

· 论 著 ·

# 左心房超声参数在心房颤动射频消融术后 复发预测中的价值

夏大云, 刘旭辉, 李海玲, 耿山山\*

(江苏省淮安市第二人民医院心内科, 江苏 淮安 223200)

**[摘要]** 目的 探讨左心房超声参数对心房颤动患者经导管射频消融治疗后复发的预测意义, 筛选其术后复发的独立危险因素并对比各参数预测效能。方法 回顾性纳入2022年1月—2024年6月在江苏省淮安市第二人民医院接受经导管射频消融治疗的心房颤动患者112例, 依据术后随访情况分为复发组(41例)与未复发组(71例)。收集2组临床特征及左心房相关超声参数[左心房内径(left atrial diameter, LAD)、左心房容积指数(left atrial volume index, LAVI)、左心房最大容积(left atrial maximum volume, LAVmax)、左心房排空分数(left atrial ejection fraction, LAEF)、左心耳排空速度(left atrial appendage emptying velocity, LAAEV)、左心耳充盈速度(left atrial appendage filling velocity, LAAFV)、左心耳收缩期峰值应变率(systolic peak strain rate, SSR)]。通过多因素逐步Logistic回归筛选疾病复发的独立危险因素, 绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线, 评估各类左心房超声指标对复发事件的预测效能。结果 单因素分析显示, 复发组病程更长、持续性心房颤动占比更高、术后胺碘酮使用率更低; LAD、LAVI、LAVmax明显增大, LAEF、LAAEV、SSR显著降低(均 $P < 0.05$ )。多因素回归显示, 病程(OR=1.183, 95%CI: 1.037~1.349)、LAVmax(OR=1.139, 95%CI: 1.082~1.199)是术后复发的独立危险因素, 心房颤动类型(阵发性心房颤动, OR=0.162, 95%CI: 0.036~0.734)、SSR(OR=0.051, 95%CI: 0.006~0.428)、LAEF(OR=0.860, 95%CI: 0.794~0.931)为独立保护因素。ROC曲线显示, SSR单独预测的曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.743, 敏感度92.7%、特异度50.7%; LAVmax单独预测的AUC为0.843, 敏感度82.9%、特异度74.6%; LAEF单独预测的AUC为0.628, 敏感度90.2%、特异度32.4%。3个指标联合预测时, AUC为0.930, 敏感度92.7%、特异度85.9%。结论 病程延长、LAVmax升高是心房颤动RFCA术后复发独立危险因素, SSR、LAEF升高及阵发性心房颤动为独立保护因素; 多参数联合模型能为临床精准评估复发风险、制定个体化治疗方案提供可靠参考。

**[关键词]** 心房颤动; 射频消融术; 复发; 左心房超声参数 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2026.05.008

**[中图分类号]** R541.7 **[文献标志码]** AA **[文章编号]** 1007-3205(2026)05-0550-06

## Value of left atrial echocardiographic parameters in predicting recurrence following atrial fibrillation ablation

XIA Da-yun, LIU Xu-hui, LI Hai-ling, GENG Shan-shan\*

(Department of Cardiology, the Second People's Hospital of Huai'an City, Jiangsu Province, Huai'an 223200, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the value of left atrial echocardiographic parameters in predicting recurrence following radiofrequency catheter ablation (RFCA) for atrial fibrillation (AF), to identify independent risk factors for post-ablation recurrence, and to compare the predictive performance of these parameters. **Methods** A total of 112 AF patients who underwent RFCA at the Second People's Hospital of Huai'an City, Jiangsu Province from January 2022 to June 2024 were retrospectively enrolled. They were divided into recurrence ( $n=41$ ) and non-recurrence ( $n=71$ ) groups based on postoperative follow-up. Clinical features and left atrial echocardiographic parameters [left atrial diameter (LAD), left atrial volume index (LAVI), left atrial maximum volume (LAVmax),

[收稿日期] 2026-04-02

[基金项目] 江苏省科技项目(BK20230299)

[作者简介] 夏大云(1990-), 女, 江苏淮安人, 江苏省淮安市第二人民医院主治医师, 医学硕士, 从事心房颤动射频消融研究。

\*通信作者。E-mail: m19549383733@163.com



left atrial emptying fraction (LAEF), left atrial appendage emptying velocity (LAAEV), left atrial appendage filling velocity (LAAFV), left atrial appendage systolic peak strain rate (SSR)] were collected. Multivariate logistic stepwise regression identified independent risk factors for recurrence. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the predictive performance of various left atrial echocardiographic parameters for recurrent events.

