

额面QRS-T夹角和TyG指数在持续性心房颤动患者导管消融术后晚期复发的预测价值

常爱萍^{1*}, 陈新云^{2#}, 冯 健^{1#}

¹西南医科大学附属医院心血管内科, 四川 成都

²成都市中西医结合医院心功能科, 四川 成都

收稿日期: 2026年1月6日; 录用日期: 2026年1月30日; 发布日期: 2026年2月10日

摘 要

目的: 探讨额面QRS-T夹角和甘油三酯葡萄糖指数在持续性心房颤动患者导管消融术后晚期复发方面的临床意义及应用价值。方法: 本研究是一项单中心、回顾性、队列研究, 回顾性收集了2023年1月至2024年12月于成都市第一人民医院就诊行导管消融术的持续性心房颤动患者资料, 根据术后3月是否复发分为复发组和未复发组, 收集患者一般临床资料和相关实验室检查, 并计算术前额面QRS-T夹角和TyG指数, 通过单因素及多因素COX比例风险回归模型分析该类患者术后晚期复发的危险因素, 受试者工作特征(ROC)曲线分析额面QRS-T夹角和TyG指数预测房颤晚期复发的价值。结果: 一共纳入80例患者, 复发组(32例)和未复发组(48例), 单因素分析得到额面QRS-T夹角、TYG指数、左心房直径和空腹血糖有统计学意义($P < 0.05$), 且与未复发组相比, 复发组左心房直径(42.48 ± 7.499 , 35.58 ± 5.199 , $P = 0.009$)、额QRS-T夹角(96.69 ± 53.708 , 57.00 ± 46.652 , $P < 0.01$)和TyG指数高于未复发组(1.245 ± 0.469 , 1.022 ± 0.474 , $P < 0.05$); 经过多因素Logistic回归分析结果显示, 额面QRS-T夹角[OR = 1.019, 95% CI (1.007, 1.031), $P = 0.001$]和TyG指数[OR = 6.266, 95% CI (1.656, 23.715), $P = 0.007$]是持续性心房颤动导管消融术后房颤复发的影响因素。ROC曲线分析结果显示, 额面QRS-T夹角和TyG指数预测该类患者术后房颤复发的曲线下面积(AUC)为0.824 (95% CI: 0.733~0.915, $P < 0.001$)。结论: QRS-T夹角和TyG指数是持续性心房颤动患者导管消融术后房颤晚期复发的危险因素。

关键词

持续性心房颤动, 额面QRS-T夹角, TyG指数, 导管消融

*第一作者。

#通讯作者。

Predictive Value of Frontal QRS-T Angle and TyG Index for Late Recurrence after Catheter Ablation in Patients with Persistent Atrial Fibrillation

Aiping Chang^{1*}, Xinyun Chen^{2#}, Jian Feng^{1#}

¹Department of Cardiology, The Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Chengdu Sichuan

²Department of Cardiac Function, Chengdu Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Chengdu Sichuan

Received: January 6, 2026; accepted: January 30, 2026; published: February 10, 2026

Abstract

Objective: To explore the clinical significance and application value of the frontal QRS-T angle and the Triglyceride-Glucose (TyG) index in predicting late recurrence after Radiofrequency Catheter Ablation (RFCA) in non-diabetic patients with Persistent Atrial Fibrillation (PeAF). **Methods:** This study is a single-center, retrospective cohort study. The clinical data were retrospectively reviewed of 80 PeAF patients, who received RFCA for the first time at the First People's Hospital of Chengdu from January 2023 and December 2024. Patients were divided into a recurrence group and a non-recurrence group based on whether they experienced a recurrence three months after the procedure. General clinical data and relevant laboratory test results were collected for all patients. Preoperative frontal plane QRS-T angle and TyG index were calculated. Univariate and multivariate Logistic proportional hazards regression models were used to analyze the risk factors for late postoperative recurrence in this patient population. The predictive value of the frontal plane QRS-T angle and the TyG index for late atrial fibrillation recurrence was assessed using Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis. **Results:** A total of 80 patients were included, comprising a recurrence group (n = 32) and a non-recurrence group (n = 48). Univariate analysis revealed that the frontal QRS-T angle, TyG index, left atrial diameter, and fasting blood glucose were statistically significant (P < 0.05). Compared with the non-recurrence group, the recurrence group exhibited higher left atrial diameter (42.48 ± 7.499 vs 35.58 ± 5.199, P = 0.009), higher frontal QRS-T angle (96.69 ± 53.708 vs 57.00 ± 46.652, P < 0.01), and higher TyG index (1.245 ± 0.469 vs 1.022 ± 0.474, P < 0.05). Multivariate Logistic regression analysis showed that the frontal QRS-T angle [OR = 1.019, 95% CI (1.007, 1.031), P = 0.001] and TyG index [OR = 6.266, 95% CI (1.656, 23.715), P = 0.007] were independent predictors for recurrence. ROC curve analysis indicated that the Area Under the Curve (AUC) for predicting postoperative recurrence using the frontal QRS-T angle and TyG index was 0.824 (95% CI: 0.733~0.915, P < 0.001). **Conclusion:** The frontal QRS-T angle and TyG index are risk factors for late recurrence after RFCA in PeAF patients.

