

冠周脂肪及甘油三酯-葡萄糖指数对不同类型心房颤动射频消融术后复发的预测价值*

李晓乐¹ 谢丽响¹ 严卉¹ 陈文苏² 李承宗² 王子硕¹ 陈广义³ 王思怡¹ 张银洋⁴ 胡春峰¹

[摘要] 目的:探究冠周脂肪(PCAT)及甘油三酯-葡萄糖(TyG)指数对不同类型心房颤动(房颤)患者射频消融术(RFCA)后复发的影响。方法:回顾性分析 2018 年 8 月—2022 年 12 月首次且成功行 RFCA 的 360 例患者,分为持续性房颤(PersAF)组 153 例,及阵发性房颤(PAF)组 207 例,定期随访复发情况,根据术前冠状动脉 CT 血管成像(CCTA)测量 PCAT 相关参数,采集患者术前一般资料并计算 TyG 指数,比较两组患者临床及影像资料与复发情况。Cox 回归分析复发的影响因素,受试者工作特征(ROC)曲线计算诊断效能。结果:中位随访 11.5 个月,87 例患者复发,其中 PersAF 组 47 例,PAF 组 40 例。多因素 Cox 回归分析显示,左回旋支脂肪衰减指数(LCX-FAI)为 PersAF 患者复发的独立危险因素($P<0.001$);TyG 指数为 PersAF 及 PAF 患者术后复发的独立危险因素($P<0.001$)。LCX-FAI、TyG 指数预测 PersAF 患者术后复发曲线下面积(AUC)分别为 0.898、0.892,二者联合 AUC 为 0.951。TyG 指数预测 PAF 患者术后复发的 AUC 为 0.842。结论:TyG 指数是 PAF 患者术后复发的独立危险因素,LCX-FAI 和 TyG 指数可预测 PersAF 患者术后复发,二者联合预测价值更高。

[关键词] 冠周脂肪;脂肪衰减指数;甘油三酯-葡萄糖指数;心房颤动;射频消融术

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.08.013

[中图分类号] R541.7 [文献标志码] A

The predictive value of pericoronary adipose tissue and TyG index on recurrence after radiofrequency ablation in patients with different types of atrial fibrillation

LI Xiaole¹ XIE Lixiang¹ YAN Hui¹ CHEN Wensu² LI Chengzong² WANG Zishuo¹
CHEN Guangyi³ WANG Siyi¹ ZHANG Yinyang⁴ HU Chunfeng¹

(¹Department of Radiology;²Department of Cardiology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221002, China;³Department of Radiology, Suining County People's Hospital;⁴School of Medical Imaging, Xuzhou Medical University)

Corresponding author: HU Chunfeng, E-mail: hcfxz@163.com

Abstract Objective: To investigate the effects of pericoronary fat(PCAT) and triglyceride glucose(TyG) index on recurrence after radiofrequency ablation(RFCA) in patients with different types of atrial fibrillation(AF). **Methods:** A retrospective analysis was performed in 360 patients who underwent RFCA for the first time from August 2018 to December 2022. They were divided into 153 patients in the persistent atrial fibrillation(PersAF) group and 207 patients in the paroxysmal atrial fibrillation(PAF) group. The recurrence situation was regularly followed up, and PCAT related parameters were measured according to preoperative coronary CT angiography(CCTA). Preoperative general data of patients were collected and TyG index was calculated. Cox regression analysis was performed to analyze the influence factors of recurrence, and receiver operating characteristic(ROC) was used to calculate the diagnostic efficiency. **Results:** After a median follow-up of 11.5 months, 87 patients recurred, including 47 patients in the PersAF group and 40 patients in the PAF group. Multivariate Cox regression analysis showed that LCX-FAI was an independent risk factor for recurrence in PersAF patients($P<0.001$). TyG index was an independent risk factor for postoperative recurrence in PersAF and PAF patients($P<0.001$). AUC of LCX-FAI and TyG index in PersAF patients were 0.898 and 0.892, respectively, and the combined AUC was 0.951. AUC of TyG index in PAF patients was 0.842. **Conclusion:** TyG index is an independent risk factor for postoperative recurrence in patients with PAF. LCX-FAI and TyG index can effectively predict postoperative re-