**Results** Univariate analysis showed that the recurrence group had longer disease duration, a higher proportion of persistent AF, and lower postoperative Amiodarone application rate; LAD, LAVI and LAVmax were significantly increased, while LAEF, LAAEV and SSR were markedly decreased (all  $P < 0.05$ ). Multivariate regression confirmed that disease duration (OR=1.183, 95%CI: 1.037–1.349) and LAVmax (OR=1.139, 95%CI: 1.082–1.199) were independent risk factors for postoperative recurrence, whereas type of AF (paroxysmal AF, OR=0.162, 95%CI: 0.036–0.734), SSR (OR=0.051, 95%CI: 0.006–0.428) and LAEF (OR=0.860, 95%CI: 0.794–0.931) were independent protective factors. ROC curve analysis revealed that the AUC of SSR alone was 0.743, with a sensitivity of 92.7% and a specificity of 50.7%; the AUC of LAVmax alone was 0.843, with a sensitivity of 82.9% and a specificity of 74.6%; LAEF alone yielded an AUC of 0.628, accompanied by 90.2% sensitivity and 32.4% specificity. The combined model of three parameters achieved an AUC of 0.930, with 92.7% sensitivity and 85.9% specificity.

**Conclusion** Prolonged disease duration and elevated LAVmax are independent risk factors for recurrence after RFCA in AF patients, while elevated SSR LAEF and paroxysmal AF serve as independent protective factors. The multi-parameter integrated model can provide a reliable basis for clinically accurate assessment of recurrence risk and formulation of individualized treatment strategies.

**[Key words]** atrial fibrillation; radiofrequency catheter ablation; recurrence; left atrial echocardiographic parameters

心房颤动 (atrial fibrillation, AF) 是临床最常见的快速性心律失常, 以心房电活动紊乱、有效收缩功能丧失为特征, 临床表现为心悸、胸闷、乏力, 严重时可引发脑卒中、心力衰竭等致命性并发症<sup>[1]</sup>。经导管射频消融术 (radiofrequency ablation, RFCA) 通过改良性心肌电生理结构实现 AF 根治, 已成为临床一线治疗手段, 但术后 1 年复发率仍高达 25%~30%, 复发不仅加重患者身心负担, 还显著增加不良心血管事件风险, 因此术前精准识别复发高危人群至关重要<sup>[2-4]</sup>。左心房结构与功能重构是 AF 发生发展的核心病理环节, 左心房超声参数可直观反映重构程度<sup>[5-6]</sup>。其中左心房内径 (left atrial diameter, LAD)、左心房容积指数 (left atrial volume index, LAVI) 已在心力衰竭预后评估中证实价值, 左心耳排空速度 (left atrial appendage emptying velocity, LAAEV) 等指标也在 AF 血栓风险分层中广泛应用<sup>[7-8]</sup>。本研究聚焦左心房相关超声参数, 通过对比复发与未复发患者的临床及超声特征, 筛选复发独立危险因素, 明确 LAD、LAVI 等指标的预测效能, 旨在为临床提供便捷、可靠的复发风险评估工具, 助力个体化治疗方案制定, 改善患者长期预后。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 本研究为回顾性研究, 选取 2022

年 1 月—2024 年 6 月于江苏省淮安市第二人民医院确诊 AF 并接受 RFCA 治疗的患者 112 例。依据术后随访结局, 将 AF 复发患者归入复发组 (41 例), 未复发患者纳入未复发组 (71 例)。所有患者的临床资料均完整可查。