Keywords

Persistent Atrial Fibrillation, Frontal QRS-T Angle, Angle Triglyceride-Glucose Index, Catheter Ablation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

心房颤动(Atrial Fibrillation, AF)是最常见的心律失常,全球流行病学研究表明,目前房颤患者总数约3300万例,预计未来20~30年间这一数字将呈现显著增长趋势[1][2]。根据《中国心血管健康与疾病报告2022》统计我国心房颤动患者约48万人,且房颤的患病率随着年龄的增长而增加,这主要与老年人心脏功能的衰退有关[3]。由AF引起的诸多严重并发症,如脑卒中、血栓栓塞、心力衰竭、认知功能等,不仅降低患者的生活质量,还增加家庭的经济负担和社会的医疗负担[4],成为了全世界的一个公共卫生医疗问题。在房颤的类型当中,持续性心房颤动(Persistent Atrial Fibrillation, PeAF)是指AF发作持续超过7天,且无法自行恢复窦性心律的一种心律失常[5]。PeAF会导致心房失去有效收缩,使心房内血液瘀滞,进而诱发心房纤维化重构,PeAF还常常伴随着快速心室率及不规则心室率,使平均心输出量下降,导致心力衰竭。因此其危害较阵发性心房颤动(Paroxysmal Atrial Fibrillation, PAF)更大,患者死亡率也大大增加。导管射频消融术(Radiofrequency Catheter Ablation, RFCA)为心房颤动的一线治疗手段,但导管消融术后仍有35%~46%的复发率[6]。因此,如何降低射频消融术后房颤复发,是目前亟待解决的问题。

额面QRS-T夹角反映了心室复极化的异质性,是指十二导联标准心电图测量的心室去极化和复极化的二维方向的角度[7]。既往研究显示,额面QRS-T夹角 $>90^\circ$ 时,可以作为心力衰竭及心肌梗死的预后预测指标,且心房颤动患者的额面QRS-T夹角高于正常人群[8]。在一项对急性房颤患者进行药物复律的研究中,房颤复律失败的患者相较于复律成功的患者,其额面QRS-T夹角更宽,心房颤动复发患者较未复发患者的额面QRS-T夹角也更宽,这也表明了房颤的药物复律是否成功和复发与QRS-T夹角有一定的关系[9]。

胰岛素抵抗(Insulin Resistance, IR),是指机体细胞对胰岛素利用率降低的一种病理性状态,与代谢综合征和心血管疾病息息相关,有研究显示,IR可导致心房的电重构和结构重构,从而促进房颤的发生[10]。甘油三酯葡萄糖(Triglyceride Glucose, TyG)指数,目前被认为是一种新的、易获得的可替代IR的一种指标。可由空腹血糖和甘油三酯计算,它综合考虑了患者甘油三酯和胆固醇的水平,TyG比值的计算结果越高,通常表示心血管风险越高[11][12]。因此,本研究基于额面QRS-T夹角和TYG指数与心血管疾病相关性的基础上,进一步探究他们对房颤术后复发的影响。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

