53。后处理工作站为 HP Workstation XW 8200, Vitrea 3.8 版本软件。

3. 扫描过程: 患者取仰卧位, 连接静脉通路和心电门控, 进行双定位扫描。取胸锁关节上方水平至心膈面下方 10 mm 为扫描范围, 取左心房水平为感兴趣层面。使用 Medred 双筒高压注射器经前臂外周静脉以 3.5 ~ 4.0 ml/s 流率注入非离子型对比剂碘海醇(370 mg I/ml) 50 ~ 60 ml, 继以同流率注入生理盐水 30 ml, 注射同时对感兴趣层面进行同层连续动态扫描, 以左心房密度达到 80 ~ 100 HU 为触发点, 要求患者吸气后屏气, 心电门控下采集容积数据。采集时间为 4 ~ 7 s, 采集过程中同步记录心电图。

4. 结果处理: 所有 64 层 MSCT 左心房-肺静脉成像采用真实锥形线束重建算法(TCOT)或多层面锥形束体层摄影(MUSCOT)重建, 重建层厚和层间隔分别为 0.5 和 0.3 mm。容积数据传输到工作站上, 分别进行三维容积重组(volume rendering, VR), 最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)。主要观察左心房-肺静脉在 VR 及 MIP 上是否明确存在左心房-肺静脉连接上的形态和解剖异常及确定其变异的类型(图 1 ~ 6)。测量各支肺静脉开口的径线, 分析其形态学特征。其方法是在标准冠状面和横断面图像上, 沿肺静脉注入左心房的方向做厚层 MIP 图像, 得出各支肺静脉各自的冠状面及横断面长轴切面, 依次测量出开口的上下径、前后径(图 7, 8)。测量房颤组和对照组样本左心房的前后径、左右径和上下径, 左心房的体积(图 9 ~ 11)。前后径取横断面图像上主动脉后窦至左心房正后壁的最大径线, 左右径以同侧肺静脉开口间中点的距离为准, 而垂直于左右径的最大径线为上下径。通过工作站测量左心房的体积(取左心房舒张末期时

相), 并通过 VR 图像观察左心房耳部的位置、形态等, 通过冠状面、横断面观察左心房耳部的血栓(图 12)。

5. 数据分析及统计分析: 2 名有经验的影像科主治医师在不清楚超声结果的情况下, 分别评价及测量 64 层 MSCT 左心房-肺静脉成像结果, 若意见不统一, 再由第 3 名医师进一步判断后决定。所有数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 计量资料应用 t 检验, 计数资料应用 χ^2 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。所有数据均由 SPSS 11.5 统计学软件包进行处理。

结 果

本组中 232 例患者完成 64 层 MSCT 左心房-肺静脉成像检查, 均无不良反应, 平均扫描时间 (5.1 ± 1.2) s, 平均放射剂量 (597 ± 34) mGy/cm。均系一次完成扫描, 清晰显示左房形态 232 例, 肺静

脉 952 支。房颤组与对照组总的变异发生率 16.8%, 其中房颤组 15.1% (22 例), 对照组 19.8% (17 例)。在目前发现的 6 种变异中, 本研究最常见的变异类型为右单支中肺静脉单独汇入左心房, 房颤组和对照组的发生率分别为 10.3% (15 例) 与 11.6% (10 例)。左肺静脉长共干和左肺静脉短共干在房颤组和对照组的发生率分别为 0.7% (1 例) 与 1.2% (1 例), 1.4% (2 例) 与 4.7% (4 例)。右侧最上肺静脉与右上、右下肺静脉分别汇入左心房 2 组分别占 1.4% (2 例) 与 2.3% (2 例)。双支右中肺静脉单独汇入左心房的极少数变异类型仅 1 例, 为房颤组, 发生率为 0.7%。而右侧 4 支肺静脉分别注入左心房 2 例(除了右上、右下肺静脉外还合并右侧最上肺静脉及右中肺静脉单独汇入左心房), 房颤组和对照组各 1 例, 发生率分别为 0.7% 和 1.2%。