本研究方案已通过江苏省淮安市第二人民医院伦理委员会批准。

**1.2 纳入标准及排除标准** 纳入标准: ①经心电图或 24 h 动态心电图确诊 AF<sup>[9]</sup>; ②首次接受 RFCA 治疗, 手术操作规范完成; ③术前 1 周内完成超声心动图检查, 相关参数测量完整; ④术后随访时间  $\geq 12$  个月, 随访资料完整可追溯; ⑤年龄 18~75 岁。排除标准: ①合并甲状腺功能亢进、先天性心脏病、风湿性心脏病、严重贫血等影响心脏结构功能的疾病; ②既往有心脏消融手术史或心脏外科手术史; ③超声图像质量不佳, 无法完成左心房相关参数精准测量; ④合并重度肝肾功能损伤、恶性肿瘤及凝血异常等病症; ⑤合并严重心、脑、肾、外周血管等靶器官严重器质性损害者。

## 1.3 方法

**1.3.1 临床资料收集** 依托医院电子病历系统与临床资料档案, 系统采集 2 组基线临床资料, 涵盖年龄、性别、病程、AF 类型 (持续性、阵发性)、基础疾病情况 (高血压、糖尿病、冠心病、高脂

血症)及术后3个月内胺碘酮用药情况。

**1.3.2 超声检查方法** 选用Philips CVx或iE33彩超仪完成检测,由2名具有5年以上心超经验医师独立操作,医师对患者临床资料、术后随访结局均设盲,互不沟通测量结果,取2次测量平均值作为最终纳入数据,确保测量结果的客观性和准确性。

经胸超声心动图:于心尖四腔、两腔切面采集连续5个心动周期影像,测定LAD,采用二维自动定量技术测定LAVI、左心房最大容积(left atrial maximum volume, LAVmax)、左心房排空分数(left atrial ejection fraction, LAEF);经食管超声心动图:采集左心耳切面图像,测量LAAEV、左心耳充盈速度(left atrial appendage filling velocity, LAAFV);斑点追踪分析:将存储的动态影像导入至Qlab 13.0软件脱机分析,运用左心房自动应变技术,于RR门控模式下检测左心耳收缩期峰值应变率(systolic peak strain rate, SSR)。

**1.3.3 术后随访** 所有患者术后均建立规范化随访体系,随访起始时间为术后出院次日,随访周期为12个月。随访采用门诊复诊、电话及线上沟通,分别于术后3、6、12个月进行;若患者随访期间出现心悸、胸闷等不适症状,需及时返院复查。复查项目以12导联心电图为主,必要时行24h动态心电图检查。复发判定标准:术后3个月后(排除早期复发),若心电图或动态心电图检出时长 $\geq 30$ s的AF、心房扑动或房性心动过速,即为术后复发。随访终点为患者出现复发或完成12个月随访。

随访心电图、24h动态心电图结果由心内科专职心律失常医师统一盲法阅片判定,阅片医师未知患者术前左心房超声参数及基线临床资料;本研究未设立外部核心实验室,所有影像及心电判读均由本院固定专科医师团队按统一标准完成,最大限度降低主观偏倚。

**1.3.4 RFCA方案** 所有患者均由本院心内科同一术者团队完成RFCA,基础术式均采用环肺静脉电隔离为核心策略;对于合并心房明显扩大、持续性AF患者,根据术中电生理情况选择性追加左心房线性消融及复杂碎裂电位消融。

**1.4 观察指标** ①临床特征指标:年龄、病程、性别、AF类型、高血压史等。②左心房超声参数:LAD、LAVI、LAVmax、LAEF、LAAEV、LAAFV、SSR。

**1.5 统计学方法** 应用SPSS 27.0统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x}\pm s)$ 描述,比较采用独立样本 $t$ 检验;不符合正态分布的以 $[M(QR)]$ 表示,比较采用Wilcoxon秩和法。计数资料以例数(%)描述,行 $\chi^2$ 检验。通过多因素逐步Logistic回归分析复发的独立危险因素,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线并计算曲线下面积(area under the curve, AUC)、最佳临界值、敏感度及特异度,以评价各左心房超声参数的预测能力。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 2组临床资料比较** 2组在病程、AF类型、术后胺碘酮使用及LAD、LAVI、LAVmax、LAEF、LAAEV、SSR等指标上差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表1。

