

· 影像医学研究 ·

## 心脏CT左房参数在预测房颤患者卒中发生中的价值

王 军,徐 怡\*,祝因苏,朱晓梅,唐 鑫,黄薇薇,施海彬

南京医科大学第一附属医院放射科,江苏 南京 210029

**[摘要]** **目的:**应用心脏CT评估房颤患者左心房、左心耳结构以及功能状况,探讨其与房颤患者卒中发生的关系。**方法:**回顾性分析221例房颤患者心脏CT资料,根据病程中患者有无发生卒中分成卒中组和非卒中组。以图像后处理软件测量左心房和左心耳最大、最小容积,计算左心房及心耳的射血分数。根据心耳形态将其分成鸡翅型和非鸡翅型,并观察心耳内是否存在血栓或血栓前状态。对左房各项参数进行单因素及多因素统计学分析。**结果:**221例中47例发生了卒中事件。卒中组患者的左心房最大容积、最小容积均较非卒中组增大( $P < 0.05$ ),卒中组左心房射血分数较非卒中组下降( $P < 0.05$ )。卒中组左心耳非鸡翅型的比例更高( $P=0.006$ );卒中组左房内存在血栓或血栓前状态的比例高于非卒中组( $P=0.01$ )。左心房容积、左心耳分叶结构及左心耳血流动力学状态是房颤患者卒中发生的独立危险因素。**结论:**心脏CT获得的左房参数对房颤患者卒中发生具有一定预测价值。

**[关键词]** 心房颤动;脑卒中;左心房;X线计算机体层摄影术

**[中图分类号]** R814.42

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-4368(2019)01-136-05

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20190128

### The value of left atrial parameters measured on cardiac CT in predicting stroke in patients with atrial fibrillation

Wang Jun, Xu Yi\*, Zhu Yinsu, Zhu Xiaomei, Tang Xin, Huang Weiwei, Shi Haibin

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of NMU, Nanjing 210029, China

**[Abstract]** **Objective:** To assess the structure and function remodeling of left atrial (LA) and left atrial appendage (LAA) using cardiac CT in patients with atrial fibrillation (AF), and to evaluate its relation with stroke. **Methods:** We retrospectively analyzed the CT imaging of 221 patients with AF and divided them into the stroke group and the non-stroke group. The left atrium maximum volume (LAV<sub>max</sub>), left atrium minimum volume (LAV<sub>min</sub>), left atrium appendage maximum volume (LAAV<sub>max</sub>) and left atrium appendage minimum volume (LAAV<sub>min</sub>) were segmented and measured by post-processing software. The LA and LAA ejection fractions (LAEF, LAAEF) and LAA were calculated. According to the shape of the appendage, we divided LAA into chicken wings and non-chicken wings. And whether there was a thrombus or circulatory stasis in LAA was also observed. Univariate and multivariate statistical analyses were carried out on the parameters of LA. **Results:** Among the 221 patients with AF, 47 patients developed a stroke. The LAV<sub>max</sub> and LAV<sub>min</sub> in the stroke group were significantly larger than those in the non-stroke group ( $P < 0.05$ ), LAEF in the stroke group decreased compared with the non-stroke group ( $P < 0.05$ ). The proportion of non-chicken wing type in the stroke group was higher than that in the non-stroke group ( $P=0.006$ ). The proportion of thrombosis or pre-thrombotic state in the LA of the stroke group was higher than that in the non-stroke group ( $P=0.01$ ). The LA volume, LAA structure, and LAA hemodynamic status were independently associated with stroke. **Conclusion:** LA parameters measured by cardiac CT may be useful for predicting stroke in patients with AF.

**[Key words]** atrial fibrillation; stroke; left atrium; computed tomography

[Acta Univ Med Nanjing, 2019, 39(01):136-140, 148]

**[基金项目]** 江苏省“六大人才高峰”(2013-WSN-042)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: aleenxu@163.com

房颤(atrial fibrillation, AF)是临床最常见的心律失常<sup>[1]</sup>,是缺血性脑卒中、血栓栓塞事件发生的独立危险因素,年卒中发生率约为3%~4%<sup>[2]</sup>。目前,

临床常用CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc评分来对AF患者进行分层,但这个评分主要包括临床基本资料如性别、年龄、高血压、糖尿病史等,不包括一些评估左心房血栓形成风险的因素,如左房解剖和功能参数、实验室生化或凝血参数等,存在一定局限<sup>[3-4]</sup>。