*基金项目:徐州市重点研发计划(社会发展)项目(No:KC22248)

¹徐州医科大学附属医院放射科(江苏徐州,221002)

²徐州医科大学附属医院心内科

³睢宁县人民医院放射科

⁴徐州医科大学医学影像学院

通信作者:胡春峰,E-mail:hcfxz@163.com

引用本文:李晓乐,谢丽响,严卉,等.冠周脂肪及甘油三酯-葡萄糖指数对不同类型心房颤动射频消融术后复发的预测价值[J].临床心血管病杂志,2024,40(8):669-674. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.08.013.

currence in patients with PersAF.

Key words pericoronary adipose tissue; fat attenuation index; triglyceride-glucose index; atrial fibrillation; radiofrequency catheter ablation

心房颤动(房颤)是临床上最常见的心律失常类型之一,其患病率在过去30年中急剧增加,并可导致严重并发症,如缺血性脑卒中、血栓栓塞、心力衰竭等^[1]。射频消融术(radiofrequency catheter ablation, RFCA)是目前控制房颤节律最有效的手段,但术后1年内复发率较高^[2]。

炎症和免疫反应等因素在不同类型房颤的发病机制中发挥作用不同^[3],冠状动脉(冠脉)周围脂肪(pericoronary adipose tissue, PCAT)已被证实可分泌释放促炎因子加重心肌缺血和冠脉粥样硬化斑块进展^[4]。近年来,大量研究通过测量冠周脂肪衰减指数(fat attenuation index, FAI)和体积来量化PCAT用以反映冠脉壁的炎症状态^[5]。胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)可通过增加左房容积或损害左室舒张功能来诱导房颤^[6]。甘油三酯-葡萄糖(triglyceride-glucose, TyG)指数是评估IR简单、高效的临床指标。既往研究表明,TyG指数升高可增加心力衰竭、急性冠脉综合征等心血管疾病发生风险^[7]。然而,目前很少有研究探讨PCAT及TyG指数对不同类型房颤复发的影响。本研究旨在通过术前冠脉CT血管成像(coronary computed tomography angiography, CCTA)测量PCAT相关参数,并结合TyG指数,筛选出不同类型房颤患者术后复发的独立危险因素,从而指导临床制定精准个体化诊疗方案,最终改善患者预后。

1 对象与方法

1.1 对象

回顾性收集2018年8月—2022年12月于徐州医科大学附属医院首次且成功行RFCA,并在术前行CCTA检查的360例患者,根据术前房颤类型分为持续性房颤(persistent atrial fibrillation, PersAF)组(153例)和阵发性房颤(paroxysmal atrial fibrillation, PAF)组(207例)。PAF的定义为发作后7d内可自行终止的房颤;PersAF的定义为持续超过7d并且需要介入治疗的房颤。房颤的诊断及分类标准、RFCA的适应证均参考《2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE 专家共识》^[2]。纳入标准:①术前经CCTA或冠脉造影排除冠心病;②术前3个月内未采取药物及电复律治疗。排除标准:①既往曾接受心内电生理检查或射频消融手术治疗;②既往行PCI手术或心脏外科手术;③患有先天性心脏病、风湿性心脏瓣膜病、肥厚型心肌病、心功能不全、肝肾功能不全、甲状腺功能障碍等;④病史资料不全或CCTA图像质量不佳。本研究经徐州医科大学附属医院伦理委员会批准(No: XYFY2023-KL225-01)。收集患者年龄、性

别、体重指数(body mass index, BMI)及病史等临床资料,吸烟史定义为一生中吸烟 ≥ 100 支且未戒烟^[8],否则为无吸烟史。患者入院第2天空腹静脉采血,收集血生化资料,并计算TyG指数。TyG指数 $= \ln[\text{血清甘油三酯}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹血糖}(\text{mg/dL})/2]$ ^[7]。

