



DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2023.221303

血清 sST2 及 galectin-3 对心房颤动射频消融术后复发的预测价值

刘满意, 方勇, 芦伟, 王翠翠

(皖北煤电集团总医院心血管内一科, 安徽 宿州 234000)

[摘要] 目的: 探究血清可溶性致癌抑制因子 2(soluble suppression tumorigenicity-2, sST2)、半乳糖凝集素-3 (galectin-3, Gal-3) 对心房颤动(atrial fibrillation, AF)射频消融术(radiofrequency ablation, RFA)后复发的预测价值。方法: 选取皖北煤电集团总医院 2019 年 1 月至 2021 年 2 月收治的 107 例 AF 患者为研究对象, 根据 RFA 后 AF 复发结果将其分为复发组($n=33$)与未复发组($n=74$)。收集患者的一般资料及血清 sST2、Gal-3 等生化指标水平, 用单因素及 logistic 回归模型分析各项指标与 AF 复发的关系, 用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析血清 sST2、Gal-3 对 RFA 后 AF 复发的预测价值。结果: 复发组的左心房内径(left atrial diameter, LAD)及血清 sST2、Gal-3 水平均明显高于未复发组(均 $P<0.05$)。Logistic 回归分析显示: LAD(OR=1.373)、sST2 (OR=1.331)、Gal-3(OR=2.349)均是 RFA 后 AF 复发的独立影响因素(均 $P<0.05$)。ROC 曲线分析显示: 血清 sST2、Gal-3 水平及 LAD 预测 RFA 后 AF 复发的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为 0.831、0.840 及 0.797; 且以 sST2 联合 Gal-3 的预测效能最大[AUC=0.944, 敏感度=87.88%, 特异度=91.89%]。结论: 血清 sST2、Gal-3 均是 RFA 后 AF 复发的独立影响因素, 可独立预测术后复发, 且以二者联合的预测价值最大。

[关键词] 可溶性致癌抑制因子 2; 半乳糖凝集素-3; 心房颤动; 射频消融术; 复发

Predictive value of serum sST2 and galectin-3 on recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation

LIU Manyi, FANG Yong, LU Wei, WANG Cuicui

(First Department of Cardiovascular Medicine, General Hospital of Wanbei Coal and Electricity Group, Suzhou Anhui 234000, China)

ABSTRACT

Objective: To investigate the predictive value of serum soluble suppression of tumorigenicity-2 (sST2) and galectin-3 (Gal-3) for recurrence of atrial fibrillation (AF) after radiofrequency ablation (RFA).

Methods: A total of 107 patients with AF admitted to General Hospital of Wanbei Coal and Electricity Group from January 2019 to February 2021 were selected as the study subjects.

收稿日期(Date of reception): 2022-06-23

第一作者(First author): 刘满意, Email: 840025872@qq.com

通信作者(Corresponding author): 刘满意, Email: 840025872@qq.com

According to the recurrence results of AF after RFA, the patients were divided into a recurrence group ($n=33$) and a non-recurrence group ($n=74$). The general data and serum sST2, Gal-3 and other biochemical indexes were collected. The relationship between each index and AF recurrence was analyzed by univariate and logistic regression model. The predictive value of serum sST2 and Gal-3 for AF recurrence after RFA was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve.

Results: The left atrial diameter (LAD), serum sST2 and Gal-3 levels in the recurrence group were significantly higher than those in the non-recurrence group (all $P<0.05$). Logistic regression analysis showed that LAD (OR=1.373), sST2 (OR=1.331) and Gal-3 (OR=2.349) were independent influencing factors of AF recurrence after RFA (all $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum sST2, Gal-3 levels and LAD in predicting AF recurrence after RFA were 0.831, 0.840, and 0.797, respectively. The combination of sST2 and Gal-3 had the highest predictive efficiency [AUC=0.944, sensitivity=87.88%, specificity=91.89%].

