

论 著

心外膜脂肪层厚度对心房颤动伴左心室肥大患者 射频消融术后左心室逆重构的预测价值*

胡 可^{1,2} 王文晖¹ 甄俊平¹ 康春松^{2**}

¹山西医科大学, 太原 030607; ²山西省白求恩医院, 太原 030001

[摘要] **目的** 探讨心外膜脂肪层厚度 (EFT) 对心房颤动伴左心室肥大患者射频消融术后左心室逆重构的预测价值。**方法** 选取 2021 年 6 月—2023 年 9 月在山西省白求恩医院收治的心房颤动患者 50 例进行回顾性分析。通过电子病历采集患者的临床资料, 采用超声心动图检查 EFT, 依据患者是否实现逆重构进行分组, 单因素及多因素 logistic 回归模型分析术后左心室逆重构的影响因素, ROC 曲线分析 EFT 对其预测价值。**结果** 28 例未实现逆重构者为对照组, 22 例实现逆重构者为逆重构组。两组年龄、心房颤动分型、心房颤动病程、左房内径 (LAD)、左室舒张末期内径、左室舒张末期内径指数 (LVEDI)、中性粒细胞与淋巴细胞比值 (NLR)、超敏 C 反应蛋白 (hsCRP)、血小板分布宽度 (PDW)、红细胞分布宽度、纤维蛋白原与白蛋白比值 (FAR) 及 EFT 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 多因素 logistic 回归分析显示, EFT、LAD、LVEDI、NLR、hsCRP、PDW、FAR 均为术后逆重构的独立影响因素 ($P < 0.05$); EFT 预测术后左心室逆重构的 cut-off 值为 0.848, 灵敏度为 95.5%, 特异度为 89.3%, AUC 为 0.937 (95% CI: 0.868~0.983)。**结论** EFT 与心房颤动伴左心室肥大患者术后左心室逆重构有较高的相关性。

[关键词] 心房颤动; 左心室肥大; 射频消融; 左心室逆重构; 心外膜脂肪层厚度

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.01.002

Predictive value of epicardial fat thickness for left ventricular reverse remodeling after radiofrequency ablation in atrial fibrillation patients with left ventricular hypertrophy

Hu Ke^{1,2}, Wang Wenhui¹, Zhen Junping¹, Kang Chunsong^{2**}

¹Shanxi Medical University, Taiyuan 030607; ²Shanxi Bethune Hospital, Taiyuan 030001

** Corresponding author: Kang Chunsong, email: kangchunsong2023@163.com

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of epicardial fat thickness (EFT) for left ventricular reverse remodeling after radiofrequency ablation in patients with left ventricular hypertrophy. **Methods** A total of 50 patients with atrial fibrillation admitted to Shanxi Bethune Hospital from June 2021 to September 2023 were retrospectively collected. The clinical data of the patients were collected by electronic medical records. EFT was examined by echocardiography. The patients were divided into groups according to whether reverse remodeling was achieved. Univariate and multivariate logistic regression models were used to analyze the factors of postoperative left ventricular reverse remodeling. ROC curve was used to analyze the predictive value of EFT. **Results** A total of 28 patients who did not achieve reverse remodeling were included in the control group, and 22 patients who achieved reverse remodeling were included in the reverse remodeling group. There were significant differences in age, atrial fibrillation classification, duration of atrial fibrillation, left atrial diameter (LAD), left ventricular end-diastolic diameter, left ventricular end-diastolic diameter index (LVEDI), neutrophil to lymphocyte ratio (NLR), high-sensitivity C-reactive protein (hsCRP), platelet distribution width (PDW), red cell distribution width, fibrinogen to albumin ratio (FAR) and EFT between the two groups ($P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that EFT, LAD, LVEDI, NLR, hsCRP, PDW and FAR were independent factors for left ventricular reverse remodeling ($P < 0.05$). The cut-off value of EFT for predicting postoperative left ventricular reverse remodeling was 0.848, sensitivity was 95.5%, specificity was 89.3%, and AUC was 0.937 (95% CI: 0.868-0.983). **Conclusion** EFT has a high predictive value

收稿日期: 2024-03-11 修回日期: 2024-04-29 录用日期: 2024-04-30

* 国家自然科学基金 (82172011); 山西自然科学基金 (202203021221275); 山西省留学人员科技活动 (20230052)

** 通信作者: 康春松, 电子邮箱 kangchunsong2023@163.com

for postoperative left ventricular reverse remodeling in patients with left ventricular hypertrophy.

