

应用双源 CT 分析新疆地区非瓣膜房颤左心耳形态及相关参数与心功能不全的关系*

方舒 高洁 燕建锋 姚娟

(新疆维吾尔自治区人民医院心脏及泛血管医学诊疗中心, 新疆 乌鲁木齐 830000)

【摘要】 目的 基于双源 CT 分析探讨新疆地区非瓣膜房颤左心耳形态及相关参数与心功能不全的关系。方法 回顾性分析 2022 年 1 月—2024 年 6 月就诊于我院住院的 650 例非瓣膜房颤患者, 其中病例组(心功能不全患者)330 例, 对照组(非心衰患者)320 例, 并接受左房肺静脉双源 CT 成像。收集患者的临床资料、左心耳解剖形态及相关参数, 采用二分类非条件 Logistic 回归分析左心耳解剖形态及相关参数与心功能不全的关系。结果 病例组的年龄、肌酐值、尿酸值、甘油三酯(TG)、持续性房颤的发生率、冠心病、高血压的患病率、左室舒张末直径(LVEDV)、左室收缩末直径(LADV)高于对照组($P < 0.05$)。病例组的 CHA₂DS₂-VASc 评分、左室射血分数(LVEF)小于对照组($P < 0.05$)。两组左心耳形态比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。二分类非条件 Logistic 回归分析显示, 年龄($OR = 1.055, \beta = 0.054, 95\%CI: 1.009 \sim 1.104$)、LVEF($OR = 0.505, \beta = -0.683, 95\%CI: 0.443 \sim 0.575$)、冠心病($OR = 4.803, \beta = 1.569, 95\%CI: 2.060 \sim 11.20$)、左心耳容积($OR = 1.217, \beta = 0.196, 95\%CI: 1.042 \sim 1.421$)是心衰的独立危险因素。结论 房颤患者左心耳容积增大可能是心衰的危险因素, 左心耳形态(鸡翅型、菜花型、风向标型、仙人掌型)不是房颤患者心衰的危险因素。

【关键词】 双源 CT; 房颤; 左心耳; 心功能不全

【中图分类号】 R541.7⁺5 **【文献标志码】** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-3511.2026.04.023

The relationship between left atrial appendage morphology and related parameters and cardiac dysfunction in non-valvular atrial fibrillation in Xinjiang by dual-source CT

FANG Shu, GAO Jie, YAN Jianfeng, YAO Juan

(Heart and Panvascular Medicine Center, The People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, China)

【Abstract】 Objective The relationship between left atrial appendage morphology and related parameters and cardiac dysfunction in non-valvular atrial fibrillation in Xinjiang was analyzed by dual-source CT. **Methods** A retrospective analysis of 650 patients with non-valvular atrial fibrillation (NVAf) who were hospitalized in the People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region from January 2022 to June 2024, including 330 cases in the case group (patients with cardiac insufficiency) and 320 cases in the control group (patients without heart failure), and underwent left atrial pulmonary vein dual-source CT imaging. The clinical data, left atrial appendage anatomical morphology and related parameters of the patients were collected, and the relationship between left atrial appendage anatomical morphology and related parameters and cardiac insufficiency was analyzed by binary unconditional logistic regression analysis. **Results** Compared with the general data of the two groups, the age, creatinine value, uric acid value, triglyceride (TG), incidence of persistent atrial fibrillation, prevalence of coronary heart disease and hypertension, left ventricular end-diastolic diameter (LVEDV) and left ventricular end-systolic diameter (LADV) of the case group were higher than those of the control group ($P < 0.05$). The CHA₂DS₂-VASc score and LVEF in the case group were lower than those in the control group ($P < 0.05$).

基金项目: 新疆维吾尔自治区人民医院院内项目(20210213)

通信作者: 姚娟, 博士, 主任医师, E-mail: yaojuan.23@163.com

引用本文: 方舒, 高洁, 燕建锋, 等. 应用双源 CT 分析新疆地区非瓣膜房颤左心耳形态及相关参数与心功能不全的关系[J]. 西部医学, 2026, 38

(4): 599-603. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2026.04.023

0.05)。Comparison of CTA parameters of left atrial appendage morphology showed that there was no significant difference in left atrial appendage morphology between the case group and the control group ($P > 0.05$)。Binary logistic regression analysis showed that age ($OR = 1.055, \beta = 0.054, 95\% CI 1.009 \sim 1.104$), LVEF ($OR = 0.505, \beta = -0.683, 95\% CI 0.443 \sim 0.575$), coronary heart disease ($OR = 4.803, \beta = 1.569, 95\% CI 2.060 \sim 11.2$), left atrial appendage volume ($OR = 1.217, \beta = 0.196, 95\% CI 1.042 \sim 1.421$) were independent risk factors for heart failure. **Conclusion** The enlargement of the left atrial volume in patients with atrial fibrillation may be a risk factor for heart failure. The shape of the left atrium (chicken wing type, cauliflower type, wind vane type, cactus type) is not a risk factor for heart failure in patients with atrial fibrillation.