1.2 RFCA

利用CARTO-3系统(Biosense Webster Inc., USA)构建的左心房电解剖模型对房颤患者进行环肺静脉隔离(CPVI)。在环状电极的精确引导下逐一放电,先后对左右肺静脉进行大环隔离,根据患者具体情况,还可进行额外的线性消融,包括三尖瓣峡线、二尖瓣峡线及左心房顶部线等。若以上操作后房颤仍不终止,则给予电复律。消融终点为电生理证实的左心房到肺静脉的双向传导阻滞。

1.3 CCTA 检查方法

使用西门子第3代双源CT(SOMATOM Force),连接心电图导联,采用回顾性心电门控螺旋扫描,经右侧肘前静脉以4.5 mL/s流率应用单筒高压注射器注射碘海醇(370 mg/mL)对比剂40~50 mL,然后以相同速度注射0.9%氯化钠注射液50 mL,触发点定于平肺动脉干层面的主动脉根部,采用人工智能自动跟踪检测对比剂浓度,阈值达100 HU时延时6 s自动触发扫描。扫描范围为自气管隆突下1 cm至心脏膈面,扫描参数:管电压/管电流应用智能调控技术,层厚0.75 mm,层间距0.4 mm。最后将扫描图像传送至Siemens后处理工作站进行图像重建。

1.4 PCAT 的定义与测量

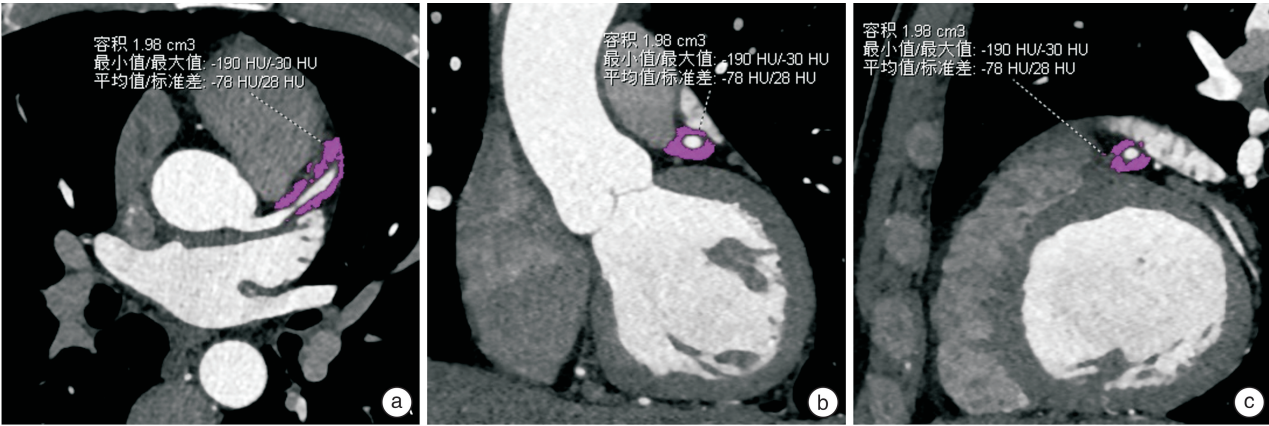
选择显示冠脉最佳时期的图像上传Siemens(syngo. via. VB40)心脏后处理软件,选择长度为40 mm的冠脉3大分支近端进行测量,在距离血管外壁等于目标血管平均直径的范围内测量各支周围脂肪组织体积及FAI^[4],为避免主动脉壁的干扰,排除右冠脉(right coronary artery, RCA)近端10 mm,选择其近端10~50 mm进行测量,因左主干长度变异性较大,故不对其分析,选择测量左前降支(left anterior descending artery, LAD)及左回旋支(left circumflex branch, LCX)近端40 mm,脂肪组织CT值定义为 $-190 \sim -30$ HU。所有图像均由两名副高级以上的心血管研究方向放射科医生使用相同的测量方法进行独立测量和评估,任何不一致均通过协商解决,见图1。