[**Key words**] Atrial fibrillation; Left ventricular hypertrophy; Radiofrequency ablation; Left ventricular reverse remodeling; Epicardial fat thickness

目前全球心房颤动的患病率约为 1%~2%^[1]。心房颤动的主要危害在于其易发生栓塞并导致脑卒中、心力衰竭等严重并发症^[2-3]。对于心房颤动患者首选射频消融术进行治疗,通过破坏心房颤动起源和传导途径来实现恢复窦性节律。射频消融术后出现心室逆重构主要表现为左心室内径明显缩小伴左心室收缩功能的显著改善^[4]。心室逆重构的出现不仅可以改善患者的心功能和生活质量,还可以降低死亡率。近年来,越来越多的研究关注于心室逆重构的影响因素,包括临床特征、心肌病变程度、心肌纤维化程度等。其中,心外膜脂肪层厚度(Epicardial fat thickness, EFT)作为一种新兴的指标,受到了广泛的关注,EFT是指心脏的外层脂肪沉积,可以通过超声心动图等无创检查方法测量^[5]。有研究发现,EFT的增加与心房颤动消融术后患者预后密切相关^[6]。此外,EFT还可以反映心脏的炎症状态和代谢紊乱程度,因此被认为是心室逆重构的潜在预测因素之一^[7]。本研究旨在探讨 EFT 对心房颤动伴左心室肥大患者射频消融术后心室逆重构的预测价值,为更好地评估患者的心室逆重构风险提供参考和指导。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年 6 月—2023 年 9 月在山西省白求恩医院收治的心房颤动患者 50 例进行回顾性分析。纳入标准:①接受射频消融术治疗,且符合其治疗指征;②超声检查提示左心室肥大,左室舒张末期内径指数(Left ventricular end-diastolic diameter index, LVEDI) > 33 mm/m²;③心房颤动引起的左心室肥大;④病历资料完整。排除标准:①具有其他心脏手术史,如主动脉瓣狭窄、二尖瓣狭窄、先天性心脏病等;②伴冠心病、心力衰竭、心肌病等;③伴有其他原因引起的左心室肥大者,如高血压、主动脉狭窄等;④无法完成心脏超声检查者;⑤有严重的肝、肾功能不全或者其他严重器官功能障碍者;⑥有活动性感染或感染史者;⑦合并自身免疫性疾病;⑧有血液病、器质性肺部疾病、消化系统疾病、恶性肿瘤等其他严重疾病者。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 通过电子病历采集年龄、心房颤动分型、心房颤动病程、左房内径(Left atrial diameter, LAD)、左室舒张末期内径(Left ventricular

end-diastolic diameter, LVEDD)、LVEDI、中性粒细胞与淋巴细胞比值(Neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、超敏 C 反应蛋白(High-sensitivity C-reactive protein, hsCRP)、血小板分布宽度(Platelet distribution width, PDW)、红细胞分布宽度(Red cell distribution width, RDW)、纤维蛋白原与白蛋白比值(Fibrinogen to albumin ratio, FAR)、EFT、性别、体表面积(Body surface area, BSA)、N 端 B 型钠尿肽前体(N-terminal pro-b-type natriuretic peptide, NT-proBNP)、左室收缩功能障碍(Left ventricular systolic dysfunction, LVSD)、左室射血分数(Left ventricular ejection fraction, LVEF)及抗凝药物的使用。LVEDI (mm/m²) = LVED (mm) / BSA (m²)。BSA: 男性 = 0.005 7 × 身高(cm) + 0.012 1 × 体质量(kg) + 0.088 2, 女性 = 0.007 3 × 身高(cm) + 0.012 7 × 体质量(kg) - 0.210 6^[8]。