【Key words】 Dual-source CT; Atrial fibrillation; Left atrial appendage; Cardiac insufficiency

心房颤动是临床中最常见的心律失常,20岁以上成年人中约为3%的房颤发生率,且有较高的致残率及致死率^[1-3]。心房颤动可表现为心悸、气短、胸痛、晕厥等,每年约有5%的心房颤动患者因心力衰竭、急性冠脉综合征、脑卒中等并发症而死亡^[4-5]。原始肺静脉芽延伸形成的分叶的盲端结构左心耳(Left atrial appendage, LAA)曾被认为是无临床功能的解剖结构^[6],其中在房颤的发生、发展、维持及并发症发生中具有重要作用,近年来被证实是重要的内分泌、机械和生理器官。近年有研究将基于心脏CT血管造影或MRI检查,将左心耳形态分为鸡翅型、风向标型、仙人掌型、菜花型4大类,与鸡翅型心耳相比,非鸡翅型(菜花型、仙人掌型、风向标型)可增加发生脑卒中的风险^[7-8],因此不同形态左心耳的血栓发生率不同。心房颤动合并心力衰竭的发病率比无心房颤动的发病率高2~5倍^[9]。已有研究表明,射血分数轻度降低的心力衰竭全因死亡的影响因素合并心房颤动会增加患者全因死亡风险^[10]。目前临床上评估左心耳功能的主要参数是左心耳开口处的血流排空峰值速度^[11],其需要通过经食道超声心动图来测量,但经食道超声心动图作为侵入性有创检查,检查过程中可能存在操作意外风险,并且对超声仪器设备以及操作医生技术水平有一定要求,评估此项数值难度较高。考虑到双源CT检查属于无创检测,安全性较高,扫描时间短、检查禁忌相对少、具有较高的空间分辨率。运用双源CT心脏增强检查可进行左心耳解剖学形态分型,同时测量左心耳开口径、周长、容积等,还能够较好地观察左心耳内有无血栓。目前发现左心耳形态及功能与卒中风险相关的研究比较多,但应用双源CT分析对左心耳形态的相关参数与心功能不全的关系进行研究比较少。因此,本研究拟应用双源CT分析非瓣膜性房颤患者左心耳形态及相关参数与心功能不全的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2022年1月—2024年6月于我院住院的650名非瓣膜房颤患者,其中病例组(心

衰患者)330例,对照组(非心衰患者)320例。本研究已获得新疆维吾尔自治区人民医院伦理委员会批准(批准号:KY2022041212)。通过我院电子病历系统收集研究对象临床资料,包括:年龄,性别,族别,BMI、CHA2DS2-VASc评分、房颤病史(确诊时间,房颤类型:阵发性、持续性房颤),高血压病史,2型糖尿病病史,冠心病病史,心力衰竭病史,经胸心脏超声检测参数、血清肌酐、尿酸、甘油三酯等。入选标准:符合2020年欧洲心脏病学会(ESC)发布的非瓣膜性房颤诊断标准^[12],可接受双源CTA检查,年龄>18岁、无造影剂过敏病史、血清肌酐<103 mmol/L。排除标准:瓣膜性房颤(二尖瓣中度以上狭窄、二尖瓣重度返流、主动脉瓣狭窄、心脏瓣膜置换术后)、肌酐>103 mmol/L、造影剂过敏、先天性心脏病、既往有深静脉血栓及肺栓塞病史、恶性肿瘤、白血病。入选者均签署知情同意书。