1.5 术后复发定义及随访

所有患者术后通过门诊、住院或电话进行为期1年的随访。患者于消融后1、3、6、12个月就诊,

在3个月的“空白期”后行12导联心电图或24 h动态心电图检查,结果显示出现30 s以上的房性

心律失常(房颤/心房扑动/房性心动过速)可诊断为复发^[2]。



紫色区域为水平轴位(a)、冠状位(b)和矢状位(c)CCTA图像的LAD周围脂肪组织。

图1 后处理软件半自动测量LAD周围脂肪组织体积和衰减指数

Figure 1 Measurement of the adipose tissue volume and fat attenuation index surrounding the left anterior descending artery

1.6 统计学处理

采用SPSS 26.0、R 4.1.2和Prism GraphPad 9.0统计软件,正态分布的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用Wilcoxon秩和检验。分类资料以频数(%)表示,采用 χ^2 检验。将单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素Cox回归分析筛选出独立影响因素。使用方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)法检验PersAF组多因素Cox回归分析变量之间是否存在潜在共线性。采用受试者工作特征曲线(receiver op-

erating characteristic, ROC)计算曲线下面积(area under the curve, AUC)用以评估预测效能。双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料、PCAT相关参数及TyG指数比较

PersAF组和PAF组临床资料及PCAT参数比较见表1。PersAF组中复发患者LCX-FAI显著高于未复发者($P < 0.001$); PersAF组和PAF组复发患者的TyG指数均显著高于未复发者($P < 0.001$),见图2。

表1 PersAF组和PAF组临床资料及PCAT参数比较

Table 1 Comparison of clinical data and PCAT parameters 例(%), $\bar{X} \pm S$, $M(P_{25}, P_{75})$

项目	PersAF组(153例)	PAF组(207例)	$\chi^2/Z/t$	P
男	103(67.32)	114(55.07)	5.512	0.019
年龄/岁	59.31 $\pm$ 9.74	61.79 $\pm$ 9.92	2.363	0.019
BMI/(kg/m ²)	25.51(23.83, 27.10)	24.62(23.44, 26.54)	-1.849	0.064
高血压	66(43.14)	93(44.93)	0.114	0.735
吸烟史	46(30.07)	36(17.39)	8.034	0.005
糖尿病	8(9.20)	34(12.45)	0.080	0.410
总胆固醇/(mmol/L)	4.16 $\pm$ 1.07	4.32 $\pm$ 0.93	1.526	0.128
甘油三酯/(mmol/L)	1.32(0.98, 1.89)	1.37(1.08, 1.84)	-0.164	0.870
TyG指数	8.77 $\pm$ 0.74	8.66 $\pm$ 0.56	-1.537	0.125
高密度脂蛋白/(mmol/L)	1.07 $\pm$ 0.27	1.09 $\pm$ 0.29	0.625	0.532
低密度脂蛋白/(mmol/L)	2.38(1.96, 2.92)	2.61(1.98, 3.21)	-1.737	0.082
CHA ₂ DS ₂ -VASc评分/分	2(1, 3)	2(1, 3)	-0.972	0.331
LAD-V/cm ³	1.31(1.08, 1.54)	1.29(1.02, 1.54)	-0.122	0.903
LAD-FAI/HU	-79(-86, -75)	-79(-86, -74)	-0.624	0.532
LCX-V/cm ³	1.36(1.15, 1.68)	1.37(1.13, 1.68)	-0.017	0.987
LCX-FAI/HU	-81.44 $\pm$ 10.60	-84.74 $\pm$ 10.00	-3.010	0.003
RCA-V/cm ³	1.49(1.23, 1.78)	1.49(1.25, 1.76)	-0.152	0.879
RCA-FAI/HU	-83.92 $\pm$ 10.95	-83.72 $\pm$ 10.81	0.164	0.870