1.2.2 EFT 检测 由两名超声科专业医生判读结果,若存在歧义则遵循盲法原则。超声心动图检查,频率 1~5 MHz。测量舒张期胸骨旁左心室长轴切面冠状沟与心尖切迹中间的右室前壁前、左心室后壁后、心尖切迹处的 EFT,取检测 3 次的平均值。

1.2.3 逆重构判定标准 ①术后 6 个月 LVEDI 较术前下降至少 10% 或 LVEDI 数值低于 33 mm/m²; ②术后 LVEF 数值 ≥ 50%。

1.3 统计学方法

采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析。正态分布计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *t* 检验;计数资料采用 χ^2 检验;多因素 logistic 回归模型分析影响术后逆重构的因素;ROC 曲线分析 EFT 对术后逆重构的预测价值;检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 50 例心房颤动患者临床转归情况

经超声心动图评估发现,心房颤动患者射频消融术后 22 例实现逆重构(逆重构组),28 例未实现逆重构(对照组)。

2.2 伴左心室肥大患者射频消融术后左心室逆重构的单因素分析

两组年龄、心房颤动分型、心房颤动病程、LAD、LVEDD、LVEDI、NLR、hsCRP、RDW、PDW、FAR、EFT 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 单因素分析结果

Tab. 1 Results of single factor analysis

因素	对照组(28 例)	逆重构组(22 例)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
性别[例(%)]				
男	12(42.86)	8(36.36)	0.217	0.642
女	16(57.14)	14(63.64)		

续表 1

因素	对照组 (28 例)	逆重组组 (22 例)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	63.25 ± 9.25	56.73 ± 7.11	2.731	0.009
BSA($\bar{x} \pm s$, m ²)	1.62 ± 0.15	1.64 ± 0.12	0.510	0.613
心房颤动分型 [例 (%)]			8.566	0.003
阵发	10 (35.71)	17 (77.27)		
持续	18 (64.29)	5 (22.73)		
心房颤动病程($\bar{x} \pm s$, 年)	7.03 ± 0.85	1.52 ± 0.16	29.928	<0.001
NT-proBNP($\bar{x} \pm s$, ng/mL)	68.27 ± 15.11	71.21 ± 12.22	0.741	0.462
LAD($\bar{x} \pm s$, mm)	48.15 ± 5.87	44.12 ± 5.31	2.512	0.015
LVEDD($\bar{x} \pm s$, mm)	60.41 ± 4.22	57.34 ± 3.75	2.680	0.010
LVSD($\bar{x} \pm s$, mm)	37.41 ± 7.26	38.79 ± 6.35	0.704	0.485
LVEF($\bar{x} \pm s$, mm)	59.51 ± 12.21	62.29 ± 9.89	0.867	0.390
LVEDI($\bar{x} \pm s$, mm/m ²)	37.21 ± 3.88	34.56 ± 2.26	2.843	0.007
抗凝药物 [例 (%)]			0.383	0.826
达比加群	3 (10.71)	2 (9.09)		
华法林	21 (75.00)	18 (81.82)		
利伐沙班	4 (14.29)	2 (9.09)		
NLR($\bar{x} \pm s$)	2.14 ± 0.25	1.15 ± 0.31	12.506	<0.001
hsCRP($\bar{x} \pm s$, mg/L)	2.41 ± 0.75	0.67 ± 0.15	10.693	<0.001
RDW($\bar{x} \pm s$)	16.42 ± 4.88	13.79 ± 4.11	2.025	0.049
PDW($\bar{x} \pm s$)	20.33 ± 5.05	15.29 ± 4.81	3.576	0.001
FAR($\bar{x} \pm s$)	6.98 ± 3.45	3.88 ± 2.35	3.605	0.001
EFT($\bar{x} \pm s$)	4.65 ± 1.08	2.61 ± 0.65	7.808	<0.001