近年来随着多排螺旋CT的迅速发展,应用心脏CT双期扫描方法不仅可以显示冠状动脉的病变,还可以检测左心耳有无血栓或血栓前状态<sup>[5-6]</sup>。应用图像分割技术,可以较为精准地进行左房容积测量,获得左房解剖及功能参数<sup>[5]</sup>。本研究应用心脏CT双期扫描评估AF患者的左心房、左心耳解剖及功能重构,观察左心耳形态及血流动力学状态,并探讨其与AF患者卒中发生的关系。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

回顾性分析2016年9月—2018年4月于我院就诊,经临床诊断为AF,并于射频消融术前为排除左房血栓,而行心脏CT双期扫描的患者共281例。排除图像质量不佳、曾行房颤消融术的患者60例,共221例患者纳入研究。所有人组患者均行CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc评分(卒中发生前)。

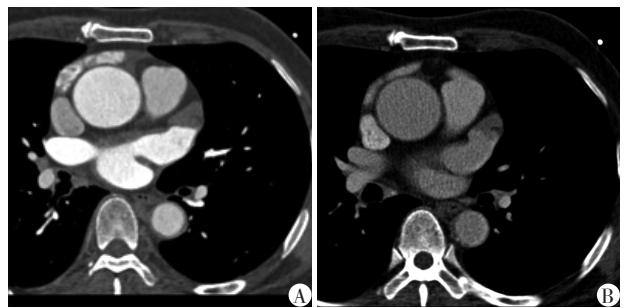
### 1.2 方法

#### 1.2.1 数据采集

所有扫描均在Siemens公司双源CT机器(Somatom Definition, Siemens公司,德国)上进行。检查前禁饮禁食4h。对比剂为碘普罗胺(优维显,370 mgI/mL),具体用量及注射速率依据患者体重、体重指数及心率进行个体化计算。扫描主要参数:管电压120 kV/100 kV,有效管电流时间380~420 mAs,探测器准直为32×0.6 mm, Pitch为0.2~0.43(根据患者心率自动调节)。采用心脏CT双期扫描:①早期:采用回顾性心电门控,扫描范围包括整个心脏,以此排除严重的冠状动脉粥样硬化;②延迟期:延迟30s后采用前瞻性心电门控,范围包括心底至心室中部(主要包括左心耳),此时管电压100 kV,自动管电流技术。

血栓判断标准:心脏CT诊断心房内血栓是以注射对比剂后显示充盈缺损为基础,如果血栓存在,应在早期和延迟期均在固定位置显示充盈缺损,绝大多数位于左心耳;早期左心耳内密度减低,延迟期造影剂填充定义为血栓前状态(图1~2)。有时一过性血流动力学改变也会存在此种情况,为了进行鉴别测量同层面左心耳和升主动脉密度比值(LAA/

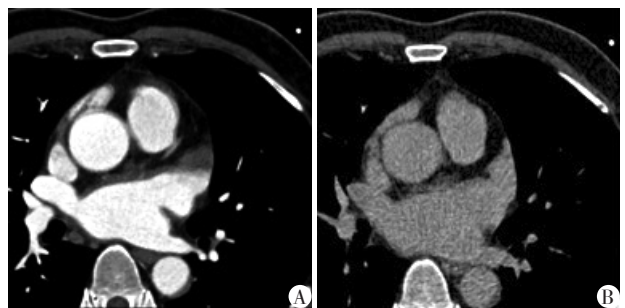
AA),若比值 $\leq 0.5$ ,认为是血栓前状态;若LAA/AA比值 $> 0.5$ ,表现为左心耳密度稍低于升主动脉,认为是由于扫描时造影剂高速团注,导致一过性血流动力学改变。