CHA₂DS₂-VASc评分:非瓣膜性房颤脑卒中危险因素评分;LAD-V:左前降支周围脂肪组织体积;FAI:脂肪衰减指数;LCX-V:左回旋支周围脂肪组织体积;RCA-V:右冠脉周围脂肪组织体积。

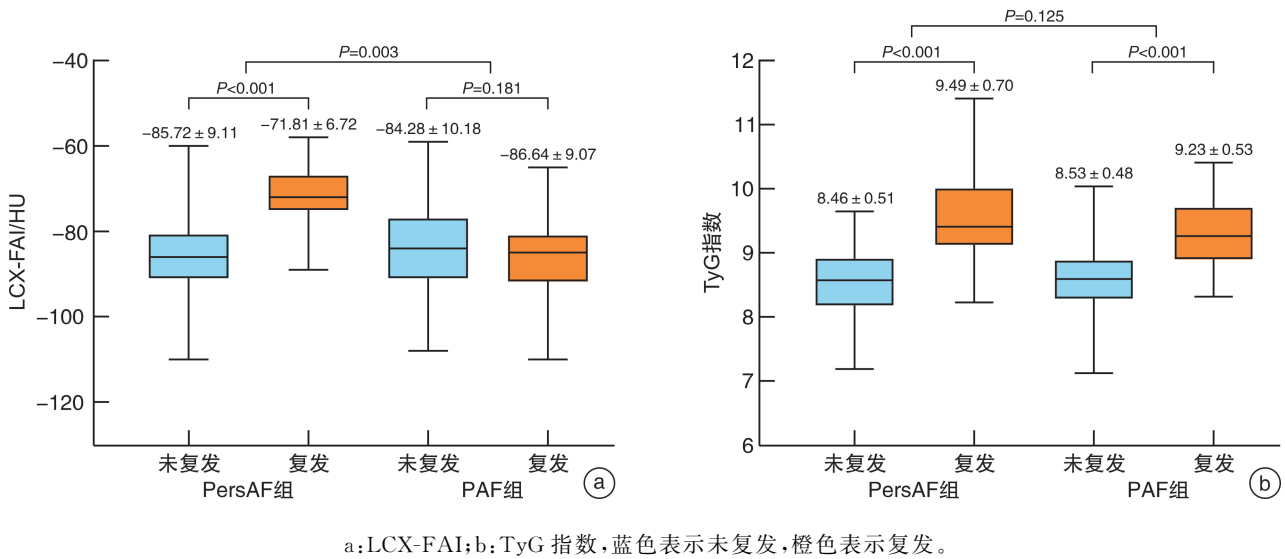


图 2 两组 LCX-FAI、TyG 指数比较箱线图
Figure 2 Box plot of LCX-FAI and TyG index

2.2 单因素及多因素 Cox 回归分析术后复发危险因素

中位随访 11.5 个月,87 例患者复发,复发率为 24.2%,其中 PersAF 患者 47 例(30.7%),PAF 患者 40 例(19.3%)。单因素 Cox 回归分析表明,LCX-FAI 及 TyG 指数为 PersAF 患者 RFCA 后复发的预测因子;在 PAF 患者人群中,甘油三酯及 TyG 指数与术后房颤复发相关,见图 3、4。

多因素 Cox 回归分析发现 LCX-FAI 是 PersAF 患者 RFCA 后复发的独立危险因素($P < 0.001$),TyG 指数是 PersAF 及 PAF 患者术后复发的独立危险因素($P < 0.001$)。共线性诊断结果显示,PersAF 组多因素 Cox 回归分析变量的 VIF 均 <5 ,表明 LCX-FAI 与 TyG 指数之间不存在多重共线性,见表 2。

2.3 ROC 曲线分析及效能评估

在 PersAF 患者中,LCX-FAI 预测房颤术后复发的价值高于 TyG 指数(AUC:0.898 vs 0.892),二者联合预测模型的 AUC 为 0.951。PAF 患者中 TyG 指数预测复发的 AUC 为 0.842。见表 3、图 5。