2.3 伴左心室肥大患者射频消融术后左心室逆重构的多因素 logistic 回归分析

以是否完全逆重构为因变量 (否=0, 是=1), 将心房颤动分型 (阵发=0, 持续=1) 及年龄、心房颤动病程、LAD、LVEDD、LVEDI、NLR、

hsCRP、RDW、PDW、FAR、EFT (连续型变量, 原值代入) 进行多因素 logistic 回归分析, 结果显示, EFT、LAD、LVEDI、NLR、hsCRP、PDW、FAR 均为术后逆重构独立影响因素 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 多因素 logistic 回归分析结果
 Tab. 2 The result of multivariate logistic regression analysis

自变量	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i> 值	OR	95%CI
EFT	-2.207	0.578	14.554	<0.001	0.110	0.035~0.342
LAD	-0.130	0.057	5.179	0.023	0.878	0.784~0.982
LVEDI	-0.287	0.117	5.982	0.015	0.751	0.596~0.945
NLR	-3.146	0.846	13.833	<0.001	0.043	0.008~0.226
hsCRP	-1.992	0.552	13.029	<0.001	0.136	0.046~0.402
PDW	-0.205	0.069	8.791	0.003	0.815	0.712~0.933
FAR	-0.361	0.123	8.545	0.003	0.697	0.547~0.888

2.4 ROC 曲线分析 EFT 预测术后左心室逆重构的价值

EFT 预测术后左心室逆重构的 cut-off 值为

0.848, 灵敏度为 95.5%, 特异度为 89.3%, AUC 为 0.937 (95%CI: 0.868~0.983), 见图 1。

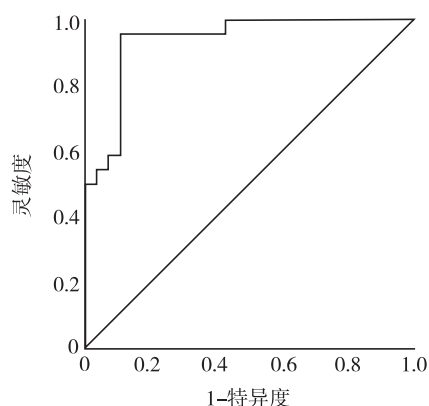


图 1 ROC 曲线图

Fig. 1 ROC curve

3 讨论

心外膜脂肪组织位于心脏外壁和心包之间, 是人体内最活跃的脂肪组织之一。有研究称, 心外膜脂肪组织可以分泌促炎及趋化因子, 对心肌存在旁分泌作用^[9]。EFT 与心外膜脂肪组织具有较好的相关性, 与心外膜脂肪组织比, EFT 检测更为精准, 可准确评估心外膜脂肪情况。本研究发现, EFT 为射频消融术后左心室逆重构的影响因素, EFT 水平的提高可以诱导炎症反应, 导致心血管疾病的发生和进展, 而 EFT 较低则可能意味着患者更健康的代谢水平、更少的脂肪存储和更轻的炎症反应, 从而有利于减少心血管疾病的发生和发展^[10]。对于心房颤动患者, EFT 较低的患者更容易实现左心室逆重构。EFT 增加可能会增加心室壁的负荷和阻碍心室壁的正常收缩, 因此, EFT 较低可能意味着心室壁运动和机械功能较好, 有利于实现左心室逆重构。较低的 EFT 可能与更好的心肌纤维排列有关, 这有助于心室壁的收缩和恢复正常的收缩功能; 相反, 较高的 EFT 可能与心肌纤维排列的紊乱和瘢痕化有关, 可能影响心室壁的收缩能力, 增加逆重构的困难。逆重构要求恢复左心室的正常形态, 而较低的 EFT 可能意味着心室扩张程度较小, 更有助于实现心室形态的恢复^[11]。EFT 较低可能意味着心室内腔的空间较小, 对于逆重构手术而言更容易实现形态的恢复和调整。