纳入2023年1月至2024年12月于成都市第一人民医院住院的患者;①年龄 >18 岁;②符合2024年欧洲心脏病协会(ESC)发布的房颤管理指南中的诊断标准,诊断为持续性房颤的患者;③第一次行导管消融的患者。排除标准:①急性衰竭、急性心肌梗死;②严重的未控制的甲状腺疾病;③资料不完整,缺乏心电图资料及空腹葡萄糖、甘油三酯等计算TyG指数的数据;④有明确糖尿病史;⑤合并严重心脏病;⑥合并严重肝肾功能不全或恶性肿瘤,且预期寿命 <1 年;一共纳入80例患者,根据术后3个月是否房颤复发将分为复发组(32例)和未复发组(48例)。

2.2. 临床资料收集

收集患者的一般信息(如性别、年龄、体重)、既往史(冠心病史、糖尿病史、高血压病史等)。收集患者消融术前FBG、血肌酐、尿酸、甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白等指标数据,常规行12导联心电图、食道超声心动图排除左心房或左心耳血栓,经胸超声心动图获得左心房前后径、左室射血分数等。

2.3. 额面 QRS-T 夹角、TyG 指数计算

额面 QRS-T 夹角计算：从心电图报告中获取 QRS 轴以及 T 轴的具体数值，然后 QRS 电轴减去 T 电轴的绝对值，如果所得结果的值 $>180^\circ$ ，则额面 QRS-T 夹角等于 360° 减去所得结果[13]；TyG 指数计算公式为：甘油三酯葡萄糖指数 = $\text{Ln}[\text{空腹血糖}(\text{mg/dl}) \times \text{甘油三酯}(\text{mg/dl})/2]$ [14]。

2.4. 导管消融手术策略

患者在透视下安置背部体表参考电极于心影中心，常规消毒，穿刺右股静脉，沿鞘植入冠状窦电极及心室电极至冠状窦及右室心尖部，沿鞘植入房间隔穿刺针行房间隔穿刺，植入钢丝至左心房，行左心房造影，沿房间隔穿刺鞘植入星型磁电双定位标测电极行左房建模及标测后，术者根据患者具体情况实施个体化消融策略，包括解剖消融(二尖瓣峡部消融、三尖瓣峡部消融、左心房顶部线性消融以及后壁 Box 消融)、左心房基质指导下的消融、左心房基质指导下的消融(转子消融等)以及其他消融策略(上腔静脉隔离、心耳隔离以及杂交消融等)。消融完成后，通过电生理检查确定消融部位达到电学隔离。术后常规应用新型口服抗凝药或华法林治疗 3 个月，根据 CHA₂DS₂-VASC 评分以及 PAF 复发情况决定 3 个月后是否继续抗凝治疗；术后 1 个月内规律服用质子泵抑制剂预防心房食管瘘发生；术后口服胺碘酮维持 3 个月降低空白期心房颤动复发率并定期复查甲状腺功能。

2.5. 随访

术后随访 1 年，收集患者 1、3、6、12 个月至成都市第一人民医院心内科门诊的动态心电图或常规心电图，记录房颤是否复发及复发的时间。一般将导管消融术后 3 个月发生的心房颤动、心房扑动或房性心动过速(房性心动过速持续)定义为心房颤动晚期复发。如果在术后 3 个月内发生的房性心律失常(心房颤动、心房扑动或房速)则定义为空白期发作，此种情况不符合复发组条件。

2.6. 统计学处理

采用统计软件 SPSS 27.0 进行数据分析。数据符合正态分布时使用独立样本 t 检验，采用单因素及多因素 COX 比例风险回归模型分析导管消融术后房颤复发的危险因素。通过 ROC 曲线分析评估 TyG 指数及 QRS-T 夹角对房颤复发的预测价值，并利用约登指数确定最佳临界值。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 研究结果

1) 复发组与未复发组一般资料对比：一共纳入 82 名患者，根据晚期复发定义分为复发组($n = 32$)和未复发组($n = 48$)，单因素分析复发组与未复发组在年龄、性别、BNP、左心室舒张末期直径、左心室射血分数及甘油三酯等差异无统计学意义($P > 0.05$)，复发组与未复发组在左心房直径、QRS-T 夹角、TYG 指数及空腹血糖差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表 1：

Table 1. Comparative analysis of general clinical data between the recurrence and the non-recurrence group
表 1. 复发组与未复发组一般临床资料的比较分析