A:心脏CT早期示左心耳充盈缺损;B:延迟期充盈缺损仍存在。

图1 左心耳血栓图像

Figure 1 Left atrial appendage thrombus



A:心脏CT早期示左心耳充盈缺损;B:延迟期充盈缺损消失。

图2 左心耳血栓前状态图像

Figure 2 Stasis of left atrial appendage

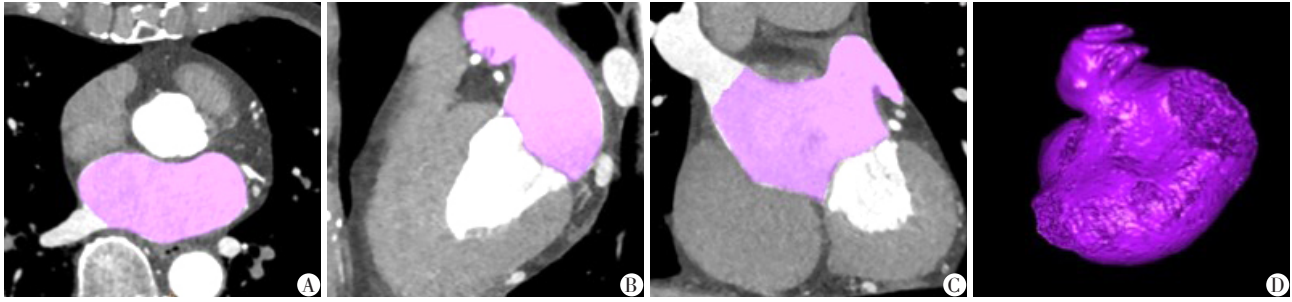
#### 1.2.2 图像后处理及参数测定

##### 1.2.2.1 确定左房最大、最小容积的时相

将图像传至Siemens Syngo MMWP工作站,在横轴位右下肺静脉层面(相当于左房面积最大层面),以5%为间隔,重建整个R-R间期内20个时相的同层图像,目测法找出左心房最大及最小面积的时相,并进行重建(左房最大面积时相定义为心房舒张末期,二尖瓣将要开放之前,大多位于心动周期的35%~50%中的某一时相;左房最小面积时相定义为心房收缩末期,大多位于心动周期0%~10%中的某一时相)。

##### 1.2.2.2 图像分割及容积测量

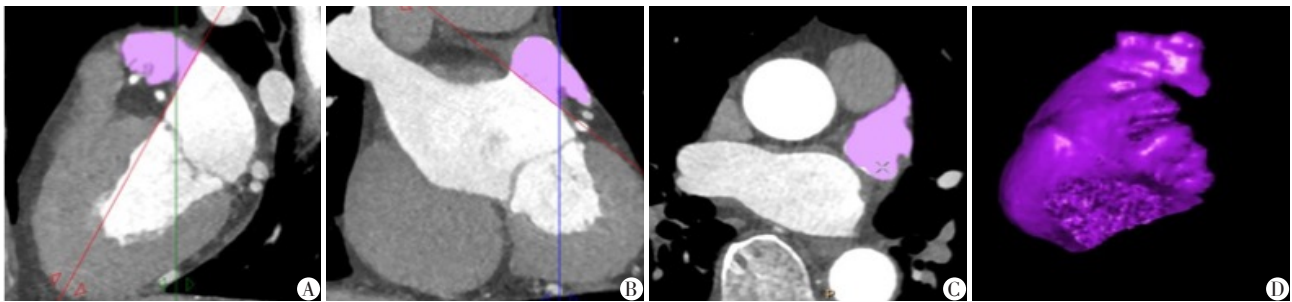
将重建图像导入Phillips后处理软件上进行分析,软件自动勾画出左心房轮廓,并进行手动调整,使左心房前界沿二尖瓣叶走行与左心室区分。结合心脏轴位、冠状位及矢状位,以左心耳根部为基准分割出左心耳<sup>[5]</sup>,最终得到左心房及左心耳的三维图像(图3~4),在Function功能上计算出左心房舒



A:结合心脏轴位;B:矢状位;C:冠状位;D:左心房前界沿二尖瓣走行与左心室区分隔,4根肺静脉入口处与左心房垂直切除肺静脉,最后得出左心房的三维空间图像。

图3 左心房容积测量

Figure 3 Measurement of left atrial volume



A:结合矢状位;B:冠状位;C:心脏轴位;D:以左心耳根部为基准,切割出左心耳三维成像,得出左心耳容积数据。

图4 左心耳容积测量

Figure 4 Measurement of left atrial appendage volume

张末期容积(最大容积 $LAV_{max}$ )、左心房收缩末期容积(最小容积 $LAV_{min}$ )、左心耳最大容积( $LAAV_{max}$ )、左心耳最小容积( $LAAV_{min}$ )。