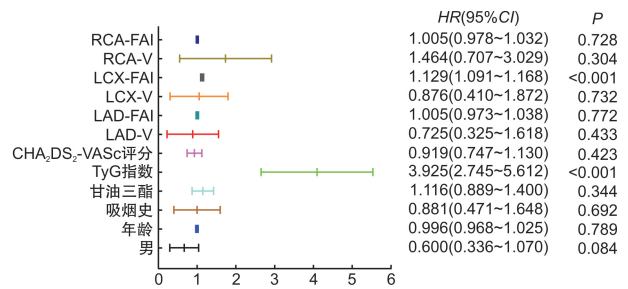


图 3 PersAF 患者 RFCA 后复发的单因素 Cox 回归分析
Figure 3 Univariate Cox regression analysis of the recurrence in patients with PersAF

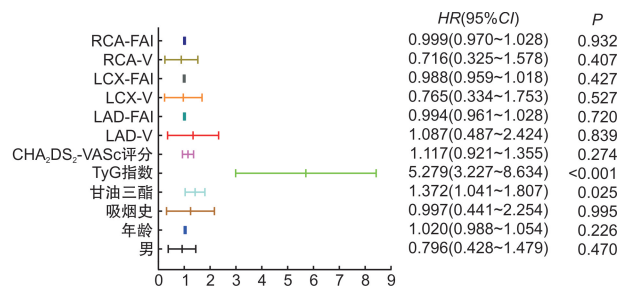


图 4 PAF 患者 RFCA 后复发的单因素 Cox 回归分析
Figure 4 Univariate Cox regression analysis of the recurrence in patients with PAF

表 2 PersAF 与 PAF 患者 RFCA 后复发的多因素 Cox 回归分析
Table 2 Multivariate Cox regression analysis of the recurrence in patients with PersAF and PAF

项目	B	SE	Z	HR	95%CI	P	VIF
PersAF							
LCX-FAI	0.085	0.020	4.355	1.089	1.048~1.132	<0.001	1.266
TyG 指数	0.830	0.215	3.859	2.293	1.504~3.496	<0.001	1.266
PAF							
甘油三酯	0.153	0.145	1.052	1.165	0.877~1.548	0.293	
TyG 指数	1.634	0.255	6.402	5.123	3.107~8.448	<0.001	

表3 PersAF与PAF患者术后复发危险因素的ROC曲线分析
Table 3 ROC curve analysis of risk factors for postoperative recurrence

项目	最佳阈值	灵敏度/%	特异度/%	AUC(95%CI)
PersAF				
LCX-FAI	-75.5 HU	78.7	88.7	0.898(0.845~0.950)
TyG指数	9	83.0	68.8	0.892(0.836~0.949)
二者联合		89.4	92.5	0.951(0.916~0.986)
PAF				
TyG指数	8.815	80.0	75.4	0.842(0.779~0.906)

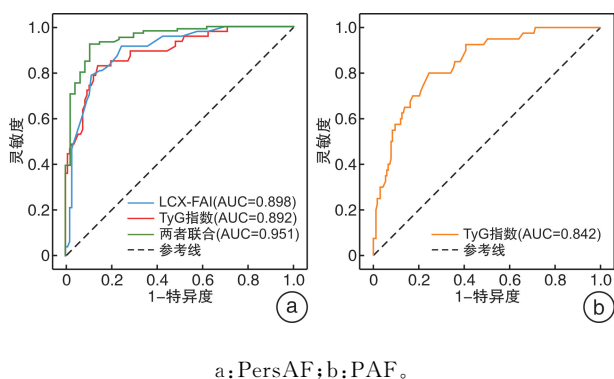


图5 房颤患者 RFCA 后复发危险因素的预测效能评估

Figure 5 Evaluation of predictive efficacy of risk factors for postoperative recurrence