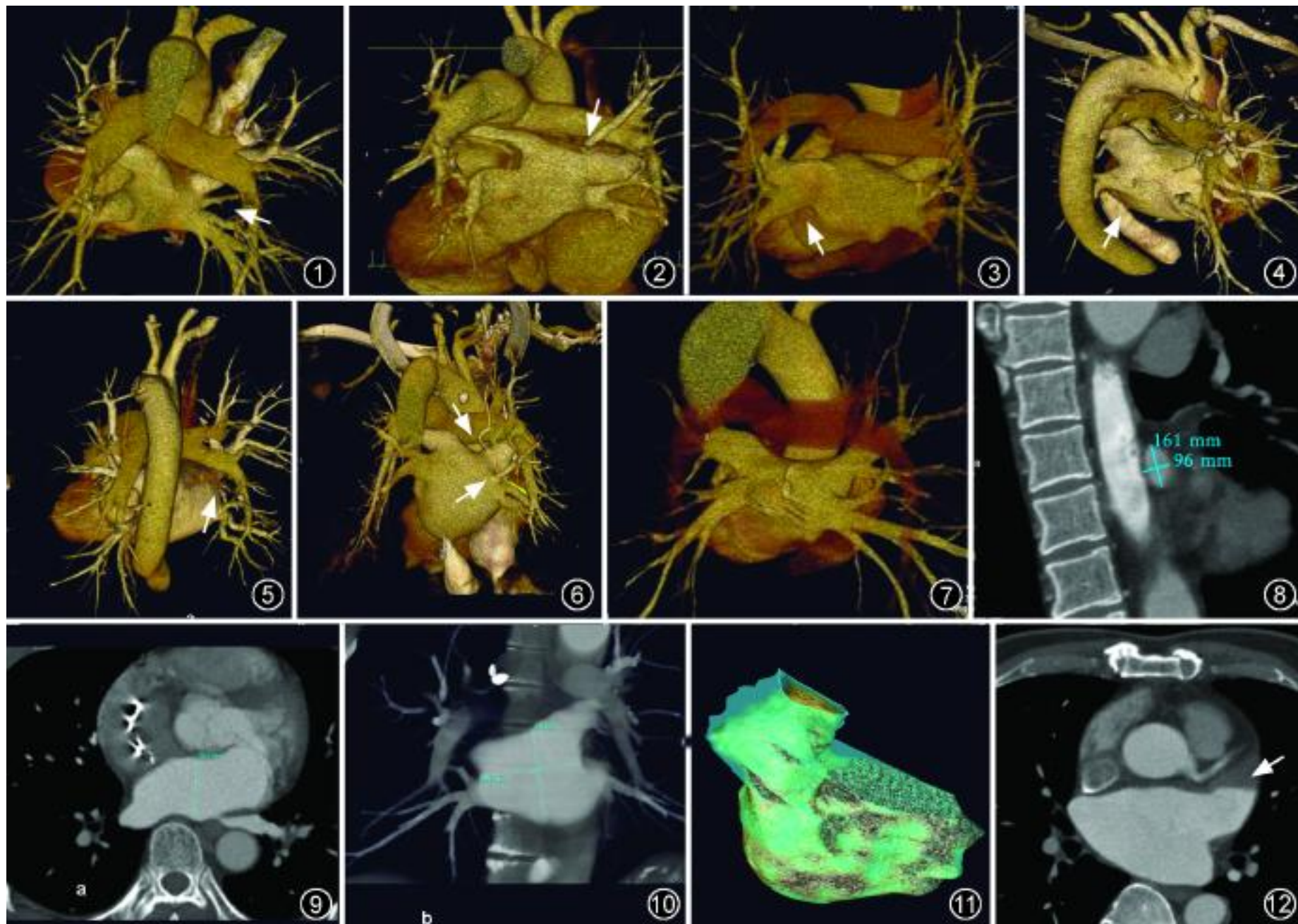


图 1 ~6 为左心房-肺静脉异常连接的 6 种方式, 图中箭所指均为异常连接的肺静脉。图 1 为右中肺静脉单独开口, 图 2 为右侧最上肺静脉单独开口, 图 3 为左侧肺静脉长共干, 图 4 为左侧肺静脉短共干, 图 5 为双支右中肺静脉单独开口, 图 6 为右中肺静脉及右侧最上肺静脉分别单独开口 图 7, 8 正常连接的肺静脉汇入左心房的入口, 以左下肺静脉为例, 图 7 为 3D 左心房-肺静脉图像, 图 8 为左下肺静脉开口的上下径及左右径 图 9, 10 左心房内径、上下径及左右径的测量, 图 9 为横断面测量左心房前后径, 图 10 为应用厚层最大密度投影(MIP)技术测量左心房上下径及左右径 图 11 左心房体积的测量, 通过软件测量取得的表面积为 176.0 cm^2 , 体积为 126.5 cm^3 图 12 左心房耳部低密度充盈缺损, 诊断为左房耳血栓(箭)

本研究分析并测量了存在右上、右下、左上、左下 4 支肺静脉的房颤组和对照组全部 193 例。观察各肺静脉左心房入口的形态和径线,发现右上、右下、左上、左下 4 支肺静脉的入口均呈上下径 > 前后径的椭圆形。在 2 组患者中 4 支肺静脉的上下径和前后径差异并没有统计学意义($P > 0.05$, 表 1)。