Conclusion: Serum sST2 and Gal-3 are independent influencing factors of AF recurrence after RFA, which can independently predict postoperative recurrence, and the combination of the two has the highest predictive value.

KEY WORDS

soluble suppression tumorigenicity-2; galectin-3; atrial fibrillation; radiofrequency ablation; recurrence

心房颤动(atrial fibrillation, AF)是最常见的心律失常,除可引起胸闷、心悸等不适外,还可扰乱左心房正常血流动力学,促进血栓形成,增加心力衰竭(heart failure, HF)、脑卒中等发生风险,并提高病死风险^[1]。射频消融术(radiofrequency ablation, RFA)是目前各指南推荐的IA类AF治疗方法^[2],其在改善症状、维持窦性心率上较抗心律失常药物更有效^[3]。但由于AF的病因和发病机制复杂未明,RFA对阵发性AF的成功率为70%~90%,对持续性AF则为65%~75%,复发率较高^[4]。RFA后复发仍是临床的一项难题。明确影响RFA后复发的因素并予以有效预测将有助于临床医师选择诊疗方案,具有重要临床价值。通常,AF是从阵发性向持续性、永久性演变,随疾病进展可引起心房重构,而心房重构以心房纤维化增加为重要标志^[5]。可溶性致癌抑制因子2(soluble suppression tumorigenicity-2, sST2)属于白细胞介素(interleukin, IL)-1受体之一,可与IL-33结合并抑制其对心肌细胞的保护作用^[6]。研究^[7]认为sST2与心肌纤维化、心肌功能障碍等密切相关,对HF等心血管疾病具有潜在的诊断、预后评估价值。半乳糖凝集素-3(galectin-3, Gal-3)是

对 β -半乳糖苷有特殊亲和力的结合蛋白,可促进肌成纤维细胞的增殖、I型胶原蛋白的沉积等,介导炎症、纤维化等病理过程^[8]。既往研究^[9]发现外周血中Gal-3水平与AF的发生风险高度相关。但目前,关于sST2、Gal-3作为预测AF复发风险的潜在应用价值尚未有系统的研究证实。基于此,本研究旨在探究血清sST2、Gal-3对RFA后复发的预测价值,为临床研究提供一定参考。

1 对象与方法

1.1 对象

选取皖北煤电集团总医院2019年1月至2021年2月收治的107例AF患者为研究对象。纳入标准:1)符合AF诊断标准;2)年龄18~79岁;3)术前完成心电图、心脏彩色多普勒超声检查、血清指标等检查;4)符合RFA指征,且自愿接受RFA治疗;5)知情自愿参与研究,且配合度高。排除标准:1)有风湿性心脏病、先天性心血管病、心脏瓣膜病、恶性肿瘤或严重肝肾功能障碍、自身免疫性疾病;2)存在RFA、抗凝治疗禁忌证;3)妊娠或哺乳期。脱落

标准: 1)失访或死亡; 2)主动要求退出研究。本研究符合伦理且通过皖北煤电集团总医院医学伦理委员会审批。

1.2 资料收集

1)一般资料。性别、年龄、AF病程、体重指数、收缩压、舒张压等。2)超声心动图资料。在RFA前用彩色多普勒超声诊断仪(Philips IE33)检测左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心房内径(left atrial diameter, LAD)、左心室收缩末期内径(left ventricular end systolic diameter, LVESD)、左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDD)。3)血清学资料。在RFA前检测外周静脉血中白细胞计数(white blood cell count, WBC)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血小板计数(platelet count, PLT)及低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、血糖、超敏C反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、sST2、Gal-3水平。其中, WBC、PLT检测用全自动血细胞分析仪(Mindray BC-10), Hb、TC、LDL-C检测用全自动生化分析仪(Beckman Coulter AU5800), sST2、Gal-3检测用酶联免疫吸附法, 试剂盒分别为美国危急诊断公司、德国默克密理博公司产品, 操作严格按照试剂盒说明书进行。