3 讨论

RFCA 技术在不断发展,但目前房颤术后复发率仍较高,特别是对于 PersAF 患者^[2],且临床上难以准确评估患者的术后复发风险。心外膜脂肪(epicardial adipose tissue, EAT)作为一种特殊的内脏脂肪,可通过炎症、基质重塑、脂肪浸润等复杂机制导致房颤患者心房重构^[9]。PCAT 是 EAT 中的重要组成部分,其产生的脂肪细胞因子可通过旁分泌和血管分泌作用造成血管炎症^[10],促炎环境又增加了脂肪组织免疫细胞的浸润,从而形成恶性循环。IR 是心血管疾病的重要危险因素^[11],但评价 IR 的金标准“高胰岛素-正葡萄糖钳夹试验”操作复杂、费时且昂贵、创伤性大,因而临床应用较少。TyG 指数目前已经成为 IR 可靠且方便的评估方法^[12],可作为急性冠脉综合征患者危险分层和预后判断的指标^[7],但目前有关 PCAT 及 TyG 指数对 RFCA 术后复发的影响的研究较少。因此,本研究采用非侵入性的方法量化 PCAT 并结合 TyG 指数,以寻求不同类型房颤患者 RFCA 术后复发的预测因素,为患者术后治疗方案的选择提供有效的价值参考。

最近有研究发现,3V-FAI 可预测第 2 代冷冻球囊消融后房颤复发^[13]。除了手术方式不同,本研究分别对 3 支冠脉 PCAT 体积及 FAI 进行测量,发现只有 LCX-FAI 的增高与 PersAF 患者

RFCA 后房颤复发有关,其原因可能是:①高水平的 FAI 表明细胞内脂质积累的变化和血管局部炎症的增加^[4]。与 PAF 患者相比, PersAF 患者房颤的发生时间较长,左心房附近的 LCX 释放更多炎症活性因子,使其周围脂肪功能障碍, FAI 升高;这从另一角度验证了 Ciuffo 等^[14]的研究结果,左心房周围脂肪组织的高水平衰减代表了炎症活性的增高,是预测房颤复发有前景的影像学指标。② LCX 作为左心房的供血动脉,其 FAI 的变化可直接影响其供血区域心房组织,高水平的 FAI 使更多的脂肪组织浸润心肌细胞,导致 PersAF 患者心房重构、心肌纤维化,进一步增加房颤复发的风险^[15]。③虽然 PCAT 体积和 FAI 的定量分析可以从不同角度反映房颤的发生发展机制^[10],但相较于体积参数,CT 衰减指数在反映脂肪病理生理变化上表现出更高的准确性和灵敏度。本研究与 Ma 等^[16]研究结果基本一致,但该项研究未排除冠心病对 PCAT 的影响,也未考虑不同类型房颤的病理生理因素,本研究纳入经 CCTA 或冠脉造影排除冠心病的 360 例患者,并对房颤类型分组进一步分析,避免了研究结果可能存在的偏倚。

IR 已被证实可以引起左心房结构重塑和细胞内钙稳态异常,导致房颤的发生^[17]。炎症、IR 和氧化应激损伤相互关联,因此导致左心房纤维化和低压区,这些可能是房颤的病理生理基础^[18]。TyG 指数被认为是 IR 有效、可重复的替代标志物,由生化参数计算而来,并且与使用高胰岛素-正葡萄糖钳测量的 IR 密切相关^[6]。近期一项回顾性研究表明 TyG 指数升高与房颤晚期复发风险增加相关^[19]。本研究根据患者房颤类型进行分类,进一步分析表明 TyG 指数在 PersAF 及 PAF 患者中都可有效预测房颤消融术后复发。

本研究存在一定的局限性,首先,这是一项回顾性的单中心研究,样本量较少,不可避免的存在选择偏移。其次,所有影像学参数均基于手动测量,过程可能存在误差。最后,本研究主要评估患者入院时 TyG 指数,没有对其进行动态监测,而随访期间 TyG 指数的波动可能可以更好地预测房颤复发。