1.2.2.3 计算左心房、左心耳功能指标

①左心房射血分数( $LAEF$ )= $(LAV_{max}-LAV_{min})\div LAV_{max}\times 100\%$ ; ②左心耳射血分数( $LAAEF$ )= $(LAAV_{max}-LAAV_{min})\div LAAV_{max}\times 100\%$ ; ③记录患者身高、体重,以上测得的容积数据均用体表面积校正。

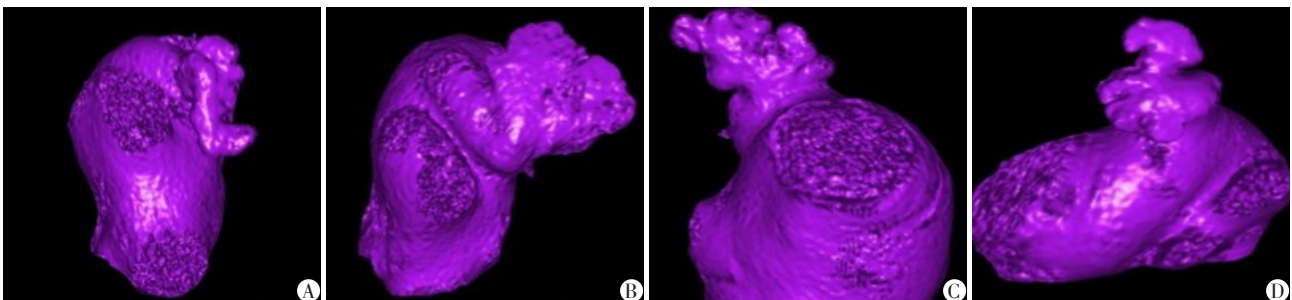
1.2.3 左心耳形态分类

Di Biase 等<sup>[7]</sup>根据左心耳分叶结构将左心耳分

为鸡翅、菜花、仙人掌、风向标4个类型。①仙人掌型:一个主叶结构以及从主叶分出的多个向上或向下的次级小叶;②鸡翅型:一个主叶结构,在中部或近段有明显折返,不伴有次级分叶;③风向标型:一个主叶结构,远端分出一个次级小叶;④菜花型:多分叶,缺乏主叶结构。我们在此基础上将左心耳结构分为鸡翅型、非鸡翅型(菜花、仙人掌、风向标)两大类(图5)。

1.3 统计学方法

采用SPSS 25.0软件包对以上数据进行分析,计



A:菜花型;B:鸡翅型;C:仙人掌型;D:风向标型。

图5 左心耳结构分类

Figure 5 Classification of left atrial appendage

量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间均数比较用独立样本 *t* 检验。计数资料间的比较用卡方检验。 $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。应用多因素回归分析确定 AF 患者卒中发生的独立危险因素。

## 2 结果

### 2.1 临床特征

共纳入 221 例 AF 患者,平均年龄( $63.45 \pm 10.2$ )岁,男 150 例(67%)。曾发生卒中事件者 47 例(21%)。卒中组和非卒中组 AF 患者临床资料见表 1。年龄及 CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc 评分在两组间有统计学差异,卒中组年龄和 CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc 评分均高于非卒中组。

表 1 卒中组与非卒中组 AF 患者临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical characteristics in AF patients with or without stroke

| 临床资料                                      | 卒中组(n=47)   | 非卒中组(n=174) | P 值   |
|---|-------------|-------------|-------|
| 男性[n(%)]                                  | 35(74)      | 115(66)     | 0.297 |
| 年龄(岁)                                     | 66.5 ± 10.1 | 62.6 ± 10.4 | 0.021 |
| 糖尿病[n(%)]                                 | 7(14)       | 25(14)      | 0.090 |
| 高血压[n(%)]                                 | 32(68)      | 100(57)     | 0.500 |
| CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc(分) | 2.19 ± 1.46 | 1.75 ± 1.26 | 0.030 |
| 房颤类型[n(%)]                                |             |             |       |
| 阵发性                                       | 22(47)      | 70(48)      | 0.259 |
| 持续性                                       | 25(53)      | 104(52)     | 0.259 |

### 2.2 心脏 CT 左房参数

卒中组左房前后径、LAV<sub>max</sub>、LAV<sub>min</sub> 均较非卒中组增大,卒中组 LAEF 较非卒中组下降,两组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。但两组间左心耳参数包括 LAAV<sub>max</sub>、LAAV<sub>min</sub> 及 LAAEF 差异均无统计学意义(表 2)。左心耳非鸡翅型患者的卒中发生率更高(36% vs. 15%,  $P=0.006$ );卒中组患者左房内存在血栓或血栓前状态所占的比例高于非卒中组(50% vs. 25%,  $P=0.01$ , 表 3)。