1.3 RFA围手术期处理

由同一组医师实施RFA。所有患者在术前停用抗心律失常药物(胺碘酮除外)5个半衰期以上, 并在术前3周规律口服华法林钠片(2.5 mg, 齐鲁制药, 国药准字: H37021314), 使国际标准化比值为2.0~3.0, 或口服利伐沙班片(10 mg, Bayer Pharma AG, 国药准字: J20180075), 每日1次, 每次15~20 mg, 或口服达比加群酯胶囊(150 mg, 成都倍特药业, 国药准字: H20213235), 每日2次, 每次150 mg。在术前24 h内完成经食道超声心动图、左心房CT血管造影等检查, 确认无左心房血栓。在多导电生理仪、CARTO 3.0三维标测系统指导下按标准行环肺静脉隔离术。术中, 视患者具体情况及医师经验决定是否加行额外线性消融(二尖瓣峡部消融线、三尖瓣峡部消融线、左心房顶部消融线)、复杂碎裂电位消融, 若以上消融完成后仍持续存在AF, 则予以同步直流电(200 J)复律。以肺静脉及左心房间电信号传导双相阻滞为消融终点。

1.4 术后管理及随访

所有入组患者在术后均连续行3个月抗凝治疗, 口服华法林钠片使国际标准比值为2.0~3.0, 或口服利伐沙班片每次15~20 mg, 每日1次, 或口服达比加群酯胶囊每次150 mg, 每日2次。3个月后, 根据CHA2DS2-VASc评分、早期AF复发情况决定是否继续予以抗凝治疗、抗心律失常药物治疗。

行门诊及电话随访。在术后第3、6、9、12个月时回院接受24 h心电图或12导联心电图检查。嘱患者在院外若发生胸闷、心悸等症状时立即去就近医院接受检查和治疗, 由医师判断是否出现AF复发。每月进行1次电话随访, 了解患者药物服用情况、症状发生等情况。以AF复发或术后12个月为随访终点。

1.5 AF复发的定义

RFA术后3个月空白期后, 由24 h心电图或12导联心电图记录到持续超过30 s的包括房性心动过速、心房扑动、AF在内的快速型房性心律失常。

1.6 分组

根据患者RFA术后12个月内是否出现AF复发, 将其分为复发组与未复发组。

1.7 统计学处理

数据用SPSS 24.0统计软件处理。AF病程等计量资料(正态分布、方差齐)记为均数±标准差($\bar{x}\pm s$), 以 t 检验作比较; AF类型等计数资料记为例(%), 以 χ^2 检验、Fisher确切概率法作比较; RFA后AF复发的影响因素采用logistic多因素回归模型分析; sST2、Gal-3对RFA后AF复发的预测价值采用受试者操作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入107例患者, 全部进入结果分析, 其中男53例, 女54例, 年龄为(63.15±10.85)岁, 体重指数为(23.56±2.42) kg/m², AF病程为(11.19±5.86)个月。其中, 有33例在随访期内出现AF复发, 复发率为30.84%。根据复发结果, 分为复发组($n=33$)与未复发组($n=74$)。

2.2 临床资料比较

复发组的LAD及血清sST2、Gal-3水平均明显高于未复发组(均 $P<0.05$)。两组性别、年龄、合并症及Hb、WBC等临床资料均差异无统计学意义(均

$P>0.05$, 表1)。

2.3 RFA 术后 AF 复发的影响因素

以 AF 复发为因变量, 以 LAD、sST2 等因素为自变

量, 行 logistic 回归分析, 结果显示: LAD(OR=1.373)、sST2(OR=1.331)、Gal-3(OR=2.349)均是 RFA 后 AF 复发的独立影响因素(均 $P<0.05$, 表2)。