变量	复发组	未复发组	$t/\chi^2/Z$ 值	P 值
	($n = 32$)	($n = 48$)		
年龄	66.75 ± 10.176	66.17 ± 10.906	-0.172	0.864
性别(男)	20 (62.5%)	22 (45.83%)	1.156	0.567

续表

高血压(有)	24 (75%)	26 (54.17%)	0.031	0.860
冠心病(有)	20 (62.5%)	26 (54.17%)	1.179	0.278
LVEDD (mm)	47.28 ± 4.327	36.92 ± 3.82	0.397	0.693
左心房前后径(mm)	42.48 ± 7.499	35.58 ± 5.199	2.690	0.009
LVEF (%)	61.5938 ± 8.4733	63.8542 ± 6.274	-1.370	0.175
BNP (ng/L)	531.66 ± 897.356	374.66 ± 880.124	0.777	0.439
QRS-T 夹角	96.69 ± 53.708	57.00 ± 46.652	3.508	<0.01
甘油三脂(mmol/L)	1.5184 ± 0.700	1.2942 ± 0.541	1.612	0.11
空腹血糖(mmol/L)	5.124 ± 0.836	4.718 ± 0.821	2.151	0.035
TyG 指数	1.245 ± 0.469	1.022 ± 0.474	2.080	0.041

注: LVEDD = 左心室舒张末期内径, LVEF = 左心室射血分数, BNP = B 型利钠肽, TyG 指数 = 甘油三酯葡萄糖指数。

2) 多因素 Logistic 回归分析: 将单因素分析中有差异的指标进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示左心房直径、QRS-T 夹角、TyG 指数是持续性心房颤动患者首次射频消融术后 3 个月复发的危险因素 ($P < 0.05$), 见表 2:

Table 2. Multivariate logistic regression analysis

表 2. 多因素 Logistic 回归分析

变量	β	Sx	Wald χ^2 值	OR 值(95% CI)	P
左心房直径	0.107	0.050	4.679	1.113 (1.010~1.227)	0.031
QRS-T 夹角	0.019	0.006	10.141	1.019 (1.007~1.013)	0.001
TyG 指数	1.835	0.679	7.303	6.226 (1.656~23.715)	0.007

3) QRS-T 夹角和 TyG 指数对 PAF 患者 RFCA 术后复发的预测效能分析 ROC 曲线分析显示, QRS-T 夹角和 TyG 指数预测 RFCA 术后 PAF 复发的最佳截断值为 8.50, 灵敏度为 80.2%, 特异度为 90.1%, AUC 为 0.824 (95% CI: 0.733~0.915, $P < 0.001$), 见图 1:

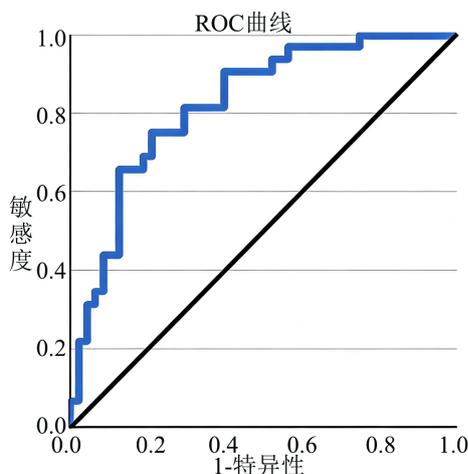


Figure 1. ROC curves for the prediction of atrial fibrillation recurrence by the QRS-T angle and TyG index

图 1. QRS-T 夹角和 TyG 指数预测房颤复发的 ROC 曲线

4. 讨论

心房颤动是最常见的快速性心律失常，房颤会增加心力衰竭、脑卒中、心肌梗死等多种并发症的风险，不仅降低患者的生存质量，还会增加家庭经济负担和社会公共卫生健康的负担[15]。因此，加强心房颤动病因及诱因的管理，控制节律、控制心室率及预防并发症等治疗尤为重要，目前心房颤动的主要方法是药物治疗以及射频消融术复律。《2020 欧洲心脏病学会心房颤动诊断和管理指南》指出[6]，导管消融术是通过左右肺静脉双环隔离术来治疗房颤，而这种方法被认为是从房颤的发病及维持机制来阻断房颤。对于药物治疗无效的持续性心房颤动患者，射频消融治疗的证据等级已经升高至I类[16]。但是由于PeAF左心房基质的改变，单纯的环肺静脉隔离终止心房颤动作用有限，导致复发率相对较高。因此，除了RFCA策略的改进，强化心血管危险因素的管理也十分重要。