综上,本研究发现 TyG 指数对 PersAF 及 PAF 患者都有较好的预测作用。LCX-FAI 对预测 PersAF 患者 RFCA 后复发有重要意义,LCX-FAI 和 TyG 指数联合预测价值更高。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Arbelo E, Dagres N. The 2020 ESC atrial fibrillation guidelines for atrial fibrillation catheter ablation, CABANA, and EAST[J]. *Europace*, 2022, 24(Suppl 2): ii3-ii7.
- [2] Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation[J]. *Heart Rhythm*, 2017, 14(10): e275-e444.
- [3] Hu Y F, Chen Y J, Lin Y J, et al. Inflammation and the pathogenesis of atrial fibrillation[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2015, 12(4): 230-243.
- [4] 刘晓滢, 江杰, 段慧, 等. 冠状动脉周围脂肪 CT 衰减指数及影像组学的研究进展[J]. *实用放射学杂志*, 2023, 39(9): 1541-1544.
- [5] 王弘宇, 王腾玉, 田野. 血管周围脂肪组织在冠状动脉粥样硬化中的作用及评价指标[J]. *中华心血管病杂志*, 2021, 43(9): 930-934.
- [6] Wei Z, Zhu E, Ren C, et al. Triglyceride-glucose index independently predicts new-onset atrial fibrillation after septal myectomy for hypertrophic obstructive cardiomyopathy beyond the traditional risk factors[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 11: 8692511.
- [7] 赵丽敏, 辛权达, 赵兴胜. 三酰甘油葡萄糖指数与心血管疾病相关性研究现状[J]. *国际心血管病杂志*, 2023, 50(6): 358-361.
- [8] Kehl KL, Zahrieh D, Yang P, et al. Rates of guideline-concordant surgery and adjuvant chemotherapy among patients with early-stage lung cancer in the US ALCHEMIST Study (Alliance A151216) [J]. *JAMA Oncol*, 2022, 8(5): 717-728.
- [9] 李雪博, 舒尚志, 李小宁, 等. 心外膜脂肪组织体积与心房颤动的相关性研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2019, 35(12): 1104-1109.
- [10] Fitzgibbons TP, Czech MP. Epicardial and perivascular adipose tissues and their influence on cardiovascular disease: basic mechanisms and clinical associations [J]. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3(2): e000582.
- [11] Ormazabal V, Nair S, Elfeky O, et al. Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2018, 17(1): 1-14.
- [12] 孙梓宜, 王子涵, 陈颖, 等. TyG 指数联合血管功能指标对冠状动脉狭窄程度的预测价值[J]. *临床心血管病杂志*, 2022, 38(1): 17-21.
- [13] Nogami K, Sugiyama T, Kanaji Y, et al. Association between pericoronary adipose tissue attenuation and outcome after second-generation cryoballoon ablation for atrial fibrillation [J]. *Br J Radiol*, 2021, 11: 9420210361.
- [14] Ciuffo L, Nguyen H, Marques MD, et al. Periatrial fat quality predicts atrial fibrillation ablation outcome [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(6): e008764.
- [15] 王喆, 江耀辉, 张悦坤, 等. 计算机断层摄影术心脏成像评价不同类型心房颤动患者左心房内形态结构的临床研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(12): 1130-1134.
- [16] Ma GJ, Guo FQ, Hu J, et al. Association of pericoronary adipose tissue with atrial fibrillation recurrence after ablation based on computed tomographic angiography [J]. *Jpn J Radiol*, 2023, 41(9): 955-964.
- [17] Bohne LJ, Johnson D, Rose RA, et al. The association between diabetes mellitus and atrial fibrillation: clinical and mechanistic insights [J]. *Front Physiol*, 2019, 10: 135.
- [18] Chan YH, Chang GJ, Lai YJ, et al. Atrial fibrillation and its arrhythmogenesis associated with insulin resistance [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1): 125.
- [19] Tang Q, Guo XG, Sun Q, et al. The pre-ablation triglyceride-glucose index predicts late recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation in non-diabetic adults [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1): 219-230.

(收稿日期: 2024-05-16)