表1 临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data

组别	n	性别[例(%)]		年龄/岁	体重指数/ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	AF 病程/月	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg
		男	女					
复发组	33	16 (48.48)	17 (51.52)	65.52±9.27	23.08±3.02	11.61±4.96	139.33±22.94	81.12±11.85
未复发组	74	37 (50.00)	37 (50.00)	62.09±11.38	23.77±2.09	11.00±6.24	138.76±23.65	79.46±15.66
t/χ^2			0.021	1.515	1.383	0.493	0.118	0.544
P			0.885	0.133	0.170	0.623	0.907	0.588

组别	吸烟史[例 (%)]	饮酒史[例 (%)]	合并症[例(%)]			AF 类型[例(%)]		LVEF/%
			糖尿病	高血压	脑卒中	阵发性 AF	持续性 AF	
复发组	11 (33.33)	12 (36.36)	7 (21.21)	22 (66.67)	3 (9.09)	11 (33.33)	22 (66.67)	58.13±3.59
未复发组	19 (25.68)	18 (24.32)	9 (12.16)	44 (59.46)	4 (5.41)	27 (36.49)	47 (63.51)	58.06±2.34
t/χ^2	0.663	1.640	—	0.502	—	1.515		0.108
P	0.415	0.200	0.249*	0.479	0.674*	0.133		0.914

组别	LVEDD/mm	LVESD/mm	LAD/mm	Hb/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	WBC/($\times 10^9\cdot\text{L}^{-1}$)	PLT/($\times 10^9\cdot\text{L}^{-1}$)
复发组	49.58±5.41	32.06±3.87	41.87±4.23	135.06±7.91	6.30±1.04	141.64±23.73
未复发组	48.91±4.67	31.24±3.59	37.45±4.76	134.35±9.58	6.40±1.07	142.23±25.77
t/χ^2	0.652	1.075	4.585	0.372	0.468	0.113
P	0.516	0.285	<0.001	0.711	0.640	0.911

组别	TC/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	LDL-C/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	血糖/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	hs-CRP/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	sST2/($\text{ng}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Gal-3/($\text{ng}\cdot\text{mL}^{-1}$)
复发组	4.62±1.20	2.69±1.11	7.51±4.01	0.97±0.22	39.45±8.64	6.02±0.87
未复发组	4.29±0.94	2.59±0.87	6.47±2.31	0.89±0.29	28.51±6.89	4.85±0.53
t/χ^2	1.529	0.523	1.529	1.412	6.999	8.564
P	0.129	0.602	0.129	0.161	<0.001	<0.001

*Fisher 确切概率法。1 mmHg=0.133 kPa。AF: 心房颤动; LVEF: 左心室射血分数; LVEDD: 左心室舒张末期内径; LVESD: 左心室收缩末期内径; LAD: 左心房内径; Hb: 血红蛋白; WBC: 白细胞计数; PLT: 血小板计数; TC: 总胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; hs-CRP: 超敏 C 反应蛋白; sST2: 可溶性致癌抑制因子 2; Gal-3: 半乳糖凝集素-3。

表2 RFA 术后 AF 复发影响因素的 logistic 回归分析

Table 2 Logistic regression analysis of influencing factors of AF recurrence after RFA

指标	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95% CI
LAD	0.317	0.118	7.217	0.008	1.373	1.090~1.730
sST2	0.286	0.097	8.693	0.003	1.331	1.101~1.610
Gal-3	0.854	0.129	43.826	<0.001	2.349	1.824~3.025
TC	0.457	0.342	1.786	0.182	1.579	0.808~3.087
LDL-C	0.514	0.299	2.955	0.086	1.672	0.930~3.004
血糖	0.336	0.235	2.044	0.154	1.399	0.883~2.218
hs-CRP	0.479	0.306	2.450	0.118	1.614	0.886~2.941

RFA: 射频消融术; AF: 心房颤动; LAD: 左心房内径; sST2: 可溶性致癌抑制因子 2; Gal-3: 半乳糖凝集素-3; TC: 总胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; hs-CRP: 超敏 C 反应蛋白。