多因素回归分析得出左心房最小容积(LAV<sub>min</sub>)、左心耳非鸡翅型结构、左心耳血栓及血栓前状态与卒中发生独立相关(表 4)。

## 3 讨论

房颤引起左房血流动力学改变以及基质重构,引起左房功能下降,进而导致血流淤滞,血栓形成,栓子脱落进入体循环,这是公认的房颤卒中发生机制<sup>[8]</sup>。心脏 CT 成像可以对左心房解剖和功能重构进行评估,本研究旨在探讨基于心脏 CT 所获得的 AF 患

表 2 卒中组和非卒中组 AF 患者心脏 CT 左房参数比较

Table 2 Comparison of LA parameters of cardiac CT in AF patients with or without stroke

| 左房参数                                     | 卒中组(n=47)     | 非卒中组(n=174)   | P 值   |
|--|---------------|---------------|-------|
| LAV <sub>max</sub> (mL/m <sup>2</sup> )  | 94.36 ± 37.93 | 78.63 ± 26.93 | 0.013 |
| LAV <sub>min</sub> (mL/m <sup>2</sup> )  | 79.80 ± 39.60 | 61.70 ± 30.96 | 0.007 |
| LAEF(%)                                  | 18.85 ± 14.55 | 24.76 ± 16.80 | 0.024 |
| LAAV <sub>max</sub> (mL/m <sup>2</sup> ) | 8.54 ± 3.57   | 8.62 ± 4.52   | 0.898 |
| LAAV <sub>min</sub> (mL/m <sup>2</sup> ) | 6.83 ± 3.96   | 6.39 ± 4.10   | 0.527 |
| LAAEF(%)                                 | 24.65 ± 21.24 | 29.13 ± 20.90 | 0.219 |
| 左房前后径(cm)                                | 47.18 ± 8.73  | 43.28 ± 7.71  | 0.003 |

表 3 卒中组与非卒中组间左心耳血流动力学状况和形态的比较

Table 3 Comparison of hemodynamics and structure of left atrial appendage between the stroke group and the non-stroke group

| 指标         | 卒中组(n=47) | 非卒中组(n=174) | P 值   |
|------------|-----------|-------------|-------|
| 左心耳血流动力学状况 |           |             | 0.010 |
| 血栓及血栓前状态   | 24        | 44          |       |
| 无血栓        | 23        | 130         |       |
| 左心耳分叶      |           |             | 0.006 |
| 非鸡翅型       | 27        | 39          |       |
| 鸡翅型        | 20        | 135         |       |

表 4 多因素分析中预测房卒中发生的因素

Table 4 Predictors of stroke in the multivariate regression analysis

| 因素                 | OR   | 95%CI     | P 值   |
|--------------------|------|-----------|-------|
| LAV <sub>min</sub> | 1.01 | 1.00~1.02 | 0.050 |
| 左心耳分叶结构            | 3.19 | 1.51~6.72 | 0.002 |
| 血栓/血栓前状态           | 2.29 | 1.01~4.76 | 0.026 |
| 年龄                 | 1.04 | 1.00~1.07 | 0.052 |

者左房参数对卒中的发生的预测价值。

研究结果得出,有卒中事件的房颤患者左房功能受损更明显,容积较未发生卒中者更大。房颤本身会引起左心房扩大,文献报道左心房内径 $\geq 44$  mm 的患者房颤发生率是左心房内径 $\leq 35$  mm 的 2.5 倍,左心房内径每增加 5 mm,房颤发生率增加 1.4 倍<sup>[9]</sup>。基于房颤人群得出的研究结果显示,卒中者的左房扩张更为明显,间接反映卒中者的左房基质重构更为显著。左房容积增加是独立于房颤、年龄和脑血管疾病卒中发生以及死亡事件的危险因素<sup>[10]</sup>。这与本研究结果一致。

本研究中左心耳存在血栓或血栓前状态是卒

中的独立相关因素。本文中血栓前状态相当于超声中左心耳的自发显影(spontaneous echo contrast, SEC)。SEC提示左心房或左心耳存在血流淤滞或者慢血流状态,是左房血栓形成的主要征象<sup>[11]</sup>。Bernhardt等<sup>[12]</sup>研究表明当左心耳有SEC时有较高的卒中风险。这从超声评估的角度间接验证了我们的研究结果。