1.2 方法 所有CT检查均使用Siemens Somatom FLASH双源CT机进行。采用心电门控技术行左房肺静脉成像检查,屏气后扫描,扫描范围为气管隆突层面至心脏膈面。采用双筒高压注射器以4~5 mL/s流率注入非离子型对比剂碘海醇(370 mg/mL, 0.8 mL/kg)。扫描参数:管电压80~120 kV,管电流280~350 mAs,准直128×0.625 mm,螺距0.18,旋转时间330 ms,矩阵512×512。扫描层厚为5 mm,层间距为5 mm。CT成像技术及分析:采用碘造影剂示踪法,在主动脉弓部管腔内设置感兴趣区并监测其CT值,当感兴趣CT值>100 HU时,延迟6 s自动触发CT扫描。图像后处理及测量方法:应用回顾性心电门控方法对原始图像进行重建R-R间期内重建10个期相(即5%~95%,间隔10%)。将重建图像传输至Siemens SyngommmwpVE31后处理工作站,采用心功能分析软件获得左心耳3D图像,获取左心耳解剖形态及相关参数:左心耳解剖形态依据形状分为4类:鸡翅型、仙人掌型、风向标型和菜花型(图1),并测量各个期相左心耳容积、左心耳开口平面-面积、左心耳开口平面-周长、左心耳开口平面-最长直径、左心耳

开口平面-最短直径。

经胸超声检查患者取左侧卧位,采用 Philips IE33 超声仪(S5-1 探头,频率 1~5 MHz),调整位置和深度获取左心室舒张末期内径(LVEDV)、左心室收缩末期内径(LADV)、左心室射血分数(LVEF)等参数。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 24.0 软件。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料用(n)或($\%$)表示,组间比较采用 χ^2 检验;心衰危险因素二分类非条件 Logistic 回归分析,变量入选标准是 $P < 0.05$,剔除标准是 $P > 0.10$,逐个剔除(前进法或后退法)不显著变量。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较 病例组的年龄、肌酐、尿酸、TG、持续性房颤的发生率、冠心病、高血压的患病率、LVEDV、LADV 高于对照组($P < 0.05$),病例组的 CHA2DS2-VASc 评分、LVEF 小于对照组($P < 0.05$),两组 BMI、糖尿病患病率比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 两组左心耳形态及 CTA 参数比较 应用 DSCT 对入选患者 LAA 进行形态重建及功能检测,可见病例组:鸡翅型 102 例,菜花型 70 例,风向标型 113 例,仙人掌型 45 例;对照组:鸡翅型 114 例,菜花型 48 例,风向标型 90 例,仙人掌型 68 例,两组左心耳形态比较无明显差异($P > 0.05$)。病例组的左心耳开口平面-面积、左心耳开口平面-周长、左心耳开口平面-最长直径、左心耳开口平面-最短直径及左心耳容积均高于对照组($P < 0.05$)。见表 2,图 1。

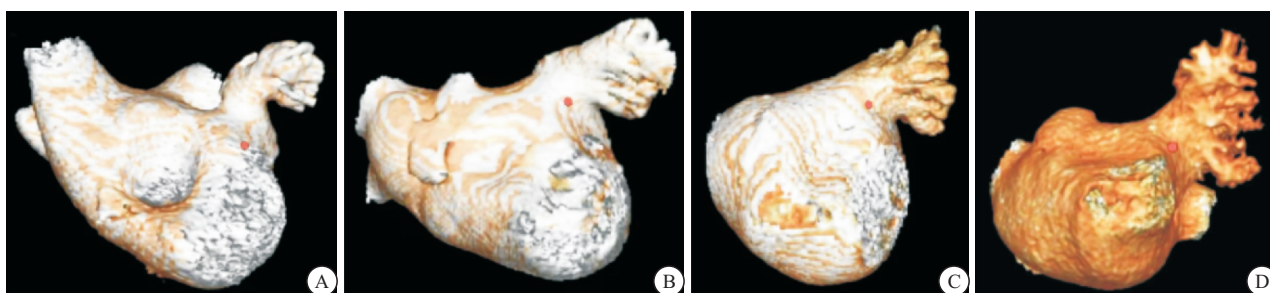


图 1 左心耳形态分类

Figure 1 Left atrial appendage morphology

注:A. 鸡翅型;B. 风向标型;C. 菜花型;D. 仙人掌型。

2.3 单因素 Logistic 回归分析 以心衰作为因变量(有=1,无=0),纳入两组 $P < 0.05$ 的参数:年龄、性别、房颤类型、CHA2DS2-VASc 评分、冠心病、高血压、肌酐值、尿酸值、甘油三酯值、左心耳开口平面-面积、左心耳开口平面-周长、左心耳开口平面-最长直

表 1 两组患者一般资料比较[$(\bar{x} \pm s), n$]