2.4 血清 sST2、Gal-3 水平对 RFA 术后 AF 复发的预测价值

ROC 曲线分析显示: 血清 sST2、Gal-3 水平及 LAD 预测 RFA 后 AF 复发的曲线下面积(area under the

curve, AUC)分别为 0.831、0.840 及 0.797, 最佳截断值分别为 >32.21 ng/mL、>5.31 ng/mL 及 >39.55 mm; 且以 sST2 联合 Gal-3 的 AUC 最大, 为 0.944, 敏感度、特异度分别为 87.88%、91.89%(表 3, 图 1)。

表 3 血清 sST2、Gal-3 水平对 RFA 术后 AF 复发的预测价值

Table 3 Predictive value of serum sST2 and Gal-3 levels for AF recurrence after RFA

指标	最佳截断值	AUC	P	95% CI	敏感度/%	特异度/%
sST2	>32.21	0.831	<0.001	0.746~0.896	90.91	63.51
Gal-3	>5.31	0.840	<0.001	0.757~0.904	78.79	75.68
LAD	>39.55	0.797	<0.001	0.709~0.869	81.82	70.27
sST2+Gal-3	—	0.944	<0.001	0.882~0.979	87.88	91.89
sST2+Gal-3+LAD	—	0.915	<0.001	0.846~0.960	78.79	90.54

sST2: 可溶性致癌抑制因子 2; Gal-3: 半乳糖凝集素-3; RFA: 射频消融术; AF: 心房颤动; LAD: 左心房内径。AUC: 曲线下面积。

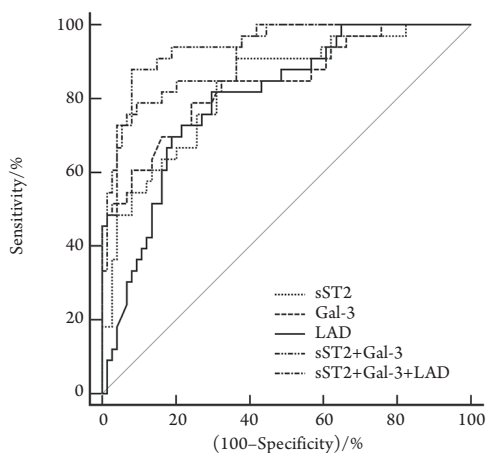


图 1 血清 sST2 及 Gal-3 预测 RFA 后 AF 复发的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of serum sST2 and Gal-3 predicting AF recurrence after RFA

sST2: Soluble suppression tumorigenicity-2; Gal-3: Galectin-3; LAD: Left atrial diameter; RFA: Radiofrequency ablation; AF: Atrial fibrillation; ROC: Receiver operating characteristic.

3 讨论

RFA 是临床 AF 的一线治疗方法, 具有无痛、微创、恢复快、成功率高优势, 但由于患者的个体差异, 其疗效也不尽相同, 部分患者术后 AF 复发风险仍较高^[10]。本研究纳入的 107 例患者在 12 个月随访期内, 复发 33 例, 复发率为 30.84%, 与研究^[11]报道

基本一致。

AF 复发的机制尚不完全明晰, 研究^[12]证实 AF 患者普遍存在心房重构, 且心房重构是 RFA 后复发的独立危险因素。LAD 是临床广泛应用的反映左心房结构的指标。Berruezo 等^[13]研究发现: LAD 与 AF 复发风险呈显著线性相关, 即 LAD 越大, 患者 AF 复发风险越高。本研究结果也证实了这一观点, 这可能是因为 LAD 越大, RFA 消融范围也相应更大, 可能存在消融不完全, 进而导致术后复发率增加^[14]。以上结果均反映了心房重构在 AF 发生中的重要作用。而心肌纤维化增加是心房重构的重要指标, 研究相关标志物可能有助于对患者 AF 复发的危险分层、预后评估。