**2.2 AF患者RFCA术后复发影响因素的多因素逐步回归分析** 以术后是否复发(否=0,是=1)为因变量,将单因素 $P<0.05$ 的指标进行逐步回归分析,赋值情况见表2。结果显示,病程、AF类型、SSR、LAVmax、LAEF均为AF患者RFCA术后复发的独立影响因素( $P<0.05$ )。其中,病程(OR=1.183, 95%CI: 1.037~1.349)、LAVmax(OR=1.139, 95%CI: 1.082~1.199)为术后复发的独立危险因素;阵发性AF(OR=0.162, 95%CI: 0.036~0.734)、SSR(OR=0.051, 95%CI: 0.006~0.428)、LAEF(OR=0.860, 95%CI: 0.794~0.931)为术后复发的独立保护因素。见表3。

**2.3 左心房超声参数对AF患者RFCA术后复发的预测价值** SSR单独预测RFCA术后复发的AUC为0.743,敏感度92.7%、特异度50.7%;LAVmax单独预测的AUC为0.843,敏感度82.9%、特异度74.6%;LAEF单独预测的AUC为0.628,敏感度90.2%、特异度32.4%。3项指标联合预测时,AUC升至0.930,敏感度92.7%、特异度85.9%。采用重复5次5折分层交叉验证评估包含LAVmax、SSR和LAEF的逻辑回归模型的区分能力。模型在验证集中的平均AUC为0.927(标准差=0.053),95%CI: 0.834~1.000。表明模型性能稳健,无明显过拟合。见表4,见图1。

表1 复发组与未复发组临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between recurrence group and non-recurrence group

组别	例数	性别(例数,%)		年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	病程 ( $\bar{x}\pm s$ ,月)	AF类型(例数,%)		高血压史(例数,%)
		男性	女性			持续性AF	阵发性AF	
复发组	41	22(53.66)	19(46.34)	55.15±12.04	32.95±6.44	19(46.34)	22(53.66)	28(68.29)
未复发组	71	40(56.34)	31(43.66)	55.83±11.11	29.21±6.01	15(21.13)	56(78.87)	37(52.11)
$\chi^2/t/Z$ 值		0.076		0.303	3.092	7.816		2.794
P值		0.783		0.763	0.003	<0.001		<0.001

组别	例数	糖尿病史 (例数,%)	冠心病史 (例数,%)	高脂血症病史 (例数,%)	使用胺碘酮 (例数,%)	LAD ( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	LAVI ( $\bar{x}\pm s$ ,mL)
复发组	41	5(12.20)	13(31.71)	13(31.71)	25(60.98)	45.08±3.52	45.95±3.18
未复发组	71	4(5.63)	14(19.72)	12(16.90)	58(81.69)	40.61±5.01	41.58±2.31
$\chi^2/t/Z$ 值		1.514	2.042	3.286	5.812	5.036	8.377
P值		0.219	0.153	0.070	0.016	<0.001	<0.001

组别	例数	LAVmax [M(QR),mL]	LAEF [M(QR),%]	LAAEV ( $\bar{x}\pm s$ ,m/s)	LAAFV ( $\bar{x}\pm s$ ,m/s)	SSR ( $\bar{x}\pm s$ ,L/s)
复发组	41	83.90(28.48)	29.10(18.78)	0.33±0.19	0.45±0.15	1.40±0.34
未复发组	71	65.77(14.94)	31.11(18.76)	0.48±0.16	0.48±0.21	1.79±0.47
$\chi^2/t/Z$ 值		6.307	2.244	4.459	0.803	5.050
P值		<0.001	0.025	<0.001	0.424	<0.001

表2 多因素回归分析赋值表

Table 2 Assignment table for multivariate regression analysis

变量类别	变量名	变量赋值
自变量	病程	连续变量
	AF类型	持续性AF=0,阵发性AF=1
	SSR	连续变量
	LAVmax	连续变量
	LAEF	连续变量
因变量	术后复发	未复发=0,复发=1