我们还得出,左心耳的分叶结构是房颤患者卒中发生的独立危险因素。左心耳非鸡翅型结构患者更易发生卒中事件。由于左心耳的勺样结构,左心耳内血流容易淤滞,这也是左心耳易有血栓形成的解剖基础<sup>[13]</sup>。相较于鸡翅型左心耳,几种非鸡翅型的心耳结构分叶更多,解剖更复杂,因此更易形成血栓。Di Biase等<sup>[7]</sup>932例样本的回顾性研究表明,鸡翅型与卒中的发生最不相关,与鸡翅型相比,仙人掌型的卒中发生风险是其4.08倍,风向标型是其4.5倍,菜花型是其8倍。

房颤引起脑卒中发生的直接原因是心源性栓子脱落进入脑血管,而心源性栓子约98%来源于左心耳<sup>[14]</sup>。左心耳大小与血栓形成风险增加有关<sup>[15]</sup>。尸检研究报告表明左心耳大小与卒中或短暂性脑缺血发作风险之间存在直接关联,尤其是非瓣膜性房颤患者<sup>[16]</sup>。但是在本研究中,并未得出左心耳解剖及功能与卒中发生存在相关性的结果。可能原因在于左心耳容积较小,AF患者左心耳容积功能的变化程度较整个左心房小,且软件分割测量的左心耳容积尚存在一定变异性。

CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc评分是目前临床最常用的房颤患者卒中发生风险分层模型。但是本研究中并没有得出CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc评分是卒中的独立预测因子。其原因可能是纳入的对照组人群多为行AF消融的患者,多数人年龄较大,合并症较多(如高血压、糖尿病等);另外,仅对两组人群的总体CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc评分进行分析,并没有按临床常用的高危、低危对患者进行分组。

本研究尚存在一些不足。首先,这是一项回顾性研究,不能确定患者卒中发生时的血流动力学状况,左心耳血流动力学参数只能代表心脏CT检查时的状况;其次,本研究入组的均为行射频消融术前的AF患者,大多数为经药物治疗后效果不佳的AF患者,研究结果还存在一定偏倚,能否适用于整体AF人群还有待进一步研究。

综上,左心房容积、左心耳非鸡翅型结构以及左心耳血流动力学状态是房颤患者卒中发生的独

立危险因素。应用心脏CT双期扫描可以获得左心房、左心耳解剖和功能参数,在CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc评分的基础上,可以进一步优化对房颤患者卒中危险分层,为临床抗凝决策提供一定帮助。

#### [参考文献]

- [1] Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study[J]. *Circulation*, 2014, 129(8): 837-847
- [2] Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation: a major contributor to stroke in the elderly: the Framingham Study[J]. *Arch Intern Med*, 1987, 147(9): 1561-1564
- [3] Delgado V, Di Biase L, Leung M, et al. Structure and function of the left atrium and left atrial appendage: AF and stroke implications[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(25): 3157-3172
- [4] Szymanski FM, Lip GY, Filipiak KJ, et al. Stroke risk factors beyond the CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score: Can we improve our identification of "high stroke risk" patients with atrial fibrillation? [J]. *Am J Cardiol*, 2015, 116(11): 1781-1788
- [5] Park MJ, Jung JI, Oh YS, et al. Assessment of the structural remodeling of the left atrium by 64-multislice cardiac CT: comparative studies in controls and patients with atrial fibrillation[J]. *Int J Cardiol*, 2012, 159(3): 181-186
- [6] Hur J, Choi BW. Cardiac CT imaging for ischemic stroke: Current and evolving clinical applications[J]. *Radiology*, 2017, 283(1): 14-28
- [7] Di Biase L, Santangeli P, Anselmino M, et al. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(6): 531-538
- [8] Kamel H, Okin PM, Elkind MS, et al. Atrial fibrillation and mechanisms of stroke: Time for a new model [J]. *Stroke*, 2016, 47(3): 895-900
- [9] 木胡牙提, 卢武红, 马依彤, 等. 1 041例非瓣膜性心房颤动患者左心房内径的分析[J]. *中国循环杂志*, 2009, 24(5): 364-366
- [10] Barnes ME, Miyasaka Y, Seward JB, et al. Left atrial volume in the prediction of first ischemic stroke in an elderly cohort without atrial fibrillation[J]. *Mayo Clin Proc*, 2004, 79(8): 1008-1014
- [11] Dawn B, Varma J, Singh P, et al. Cardiovascular death in patients with atrial fibrillation is better predicted by left atrial thrombus and spontaneous echocardiographic contrast as compared with clinical parameters [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005, 18(3): 199-205