sST2 在机械压力刺激心肌细胞时被大量分泌释放。研究^[15]认为: sST2 可作为心房重构、心肌纤维化的新型标志物, 且不受性别、年龄、HF 病史及其他生物标志物的影响。王云平等^[16]研究发现: 血浆 sST2 在 HF 合并 AF 患者中的诊断价值要明显高于在单纯 HF 及 HF 合并窦性心律患者, 提示 sST2 对 AF 的辨别诊断价值可能与其可反映心肌纤维化有关。国外相关研究^[17]也发现: 基线血浆 sST2 水平较高的 HF 患者在出院半年内再入院率、病死率均较低 sST2 水平者更高。Ma 等^[18]也认为 sST2 升高可能参与 AF 的进展, 可在一定程度上预测 AF 患者急诊入院的风险。但贾文宁等^[19]发现: 血清 sST2 水平在 AF 患者、健康人群之间未表现出明显差异, 这可能是因为 AF

病程较短的患者, 其心肌纤维化、心房重构程度尚未在分子水平上出现明显反映。本研究发现: 复发组血清 sST2 水平较未复发组更高, 且是影响患者 RFA 后复发的独立因素。这提示血清 sST2 水平与 AF 患者术后复发密切相关。

Gal-3 可与心肌细胞外基质(extracellular matrix, ECM)、成纤维细胞特异性结合, 进而促进成纤维细胞增殖, 炎症细胞浸润, 心房重构, 心功能随之降低^[20]。既往研究^[21]发现: 在心功能下降的患者中, Gal-3 为严重过表达。Gal-3 可成为干预心脏重构、心肌纤维化的靶点。Gal-3 可增强巨噬细胞等炎症细胞对心肌组织浸润, 激活纤维母细胞, 促进细胞外胶原的沉积, 引起心肌纤维化, 降低心肌顺应性, 导致 HF 并诱发 AF, 而 HF 和 AF 又互相影响, 形成恶性循环^[22]。Gal-3 还可通过调节转化生长因子- β 1(transforming growth factor- β 1, TGF- β 1)/Smad3 信号通路的转导来促进 ECM 的过度合成与沉积, 加重心肌纤维化, 加速 AF 进展^[23]。Gal-3 对醛固酮的调节作用也可能是其介导心肌纤维化的途径^[24]。本研究也发现: 复发组血清 Gal-3 水平明显高于未复发组, 且是 AF 复发的独立影响因素, 这与 Clementy 等^[25]研究提出的外周血中 Gal-3 水平与 AF 发生率有关的结果一致, 提示 Gal-3 可能是通过影响患者心房重构、心肌纤维化病理状态来影响 AF 的发生。

本研究创新性地将血清 sST2、Gal-3 水平及 LAD 联合用于患者术后 AF 复发的预测, ROC 曲线分析显示: 三者预测 RFA 术后 AF 复发的 AUC 分别为 0.831、0.840、0.797; 且以 sST2 联合 Gal-3 的 AUC 最大, 为 0.944, 敏感度、特异度分别为 87.88%、91.89%, 明显高于各项指标单独应用, 这可能是因为 sST2、Gal-3 均可有效反映患者心肌纤维化状态有关, 二者可实现优势互补, 更好地预测 AF 复发风险。

综上所述, 血清 sST2、Gal-3 水平均与 RFA 后 AF 复发密切相关, 血清 sST2>32.21 ng/mL、Gal-3>5.31 ng/mL 提示患者复发风险较高, 二者联合应用对 AF 复发具有较高的预测价值。但本研究仍存在一定局限性: 其一, 由于纳入标准相对严格, 样本量相对较少, 结果难免存在一定偏倚; 其二, 使用电话及门诊进行随访, 可能导致部分无症状 AF 发作被遗漏, AF 复发率可能被低估。未来仍需前瞻性、大样本量研究进一步验证和完善结果。