### 3 讨论

AF是全球最常见的心律失常,患病人数已超4 630万,且随老龄化持续增多<sup>[10-12]</sup>。RFCA疗效肯定,已是AF主流治疗手段,术后复发是临床亟待解决的问题,尽早识别复发高危人群对优化治疗至关重要<sup>[13]</sup>。目前常用的评分多侧重血栓或基础病风险,对AF本身病理机制针对性不强<sup>[14-16]</sup>。心脏磁共振虽能准确评估心肌纤维化,但费用高、耗时长,不适合常规筛查;B型脑钠肽、心肌肌钙蛋白I等标志物虽和心脏重构有关,却容易受心功

表3 AF患者RFCA术后复发影响因素的多因素回归分析

Table 3 Multivariate regression analysis of influencing factors for recurrence after RFCA in patients with AF

指标	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR值	95%CI
病程	0.168	0.067	6.276	0.012	1.183	1.037~1.349
AF类型	-1.817	0.769	5.579	0.018	0.162	0.036~0.734
SSR	-2.971	1.083	7.529	0.006	0.051	0.006~0.428
LAVmax	0.130	0.026	24.876	<0.001	1.139	1.082~1.199
LAEF	-0.151	0.041	13.859	<0.001	0.860	0.794~0.931
常量	-5.489	2.726	4.053	0.044	—	—

表4 左心房超声参数对AF患者RFCA术后复发的预测价值

Table 4 Predictive value of left atrial echocardiographic parameters for recurrence after RFCA in patients with AF

指标	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	约登指数
SSR	0.743	0.653~0.833	1.845 L/s	92.7	50.7	0.434
LAVmax	0.843	0.769~0.917	72.980 mL	82.9	74.6	0.575
LAEF	0.628	0.518~0.737	38.945%	90.2	32.4	0.226
联合	0.930	0.879~0.981	—	92.7	85.9	0.786

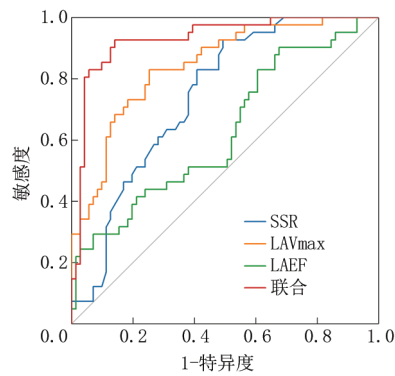


图1 左心房超声参数预测AF患者RFCA术后复发的ROC曲线

Figure 1 ROC curve of left atrial echocardiographic parameters in predicting recurrence after RFCA in patients with AF

能、感染等因素影响<sup>[17]</sup>。左心房超声指标无创、简便、可量化，能直接反映AF关键病理过程，既可清晰显示左心房结构和功能变化，也能动态监测病情，为预测消融术后复发提供了新方向。

LAVmax为单项预测效果最佳指标，多因素回归显示其是AF射频消融术后复发的独立危险因素，与孙鲁生等<sup>[18]</sup>在肥厚型心肌病合并AF患者中的研究结论一致。LAVmax直接体现左心房舒张末期的结构扩张程度，其增大本质源于左心房长期受异常压力负荷，引发心肌排列紊乱、胶原纤维沉积等结构重塑。当左心房最大容积 $>72.980$  mL时，心房肌细胞钠离子通道密度降低、钾离子通道功能异常，导致动作电位时程延长、有效不应期缩短，为AF复发提供了电生理基础。这种结构层面的不可逆改变，会持续影响术后心房电活动稳定性，这也是其预测效能优于其他单一参数的核心原因，与赵恩晨等<sup>[19]</sup>提出的“容积参数较线性参数更能全面反映重构程度”的观点相契合。SSR作为本研究明确的保护因素，其预测价值源于对左心房功能重构的精准量化。SSR通过斑点追踪技术检测左心耳心肌收缩能力，数值降低反映左心耳肌细胞收缩力减弱、心肌纤维化程度加重<sup>[20]</sup>。左心耳作为AF发生的常见起源部位，正常收缩功能不仅能维持心房整体泵血效率，还能通过促进腔内血流排空减少血流淤滞，间接抑制电紊乱病灶的形成与发展。熊翔宇等<sup>[21]</sup>在230例阵发性AF患者的研究中发现，复发组术前左心耳SSR水平显著低于未复发组，且SSR降低与炎症因子水平升高相伴存在，提示SSR可能通过反映心肌炎症与纤维化程度，间接预测术后