关于左房各种径线,本研究分析并测量了左心房的前后径,房颤组和对照组分别为(39.47 ± 8.98)、(36.94 ± 5.49) mm($t = 2.326, P = 0.02$);左心房体积房颤组和对照组分别为(127.64 ± 56.85)、(79.4 ± 13.27) ml($t = 5.927, P = 0.00$)。房颤组的前后径和左房体积均大于对照组的相对径线。房颤组及对照组所有患者,左心房耳部均显影良好,在房颤组 146 例患者中,观察到左心房耳部内充盈缺损 13 例,全部经食管超声心动图(TEE)证实为左心房耳部血栓。在其余 133 例未发现明确充盈缺损的房颤患者中,有 6 例患者 TEE 发现“云雾征”,诊断为附壁小血栓。

讨 论

房颤常见于瓣膜病、高血压病、冠心病等,也可见于无器质性心脏病者,即孤立性房颤。房颤除可引起心悸等症状外,还可以因心房缺失泵血功能而使心输出量降低,导致心房内的血流淤滞,促使血栓形成。因此,治疗房颤使心房功能恢复是极为重要的。肺静脉在房颤的触发过程中起着极其重要的作用^[1],大部分阵发性房颤均起源于肺静脉^[2]。

环肺静脉线性消融术治疗房颤已经成为国内外热点问题,影像检查所提供的肺静脉-左心房的解剖学、形态学研究,如肺静脉-左心房连接方式,这种异常连接的肺静脉直接或间接影响着手术策略;左心房容积则关系到左心房电位的重构;左心房血栓直接关系到手术的风险。术前、术后了解肺静脉各项解剖、形态信息变得越来越重要,所以需要一种准确而无创的检查方法。

目前,国内外评价肺静脉的方法包括 MR 血管成像(MRA)、TEE、肺静脉造影、MSCT。由于检查评

估的方式不同,相关报道的数据也不大相同。肺静脉造影可以清晰显示肺静脉和左心房,但是其属于有创检查,且费用较高。TEE 也可用于评价肺静脉和左心房的解剖关系,但其对肺静脉和左心房的整体显示不理想,且亦属于有创检查。MRA 因其空间分辨率不如 MSCT,故其图像有一定差距。本研究结果显示,MSCT 左心房-肺静脉成像检查具有空间分辨率高,安全性较好,无创且费用偏低等特点。主要体现在以下几方面:(1)扫描速度更快,64 层 MSCT 完成 1 次左心房-肺静脉成像仅需要不到 10 s。(2)对比剂用量更少,一般使用 50 ~ 60 ml,直接节省了患者的费用。(3)工作站所得到的后处理图像,以多种重组手段显示肺静脉与左心房的各种连接方式,能够满足测量需要的各种数据更多,图像立体、直观。

目前,有关肺静脉近心端及左心房-肺静脉连接关系的解剖学研究在国内尚处于起步阶段,Kato 等^[3]提出 6 种变异:左肺静脉短共干(左上肺静脉的下缘与左下肺静脉上缘相接,连接点位于左心房轮廓外);左肺静脉长共干;单支右中肺静脉注入左心房;左肺最上肺静脉和右上肺静脉分别单独汇入左心房;右中双支肺静脉单独汇入左心房;右侧 4 支肺静脉分别汇入左心房(右上、右下肺静脉合并右侧最上肺静脉及右中肺静脉单独汇入左心房),并指出其中连接异常的占其病例组的 38%。Scharf 等^[4]报道 57 例房颤患者中,19% 存在连接异常,Wittkamp 等^[5]应用 MRI 对 42 例房颤患者肺静脉进行评估,其中连接异常者占 20%。王鸣道等^[6]选择阵发性房颤患者和非房颤患者共 120 例,连接异常者占 9.2%。

有的假说认为房颤与肺静脉的直径有关^[4],并认为肺静脉开口直径的扩大与这里异位灶点的分布有对应关系。在本研究中,通过 2 组患者的比较,两者相应肺静脉的直径之间差异无统计学意义。因此,笔者认为房颤的发作与肺静脉直径大小无确切相关性,房颤的发生应有其更为复杂的电生理机制。

1999 年 Thamilarsan 和 Klein^[7]提出房颤可引

表 1 房颤组和对照组肺静脉入口径线比较(mm, $\bar{x} \pm s$)