Table 1 Comparison of patients' data between the two groups

资料	病例组 ($n=330$)	对照组 ($n=320$)	χ^2/t	P
年龄(岁)	64.2±10.4	62.3±10.9	2.164	0.031
性别(男/女)	205/125	158/162	-3.269	0.001
BMI(kg/m ²)	26.47±3.85	26.54±2.72	-0.258	0.797
阵发性房颤	33	49		
持续性房颤	297	271	-2.038	0.042
CHA2DS2-VASc 评分(分)	2.33±1.62	2.66±1.61	-2.588	0.010
冠心病	170	53	-9.377	<0.01
高血压	220	119	-2.592	0.010
糖尿病	62	66	-0.588	0.556
肌酐(μ mol/L)	76.23±20.10	72.24±17.67	2.680	0.008
尿酸(μ mol/L)	376.39±123.85	334.01±73.65	5.283	<0.001
TG(mmol/L)	1.45±0.88	1.26±0.53	3.394	0.001
LVEDV(mm)	50.18±8.07	45.87±5.46	7.940	<0.01
LADV(mm)	40.57±5.26	38.11±5.59	5.770	<0.01
LVEF(%)	40.42±6.04	53.39±3.40	-33.560	<0.01

表 2 两组患者左心耳形态及相关参数比较[$n, (\bar{x} \pm s)$]

Table 2 Comparison of left atrial appendage morphology and related parameters between the two groups

左心耳形态及相关参数	病例组 ($n=330$)	对照组 ($n=320$)	t	P
左心耳形态			-0.463	0.643
鸡翅型	102	114		
菜花型	70	48		
风向标型	113	90		
仙人掌型	45	68		
左心耳开口平面相关参数				
面积(mm ²)	414.28±132.55	386.41±109.48	2.918	0.004
心耳开口平面-周长(mm)	71.35±11.97	68.25±9.71	3.627	<0.01
心耳开口平面-最长直径(mm)	26.03±4.36	25.11±4.06	2.775	0.006
心耳开口平面-最短直径(mm)	19.04±4.22	18.24±3.30	2.676	0.008
左心耳容积(mL)	10.53±3.22	8.52±3.00	8.230	<0.01

径、左心耳开口平面-最短直径、左心耳容积、LVEDV、LADV、LVEF 作为自变量。作二分类非条件 Logistic 回归分析,变量入选标准是 $P < 0.05$,剔除标准是 $P > 0.10$,逐个剔除(Wald 后退法)不显著变量,入选变量有年龄、性别、左心耳容积、LVEF、冠心病。见表 3。

表 3 单因素 Logistic 回归分析

Table 3 Logistic regression analysis of single factor between heart failure group and non-heart failure group

因素	β	标准误差	Wald χ^2 值	P	OR	95% CI
年龄	0.054	0.023	5.583	0.018	1.055	1.009~1.104
性别	-1.068	0.457	5.576	0.019	0.344	0.140~0.841
左心耳容积	0.196	0.790	6.172	0.013	1.217	1.042~1.421
LVEF	-0.683	0.066	105.959	<0.001	0.505	0.443~0.575
冠心病	1.569	0.432	13.197	<0.001	4.803	2.060~11.200

3 讨论

心房颤动是临床诊疗过程中最常见的心律失常之一,也是卒中的独立危险因素^[13]。然而新疆地区因气候条件、生活习惯、文化背景等不同,房颤的发病率及疾病发展具有一定的地域特征。研究表明,房颤患者血栓栓塞事件中 90%的血栓来源于左心耳^[14-15]。心房颤动是心房异常电活动引起的左心房高频颤动,从而导致左心房功能减退或丧失,引起血流动力学紊乱^[12],会造成如心力衰竭、心源性卒中、心肌梗死等严重后果^[16]。评价左心耳形态与功能的影响学检查包括计算机断层扫描成像及增强成像、经食道超声心动图、心腔内超声心动图以及心脏磁共振成像等。有研究者应用经食道超声心动图通过测量 LAA 血流频谱中的峰值排空速度预测非瓣膜性房颤患者 LAA 功能减低具有良好应用价值,同时也证实了左心耳功能减低患者的左房及左心耳内径及容积均增大,LAA 机械收缩力及血流排空能力减低^[17]。因此,左心房及左心耳内径及容积增大,导致左心耳的收缩及舒张功能下降,血流减慢,排空减少,从而对心脏功能有一定的影响。