我们的研究发现，持续性心房颤动导管消融术后患者晚期复发率约40%，左心房直径、额面QRS-T夹角和TyG指数是持续性心房颤动导管消融术后房颤复发的相关因素，且复发组水平都高于未复发组，通过多因素Logistic回归分析，左心房直径、QRS-T夹角和TyG指数是房颤术后的独立危险因素，值越高，心房颤动术后复发的可能性越大。ROC曲线也证实了基线额面QRS-T夹角和TyG指数对PAF复发的预测价值，AUC为0.824(95%CI: 0.733~0.915, $P < 0.001$)，灵敏度和特异度分别为80.2%和90.1%。

我们随访持续性心房颤动导管消融术后的80名患者，根据我院门诊复查常规心电图、24h动态心电图约40%复发，与其他导管消融术后研究约30%~50%的复发相似[17]-[20]。相关研究表明，年龄、LVEDD增大及LVEF降低会导致心房颤动患者射频消融术后复发率增高[21]-[23]，但本研究不支持此结果，结合我们的病例数据量，可能是本研究样本量较小相关。

本研究结果显示，复发组与未复发组在左心房前后径比较差异有统计学意义($P < 0.05$)，且复发组的左心房直径明显大于(42.48 ± 7.499 , 35.58 ± 5.199 , $P = 0.009$)。分析原因是左心房扩大的同时，心房的收缩功能也降低，导致心房长期处于高容量负荷状态，使心房肌细胞被拉伸、心房变薄，促成了心肌纤维化的发生，导致心房内不同部位出现非均质性电活动[24]，进而导致心房的电重构和结构重构，而这一过程又反向使心房进一步扩大，因此形成恶性循环，导致导管消融术后复发率升高。

额面QRS-T夹角可客观反映出心室肌细胞在除极和复极时的向量关系，代表心室肌细胞的部分电活动，是心源性猝死、冠心病事件、心力衰竭及全因死亡率的一个独立的预测指标[25]。我们的研究结果显示房颤术后复发组的额面QRS-T夹角(96.69 ± 53.708 , 57.00 ± 46.652 , $P < 0.01$)明显大于未复发组，多变量分析显示额面QRS-T夹角是房颤术后复发的危险因素，其值越大，术后复发率越高。近期一项对额面QRS-T角预测静脉注射胺碘酮药物复律成功后急性心房颤动的复发研究结果显示[9]，非复发组和复发组比较，复发组的平均额面QRS-T夹角显著升高($P < 0.001$)，这与我们的研究相同，该研究还发现额面QRS-T $> 90^\circ$ 患者房颤复发率显著高于额面QRS-T $\leq 90^\circ$ 的患者，多变量分析显示额面QRS-T是复发性房颤的早期预测指标。Kaya Özen [26]等研究也发现，额面QRS-T可用于预测房颤复律成功后的早期复发。可能是异常的QRS-T夹角与心肌离子通道发生潜在改变有关，心肌离子通道改变导致异常的心室复极化。而心室复极化异常与房颤有关，心室复极化异常会导致心房传导改变，表现出较长时间的心房动作电位，导致多形性心房心动过速，这些多态性心房心律失常已被证明会转化为房颤[27] [28]。

IR是代谢综合征、糖尿病前期及糖尿病的共同特征，且为心房颤动RFCA术后复发的独立危险因素[29]。IR影响房颤复发可能与几种主要机制相关：它促使心肌细胞内脂肪酸和TG堆积引起“心脏脂毒性”现象、胰岛素的葡萄糖转运功能受损，从而降低了葡萄糖在心肌细胞内的利用率、心肌后除极；导致细胞内钙离子的稳定性、房颤易感性增加IR与心肌细胞的炎症反应等，上述相关机制导致心房结构重塑及电重构，引起房性心律失常[30]。而大量研究显示，TyG指数是评价IR的新型指标，可以更好地替