复发风险。本研究中，SSR以 $1.845$  L/s为临界值时，单独预测效果不如LAVmax，但和其他指标联用能明显提升模型预测能力，说明功能参数在复发评估中不可或缺。LAEF、病程及AF类型均为术后复发的独立影响因素，其中LAEF与阵发性AF为保护因素，病程为危险因素，从不同角度完善了复发预测体系。LAEF可量化心房收缩与舒张的容积差值，反映左心房主动泵血能力，数值降低提示心房收缩功能受损，难以维持正常心电活动<sup>[22-23]</sup>。本研究中复发组LAEF中位数明显低于未复发组，与它作为保护因素的结论相符，也证实心房功能越差，复发风险越高<sup>[24]</sup>。病程越长，术后复发风险越高，可能是长期AF让心房重构不断加重，电生理紊乱难以逆转，这一发现也丰富了临床对复发危险因素的认识。从病理进程来看，复发组持续性AF比例显著更高，多因素分析也提示阵发性AF是保护因素。持续性AF患者心房重构更重、纤维化更明显，术后心电更不稳定；而阵发性AF心房病变多处于早期可逆阶段，病灶相对局限，因此复发概率更低<sup>[25]</sup>。

本研究明确左心房超声参数中LAVmax是AF RFCA术后复发的独立危险因素，SSR、LAEF及AF类型为独立保护因素，基于上述指标构建的联合模型预测效能优异。研究优势在于聚焦左心房重构核心病理环节，系统纳入7项超声参数进行全面分析，明确各参数最佳截断值；采用规范化超声测量流程与严格复发判定标准，确保结果可靠性与可重复性。研究亦存在局限性，作为单中心回顾性研究，样本量较小且纳入人群存在地域局限性，可能影响结果外推性；未纳入心肌纤维化程度、基因多态性等潜在影响因素，预测模型全面性有待提升；随访时间仅为12个月，无法评估参数对长期复发风险的预测价值。未来需开展多中心前瞻性研究，扩大样本量并延长随访周期，结合多组学技术构建更完善的复发预测体系，为AF患者个体化治疗提供更精准的依据。

#### [参考文献]

- [1] 崔晶,何柳,郭琦,等.持续性心房颤动患者左心耳排空速度与导管消融术后缺血性脑卒中风险的关系[J].中国医药,2025,20(4):481-485.
- [2] 冯天捷,赵广智,董靖,等.经胸超声心动图结合三维标测系统引导零射线心房颤动射频导管消融术的探索研究[J].中国循环杂志,2025,40(4):374-379.
- [3] 徐子恒,李承宗,李菲,等.皮肤交感神经活性与心房颤动导管射频消融术后复发的关系[J].徐州医科大学学报,2025,