分组	肺静脉上下径				肺静脉前后径			
	左上开口	左下开口	右上开口	右下开口	左上开口	左下开口	右上开口	右下开口
房颤组	18.15 \pm 1.35	16.96 \pm 1.18	17.50 \pm 1.12	17.65 \pm 0.94	12.26 \pm 1.89	11.96 \pm 0.61	12.32 \pm 1.08	12.39 \pm 0.95
对照组	18.07 \pm 0.94	17.50 \pm 0.57	17.50 \pm 0.57	12.23 \pm 0.75	12.74 \pm 1.03	12.64 \pm 0.87	17.94 \pm 0.76	12.72 \pm 0.67
t 值	0.401	1.847	1.504	1.143	0.923	1.280	0.958	1.315
P 值	0.840	0.063	0.115	0.269	0.307	0.208	0.305	0.188

起左心房增大, Phang 等^[8]也提出孤立性房颤患者左心房较年龄匹配的正常对照者扩大。Parkash 等^[9]提出左心房的内径线性水平高则更容易进一步发展为持续性房颤或永久性房颤, 而房颤的持续或频繁发作也导致左心房进一步的扩大。左心房内径的扩大已经普遍被认为是射频消融术后房颤复发的危险因素^[10-11]。通过 64 层 MSCT 成像并进行左心房内径的测量可以早期评估射频消融术的远期成功率。本研究分析并测量了左心房的前后径, 且房颤组大于对照组, 与文献报道相符。

64 层 MSCT 成像可以提供较满意的左心房耳部的影像, 为血栓的诊断提供了新的方法, 但较为粗大的梳状肌与小血栓的鉴别及对“云雾征”的诊断困难仍是目前面临的最主要问题。

总之, 64 层 MSCT 左心房-肺静脉成像能全方位显示左心房-肺静脉立体结构, 为房颤手术提供真实详细的形态学、解剖学信息, 也为定量分析房颤患者各项数据提供了一种无创性检查手段, 在本院已成为房颤射频消融术前的常规检查, 直接指导手术完成并可以评估预后。另外房颤射频消融术中出现的新技术: 影像融合技术, 是将 CARTO 结构和 CT 影像整合在一起, 因此, 良好的 CT 影像将为房颤手术提供更好的指导。

参 考 文 献

[1] Chen SA, Hsieh MH, Tai CT, et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses,

and effects of radiofrequency ablation. *Circulation*, 1999, 100: 1879-1886.

[2] Saito T, Waki K, Becker AE. Left atrial myocardial extension onto pulmonary veins in humans: anatomic observations relevant for atrial arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2000, 11: 888-894.

[3] Kato R, Lickfett L, Meininger G, et al. Pulmonary vein anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: lessons learned by use of magnetic resonance imaging. *Circulation*, 2003 107: 2004-2010.

[4] Scharf C, Sneider M, Case I, et al. Anatomy of the pulmonary veins in patients with atrial fibrillation and effects of segmental ostial ablation analyzed by computed tomography. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2003, 14: 150-155.

[5] Wittkamp FH, Vonken EJ, Derksen R, et al. Pulmonary vein ostium geometry: analysis by magnetic resonance angiography. *Circulation*, 2003, 107: 21-23.

[6] 王鸣道, 杨延宗, 王照谦, 等. 多排螺旋 CT 评价肺静脉的临床应用. *中华心律失常杂志*, 2006, 10: 3198-3202.

[7] Thamilarasan M, Klein AL. Factors relating to left atrial enlargement in atrial fibrillation: “ chicken or the egg ” hypothesis. *Am Heart J*, 1999, 137: 381-383.

[8] Phang RS, Isserman SM, Karia D, et al. Echocardiographic evidence of left atrial abnormality in young patients with lone paroxysmal atrial fibrillation. *Am J Cardiol*, 2004, 94: 511-513.

[9] Parkash R, Green MS, Kerr CR, et al. The association of left atrial size and occurrence of atrial fibrillation: a prospective cohort study from the Canadian Registry of Atrial Fibrillation. *Am Heart J*, 2004, 148: 649-654.

[10] Bertaglia E, Zoppo F, Bonso A, et al. Long term follow up of radiofrequency catheter ablation of atrial flutter: clinical course and predictors of atrial fibrillation occurrence. *Heart*, 2004, 90: 59-63.

[11] Oral H, Scharf C, Chugh A, et al. Catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation: segmental pulmonary vein ostial ablation versus left atrial ablation. *Circulation*, 2003, 108: 2355-2360.

(收稿日期: 2007-10-30)

(本文编辑: 任晓黎)

· 消 息 ·

卫生部发布乳腺 X 线摄影、计算机 X 线摄影质量控制检测规范

据卫生部《卫通 [2007] 6 号》通告批准发布《乳腺 X 射线摄影质量控制检测规范》(GB1186-2007) 及《计算机 X 射线摄影(CR) 质量控制检测规范》(GB1187-2007) 等质量控制

检测规范。上述两项规范的发布有利于目前 X 线摄影中量大面广的相关技术工作有章可循, 对我国影像质量的管理起到有益的作用。

(曹厚德)