利益冲突声明: 作者声称无任何利益冲突。

参考文献

- [1] Marrouche NF, Brachmann J, Andresen D, et al. Catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(5): 417-427. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1707855>.
- [2] 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): 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[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(5): 373-498. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>.
- [3] 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. <https://doi.org/10.13333/j.cnki.cjpe.2018.04.001>.
HUANG Congxin, ZHANG Shu, HUANG Dejia, et al. Atrial fibrillation: current awareness and treatment recommendations-2018[J]. *Chinese Journal of Cardiac Pacing and Electrophysiology*, 2018, 32(4): 315-368. <https://doi.org/10.13333/j.cnki.cjpe.2018.04.001>.
- [4] Latchamsetty R, Morady F. Atrial fibrillation ablation[J]. *Annu Rev Med*, 2018, 69: 53-63. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-041316-090015>.
- [5] 李健兰, 陈灿. 心房颤动患者心房纤维化检测方式的研究进展[J]. *山东医药*, 2020, 60(13): 85-88. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-266X.2020.13.025>.
LI Jianlan, CHEN Can. Research progress of atrial fibrosis detection methods in patients with atrial fibrillation[J]. *Shandong Medical Journal*, 2020, 60(13): 85-88. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-266X.2020.13.025>.
- [6] Zhang X, Schulz BL, Punyadeera C. The current status of heart failure diagnostic biomarkers[J]. *Expert Rev Mol Diagn*, 2016, 16(4): 487-500. <https://doi.org/10.1586/14737159.2016.1144474>.
- [7] Pascual-Figal DA, Januzzi JL. The biology of ST2: the International ST2 Consensus Panel[J]. *Am J Cardiol*, 2015, 115(7 Suppl): 3B-7B. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.01.034>.
- [8] Shen H, Wang J, Min J, et al. Activation of TGF- β 1/ α -SMA/Col I profibrotic pathway in fibroblasts by galectin-3 contributes to atrial fibrosis in experimental models and patients[J]. *Cell Physiol Biochem*, 2018, 47(2): 851-863. <https://doi.org/10.1159/000490077>.
- [9] Chen D, Procter N, Goh V, et al. New onset atrial fibrillation is associated with elevated galectin-3 levels[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 223: 48-49. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.08.172>.
- [10] Kocyigit D, Yalcin MU, Gurses KM, et al. Impact of anatomical features of the left atrial appendage on outcomes after cryoablation for atrial fibrillation[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2019, 13(2): 105-112.