Maron 等^[12] 研究显示年龄可作为结构重构的预测因素。但本研究多因素分析并未发现年龄是影响术后逆重构的因素。任誉娟^[13] 研究显示, 心房颤动病程越长, 射频消融术后复发风险越高。本研究单因素分析发现心房颤动病程在两组间差异有统计学意义, 但多因素分析结果显示, 该指标并未进入方程, 可能与样本差异有关。心功能方面, 单因素分析显示 LAD、LVED、LVEDI 在两组间差异有统计学意义, 且多因素分析显示, LAD、LVEDI 为术后左心室逆重构的独立影响因素, 心

房颤动引起左心室充盈不全, 导致左心室收缩末期容积和内径增大。较小的 LAD 有助于逆重构, 而较大 LAD 则使逆重构更困难。LVEDI 低说明左心室功能较好, 更易适应心房颤动应激, 从而实现逆重构。Zhuang 等^[14] 研究显示, 与射频消融术后未复发的患者比较, 复发者基线 LAD 明显更高。Wei 等^[15] 研究显示, 与射频消融术治疗失败患者比较, 治疗成功患者 LAD 水平明显更低。左心室肥大是心房颤动患者的常见表现, 且与左心室逆重构密切相关。Shao 等^[16] 研究表示, NLR 水平与心房颤动发生风险相关。本研究结果显示, NLR、hsCRP 指标越低越有利于患者术后左心室的逆重构, 说明机体炎症反应不利于逆重构进程。PDW 是指血小板体积分布的标准差, 用于评估血小板体积分布的均匀性。PDW 越高可能反映患者血小板体积分布不均, 从而引发血栓形成和心血管事件。在心房颤动患者中, PDW 越高可能预示着更严重的炎症反应和心血管损伤, 进一步损害左心室的结构和功能, 实现左心室逆重构更加困难。本研究也发现, PDW 可作为术后左心室逆重构的独立影响因素进一步证明了这一点。FAR 指血液中的纤维蛋白原水平与白蛋白水平的比值, 是评估炎症和营养状态的指标之一。本研究发现, FAR 为术后左心室逆重构的影响因素, FAR 水平更低更易实现术后左心室逆重构。左心室逆重构需足够的心室壁张力。心室扩张降低张力, 而较低的 FAR 水平意味着心室扩张较小, 保持较高的壁张力, 有助于逆重构。低 FAR 水平还可能反映心室舒张功能改善, 促进舒张期有效充盈, 支持逆重构过程。另外, Li 等^[17] 和 Berra 等^[18] 研究称, FAR 可作为心血管疾病严重程度的预测因素, 与本研究结果具有一致性。

ROC 曲线分析显示, EFT 预测术后左心室逆重构的 cut-off 值为 0.848, 灵敏度为 0.955, 特异度为 0.893, AUC 为 0.937 (95% CI: 0.868 ~ 0.983), 该结果表明, EFT 作为一种简单、非侵入性和经济实惠的生物标志物, 在评估心房颤动患者左心室逆重构上具有较高的价值, 可进一步展开研究加以验证。

参考文献

- [1] Kazemian S, Zarei D, Bozorgi A, et al. Risk scores for prediction of paroxysmal atrial fibrillation after acute ischemic stroke or transient ischemic attack: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Cardiol Cardiovasc Risk Prev*, 2024, 21:200249.
- [2] Marques Antunes M, Silva Cunha P, Lacerda Teixeira B, et al. Very-early detection of atrial fibrillation after ablation evaluated by a wearable ECG-patch predicts late blanking period recurrence: preliminary data from a prospective registry [J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 2024, 51: 101369.