代 IR 的评估地位, 科学地评估冠心病、心力衰竭等疾病的风险[31] [32]。我们的研究显示复发组的 TyG 指数高于未复发组(1.245 ± 0.469 , 1.022 ± 0.474 , $P < 0.05$), 且 TyG 指数是房颤术后复发的危险因素, 其值越大, 复发率越高, 本研究与 Tang 等[33]研究结果均证实了较高的 TyG 指数与非糖尿病 PeAF 患者术后晚期复发密切相关。因此, 可利用 TyG 指数评估心房颤动术后复发, 并及早做好相关预防处理措施。

5. 结论

综上所述, 持续性心房颤动导管消融术后患者晚期有较高的复发率, 可导致全因死亡率增加, 其并发症可降低生活质量、增加致残率和社会医疗负担, 因此我们需要重点关注这类人群。较高水平的额面 QRS-T 夹角和 TyG 指数是 RFCA 的复发危险因素, 他们在临床上相对容易获取, 对导管消融术后房颤的晚期复发具有一定的预测价值。因此, 对于额面 QRS-T 夹角和 TyG 指数较高的导管消融术的持续性房颤患者, 应做到早期干预和严密监测随访, 以利于降低术后复发率。

本研究存在部分局限性, 首先, 本次研究为回顾性非随机对照研究, 样本量较小, 且随访过程中, 评估患者术后是否复发是根据普通十二导联心电图和 24 h 动态心电图结果来评估, 其准确性不如 7 d 长程动态心电图及循环事件记录仪, 可能导致偏倚; 其次, 本研究仅在基线时测定额面 QRS-T 夹角和 TyG 指数, 因此无法评估 QRS-T 夹角和 TyG 指数水平动态变化的情况。因此, 后期仍需进一步跟踪随访, 扩大入组人群, 进一步评估 QRS-T 夹角和 TyG 指数水平随时间变化趋势。

声 明

本文获得成都市中西医结合医院(成都市第一人民医院)伦理委员会批准, (审批号: 2025 年 YNYJ 第 078 号), 患者均签署知情同意书。

参考文献

- [1] Lippi, G., Sanchis-Gomar, F. and Cervellin, G. (2020) Global Epidemiology of Atrial Fibrillation: An Increasing Epidemic and Public Health Challenge. *International Journal of Stroke*, **16**, 217-221. <https://doi.org/10.1177/1747493019897870>
- [2] Kornej, J., Börschel, C.S., Benjamin, E.J. and Schnabel, R.B. (2020) Epidemiology of Atrial Fibrillation in the 21st Century: Novel Methods and New Insights. *Circulation Research*, **127**, 4-20. <https://doi.org/10.1161/circresaha.120.316340>
- [3] 《中国心血管健康与疾病报告》编写组. 《中国心血管健康与疾病报告 2022》概述[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(7): 577-600.
- [4] Du, X., Guo, L., Xia, S., Du, J., Anderson, C., Arima, H., et al. (2021) Atrial Fibrillation Prevalence, Awareness and Management in a Nationwide Survey of Adults in China. *Heart*, **107**, 535-541. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-317915>
- [5] Kirchhof, P., Benussi, S., Kotecha, D., Ahlsson, A., Atar, D., Casadei, B., et al. (2016) 2016 ESC Guidelines for the Management of Atrial Fibrillation Developed in Collaboration with EACTS. *European Heart Journal*, **37**, 2893-2962. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw210>
- [6] Hindricks, G., Potpara, T., Dagres, N., Arbelo, E., Bax, J.J., Blomström-Lundqvist, C., et al. (2020) 2020 ESC Guidelines for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation Developed in Collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the Special Contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *European Heart Journal*, **42**, 373-498. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>
- [7] Huikuri, H.V., Malik, M., Schmidt, G., Lombardi, F. and Zabel, M. (2019) Value of Measurement of QRS-T Angle from a Standard 12-Lead Electrocardiogram. *International Journal of Cardiology*, **277**, 24-25. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.10.032>
- [8] Jogu, H.R., O'Neal, W.T., Broughton, S.T., Shah, A.J., Zhang, Z. and Soliman, E.Z. (2016) Frontal QRS-T Angle and the Risk of Atrial Fibrillation in the Elderly. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **22**, e12388. <https://doi.org/10.1111/anec.12388>