(下转第148页)

ITAPVC合并右房异构,仅3例同时检出,另2例漏诊;⑤当垂直静脉连接于下腔静脉靠近右心房开口的位置,检查者容易误认为开口于右房底部而误诊为心内型完全性肺静脉异位连接,此情况外院出现2例,本院出现1例。

由于ITAPVC早期诊断与治疗可以提高成活率,检查时遇到右心系统明显增大和左心偏小,房间隔缺损出现右向左分流,应警惕完全性肺静脉异位,需常规探查肺静脉的走行情况,在排除心上型及心内型TAPVC的同时应对肝内血管、下腔静脉进行扫查以便对ITAPVC做出早期诊断,进一步提高超声术前的检出率,为明确诊断的患儿及时进行手术矫治,提高其生存率,改善生活质量。

[参考文献]

[1] Yongxuan P, Yang G, Haibo Z, et al. Positional relationship between the pulmonary venous confluence-vertical vein and atria in infracardiac total anomalous pulmonary venous connection [J]. *Pediatr Cardiol*, 2016, 37 (2) : 372-377

[2] Van Son JAM, Hamsch J, Kinzel P, et al. Urgency of operation in infracardiac total anomalous pulmonary venous connection [J]. *Ann Thorac Surg*, 2000, 70:128-130

[3] 邹 鹏,洪庆山,孙善权,等. 超声心动图评估完全型肺静脉异位连接中肺静脉病变[J]. *中国医学影像技术*,

2017, 33(3):340-344

[4] Amit M, Pranav S, Ramesh P, et al. A rare variety of mixed total anomalous pulmonary venous connection [J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2014, 22(7): 849-851

[5] Cayre RO, Civetta JD, Roldan AO, et al. Mixed total anomalous pulmonary venous connection: Casereport with bilateral venous collectors [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2003, 16(1):84-87

[6] Ganesan S, Brook MM, Silverman NH, et al. Prenatal findings in total anomalous pulmonary venous return: a diagnostic road map starts with obstetric screening views [J]. *Ultrasound Med*, 2014, 33(7):1193-1207

[7] 郑景浩,徐志伟,刘锦纷,等. 新生儿梗阻型完全性肺静脉异位引流的治疗[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2011, 27(12):709-712

[8] Khanna S, Choudhury M, Kiran U. Total anomalous pulmonary venous connection: post operative problems and management [J]. *Indian J Anaesth*, 2010, 53(1):71-74

[9] 王 静,曹 清,李 奋,等. 心下型完全性肺静脉异位引流亚急诊手术效果分析[J]. *临床小儿外科杂志*, 2016, 15(3):225-227

[10] Padalino MA, Cavalli G, De Franceschi M, et al. Surgical outcomes of total anomalous pulmonary venous connection repair: a 22-year experience [J]. *J Card Surg*, 2014, 29 (5):678-685

[收稿日期] 2017-11-14

(上接第140页)

[12] Bernhardt P, Schmidt H, Hammerstingl C, et al. Patients with atrial fibrillation and dense spontaneous echo contrast at high risk a prospective and serial follow-up over 12 months with transesophageal echocardiography and cerebral magnetic resonance imaging [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 45(11):1807-1812

[13] Boucebci S, Pambrun T, Velasco S, et al. Assessment of normal left atrial appendage anatomy and function over gender and ages by dynamic cardiac CT [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(5):1512-1520

[14] Leung DY, Black IW, Cranney GB, et al. Prognostic impli-

cations of left atrial spontaneous echo contrast in nonvalvular atrial fibrillation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1994, 24 (3):755-762

[15] Somerville W, Chambers RJ. Systemic embolism in mitral stenosis: relation to the size of the left atrial appendix [J]. *Br Med J*, 1964, 2(5418):1167-1169

[16] Veinot JP, Harrity PJ, Gentile F, et al. Anatomy of the normal left atrial appendage: a quantitative study of age-related changes in 500 autopsy hearts: implications for echocardiographic examination [J]. *Circulation*, 1997, 96(9): 3112-3115

[收稿日期] 2018-11-03