胡可,等.心外膜脂肪层厚度对心房颤动伴左心室肥大患者射频消融术后左心室逆重构的预测价值

- [3] Sagris M, Vardas E P, Theofilis P, et al. Atrial fibrillation: pathogenesis, predisposing factors, and genetics [J]. *Int J Mol Sci*, 2021,23(1):6.
- [4] Soulat-Dufour L, Lang S, Addetia K, et al. Restoring sinus rhythm reverses cardiac remodeling and reduces valvular regurgitation in patients with atrial fibrillation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022,79(10):951-961.
- [5] Rossi V A, Gruebler M, Monzo L, et al. The different pathways of epicardial adipose tissue across the heart failure phenotypes: from pathophysiology to therapeutic target [J]. *Int J Mol Sci*, 2023,24(7):6838.
- [6] Wong C X, Abed H S, Molaei P, et al. Pericardial fat is associated with atrial fibrillation severity and ablation outcome[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011,57(17):1745-1751.
- [7] Nelms J A, Castel L. A systematic review and meta-analysis of randomized and nonrandomized trials of clinical emotional freedom techniques (EFT) for the treatment of depression[J]. *Explore (NY)*, 2016,12(6):416-426.
- [8] 胡咏梅,武晓洛,胡志红,等.关于中国人体表面积公式的研究[J].*生理学报*,1999,51(1):45-48.
Hu Y M, Wu X L, Hu Z H, et al. Study of formula for calculating body surface areas of the chinese adults[J]. *Acta Physiologica Sinica*, 1999,51(1):45-48.
- [9] Flüchter S, Haghi D, Dinter D, et al. Volumetric assessment of epicardial adipose tissue with cardiovascular magnetic resonance imaging [J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2007,15(4):870-878.
- [10] 高斐,付敏敏,周炳凤,等.心外膜脂肪层厚度在冠心病临床诊断中的应用价值[J].*武警后勤学院学报(医学版)*,2020,29(1):16-20.
Gao F, Fu M M, Zhou B F, et al. Application value of epicardial adipose layer thickness in the clinical diagnosis of coronary heart disease [J]. *J Logist Univ CAPF*, 2020,29(1):16-20.
- [11] 王一洒.超声评价冠心病患者心外膜脂肪组织厚度与颈动脉弹性的相关性分析[D].河南:郑州大学,2013.
Wang Y S. Correlation analysis between epicardial adipose tissue thickness and carotid artery elasticity in patients with coronary heart disease evaluated by ultrasound [D]. Henan: Zhengzhou University,2013.
- [12] Maron B J, Dearani J A, Ommen S R, et al. Low operative mortality achieved with surgical septal myectomy: role of dedicated hypertrophic cardiomyopathy centers in the management of dynamic subaortic obstruction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015,66(11):1307-1308.
- [13] 任晔娟.房颤射频消融术后早期复发和晚期复发危险因素分析[D].合肥:安徽医科大学,2018.
Ren Z J. Analysis of risk factors for early and late recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation [D]. Hefei: Anhui Medical University,2018.
- [14] Zhuang J H, Wang Y, Tang K, et al. Association between left atrial size and atrialfibrillation recurrence after single circumferential pulmonary vein isolation:systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Europace*, 2012,14(5)638-645.
- [15] Wei W, Ge J B, Zou Y, et al. Anatomical characteristics of pulmonary veins for the prediction of postoperative recurrence after radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *PLoS One*, 2014,9(4):e93817.
- [16] Shao Q, Chen K, Rha S W, et al. Usefulness of neutrophil/lymphocyte ratio as a predictor of atrial fibrillation: a meta-analysis[J]. *Arch Med Res*, 2015,46(3):199-206.
- [17] Li H, Liu T, Xu G, et al. Red blood cell distribution width and the recurrence of atrial fibrillation after ablation in patients with paroxysmal non-valvular symptomatic atrial fibrillation[J]. *Int J Cardiol*, 2016,203:834-836.
- [18] Berra L V, Di Rita A, Longhitano F, et al. Far lateral lumbar disc herniation part I: imaging, neurophysiology and clinical features [J]. *World J Orthop*, 2021,12(12):961-969.