- [9] Eyuboglu, M. and Celik, A. (2021) Frontal Plane QRS-T Angle Predicts Early Recurrence of Acute Atrial Fibrillation after Successful Pharmacological Cardioversion with Intravenous Amiodarone. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, **46**, 1750-1756. <https://doi.org/10.1111/jcpt.13529>
- [10] Trieb, M., Kornej, J., Knuplez, E., Hindricks, G., Thiele, H., Sommer, P., *et al.* (2019) Atrial Fibrillation Is Associated with Alterations in HDL Function, Metabolism, and Particle Number. *Basic Research in Cardiology*, **114**, Article No. 27. <https://doi.org/10.1007/s00395-019-0735-0>
- [11] Tao, L., Xu, J., Wang, T., Hua, F. and Li, J. (2022) Triglyceride-Glucose Index as a Marker in Cardiovascular Diseases: Landscape and Limitations. *Cardiovascular Diabetology*, **21**, Article No. 68. <https://doi.org/10.1186/s12933-022-01511-x>
- [12] Li, H., Zuo, Y., Qian, F., Chen, S., Tian, X., Wang, P., *et al.* (2022) Triglyceride-Glucose Index Variability and Incident Cardiovascular Disease: A Prospective Cohort Study. *Cardiovascular Diabetology*, **21**, Article No. 105. <https://doi.org/10.1186/s12933-022-01541-5>
- [13] Asarcikli, L.D., Hayiroglu, M.İ., Osken, A., Keskin, K., Kolak, Z. and Unal, S. (2022) Frontal QRS-T Angle May Predict Reverse Dipping Pattern in Masked Hypertensives. *Clinical and Experimental Hypertension*, **44**, Article ID: 2043892. <https://doi.org/10.1080/10641963.2022.2043892>
- [14] Demirci, I., Haymana, C., Candemir, B., Meric, C., Yuksel, B., Eser, M., *et al.* (2021) Triglyceride-Glucose Index Levels in Patients with Congenital Hypogonadotropic Hypogonadism and the Relationship with Endothelial Dysfunction and Insulin Resistance. *Endokrynologia Polska*, **72**, 232-237. <https://doi.org/10.5603/ep.a2021.0019>
- [15] Alizargar, J., Bai, C., Hsieh, N. and Wu, S.V. (2020) Use of the Triglyceride-Glucose Index (TyG) in Cardiovascular Disease Patients. *Cardiovascular Diabetology*, **19**, Article No. 8. <https://doi.org/10.1186/s12933-019-0982-2>
- [16] Ioannidis, P., Zografos, T., Christoforatos, E., Kouvelas, K., Tsoumeleas, A. and Vassilopoulos, C. (2021) The Electrophysiology of Atrial Fibrillation: From Basic Mechanisms to Catheter Ablation. *Cardiology Research and Practice*, **2021**, Article ID: 4109269. <https://doi.org/10.1155/2021/4109269>
- [17] Pranata, R., Henrina, J., Yonas, E., Putra, I.C.S., Cahyadi, I., Lim, M.A., *et al.* (2021) BMI and Atrial Fibrillation Recurrence Post Catheter Ablation: A Dose-Response Meta-Analysis. *European Journal of Clinical Investigation*, **51**, e13499. <https://doi.org/10.1111/eci.13499>
- [18] Wokhlu, A., Hodge, D.O., Monahan, K.H., Asirvatham, S.J., Friedman, P.A., Munger, T.M., *et al.* (2010) Long-term Outcome of Atrial Fibrillation Ablation: Impact and Predictors of Very Late Recurrence. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, **21**, 1071-1078. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2010.01786.x>
- [19] Joshi, S., Choi, A.D., Kamath, G.S., Raiszadeh, F., Marrero, D., Badheka, A., *et al.* (2009) Prevalence, Predictors, and Prognosis of Atrial Fibrillation Early after Pulmonary Vein Isolation: Findings from 3 Months of Continuous Automatic ECG Loop Recordings. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, **20**, 1089-1094. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2009.01506.x>
- [20] Takahashi, Y., Takahashi, A., Kuwahara, T., Fujino, T., Okubo, K., Kusa, S., *et al.* (2010) Clinical Characteristics of Patients with Persistent Atrial Fibrillation Successfully Treated by Left Atrial Ablation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, **3**, 465-471. <https://doi.org/10.1161/circep.110.949297>
- [21] MacGregor, R.M., Khiabani, A.J., Bakir, N.H., Manghelli, J.L., Sinn, L.A., Carter, D.I., *et al.* (2021) Impact of Age on Atrial Fibrillation Recurrence Following Surgical Ablation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **162**, 1516-1528.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.02.137>
- [22] Kerr, B. and Brandon, L. (2022) Atrial Fibrillation, Thromboembolic Risk, and the Potential Role of the Natriuretic Peptides, a Focus on BNP and NT-proBNP—A Narrative Review. *IJC Heart & Vasculature*, **43**, Article ID: 101132. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2022.101132>
- [23] Sun, G., Guo, L., Wang, X., Song, H., Li, Z., Wang, J., *et al.* (2015) Prevalence of Atrial Fibrillation and Its Risk Factors in Rural China: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Cardiology*, **182**, 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.12.063>
- [24] Wynn, G.J., Panikker, S., Morgan, M., Hall, M., Waktare, J., Markides, V., *et al.* (2016) Batrial Linear Ablation in Sustained Nonpermanent AF: Results of the Substrate Modification with Ablation and Antiarrhythmic Drugs in Nonpermanent Atrial Fibrillation (SMAN-PAF) Trial. *Heart Rhythm*, **13**, 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.10.006>
- [25] Kück, K., Isaksen, J.L., Graff, C., Skaaby, T., Linneberg, A., Hansen, T., *et al.* (2018) Spatial QRS-T Angle Variants for Prediction of All-Cause Mortality. *Journal of Electrocardiology*, **51**, 768-775. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2018.05.011>
- [26] Özen, K. and Karahan, M.Z. (2023) Relationship between Atrial Fibrillation Recurrence and Frontal QRS-T Angle after Effective Cardioversion. *Cureus*, **15**, e33541. <https://doi.org/10.7759/cureus.33541>
- [27] Kuo, C.S., Reddy, C.P., Munakata, K. and Surawicz, B. (1985) Mechanism of Ventricular Arrhythmias Caused by Increased Dispersion of Repolarization. *European Heart Journal*, **6**, 63-70. https://doi.org/10.1093/eurheartj/6.suppl_d.63