- 45(6):432-438.
- [4] Feng X, Yang L, Yang Z, et al. The correlation between preoperative average heart rate and postoperative recurrence in patients with paroxysmal atrial fibrillation undergoing transcatheter radiofrequency ablation [J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2024, 25(11):394.
- [5] 董志强,刘洁云,秦雷. 低密度脂蛋白联合左心房内径与非瓣膜性心房颤动患者心房血栓形成的相关性[J]. *西部医学*, 2025, 37(3):387-392.
- [6] Xu T, Hu H, Zhu R, et al. Ultrasound assessment of the association between left atrial remodeling and fibrosis in patients with valvular atrial fibrillation: A clinical investigation [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2025, 25(1):149.
- [7] 程珊珊,裴存新,胡敏. 左心房超声参数与经导管射频消融术后心房颤动复发的相关性[J]. *中国超声医学杂志*, 2025, 41(4):418-421.
- [8] 陈锋,潘杰,陈园园. 超声心动图检测左心房及左心耳功能对长程持续性心房颤动患者射频消融术后复发的预测价值[J]. *心脑血管病防治*, 2025, 25(2):32-35.
- [9] 中华医学会老年医学分会老年神经病学组. 心源性卒中诊断中国专家共识撰写组,刘广志,胡荣,等. 心源性卒中诊断中国专家共识(2020)[J]. *心脑血管病杂志*, 2024, 43(7):669-679.
- [10] Alexandre J, Boismoreau L, Morice PM, et al. Atrial fibrillation incidence associated with exposure to anticancer drugs used as monotherapy in clinical trials [J]. *JACC CardioOncol*, 2023, 5(2):216-226.
- [11] Bizhanov KA, Abzaliyev KB, Baimbetov AK, et al. Atrial fibrillation: Epidemiology, pathophysiology, and clinical complications (literature review) [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2023, 34(1):153-165.
- [12] Karamitanha F, Ahmadi F, Fallahabadi H. Difference between various countries in mortality and incidence rate of the atrial fibrillation based on human development index in worldwide: Data from global burden of disease 2010-2019[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2023, 48(1):101438.
- [13] 连俊,赵柄焯,程晋芳,等. 阵发性心房颤动患者血清IS、LOXL2、GRP94与经导管射频消融术后复发的关系研究[J]. *现代生物医学进展*, 2024, 24(14):2660-2665.
- [14] 顾怡钰,杨昕宇,张铭炀,等. 心房颤动射频消融术后复发不同预测评分的比较及Nomogram模型的构建[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(12):1126-1132.
- [15] Ozmen G, Koca F. C<sub>2</sub>HES<sub>2</sub> and CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-vasc for predicting recurrence after catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation[J]. *Kardiologija*, 2023, 63(6):52-60.
- [16] Jiang LQ, Zhong YH, Chen XH, et al. A nomogram integrating the CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-vasc score for predicting atrial fibrillation recurrence following catheter ablation [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2025, 25(1):713.
- [17] 张岳,黄敏,常建梅. 血清N末端脑钠肽前体、胱抑素C和白细胞介素-17对老年持续性心房颤动患者射频导管消融术后复发的预测价值[J]. *中国医师进修杂志*, 2024, 47(7):611-617.
- [18] 孙鲁生,张丽芳,高俊杰,等. CT定量左心结构参数与肥厚型心肌病并心房颤动射频消融术后复发的关系[J]. *天津医药*, 2025, 53(5):533-537.
- [19] 赵恩晨,金仁波,宁伟,等. 射血分数保留心力衰竭合并持续性心房颤动患者超声测得左心房容积指数、左房内径和N末端脑钠肽前体变化及临床意义[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2024, 35(2):100-104.
- [20] Naghnaeian M, Soleimani A, Zavar R, et al. The role of advanced echocardiographic parameters of the left atrial function in the incidence of cryptogenic ischemic stroke: A review[J]. *ARYA Atheroscler*, 2023, 19(2):50-57.
- [21] 熊翔宇,吕娟,王佳琪. 基于临床资料和血清标志物构建阵发性心房颤动射频消融术后复发的Nomogram预测模型[J]. *中国心血管病研究*, 2025, 23(5):417-422.
- [22] 时伟强,陆静,李娜娜,等. 左房应变参数联合左心耳排空速度预测持续性心房颤动消融术后早期复发的临床价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2025, 27(3):204-209.
- [23] 李贵申,刘楠楠,王祖禄,等. 多模态超声对阵发性心房颤动患者导管消融术后左心房结构与功能动态变化效果评估[J]. *临床军医杂志*, 2025, 53(6):578-581.
- [24] 赵桐,黄金焕,李世兴,等. 心脏CT左心房功能参数评估阵发性心房颤动患者血栓风险的相关性分析[J]. *中国心血管病研究*, 2025, 23(10):924-929.
- [25] 杜为,朱文武,杨浩,等. 不同类型心房颤动导管消融术后复发的性别差异及影响因素分析[J]. *中国心血管病研究*, 2025, 23(5):399-404.

(本文编辑:王聪)