本研究结果显示,病例组:鸡翅型 102 例,菜花型 70 例,风向标型 113 例,仙人掌型 45 例,对照组:鸡翅型 114 例,菜花型 48 例,风向标型 90 例,仙人掌型 68 例,两组左心耳形态相比较无明显差异($P>0.05$)。病例组的左心耳开口平面-面积、左心耳开口平面-周长、左心耳开口平面-最长直径、左心耳开口平面-最短直径、左心耳容积均高于对照组($P<0.05$)。进一步行 Logistic 回归分析平衡混杂因素之间的影响,以心衰作为因变量,入选变量有年龄、性别、左心耳容积、LVEF、冠心病,年龄 OR 值为 1.055, $\beta=0.054$, 95% CI: (1.009~1.104), 结果表明高龄是房颤患者心衰的危险因素。已有研究表面房颤多发于老年人群^[18],随着年龄增长,心衰的发病率逐渐提高^[19]。性别 OR 值为 0.344, $\beta=-1.068$, 95% CI: 0.140~0.841, 女性房颤患者相对于男性房颤患者不容易发生心衰; LVEF OR 值为 0.505, $\beta=-0.683$, 95% CI: 0.443~

0.575, LVEF 越低,心衰的风险越高;冠心病 OR 值为 4.803, $\beta=1.569$, 95% CI: 2.060~11.2, 冠心病合并房颤发生心衰的风险是无冠心房颤发生心衰的风险的 4.803 倍。左心耳容积 OR 值为 1.217, $\beta=0.196$, 95% CI: 1.042~1.421, 左心耳容积增大可能是房颤患者心衰的危险因素。根据解剖结构左心耳开口于左上肺静脉和二尖瓣瓣环之间,外形呈狭长、弯曲、螺旋状或囊袋状,当房颤发生时,左心房及左心耳容积增加,心房功能受限,内部血流动力学紊乱,同时 LVEF 降低,从而可能导致心功能不全。有学者研究表明早期房颤,左心房功能处于代偿状态,而长期代偿导致左心房负荷过重,左心房重构,心房扩大,收缩及舒张功能下降,左心耳内血栓风险增加^[20],继而影响左心室功能^[21]。心房颤动引起的重构表现为心房肌细胞退行性变,左心房肌间质纤维增生,左心房增大,血流减慢,左心房及左心耳收缩及舒张功能下降,排空减少,从而左心耳容积增加,泵血力下降,继而导致左心室容积增大,左心室心肌代偿性肥厚,左心室射血功能下降^[22]。同时在左室射血分数降低的情况下,心房和心室收缩和舒张功能进一步受限,导致心腔内血液淤积,也是心腔内血栓形成的前提条件^[23-24]。因此,对于左室射血分数降低的房颤患者,如果有严重的血流动力学障碍,应尽早给予抗凝治疗(如华法林、利伐沙班、达比加群等),同时尽早进行心脏转复术^[25]。

本研究为回顾性横断面的研究,样本量较少,可能存在一定的选择偏倚,仍然需要更大规模的多中心前瞻性研究证实,同时对左心耳形态进行更科学的分类,进一步分析新疆地区非瓣膜房颤左心耳形态及相关参数与心功能不全的关系。

4 结论

应用双源 CT 三维成像分析了新疆地区心房颤动患者左心耳解剖结构与心功能不全的关系,未发现左心耳形态(鸡翅型、菜花型、风向标型、仙人掌型)与心功能不全的相关性。通过双源 CT 检查对房颤患者的左心耳相关参数定量分析发现,左心耳容积与心功能不全具有相关性。因此,通过双源 CT 分析房颤患者的左心耳结构和相关参数将来可能成为评估心脏功能的重要手段之一。

【参考文献】

[1] 年福来,秦卫,何帅,等.不同剂量的美托洛尔对冠状动脉旁路移植术后新发心房颤动预防作用的随机对照研究[J].中国胸心血管外科临床杂志,2019,26(6):553-557.
 [2] AHMAD F S, JIN Y C, GRASSAM-ROWE A, et al. Generation of cardiomyocytes from human-induced pluripotent stem