-
- [28] Kirchhof, P., Eckardt, L., Franz, M.R., Mönnig, G., Loh, P., Wedekind, H., *et al.* (2003) Prolonged Atrial Action Potential Durations and Polymorphic Atrial Tachyarrhythmias in Patients with Long QT Syndrome. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, **14**, 1027-1033. <https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2003.03165.x>
- [29] Wang, Z., Wang, Y., Liu, Z., Li, Q., Kong, Y., Chen, Y., *et al.* (2022) Effect of Insulin Resistance on Recurrence after Radiofrequency Catheter Ablation in Patients with Atrial Fibrillation. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, **37**, 705-713. <https://doi.org/10.1007/s10557-022-07317-z>
- [30] 王庆亚, 何洪涛, 王涛, 等. 非糖尿病阵发性房颤患者甘油三酯-葡萄糖指数与射频导管消融术后复发的关系[J]. 浙江医学, 2025, 47(2): 126-131, 138.
- [31] Reardon, C.A., Lingaraju, A., Schoenfelt, K.Q., Zhou, G., Cui, C., Jacobs-El, H., *et al.* (2018) Obesity and Insulin Resistance Promote Atherosclerosis through an IFN γ -Regulated Macrophage Protein Network. *Cell Reports*, **23**, 3021-3030. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2018.05.010>
- [32] 张梦玮, 王宇, 段洋, 等. TyG 指数及 TyG 指数联合 Grace 评分对急性心肌梗死患者预后的预测价值[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(2): 113-117.
- [33] Tang, Q., Guo, X., Sun, Q. and Ma, J. (2022) The Pre-Ablation Triglyceride-Glucose Index Predicts Late Recurrence of Atrial Fibrillation after Radiofrequency Ablation in Non-Diabetic Adults. *BMC Cardiovascular Disorders*, **22**, Article No. 219. <https://doi.org/10.1186/s12872-022-02657-y>