- jcct.2019.01.011.
- [11] Arbelo E, Brugada J, Hindricks G, et al. The atrial fibrillation ablation pilot study: a European Survey on Methodology and results of catheter ablation for atrial fibrillation conducted by the European Heart Rhythm Association[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(22): 1466-1478. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu001>.
- [12] den Uijl DW, Delgado V, Bertini M, et al. Impact of left atrial fibrosis and left atrial size on the outcome of catheter ablation for atrial fibrillation[J]. *Heart*, 2011, 97(22): 1847-1851. <https://doi.org/10.1136/hrt.2010.215335>.
- [13] Berruezo A, Tamborero D, Mont L, et al. Pre-procedural predictors of atrial fibrillation recurrence after circumferential pulmonary vein ablation[J]. *Eur Heart J*, 2007, 28(7): 836-841. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm027>.
- [14] 袁迎芳, 李彩英, 田伟伟, 等. 左心耳功能CT定量评估对心房颤动射频消融术后复发的预测价值[J]. *临床放射学杂志*, 2020, 39(4): 699-703. <https://doi.org/10.13437/j.cnki.jcr.2020.04.017>.
YUAN Yingfang, LI Caiying, TIAN Weiwei, et al. Quantitative evaluation of left atrial appendage function by CT in predicting recurrence of atrial fibrillation after catheter ablation[J]. *Journal of Clinical Radiology*, 2020, 39(4): 699-703. <https://doi.org/10.13437/j.cnki.jcr.2020.04.017>.
- [15] de Boer RA, Daniels LB, Maisel AS, et al. State of the art: newer biomarkers in heart failure[J]. *Eur J Heart Fail*, 2015, 17(6): 559-569. <https://doi.org/10.1002/ejhf.273>.
- [16] 王云平, 梁新妹, 郑笑荣, 等. 可溶性ST2在心衰合并心房颤动患者中的水平及临床意义[J]. *中华检验医学杂志*, 2019, 42(11): 933-941. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2019.11.008>.
WANG Yunping, LIANG Xinmei, ZHENG Xiaorong, et al. The level and clinical significance of soluble ST2 in heart failure patients with atrial fibrillation[J]. *Chinese Journal of Laboratory Medicine*, 2019, 42(11): 933-941. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2019.11.008>.
- [17] Trulock KM, Narayan SM, Piccini JP. Rhythm control in heart failure patients with atrial fibrillation: contemporary challenges including the role of ablation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(7): 710-721. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.06.1169>.
- [18] Ma X, Yuan H, Luan HX, et al. Elevated soluble ST2 concentration may involve in the progression of atrial fibrillation[J]. *Clin Chim Acta*, 2018, 480: 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2018.02.005>.
- [19] 贾文宁, 孙国举. sST2在不同类型心脏疾病中的变化及诊治价值[J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(11): 1053-1057. <https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1439.2020.11.018>.
JIA Wenning, SUN Guojun. Changes of sST2 level in different types of heart diseases and its clinical value in diagnosis and treatment of heart diseases[J]. *Journal of Clinical Cardiology*, 2020, 36(11): 1053-1057. <https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1439.2020.11.018>.
- [20] Takemoto Y, Ramirez RJ, Yokokawa M, et al. Galectin-3 regulates atrial fibrillation remodeling and predicts catheter ablation outcomes[J]. *JACC Basic Transl Sci*, 2016, 1(3): 143-154. <https://doi.org/10.1016/j.jacbts.2016.03.003>.
- [21] 王超. 血清半乳凝集素-3对慢性心力衰竭的诊断价值[J]. *临床心血管病杂志*, 2019, 35(11): 1029-1032. <https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1439.2019.11.012>.
WANG Chao. Research of serum galectin-3 in patients with chronic heart failure[J]. *Journal of Clinical Cardiology*, 2019, 35(11): 1029-1032. <https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1439.2019.11.012>.
- [22] Yu L, Ruifrok WP, Meissner M, et al. Genetic and pharmacological inhibition of galectin-3 prevents cardiac remodeling by interfering with myocardial fibrogenesis[J]. *Circ Heart Fail*, 2013, 6(1): 107-117. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.112.971168>.
- [23] 张国华. TGF-β1/Smads信号通路在高血压心肌纤维化中的调控机制研究进展[J]. *山东医药*, 2014, 54(7): 85-87. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-266X.2014.07.033>.
ZHANG Guohua. Research progress on the regulatory mechanism of TGF-β1/Smads signaling pathway in hypertensive myocardial fibrosis[J]. *Shandong Medical Journal*, 2014, 54(7): 85-87. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-266X.2014.07.033>.
- [24] González GE, Rhaleb NE, D' Ambrosio MA, et al. Cardiac-deleterious role of galectin-3 in chronic angiotensin II-induced hypertension[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2016, 311(5): H1287-H1296. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00096.2016>.
- [25] Clementy N, Piver E, Bisson A, et al. Galectin-3 in atrial fibrillation: mechanisms and therapeutic implications[J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(4): 976. <https://doi.org/10.3390/ijms19040976>.

本文引用: 刘满意, 方勇, 芦伟, 王翠翠. 血清 sST2 及 galectin-3 对心房颤动射频消融术后复发的预测价值[J]. *临床与病理杂志*, 2023, 43(1): 85-91. DOI:10.3978/j.issn.2095-6959.2023.221303

Cite this article as: LIU Manyi, FANG Yong, LU Wei, WANG Cuicui. Predictive value of serum sST2 and galectin-3 on recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2023, 43(1): 85-91. DOI:10.3978/j.issn.2095-6959.2023.221303