- cells resembling atrial cells with ability to respond to adrenoceptor agonists[J]. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2023, 378 (1879): 20220312.
- [3] 汪凯悦, 周忠, 麦一峰. 心房颤动以外的房性心律失常与卒中的关系[J]. *国际心血管病杂志*, 2021, 48(4): 223-228.
- [4] 黄从新, 张澍, 黄德嘉, 等. 心房颤动: 目前的认识和治疗的建议-2018[J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2018, 32(4): 315-368.
- [5] KIRCHHOF P, CAMM A J, GOETTE A, *et al.* Early rhythm-control therapy in patients with atrial fibrillation[J]. *N Engl J Med*, 2020, 383(14): 1305-1316.
- [6] NAKSUK N, PADMANABHAN D, YOGESWARAN V, *et al.* Left atrial appendage embryology, anatomy, physiology, arrhythmia and therapeutic intervention[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2016, 2(4): 403-412.
- [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] 刘佳琦, 芦颜美. 心房颤动左心耳血栓形成解剖机制特点及左心耳血栓的防治进展[J]. *医学综述*, 2021, 27(20): 4046-4051.
- [9] TANIGUCHI N, MIYASAKA Y, SUWA Y, *et al.* Heart failure in atrial fibrillation - an update on clinical and echocardiographic implications[J]. *Circ J*, 2020, 84(8): 1212-1217.
- [10] 郭威, 田晶, 张雅婧, 等. 射血分数轻度降低的心力衰竭死亡影响因素分析及预测模型的构建[J]. *临床心血管病杂志*, 2024, 40(6): 467-474.
- [11] REGAZZOLI D, ANCONA F, TREVISI N, *et al.* Left atrial appendage: physiology, pathology, and role as a therapeutic target[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 205013.
- [12] 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) [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(5): 373-498.
- [13] ALTHOFF T F, MONT L. Prediction of stroke risk based on left atrial appendage morphology: from pareidolia to artificial intelligence [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2021, 37(8): 2529-2531.
- [14] CHEN T, WANG Q S, LIU G, *et al.* Occlusion of bilobulated left atrial appendage using the dual-watchman technique: a long-term follow-up study [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 854475.
- [15] LEE J M, SEO J, UHM J S, *et al.* Why is left atrial appendage morphology related to strokes? an analysis of the flow velocity and orifice size of the left atrial appendage[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2015, 26(9): 922-927.
- [16] LEONG D P, DOKAINISH H. Left atrial volume and function in patients with atrial fibrillation[J]. *Curr Opin Cardiol*, 2014, 29(5): 437-444.
- [17] 马铭希. 非瓣膜性房颤患者左心房及左心耳超声形态学参数与左心耳功能的相关性研究[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2024.
- [18] 杨娜, 赵冬, 刘军, 等. 中国三级医院非瓣膜性心房颤动住院患者中血栓栓塞风险评估的应用现状[J]. *中华心血管病杂志*, 2021, 49(9): 856-865.
- [19] 王华, 刘宇佳, 杨杰孚. 心力衰竭流行病学[J]. *临床心血管病杂志*, 2023, 39(4): 243-247.
- [20] 赵翌, 王文强, 赵春慧, 等. 血小板形态参数、左心耳血流动力学参数与老年非瓣膜性心房颤动患者左心耳血栓形成的关系研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2022, 30(3): 22-27.
- [21] BAI W J, CHEN Z X, TANG H, *et al.* Assessment of the left atrial appendage structure and morphology: comparison of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography and computed tomography[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(5): 623-633.
- [22] 黄蔚蔚, 徐怡, 祝因苏, 等. 双源 CT 评估心房颤动患者左心房及左心耳结构及功能重构[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2018, 15(7): 413-418.
- [23] NOUBIAP J J, AGBAEDENG T A, NDOADOU M GUE A L, *et al.* Atrial thrombus detection on transoesophageal echocardiography in patients with atrial fibrillation undergoing cardioversion or catheter ablation: a pooled analysis of rates and predictors[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2021, 32(8): 2179-2188.
- [24] LIP G Y H, PIOTRPNIKOWSKI P, ANDREOTTI F, *et al.* Thromboembolism and antithrombotic therapy for heart failure in sinus rhythm: an executive summary of a joint consensus document from the ESC Heart Failure Association and the ESC Working Group on Thrombosis[J]. *Thromb Haemost*, 2012, 108(6): 1009-1022.
- [25] GORENEK B, HALVORSEN S, KUDAIBERDIEVA G, *et al.* Atrial fibrillation in acute heart failure: a position statement from the Acute Cardiovascular Care Association and European Heart Rhythm Association of the European Society of Cardiology [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2020, 9(4): 348-357.
- (收稿日期:2024-12-08;修回日期:2026-01-26;编辑:黎仕娟)